



# Наука— образованию, производству, экономике

Материалы Девятой  
международной  
научно-технической  
конференции

2

**Министерство образования Республики Беларусь  
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**НАУКА –  
ОБРАЗОВАНИЮ,  
ПРОИЗВОДСТВУ,  
ЭКОНОМИКЕ**

**Материалы Девятой международной  
научно-технической конференции  
В 4 томах**

**Том 2**

**Минск  
2011**

082

УДК 001:[37+658+338](063)

~~ББК 72я431~~

НЗ4

В сборнике представлены материалы Девятой международной научно-технической конференции «Наука – образованию, производству, экономике», тематика которых посвящена актуальным проблемам современной науки.

Редакционная коллегия:

Б.М. Хрусталеv – академик НАН Беларуси, д-р техн. наук, профессор,  
Ф.А. Романюк – д-р техн. наук, профессор,  
А.С. Калиниченко – д-р техн. наук

ISBN 978-985-525-807-1 (Т.2)  
ISBN 978-985-525-808-8

© Белорусский национальный  
технический университет, 2011

**Технические и прикладные науки**

**Автотракторостроение**

## Проверка верхней части конструкции кузова автобуса на прочность расчетным методом

Дыко Г.А., Поляков В.И.

Белорусский национальный технический университет

В соответствии с Правилами № 66 ЕЭК ООН допускается проверять верхнюю часть кузова автобуса на прочность посредством расчетов. Согласно названным правилам рассчитывается общая энергия удара при опрокидывании автобуса на бок по формуле

$$E^* = 0,75M \cdot g \cdot h_1 \left( \sqrt{0,5W^2 + H_s^2} - \frac{0,5W}{H} \sqrt{H^2 - 0,8^2} - 0,8 \frac{H_s}{H} \right),$$

где  $M$  – снаряженная масса автобуса;  $g = 9,8$  м/с<sup>2</sup>;  $W$  – габаритная ширина;  $H_s$  – высота центра масс (ц.м.);  $H$  – габаритная высота;  $h_1$  – высота падения ц.м. автобуса при его опрокидывании.

Центр масс автобуса определялся экспериментально. Высота падения ц.м. определялась графически в соответствии с правилами.

Энергия удара  $E^*$  затрачивается на деформацию стоек кузова, обеспечивающих его прочность. Суммарная работа деформации стоек рассчитывалась по формуле

$$\sum_{i=1}^m E_i = \sum_{i=1}^m R_{odi} \cdot \Delta_d / \cos \varphi_1,$$

где  $m$  – общее число стоек;  $R_{odi}$  – реакция в точке контакта стойки с опорой при ударе;  $\Delta_d$  – деформация;  $\varphi_1$  – угол между стойкой и опорой.

Деформация  $\Delta_d$  верхнего крайнего сечения стойки при ударе рассчитывается по формуле  $\Delta_d = K_d \cdot \Delta_c$  ( $K_d$  – коэффициент динамичности;  $\Delta_c$  – статическая деформация сечения стойки). Величина статической деформации определялась экспериментально для образцов стоек, идентичных по размерам и материалу примененным в конструкции кузова.

По правилам № 66 для подтверждения прочности конструкции кузова должны выполняться следующие условия

$$\sum_{i=1}^m E_i > E^*; \quad \sum_{i=1}^n E_{in} \geq 0,4 \cdot E^*; \quad \sum_{i=1}^p E_{ip} \geq 0,4 \cdot E^*$$

$$L_F \geq 0,4 L_n; \quad L_R \geq 0,4 L_p,$$

где  $m$  – общее число стоек;  $n$  – число стоек перед ц.м.;  $E_{in}$  – работа деформации  $i$ -й стойки перед ц.м.;  $p$  – число стоек позади ц.м.;  $E_{ip}$  – работа деформации  $i$ -й стойки позади ц.м.;  $L_F$  – среднее расстояние между стойками, расположенными перед ц.м.;  $L_n$  – расстояние от ц.м. до передней

стенки кузова;  $L_R$  – среднее расстояние между стойками, расположенными позади ц.м.;  $L_p$  – расстояние от ц.м. до задней стенки кузова. Расчеты выполнены с помощью разработанной компьютерной программы и позволили дать рекомендации по обеспечению необходимой прочности кузова.

УДК 629.014

### **Средства и методы определения угла поперечной статической устойчивости**

Сидоров С.А., Сонич О.А., Ходор А.Л., Черенко А.В.  
Белорусский национальный технический университет

Устойчивость транспортного средства является одним из основных свойств, характеризующих активную безопасность.

В настоящее время в Республике Беларусь методы экспериментального определения угла поперечной статической устойчивости регламентированы СТБ ГОСТ Р 52302-2006 «Автотранспортные средства. Управляемость и устойчивость. Технические требования. Методы испытаний». Аналогично проводятся испытания и в странах-соседях: Российской Федерации, Украине. В соответствии с этим стандартом испытания проводятся на специальном стенде. Однако использование стенда является дорогостоящим и трудоемким методом. К тому же выполнение маневров «Переставка» и «Поворот», предусмотренных СТБ ГОСТ Р 52302-2006, при проведении испытаний по управляемости и устойчивости дает большую информацию о транспортном средстве с точки зрения безопасности.

Испытательным центром «Белавтосертика» научно-исследовательской испытательной лаборатории транспортных средств Белорусского национального технического университета угол поперечной статической устойчивости определяется косвенным методом путем взвешивания транспортного средства на горизонтальной и наклонной поверхностях. Ранее такой метод регламентировался отраслевым стандартом в автомобилестроении. В соответствии с таким методом экспериментально определяются нагрузки под колесами, а затем по известным зависимостям рассчитываются положение центра масс и предельный угол поперечной устойчивости. Этот метод позволяет достаточно просто, в короткие сроки и с минимальными затратами определить такой показатель практически для любого дорожного транспортного средства.

Испытательным центром «Белавтосертика» используя описанный метод проведено определение угла поперечной устойчивости для большого числа транспортных средств. Проведенные расчетно-экспериментальные исследования позволяют рекомендовать использовать косвенное определение угла поперечной устойчивости в качестве альтернативного метода.

## Оптимизация начальной стадии разгона троллейбуса

Галямов П. М.

Белорусский национальный технический университет

Эксплуатационные свойства троллейбусов определяются характером протекания начальной стадии разгона троллейбусов (НСРТ), важность которой обусловлена частым повторением в эксплуатации. Переходный процесс, обусловленный выбором окружного люфта трансмиссии (ОЛТ) в НСРТ и сопровождающийся интенсивными крутильными колебаниями в ней, сокращает эксплуатационный ресурс деталей трансмиссии, а также вызывает неприятные рывки, ухудшающие условия труда водителя и комфортабельность пассажиров. НСРТ определяет и время разгона до максимальной скорости, от которого зависит время пассажиров в пути. Эти показатели являются конфликтными: снижение крутящего момента тягового электродвигателя (ТЭД) в НСРТ снижает динамическую нагруженность трансмиссии и повышает плавность разгона троллейбусов, но ухудшает их приемистость. Поэтому при проведении оптимизации НСРТ в качестве критериев оптимальности были приняты: время разгона троллейбуса до выхода ТЭД на естественную характеристику  $t_e$ , коэффициент динамичности на полуоси ведущего моста  $K_d$  и балл плавности разгона по джерку  $b_j$  (последний показатель предложен в работах А.А. Нады и Ю.И. Чердниченко по экспериментальной оценке плавности переключений в гидромеханических трансмиссиях автомобилей). Однако из теории многокритериальной оптимизации известно, что если поставлена цель достичь оптимума по всем критериям, то решением задачи является не одна оптимальная точка, а множество Парето, в связи с чем для получения конкретных значений оптимальных параметров характеристики управления нарастанием задаваемого тока ТЭД в качестве цели оптимизации была принята минимизация  $t_e$ , при ограничениях  $K_d < 1,05$  и  $b_j \geq 4,0$ . Это позволило свести трехкритериальную оптимизационную задачу к однокритериальной, допускающей формализацию нахождения оптимального решения. В результате были найдены оптимальные характеристики управления ТЭД в НСРТ и разработаны технические мероприятия для их практической реализации, использование которых позволяет обеспечить хорошую плавность разгона троллейбуса при практически полном отсутствии динамических нагрузок в трансмиссии вплоть до достижения ОЛТ величины  $75^\circ$ .

Использование на троллейбусе МАЗ 103Т системы управления ТЭД, реализующей оптимальные характеристики управления в НСРТ позволяет на 58% увеличить расчетный пробег деталей трансмиссии до наступления

предельного состояния по износу и исключить поломки полуседей ведущего моста в эксплуатации за счет продления их ресурса свыше 650 тыс. км, что превышает нормативный пробег троллейбуса до списания в 600 тыс. км.

УДК 006.83.063:629.32

## **Республика Беларусь – аффилированный член CEN, CENELEC**

Голикова Н.В., Дмитриев А.Б., Кравцов Ю.В.  
Белорусский национальный технический университет

Европейская комиссия по праву считает стандартизацию краеугольным камнем европейской политики. Свободное перемещение товаров, услуг, капиталов в странах европейского сообщества стало реальностью. Применение общих европейских стандартов позволяет сегодня преодолевать барьеры в торговле. Европейский стандарт основан на консенсусе, который отражает социальные и экономические интересы 29 стран-членов Европейского комитета по стандартизации (СЕН). СЕН, образованный в 1961 г., объединяет государства ЕС и ЕАСТ, занимается разработкой единых стандартов в рамках ЕС. СЕН вносит значительный вклад в решение задач, стоящих перед ЕС и европейским экономическим пространством, разрабатывая стандарты, которые способствуют свободной торговле, безопасности работников и потребителей, защите окружающей среды, использованию научных достижений и исследовательских программ. Полноправными членами СЕН являются национальные организации по стандартизации 31 европейских государств. Кроме полноправных членов, в СЕН существуют ассоциированные члены, аффилированные члены, а также организации по стандартизации-партнеры (PSB) новый вид членства, учрежденный в 2003 г.

Беларусь стала аффилированным членом европейских организаций - Европейского комитета по стандартизации (CEN) и Европейского комитета по стандартизации в электротехнике (CENELEC). В ноябре 2009 г. в Брюсселе при проведении генеральных ассамблей CEN и CENELEC Госстандарт Беларуси принят в эти организации в качестве аффилированного члена. Мы получаем доступ к проектам стандартов, ко всей европейской базе требований, обретаем возможность работать в технических комитетах и с проектами документов. Это позволит производителям автотранспортных средств и их компонентов получать упреждающие требования, которые будут вводиться в ближайшее время в Евросоюзе. Кроме того, Беларусь будет принимать участие в ассамблеях этих организаций, проводить более прогнозируемую политику присутствия белорусской продукции автомобилестроения на европейском рынке.



## Моделирование процесса погрузки карьерных самосвалов

Бусел Б.У., Гладкий И.П.

Белорусский национальный технический университет

В процессе погрузки самосвала особо большой грузоподъемности его конструкция испытывает большие динамические нагрузки. Их величина может оказаться опасной по прочности при применении экскаваторов с ковшом увеличенного размера. Для определения и исследования нагрузок, возникающих в процессе погрузки самосвала, разработана математическая модель и программа расчета. В основу математической модели положена известная двухмассовая система с переменной подрессоренной массой.

Уравнения движения масс системы имеют вид

$$M_1 \ddot{z} - F_{подв} + k_n + \frac{dM_{сп}}{dt} (V_{сп} - \dot{z}) = 0 ;$$

$$M_2 \ddot{\xi} - F_{подв} - R = 0, \quad \text{где}$$

$M$  — подрессоренная масса;

$F_{подв}$  — сила в подвеске моста самосвала;

$k_n$  — коэффициент, учитывающий поглощение энергии при насыпании груза;

$\frac{dM_{сп}}{dt}$  — скорость изменения массы груза при погрузке;

$V_{сп}$  — скорость падения груза при присоединении к подрессоренной массе;

$z$  и  $\xi$  — координаты положения подрессоренной и неподдресоренной масс соответственно;

$R$  — реакция опорной поверхности.

С помощью разработанной программы исследованы процессы погрузки самосвалов БелАЗ грузоподъемностью 240 и 320 тонн. Установлено, что выбранные конструктивные параметры демфирующей системы гидропневматических цилиндров исключают возникновение опасных растягивающих усилий в подвеске при сбросе первого ковша груза.

## Исследование нагруженности дотрансформаторных участков трансмиссии колесных машин

Бусел Б.У., Ходасевич А.В.

Белорусский национальный политехнический университет

С целью снижения динамической нагруженности, исключения резонансных режимов крутильных колебаний на режимах холостого хода, пуска и заглохания двигателя в дотрансформаторный участок трансмиссии устанавливаются упруго-демпфирующую муфту. Благодаря этому частота собственных колебаний дотрансформаторного участка выводится из диапазона частот возмущения, соответствующего эксплуатационным режимам. Поломки деталей этого узла трансмиссии по прочности, таким образом, исключаются. При этом, как правило, не рассматриваются длительно действующие в дотрансформаторном участке трансмиссии динамические нагрузки на режимах эксплуатационного движения колесной машины. Эти нагрузки приводят к ускоренной выработке ресурса деталей узла по усталостной прочности. Для анализа таких нагрузок разработана методика. В основу положена сравнительная оценка нагруженности деталей дотрансформаторного участка путем сопоставления значений  $R$  (сопоставимый показатель накопления усталостных повреждений) по отношению

$$k_R = \frac{R_1}{R_2},$$

где  $R_1$  и  $R_2$  – темпы накопления усталостных повреждений в сравниваемых случаях 1 и 2, рассчитанных при установке в привод различных упругих муфт. Числовые значения величин  $R$  в конечном итоге определялись по выражению

$$R = \frac{1}{T} \sum_i M_{ai}^m N,$$

где  $M_{ai}$  – приведенная амплитуда  $i$ -го цикла

$$M_a = M_{ay} + \psi \bar{M}_y,$$

где  $M_{ay}$ ,  $M_y$  – амплитуда и среднее значение выделенного цикла;

$\psi$  – коэффициент чувствительности к асимметрии цикла.

Применение разработанной методики позволило выбрать из предлагаемого типоразмерного ряда муфту, обеспечивающую снижение динамической нагруженности дотрансформаторного участка трансмиссии до приемлемого уровня на всех режимах работы двигателя.

## Применение технологии Steering-by-Wire в рулевых управлениях большегрузных транспортных средств

Третьяк Д.В., Михальцевич Н.Р.

Белорусский национальный технический университет

Статья посвящена анализу развития технологии X-by-Wire в автомобилестроении, в частности, применительно к рулевым управлениям транспортных средств. В настоящее время продолжается эволюционное развитие автомобильных систем управления с целью замены серийных (с пневматическим и гидравлическим приводом) мехатронными системами управления X-by-Wire (тормозной привод, рулевое управления и др.).

X-by-Wire – электронная система транспортного средства, выполняющая функции управления каким-либо свойством автомобиля с одновременной поддержкой его активной безопасности. При этом она должна воспринимать и адекватно интерпретировать действия водителя с учетом условий движения и влияния окружающей среды. Эти действия должны быть преобразованы в оптимальный алгоритм управления тормозной системой, рулевым управлением, двигателем и др.

Одним из перспективных направлений развития систем управления автомобилями является концепция модуляризации компонентов шасси, предложенная компанией Knorr-Bremse. В соответствии с которой все компоненты серийной тормозной системы и рулевого управления заменяются тремя модулями, обеспечивающими функционирование мехатронных систем Steering-by-Wire и Brake-by-Wire. Применительно к большегрузному автомобилю первый модуль – модуль водителя – представляет собой педальный узел с рулевым колесом и электронным блоком управления; второй – модуль подготовки и подачи воздуха – включает в себя электронно-управляемый компрессор с влагомаслоотделителем и ресиверами; третий – колесный модуль – состоит из мехатронного дискового тормозного механизма с пружинным энергоаккумулятором.

Следует отметить, что распространение рулевых управлений Steering-by-Wire на легковые и большегрузные автомобили сдерживается трудностью обеспечения кинематического и силового следящего действия, возможности управления автомобилем в случае выхода электроусилителя из строя, а также недопущения включения усилителя от случайных воздействий со стороны дороги при прямолинейном движении автомобиля.

В перспективе при решении упомянутых выше проблем развитие технологии Steering-by-Wire позволит отказаться от необходимости наличия механической связи между рулевым колесом и управляемыми колесами и перейти полностью на электронное рулевое управление.

**Основы разработки технического регламента “О безопасности колесных транспортных средств” таможенного союза**

Дмитриев А.Б., Сидоров С.А., Сонич О.А.

Белорусский национальный технический университет

Реализация Соглашения в области технического регулирования должна способствовать снижению технических барьеров в торговле и обеспечения свободного перемещения продукции на рынке таможенного союза (ТС) Российской Федерации (РФ), Республики Беларусь и Республики Казахстан (РК). В Соглашении определены основные направления проведения согласованной политики в области технического регулирования с целью определения правил установления и применения на рынке государств-участников ТС обязательных требований к продукции, а также единые правила проведения работ по оценке соответствия, в частности установление обязательных требований, направленных на обеспечение защиты жизни и здоровья человека, имущества, охраны окружающей среды.

В рамках Соглашения в области технического регулирования намечено разработать технический регламент “О безопасности колесных транспортных средств” (ТР). Ответственная сторона – РФ. Для разработки и согласования данного ТР создана рабочая группа из представителей РФ, Республики Беларусь, РК. В состав рабочей группы от Беларуси вошли представители МАЗ, МЗКТ, МЧС, УГАИ МВД, НАН, БНТУ. Состоялось несколько заседаний рабочих групп в г. Москва (РФ). Цель создания и принятие ТР заключается в упрощении перемещения товаров в рамках ТС.

В настоящее время подтверждение соответствия продукции в государствах-участниках ТС проводится путем сертификации и/или декларирования на основании Соглашения о взаимном признании аккредитации органов по сертификации и испытательных лабораторий по национальным ТНПА и перечню, утвержденному Национальными администрациями.

После принятия ТР ТС подтверждение соответствия продукции будет проводиться органами по сертификации, включенным в Единый регламент ТС по единому перечню продукции, подлежащей обязательному подтверждению соответствия с оформлением сертификатов соответствия и деклараций о соответствии по единой форме. Проведение испытаний будет в испытательных лабораториях, включенных в Единый реестр ТС.

Принятие ТР позволит производителям государств-участников ТС уменьшить затраты на процедуры подтверждения соответствия и снимет барьеры для торговли в рамках ТС.

УДК 621.113

**К выбору передаточных чисел трансмиссии при неполном  
использовании мощности двигателя**

Сахно В.П., Корпач А.А.

Национальный транспортный университет (г. Киев, Украина)

Анализ режимов работы двигателей автомобилей в реальных условиях эксплуатации свидетельствует о том что, на режиме активного и принудительного холостого хода, режиме частичных нагрузок приходится больше 50% всего времени его работы.

В процессе движения автомобиля практически по всех ездовых циклах (в том числе и городском), мощность его двигателя внутреннего сгорания используется не полностью, что приводит к обеспечению неоптимальных тягово-скоростных, технико-экономических и экологических показателей автомобиля. При этом увеличивается расход топлива и выбросы вредных веществ с отработавшими газами в окружающую среду.

Также одной из причин снижения показателей тягово-скоростных свойств автомобиля является использование таких альтернативных видов топлив, при которых снижаются энергетические показатели двигателей внутреннего сгорания. Так, например, при использовании сжатого природного газа, одного из перспективных альтернативных топлив современности, возможно снижение эффективной мощности двигателя на 15-20%.

Одним из возможных способов более полного использования мощности двигателя в соответствии с условиями движения транспортного средства, в том числе и автомобиля, является оптимизация показателей трансмиссии, например, путем корректировки передаточных чисел. Известно значительное количество возможных способов оптимизации передаточных чисел трансмиссии транспортных средств, в частности, использование дополнительных раздаточных коробок передач, изменение передаточных чисел главных передач, передаточных соотношений коробок передач и др.

УДК 656.625

**Моделирование транспортного потока виртуальным автомобилем**

Олейник Р.В., Никонович С.О.

Национальный транспортный университет (г. Киев, Украина)

Динамический рост автомобильного парка, что наблюдается в последние годы, привел к адекватному росту негативного влияния на окружающую среду. Глобальная автомобилизация общества приводит к накоплению загрязнения, в первую очередь в придорожных зонах. Расчет полей

загрязнения, которые возникают вокруг автомагистралей, достаточно сложен и ответственный этап количественной оценки влияния на окружающую среду. Это объясняется тем, что степень адекватности существующих методик существенно влияет на уровень достоверности полученных значений уровня загрязнения. Для количественной оценки массовых выбросов загрязняющих веществ от транспортного потока, который являет собой суперпозицию разнообразных транспортных средств, необходимо провести количественную оценку их экологических показателей. Для сегодняшнего модельного ряда эта задача является достаточно объемной и сложной. Поэтому исследование с использованием математического моделирования транспортного потока является актуальным эколого-гическим заданием. Систематические эмпирические исследования транспортных потоков на фиксированном участке улично-дорожной сети позволили установить их качественный спектр, в состав которого вошло свыше 100 моделей. При этом первые три модели в разных выборках неизменно присутствуют, храня свою последовательность, в качественных спектрах. До 75% кумулятивного наполнения спектра вошло пятнадцать моделей. Учитывая взвешивающие коэффициенты модельного ряда, рассчитаны среднестатистические показатели легкового автомобиля транспортного потока данного участка улично-дорожной сети Кластерный анализ проведен для всех моделей автомобилей, присутствие которых в потоке составляло выше 1%, с учетом их эксплуатационных характеристик, позволил построить модель «виртуального» автомобиля. Построенная модель позволит найти эффективные решения, относительно оценки влияния транспортного потока на придорожный объем экосистемы города.

УДК 629.113

### **Устойчивость обшивки кузова самосвала при действии поперечной нагрузки**

Рябенко Б.З., Качковский В.В.

Восточноукраинский национальный университет  
имени Владимира Даля (г. Луганск, Украина)

Обшивка кузова автомобиля совмещает в себе несущие и ограждающие функции. Груз, расположенный в кузове, является поперечной нагрузкой для обшивки, что значительно снижает устойчивость её сжатых полей. При больших поперечных нагрузках у автомобилей большой грузоподъемности таких, как, например, карьерные самосвалы, сжатые поля обшивки кузова могут вообще оказаться не способными работать на сжатие. Изгибающий момент от собственного веса кузова и всего веса груза, распо-

ложенного в нём, в сжатой зоне в таком случае воспринимает только каркас. Более того, в обшивке, изогнутой из своей плоскости поперечной нагрузкой, возникают цепные растягивающие её напряжения, которые дополнительно догружают элементы каркаса сжимающими напряжениями.

Толщина обшивки кузова подбирается из условия работы её в упругой стадии, и по соображениям обеспечения товарного вида, чтобы не было остаточных деформаций, что приводит к значительному увеличению её толщины и соответственно веса.

Вес обшивки по величине соразмерен с весом каркаса, но металл её не воспринимает основные нагрузки, действующие на кузов, т.е. используется не рационально.

В докладе приводится несколько путей повышения устойчивости обшивки, проектирования рациональной конструкции кузовов автомобилей с обшивкой, эффективно воспринимающей совместно с каркасом основные внешние нагрузки, что позволяет снизить собственный вес кузова.

УДК 629.114.3

### **Улучшение адаптивных возможностей антиблокировочных систем автомобильных тормозных приводов**

Сирота В.И., Рачковский Л.В.

Национальный транспортный университет (г. Киев, Украина)

Применение антиблокировочных систем (АБС) в приводе тормозов современных автотранспортных средств позволяет значительно повысить безопасность движения, уменьшить тормозной путь автомобилей, улучшить их управляемость и устойчивость. АБС фактически является обязательной в странах ЕС. Вместе с тем, использование АБС на автопоездах затруднено из-за увеличенного времени срабатывания пневматического тормозного привода, а также более широкого диапазона изменений тормозных сил и вертикальных нагрузок на колеса.

Анализ современных конструкций АБС показал, что существующие системы обладают ограниченной адаптивностью. В основе их работы чаще всего используется самообучающийся алгоритм управления, который определяет прогнозируемый порог скольжения колеса по моменту блокировки при первых циклах срабатывания системы. В то же время такие системы не могут адекватно изменять параметры своей работы в соответствии с реальными условиям движения автопоездов.

Перспективным направлением развития АБС является создание системы управления относительным скольжением колеса в реальном масштабе

времени. Настроив такую систему на поддержание относительного скольжения в заданных пределах, возможно добиться существенного улучшения тормозных характеристик при любых дорожных условиях.

Задачей исследования является улучшение адаптивных возможностей ABS, которое может быть достигнуто в результате применения новой системы, управляющей относительным скольжением колес в процессе торможения.

УДК 629.114.3

### **Моделирование работы гибридного автомобиля**

Тимков А.Н., Иванов А.С.

Национальный транспортный университет (г. Киев, Украина)

Для гибридных автомобилей очень важно моделирование. Иначе говоря, симуляция систем – это более дешевая и легкая в пользовании копия более дорогой гибридной системы. Симуляция требует наследования характеристик или поведения гибридных систем. Моделирование также имеет в себе отображение характеристик или поведения системы. Динамические процессы (упругость, управляемость, плавность) автомобиля могут быть смоделированы комбинированием разных уравнений. Однако решение о взаимодействии всех моделей требует использования компьютера. Уровень сложности обнаруживает и определяет разность между применением симуляции и моделирование.

Гибридный автомобиль состоит из ДВС, электронного двигателя, трансмиссии, аккумулятора, системы управления и колес. Каждый компонент должен быть представлен в виде математической модели (алгебраических и дифференциальных уравнений) или таблицей поиска данных. Разные компоненты, связанные между собой, могут взаимодействовать. Эта диаграмма разрешает оценить скоростные характеристики двигателя. Когда взаимодействие между компонентами слишком сложно для аналитического анализа возникает необходимость обратиться к помощи компьютера. Компьютерная симуляция изображает поведение сложных систем. Симуляция отображает применение альтернативных компонентов, начальных условий и альтернативных схем компонентов (серийных и гибридных). Симуляция – это экономический способ попробовать разный дизайн и продемонстрировать разные концепты. В наше время на проектирование новых видов транспорта уменьшается, что требует находить быстрые ответы на сложные вопросы, все это накладывает огромную ответственность на симуляцию.



УДК 629.114.3

**Определение показателей маневренности прицепного автопоезда со сближенными осями прицепа**

Файчук Н.И.

Национальный транспортный университет (г. Киев, Украина)

Исходя из перспектив развития экономики Украины до 2012 года и открытиям международных транспортных коридоров планируется, увеличение объема автомобильных перевозок, особенно в международном направлении. При осуществлении международных перевозок в последнее время распространено использование двухзвенных прицепных автопоездов с неуправляемыми осями прицепа. Это объясняется их большей производительностью в сравнении с одиночным автомобилем, и большей приспособленностью при проведении погрузочно-разгрузочных работ.

С целью изучения эксплуатационных свойств, по методике предложенной Лобасом Л. Г. была создана математическая модель движения трехзвенного автопоезда. Предложенная им корректная математическая модель многозвенных систем, основанная на законах неголономной механики, теории матриц и устойчивости по Ляпунову, а также на некоторых эффективных критериях стойкости, основанных на анализе характеристического уравнения системы, которая описывает движение многозвенных механических систем.

Установлено, что более целесообразным при расчетах показателей маневренности является использование математических моделей учитывающих боковой увод колес автопоезда. С ее помощью возможный учет влияния на маневренность эксплуатационных факторов.

Традиционно результаты теоретических исследований должны быть подтверждены экспериментально. Только в этом случае можно считать теоретические разработки справедливыми. Полученные теоретические зависимости параметров движения в ближайшее время будут проверены экспериментально, на модульном автопоезде для исследований эксплуатационных свойств многозвенных автопоездов.

УДК 629.114.3

**Улучшение технико-эксплуатационных свойств грузового газобаллонного автомобиля**

Яновский В.В.

Национальный транспортный университет (г. Киев, Украина)

Природный газ рассматривается как альтернативный заменитель нефтяных топлив, основными преимуществами которого является: большие

природные запасы, разветвленная сеть газопроводов, соответствующие физико-химические свойства (в первую очередь высокое октановое число), значительно низшие вредные выбросы, более низкие выбросы  $CO_2$ .

Анализ путей перевода традиционных двигателей дорожных транспортных средств (ДТЗ) на потребление сжатым природным газом показывает, что наиболее широко он применяется на автомобилях с серийными бензиновыми двигателями с дополнительно установленной газовой системой питания с возможностью работать как на бензине, так и на газе.

При переоборудовании ДТЗ с серийными бензиновыми двигателями для работы на природном газе мощность двигателя снижается на 15-20% вследствие низшей энергоемкости газозоудной смеси и уменьшение наполнения цилиндров воздухом, который приводит к ухудшению тягово-скоростных свойств и производительности газобаллонного автомобиля.

Целью работы является определение целесообразных значений коэффициента избытка воздуха и угла опережения зажигания газового двигателя по показателям грузового газобаллонного автомобиля в ездовом цикле с целью улучшения технико-эксплуатационных свойств грузового газобаллонного автомобиля.

Исследования по определению топливной экономичности, средней скорости движения и экологических показателей проводились на усовершенствованной математической модели движения грузового газобаллонного автомобиля ЗИЛ-431610 по городскому ездовому циклу. Движения автомобиля в каждом режиме работы описано системой дифференциальных и алгебраических уравнений.

УДК 629.114.3

### Теоретические исследования устойчивости движения трехзвенных автопоездов

Поляков В.М., Приходченко Д.Ю.

Национальный транспортный университет (г. Киев, Украина)

Использование трехзвенных автопоездов позволит значительно повысить производительность автомобильного транспорта и решить проблему переработки больших объемов грузов. Для их безопасной эксплуатации необходимо решить ряд научных и технических задач, в том числе связанных с обеспечением устойчивости, управляемости и маневренности указанных автопоездов в разных режимах движения.

Решение проблемы, связанной с безопасностью движения трехзвенных автопоездов не решается только применением электронных систем: автоматического устранения блокирования колеса (АВС), системы распреде-

ления тормозных усилий (EBD), системы стабилизации движения (ESP) и прочие. Такие системы разрешают значительно улучшить тормозные свойства автотранспортных средств, повысить устойчивость и обеспечить сохранение управляемости автомобиля в предельных режимах движения. Потеря устойчивости хотя бы одного звена автопоезда может привести к фатальным следствиям. Поэтому есть необходимость исследовать влияние компоновочных и эксплуатационных факторов на устойчивость движения трехзвенного автопоезда.

Получена математическая модель движения трехзвенного автопоезда в составе «автомобиль-тягач + одноосная подкатная тележка + трехосный полуприцеп», которая позволяет проводить теоретические исследования влияния параметров компоновочной схемы и режимов движения указанного автопоезда на его устойчивость.

Приведены результаты исследования влияния геометрических параметров автомобиля-тягача на величину критической скорости автопоезда. В частности показано, что смещение центра масс тягача к его передней оси или увеличение расстояния между задними осями приводит к росту критической скорости, т.е. повышению устойчивости движения.

УДК 629.113

### **К выбору системы управления полуприцепом трехзвенного автопоезда**

Сахно В.П., Марчук М.М.

Национальный транспортный университет (г. Киев, Украина)

При наличии у автопоезда более трех звеньев трудности исследования движения такого автотранспортного средства (АТС) существенно усложняются в виду необходимости учета влияния значительного количества факторов на характер движения всех звеньев. Взаимодействие соседних звеньев при движении автопоезда распространяется на все транспортное средство и вызывает определенные отклонения звеньев автопоезда от заданного тягачом направления движения. Учитывая то, что автопоезд как АТС является средством повышенной опасности, при решении проблем, связанных с возможностью эксплуатации трех- и многозвенных автопоездов в числе первых следует предпринимать шаги в направлении теоретических исследований маневренности и устойчивости их движения, результаты которых будут основанием для ответа на многие вопросы технического, организационного, юридического характера.

Проведенными исследованиями движения трехзвенных автопоездов, которые скомплектованы из стандартных модулей общей длиной более

25 м установлено, что ни одна из компоновочных схем с неуправляемыми прицепными звеньями не может обеспечить нормируемые показатели маневренности.

В результате ограниченных возможностей и недостаточной эффективности используемых в настоящее время теоретических разработок для оценки свойств многозвенных автопоездов сложно сформулировать (на стадии проектирования или комплектования их из готовых модулей) научно обоснованные рекомендации по выбору конструктивных параметров автопоездов и их систем управления.

Для седельно-прицепного автопоезда предложена система управления углами складывания его звеньев, определены передаточные отношения привода и проанализированы показатели маневренности и устойчивости движения автопоезда.

УДК 629.423

### **Эксплуатационная модель сопротивления движению трамвайного вагона и троллейбуса**

Будниченко В.Б., Яблонский Р.Ф.

Национальный транспортный университет (г. Киев, Украина)

Вопросам рационального использования энергоносителей всегда уделялось много внимания. В настоящее время, когда стало очевидно, что мировые запасы источников энергии не безграничны, проблема рационального использования энергии стала предметом многих исследований.

Что касается трамвая и троллейбуса (далее – подвижного состава), то основным направлением исследований было совершенствование тягового привода. Работы в этом направлении привели к замене контакторно-реостатных систем управления на импульсные системы с двигателем постоянного и переменного тока.

Хорошо известно, что сопротивление движению транспортного средства, является одним из основных факторов, который непосредственно влияет на расход электрической энергии во время пассажирских перевозок.

Полученные аналитические модели сопротивления движению для подвижного состава были получены в 60-х годах прошлого столетия и не учитывают существенные изменения в его конструкции.

Таким образом, назрела необходимость пересмотреть существующие модели, чтобы создать условия для выполнения требований ДСТУ-Н РМГ 43 и ДСТУ ISO 10576-1 во время выполнения работ по оценке соответствия подвижного состава установленным требованиям на этапах его разработки и поставки на производство; обеспечения возможности выполнять

контроль на этапе эксплуатации подвижного состава. Выполнение указанных выше условий может быть обеспечено, если математическая модель сопротивления движению подвижного состава будет представлена в виде такой регрессионной модели:

$$y = b + mx, \quad (1)$$

где  $y$  – параметр, которым оценивается сопротивление движению;

$x$  – скорость подвижного состава, для которой определено сопротивление движению;

$b, m$  – коэффициенты модели, определяемые методом наименьших квадратов.

Можно показать, что традиционно используемый в ранее полученной аналитической модели параметр удельного сопротивления движению есть не, что иное, как замедление подвижного состава.

При современном развитии средств измерительной техники этот параметр может быть измеренный прямым методом, что обеспечивает приоритетную возможность использования его не только на этапах разработки и постановки на производство подвижного состава, но и во время эксплуатации.

УДК 656 (1-21):621.33

### **Теоретические основы статистического управления расходом энергоносителя трамвайными вагонами и троллейбусами**

Мисан Ю.А.

Национальный транспортный университет (г. Киев, Украина)

Принятие и внедрение управленческих решений, направленных на минимизацию затрат энергоносителя при выполнении транспортной работы на маршруте, должна базироваться на соответствующем информационно-аналитическом обеспечении, в основе которого лежат статистические методы анализа, используемые для обеспечения качества продукции или услуг и полезность применения которых доказана мировым опытом.

Сущностью статистического управления является предвидение того, что значение затрат энергоносителя на выполнение транспортной работы на маршруте будет находиться в определенном интервале.

Для этого поток данных во времени о расходах энергоносителя на маршруте надо рассматривать как результат транспортной работы. Применение статистических методов анализа позволяет определить, что вариация расхода энергии на маршруте в течение длительного периода времени является:

-обычной, находится в определенных пределах и позволяет предсказать поведение данных в будущем и определить процесс таким, что находится в состоянии статистического управления;

-чрезвычайной, выходит за определенные рамки и невозможно определить ее границы в будущем, а значит процесс потребления электрической энергии не находится в состоянии статистического управления.

Общую концепцию вариации потребления энергоносителя на маршруте ( $\sigma_e$ ) можно записать так:

$$\sigma_e = \sigma_k + \sigma_c, \quad (1)$$

где  $\sigma_k$  – вариация потребления энергоносителя на маршруте, которую можно регулировать;

$\sigma_c$  – вариация потребления энергоносителя на маршруте, которую невозможно регулировать.

Модель потребления энергоносителя на маршруте, при условии статистически стабильного процесса, можно определить так:

$$E = \mu(x_1, x_2 \dots x_n) + \sigma_k(x_{n+1} \dots x_k) + \sigma_c(z_1, z_2 \dots z_m)$$

В этом выражении  $x_1, x_2, \dots, x_k$ , это факторы, воздействие которых на средние затраты энергоносителя ( $\mu$ ) на маршруте и на вариацию ( $\sigma_k$ ) являются известными, и которые можно регулировать, благодаря чему обеспечивается постоянство среднего значения затрат энергоносителя и его вариации. При этом количество таких факторов всегда определено и ограничено в то время как вариация  $\sigma_c$ , зависит в общем случае от неограниченного количества неопределенных факторов  $z_1, z_2 \dots \dots Z_m$ , влиять на которые невозможно.

Следовательно, наличие управляемых факторов, следствием действия которых является вариация, которая представлена в части выражения  $\sigma_k(x_1, x_2, \dots, x_k)$ , позволяет поддерживать вариацию затрат энергоносителя на желаемом уровне.

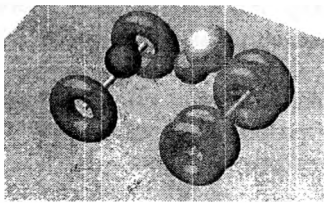
УДК 629.114.42

### Влияние параметров подвески на нагруженность рамы карьерного самосвала

Костюкович А. Н., Бусел Б. У.

Белорусский национальный политехнический университет

Наибольший вклад в разрушение рамы карьерного самосвала вносят нагрузки, возникающие при её кручении. Основные режимы, нагружающие раму на кручение – поворот и наезд на препятствие.



Модель для расчёта нагруженности рамы представляет собой систему жестких тел, соединенных кинематическими и упругими связями. В модели учтены нелинейность цилиндров подвески, упругий контакт колеса с дорогой и др. Поддрессоренная масса автомобиля разделена на две

части: передняя и задняя (зона раздела приблизительно на уровне переднего борта платформы). Эти части соединены торсионом. Нагруженность на кручение оценивалась по величине момента в торсионе.

При имитации движения машины на повороте центробежные силы моделировались внешними силами, приложенными в центрах тяжести выделенных частей самосвала. При имитации наезда на препятствие происходит подъем площадки под передним правым колесом на заданную высоту (650 мм).

При проведении исследования изменялись жесткость рамы самосвала, ход задних цилиндров подвески, расположение задних цилиндров подвески относительно моста.

По результатам исследования сделаны выводы:

1. Для самосвалов с серийными параметрами подвески при всех жесткостях рамы закручивающий момент одинаков и в более чем в 2 раза превышает момент при наезде на препятствие.

2. С уменьшением хода задней подвески нагруженность рамы на кручение при повороте снижается, при наезде на препятствие растет. Но момент при наезде на препятствие не превышает момента при повороте.

3. С ростом податливости рамы растет ход заднего цилиндра подвески, необходимый для одновременного достижения с передним цилиндром ограничителей хода отбоя.

Увеличение интенсивности нарастания момента, закручивающего раму при повороте (для самосвалов серийной конструкции), можно объяснить следующим образом. Рессорная колея задней подвески в  $\approx 2,1$  меньше чем передней, а ход задних цилиндров подвески меньше чем у передних только на 10%. Следовательно, максимальный угол наклона рамы относительно переднего моста меньше чем относительно заднего. При максимальном растяжении переднего цилиндра подвески суммарная угловая жесткость системы колеса-подвеска спереди значительно возрастает. Груз, же, расположен, главным образом, сзади, а опрокидывающий момент от него максимален.

Таким образом, для противодействия опрокидыванию задней части самосвала значительная часть момента передается через раму на подвеску переднего моста.

## **Планировка салона подвижного состава в зависимости от пассажироместимости**

Атаманов Ю.Е., Плиш В.Н.

Белорусский национальный технический университет

Планировка салона подвижного состава городского электрического транспорта оказывает большое влияние на вместимость и полную массу подвижного состава, удобство посадки и высадки пассажиров, перемещение их по салону, комфорт проезда, распределение нормальных нагрузок на мосты и тележки ПС.

Поэтому вместимость подвижного состава выбирается на основе технико-экономического расчета, в соответствии с которым разработан размерный ряд вместимости: 35...40; 60...75; 80...95; 110...120; 160...180; 230...260 [1]. Габариты ПС ГЭТ согласуют с размерами сооружений и устройств, находящихся на трассе и у линий ГЭТ. Так, ширина троллейбуса 2500 мм, длина – не более 12000 мм; ширина трамвая 2500...2600 мм, длина не более 15300 мм.

Количество мест для сидения в подвижном составе принимают не более 1/3 расчетной (номинальной) вместимости. Число мест для проезда стоя определяют исходя из полезной площади салона подвижного состава городского электрического транспорта.

Расчет начинается с определения габаритной площади подвижного состава, т.е. суммы площадей, занимаемых сидящими и стоящими пассажирами, кондуктором, подножками, кабиной водителя и стенками кузова. Далее определяют полезную площадь, т.е. площадь пассажирского салона, без учета площади, занимаемой сидениями и ступеньками. Так как сразу невозможно определить соотношение пассажиров для проезда стоя и число сидений, то расчет ведется циклически по предлагаемой зависимости.

Таким образом, исходным для планировки салона является вместимость подвижного состава, которая выбирается из размерного ряда. Предложен алгоритм определения числа мест для сидения и полной массы подвижного состава, представленный в виде таблицы с набором необходимых формул. Для определения рационального числа мест для сидения рекомендуется строить графическую зависимость габаритной площади подвижного состава от количества сидений по предлагаемой формуле.

### Литература

1. Самойлов, Д.С. Городской транспорт: учеб. для вузов / Д.С. Самойлов. – 2-е изд. – М.: Стройиздат, 1983. – 384 с.



## Совместная характеристика двигателя и электромеханической трансмиссии

Адаь В.А., Гуськов В.В., Ключников А.В.  
Белорусский национальный технический университет  
РУП «Минский тракторный завод»

Данная работа направлена на исследование тягово-сцепных свойств колесного трактора класса 5 с двигателем внутреннего сгорания мощностью 220 кВт и электромеханической трансмиссией. Данный тип трансмиссии является новым и перспективным, позволяющим бесступенчато регулировать скорость движения трактора, что ведет к увеличению производительности, уменьшению расхода топлива, снижению динамических нагрузок на узлы трактора, повышению надежности трактора в целом.

Целью данной работы было разработать методику построения теоретической и потенциальной тяговых характеристик для колесных тракторов с электромеханической трансмиссией. Выделить дальнейшие пути исследования и совершенствования колесных тракторов с электромеханической трансмиссией.

Объект исследования является колесный трактор класса 5 с двигателем внутреннего сгорания мощностью 220 кВт и электромеханической трансмиссией.

Научной новизной данной работы является установление связи между двигателем внутреннего сгорания и электромеханической трансмиссией, что позволило на стадии проектирования трактора оценить тягово-сцепные и экономические свойства новой машины.

Полученные научные результаты и выводы. Разработана принципиально новая методика построения теоретической тяговой и потенциальной характеристик. В качестве практических рекомендаций были разработаны и проанализированы перспективные схемы возможных компоновок колесных тракторов с электромеханической трансмиссией. Для дальнейшего совершенствования электромеханической трансмиссии предлагается разработка теоретических характеристик удельного расхода топлива на частичных режимах работы ДВС.

Полученные теоретическим путем тяговые характеристики адекватно отображают реальные процессы взаимодействия движителя с опорной поверхностью.

Разработанная методика используется в управлении конструкторских и экспериментальных работ №1 ПО «МТЗ» и в учебном процессе при подготовке инженеров-конструкторов в БНТУ.

## **Влияние быстродействия электропневмомодулятора на статическую характеристику тормозного привода**

Грибко Г.П., Поварехо А.С., Рахлей А.И.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время в тормозных системах многозвенных большегрузных автомобилей, автотракторных поездов, автобусов, троллейбусов и т.д., применяется электропневмопривод (ЭПП).

Статическая характеристика позволяет оценить качество следящего действия тормозного ЭПП по точности и устойчивости регулирования давления сжатого воздуха в тормозных камерах. Так как в электропневмомодуляторах ЭПП используются в основном релейные электромагнитные клапаны (ЭМК) впуска и выпуска сжатого воздуха, то точность и устойчивость регулирования давления, а значит и линейность статической характеристики зависит от их быстродействия (времени включения и выключения).

Проведенные с использованием математической модели ЭПП теоретические исследования при различном, от 0,01 с до 0,05 с, времени включения и выключения электромагнитных клапанов модулятора, и зоне нечувствительности от 1 до 10% показали, что зона нечувствительности существенного влияния на величину минимального давления не оказывает. При фиксированных и минимальных значениях времени включения и выключения ЭМК впуска и выпуска (0,01 с), по мере увеличения зоны нечувствительности от 1% до 10%, процесс регулирования давления идет в начале с небольшим перерегулированием, не превышающим 0,01 МПа, которое при зоне нечувствительности более 2% исчезает. Величина минимального давления практически не изменяется и находится в пределах 0,018...0,026 МПа. Лишь незначительно возрастает время запаздывания начала срабатывания привода на 0,08 с.

Величина зоны нечувствительности оказывает существенное влияние только на устойчивость процесса регулирования давления. Тогда как время выключения ЭМК впуска и выпуска модулятора влияет как на точность, так и на устойчивость этого процесса. В связи с этим необходимо, чтобы время срабатывания ЭМК впуска и выпуска было как можно меньше (не более 0,02 с), что дает в свою очередь возможность сузить до минимума (не более 5 %) зону нечувствительности. Таким образом, повышается точность регулирования давления и не нарушается устойчивость этого процесса.

## Гидравлический тормозной привод повышенной надежности

Грибко Г.П., Поварехо А.С., Рахлей А.И.

Белорусский национальный технический университет

Разработанный гидравлический тормозной привод (а.с. 1541091) обеспечивает торможение колесной машины без снижения эффективности при отказе одного контура путем резервирования последнего (рисунок 1).

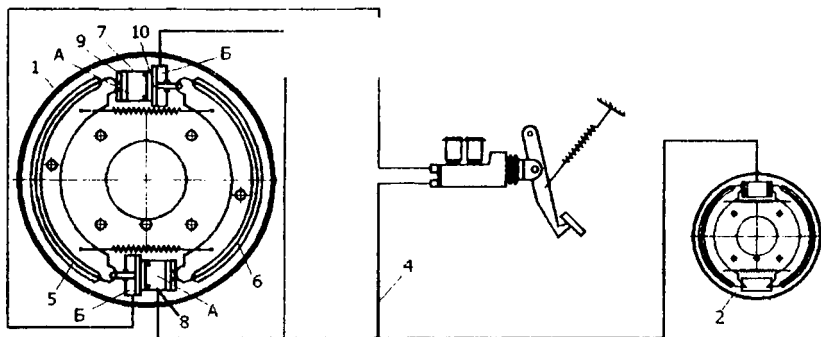


Рисунок 1 – Схема гидравлического тормозного привода

Привод состоит из двух независимых контуров – первого 3, обеспечивающего работу передних тормозных механизмов 1, и второго 4, обеспечивающего работу передних 1 и задних 2 тормозных механизмов. Передний тормозной механизм 1 содержит левую 5 и правую 6 тормозные колодки, которые приводятся в действие основным 7 и дополнительным 8 рабочими тормозными цилиндрами двухстороннего действия. В цилиндрах 7 и 8 расположены поршни 9 и 10, образующую между собой основную рабочую полость А. Поршень 10 и крышка цилиндра образуют между собой дополнительную полость Б. Поршень 10 выполнен ступенчатым для достижения равенства площадей его торцевых поверхностей.

При разгерметизации в процессе торможения машины контура 3, давление жидкости в полости А основного цилиндра 7 и в полости Б дополнительного цилиндра 8 будет отсутствовать. В то же время из контура 4 тормозная жидкость под давлением будет поступать в рабочие тормозные цилиндры задних тормозных механизмов, в полости Б основного цилиндра 7 и в полости А дополнительного цилиндра 8. Под действием давления жидкости в полости А дополнительного цилиндра 8 его поршни 9 и 10 перемещаются и воздействуют на тормозные колодки 5 и 6. Торможение передних и задних колес в этом случае будет происходить без снижения эффективности.



Классификация отражает специфику троллейбусов, вагонов метрополитена и трамвайных. Учитывается в классификации колесные формулы, количество осей приводных и опорных, общие компоновки, типы несущих и силовых установок, движители, системы поддрессоривания и управления, электрические схемы и унификация.

УДК 631.372-253.52

### **Сдвайвание колес тракторов «Беларус»**

Ермаленок В.Г., Плиш С.Н.

РУП «Минский тракторный завод»

В настоящее время в сельском хозяйстве для выполнения работ в сжатые агротехнические сроки все большее применение находят высокоэнергонасыщенные тракторы. Вес таких тракторов в сравнении с тракторами малой мощности существенно вырос. В итоге колесный движитель тракторов все более пагубно влияет на почву: увеличивается ее плотность, а поглощательная способность уменьшается. Как следствие, урожайность сельскохозяйственных культур существенно снижается.

Одним из наиболее приемлемых путей решения актуальной проблемы снижения уплотняющего воздействия на почву ходовыми системами колесных тракторов является сдвайвание колес. При сдвайвании колес нагрузка на одну шину уменьшается в 1,7 раза, при этом можно значительно снизить внутреннее давление в шине, что в 1,5–2 раза уменьшит степень уплотнения почвы по следу трактора. Повышается проходимость трактора при повышенной влажности почвы и увеличивается тяговое усилие, снижается расход топлива на энергоемких сельскохозяйственных работах. Применение сдвайвания колес позволяет значительно расширить область применения сельскохозяйственных тракторов на таких операциях как: пахота влажных почв, ранневесенние полевые работы, выполнение транспортных работ на почвах повышенной влажности (торфяники, пойменные луга), поверхностная предпосевная обработка почвы с одновременным внесением удобрений комбинированными агрегатами. Также эффективно применение тракторов со сдвоенными колесами на полях, имеющих песчаные и супесчаные почвы, где работа гусеничных тракторов сопровождается интенсивным естественным износом основных деталей ходовых механизмов (гусеница, опорные катки, уплотнения и др.).

При применении сдвоенных колес трактор остается универсальной машиной, которую можно применять при пахоте или транспортных работах на дорогах общего пользования.

**Тенденции развития коммунальных машин**

Жданович Ч.И., Мамонов М.И., Калинка Я.С., Калинин Н.В.  
Белорусский национальный технический университет

В коммунальном хозяйстве при выполнении работ по ремонту зданий инженерных сооружений, вывозу бытовых отходов, уборки дворовых территорий широко используются как универсальные — так и специальные машины, призванные облегчить труд коммунальных работников, повысить производительность, сократить численность работающих. Однако уборка дворовых территорий, тротуаров недостаточно механизирована. Количество дворников непомерно велико по причине отсутствия компактных, маневренных, высокопроизводительных подметально-уборочных машин.

Конструктивно подметально-уборочные машины могут быть выполнены в виде самоходной машины, установленной на специальном шасси, либо автомобильные серийного производства. Основное преимущество указанных машин — их компактность, однако они имеют, как правило, высокую стоимость и невозможность их всесезонного использования, что снижает коэффициент загрузки машины и увеличивает срок окупаемости.

Прицепные и навесные машины, используемые в дорожно-эксплуатационных службах, не находят широкого применения в коммунальных хозяйствах по причине невозможности их использования в стеснённых условиях дворовых территорий.

Поэтому в настоящее время как в зарубежном, так и в отечественном машиностроении просматривается тенденция создание навесных, полунавесных и прицепных подметально-уборочных машин, агрегируемых с малогабаритными тракторами, привод рабочих органов которых осуществляется от двигателя трактора с помощью объёмной гидropередачи. Стоимость таких машин, как правило, невелика, и они могут агрегироваться с различными тракторами одного класса. Применение гидropривода рабочих органов подметально-уборочных машин позволяет осуществить свободную компоновку агрегатов машины на тракторе, обеспечить быструю переналадку агрегата для выполнения требуемой операции по уборке территории.

Типичными представителями коммунальных уборочно-погрузочных машин являются машины, созданные на базе тракторов класса 0,6–0,9 т, выпускающиеся бобруйским заводом тракторных деталей и агрегатов, в частности, «Беларус-320МК» и «Беларус-320МУП».

Среди импортных подметально-уборочных машин следует отметить вакуумные подметально-уборочные машины. Вакуумная система всасывания эффективно предотвращает образования пыли.

Жданович Ч.И., Калинин Н.В.

Белорусский национальный технический университет

При проектировании электропривода необходимо определиться с тем, какой двигатель выбирать, сколько двигателей применить, какое должно быть передаточное отношение и чем оно должно обеспечиваться. Выбор двигателя – очень ответственный этап при проектировании тягового электропривода, поскольку от этого будет зависеть работа и эффективность системы. Развитие силовой электроники даёт возможность применять те типы электродвигателей для тягового электропривода и для привода рабочих органов транспортного средства, которые раньше для таких целей не применялись, и в результате значительно повысить эффективность машины и эксплуатационные качества.

От применения коллекторных машин постоянного тока, обладающих наилучшими характеристиками для тяги, постепенно отказываются, поскольку коллекторные машины сложны в обслуживании, не могут работать в агрессивных средах без дополнительных устройств герметизации, требуют принудительного охлаждения. На смену им пришёл тяговый электропривод с асинхронными двигателями переменного тока.

Синхронный электродвигатель не применялся для электрической тяги, однако благодаря развитию силовой электроники появилось возможность получать практически любые требуемые характеристики двигателя, в том числе и наиболее подходящие для тяги, а также для привода рабочих органов сельскохозяйственных и коммунальных машин. Внесения некоторых конструктивных изменений и дополнений (в частности, датчиков перемещения ротора) способствует расширению области применения синхронных двигателей (в таком случае синхронный двигатель могут называть вентильным). Возбуждение от постоянных магнитов даёт отсутствие потерь на возбуждение. По сравнению с асинхронным двигателем КПД синхронного двигателя на 1–2% выше и остаётся высоким в большом диапазоне частоты вращения, значительно меньшая масса, значительно лучше условия теплоотвода.

Для тяги хорошо применим двигатель с переменным магнитным сопротивлением. Конструкция данного двигателя – простая и прочная. Преимущества: эффективность в широких пределах скорости и момента, превосходная устойчивость к нагреву и вибрации и высокая плотность мощности, отсутствие обмотки возбуждения или постоянных магнитов на роторе. Такой двигатель примерно раза в 1,5-2 дешевле синхронного с возбуждением от постоянных магнитов.

## Возможные структурные схемы электромеханических трансмиссий колесных тракторов

Ключников А. В.

РУП «Минский тракторный завод»

В последние годы большее распространение получили трансмиссии, с бесступенчатым регулированием скорости движения тягового или транспортного средства, которое может быть получено различными конструктивными решениями. Электромеханическая трансмиссия может быть выполнена как полнопоточной так и с разветвлением потока. Учитывая высокий КПД современных электроприводов в широком диапазоне рабочих оборотов и нагрузки, стоит обратить внимание на полнопоточные схемы электромеханической силовой передачи, которые обладают целым рядом преимуществ перед многопоточными передачами:

- отсутствие механической связи между дизелем и ходовой системой, что повышает ресурс дизеля и ходовой системы;
- повышение тягового КПД за счет меньшего буксования колес из-за отсутствия переменных нагрузок со стороны дизеля;
- возможность отбора всей мощности двигателя через электрическую ветвь на любых режимах работы, создает предпосылки к созданию электроприводов навесных агрегатов и ВОМ;
- полнопоточная трансмиссия имеет полный реверс при одинаковом КПД переднего и заднего хода;
- возможность в будущем устанавливать подобные трансмиссии на тракторах работающих на топливоэлементах.

Наиболее простая из возможных схем электромеханической трансмиссии: дизель – генератор – электромотор – согласующий редуктор – ведущие мосты. Схема имеет наиболее простой алгоритм управления, и наименьшую стоимость.

Следующей схемой является вариант, когда для привода каждого моста устанавливается отдельный двигатель. Электродвигатели встраиваются в корпуса мостов, что исключает ряд механических элементов и увеличивает общий КПД.

Наилучшей с точки зрения потенциальных технических возможностей транспортного средства следует назвать схему с установкой тяговых электродвигателей для привода каждого колеса. Трактор с данной трансмиссией имеет наиболее высокий тяговый КПД, лучшую маневренность и хорошие возможности для автоматизации управления.



## Определение коэффициента демпфирования амортизатора подвески гусеничного трактора

Плищ В.Н.

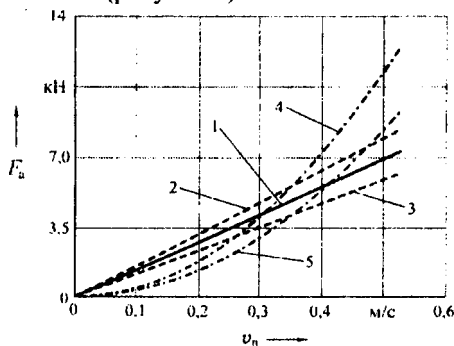
Белорусский национальный технический университет

Используя [1] и [2], предложена зависимость для определения коэффициента демпфирования  $k_a$  амортизатора с/х трактора:

$$k_a = \frac{k_y^2 \cdot c \cdot (2 \cdot S_n - S_{шт}) \cdot (S_n - S_{шт})^2 \cdot v_{пк}}{6 \cdot \mu_0^2 \cdot S_{др}^2}, \quad (1)$$

где  $k_y$  – коэффициент, учитывающий утечки жидкости через зазоры;  $\rho$  – плотность жидкости;  $\mu_0$  – коэффициент расхода;  $S_n$  – площадь поршня;  $S_{шт}$  – площадь штока;  $S_{др}$  – площадь проходного сечения дроссельного устройства;  $v_{пк}$  – скорость поршня при открытии разгрузочного клапана.

В соответствии с (1)  $k_a$  для тракторов «Беларус» ( $k_y=0,96$ ;  $\rho=890 \text{ кг/м}^3$ ;  $\mu_0=0,64$ ;  $S_n=31,17 \text{ см}^2$ ;  $S_{шт}=8,042 \text{ см}^2$ ;  $S_{др}=19,24 \text{ мм}^2$ ;  $v_{пк}=0,526 \text{ м/с}$ ) принял значение  $k_a = 13,77 \text{ кН·с/м}$  (рисунок 1).



1 - по (1); 2 (сжатие), 3 (отбой) – линейная; 4(сжатие), 5(отбой) – параболическая

Рисунок 1 - Нагрузочная характеристика амортизатора

Коэффициент демпфирования  $k_n$ , приведенный к оси опорного катка, составил: для «Беларус 1802» -  $k_n = 3,9 \text{ кН·с/м}$  ( $u_a = 1,88$ ), для «Беларус 2102» -  $k_n = 5,25 \text{ кН·с/м}$  ( $u_a = 1,62$ ).

### Литература

1. Волков, Ю.П. Ходовая часть транспортных гусеничных машин: учеб. пособие: в 2 ч. / Ю.П. Волков, В.Е. Ролле, А.Д. Самойлов. – СПб.: СПбГТУ, 1997. – ч. 2: Система поддрессорования. – 142 с.;
2. Проектирование полноприводных колесных машин: учеб. для вузов: в 2 т. / Б.А. Афанасьев [и др.]; под общ. ред. А.А. Полунгяна. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999 - 2000. – Т.2. – 640 с.

# **Гидропневмоавтоматика**

## Интерфейс и программа формирования расчетной схемы для автоматизированного моделирования динамики гидропривода

Ермилов С.В., Жилевич М.И.

Белорусский национальный технический университет

Анализ динамики гидроприводов может быть проведен непосредственным решением системы дифференциальных уравнений, описывающих внутренние процессы в гидроприводе. Для этого составляются уравнения: баланса давлений на участке привода; баланса объемных расходов в узлах расчетной схемы; движения подвижных элементов. После преобразований модель приводится к замкнутой системе дифференциальных уравнений, решаемой численными методами. Применение такой методики сдерживается ее неприспособленностью к инженерной практике.

По результатам исследования большого количества гидроприводов, отличающихся своей конфигурацией и функциональным назначением, установлено, что процедура разработки динамической модели для них оказывается идентичной, а конечные системы дифференциальных уравнений схожи по своей структуре и различаются лишь коэффициентами. В конечном счете, были предложены универсальная модель и методика, позволяющие формализовать процедуру моделирования и перейти к автоматическому синтезу системы уравнений по расчетной схеме, составленной в соответствии с топологией привода, на основе чего была разработана программа автоматизированного моделирования динамики гидропривода.

К недостаткам этой программы можно отнести то, что формирование расчетной схемы выполнялось по цифровому коду: пользователь должен вводить как исходные данные количество участков, количество и коды звеньев, номера узлов разветвления и установки гидроцилиндров и т.п. Для применения такой программы в инженерной практике потребовался более дружелюбный пользовательский интерфейс.

Разработанный модуль позволяет формировать расчетную схему гидропривода на основе графического интерфейса. Программа проста в использовании, ее рабочее окно соответствует общей концепции *Windows*-приложений и содержит меню с рядом типовых команд, предусмотрены кнопки с мнемоникой типовых звеньев и элементов расчетной схемы гидропривода, задаваемая пользователем схема отображается в рабочем окне, возможна корректировка действий в процессе формирования схемы, предусмотрено создание библиотеки типовых схем. Программа написана на языке *Delphi*, к ней подключаются модуль автоматического синтеза динамической модели и расчетный модуль, по результатам расчета предполагается графическое отображение переходных процессов в узловых точках.

## Методы предотвращения загрязнения и очистки рабочих жидкостей

Веренич И.А., Глазков Л.А., Жилинин Д.Л., Табулин А.А.  
Белорусский национальный технический университет

Соблюдением требований к чистоте гидросистемы можно повысить ее надежность и уменьшить эксплуатационные расходы до 50%. Повышение тонкости фильтрации рабочей жидкости в гидроприводе с 25 до 5 мкм увеличивает ресурс насосов и гидроаппаратов в 5-7 раз. Наибольший эффект обеспечивается при соблюдении требований на всех стадиях: производства, хранения и транспортировки, очистки и герметизации гидроприводов, эксплуатации и утилизации рабочих жидкостей.

Компонентами загрязнения могут быть различные среды, жидкие, газообразные и твердые частицы. Поэтому и методы предотвращения загрязнения рабочих жидкостей и очистки гидросистем включают механические, физические и химические процессы. К механическим процессам относятся гравитация, фильтрование, ультрафильтрация и скрубберная гидроочистка. К физическим – термическое разложение, абсорбция, флотация, флокуляция. К химическим процессам - разрушение некоторых компонентов загрязнений кислотами или разделение с помощью солей.

Выбор направления предупреждения и очистки от загрязнений зависит как от функциональных, так и от экономических показателей. При выборе метода предупреждения загрязнения важную роль играют условия и режимы эксплуатации, материалы, конструкции и тип устройство системы. Эффективность очистки жидкости и контроль загрязненности рабочей определяются многими методами и приборами контроля загрязненности жидкости, отличающимися точностью, принципами действия, устройством, способу регистрации, способу отбора проб.

Различают экспресс –методы, лабораторные и исследовательские. Первые два связаны с эксплуатацией гидросистем, а третьи – с изучением влияния различных компонентов и факторов на свойства и характеристики жидкости, ее деструкцию и взаимозаменяемость с другими жидкостями и материалами уплотнений.

Загрязненность рабочей жидкости при эксплуатации гидропривода определяется путем анализа проб жидкости с целью оценки начальной загрязненности, оценки эффективности фильтрации, определения периодичности промывки гидросистемы, для диагностики гидросистемы.

Загрязненность рабочей жидкости оценивается классами чистоты. Имеется пять систем классификации. Классы загрязненности показывают, какое количество частиц определенного размера содержится в 100 мл рабо-

чей жидкости. В докладе приведены сопоставления классов чистоты различных систем классификации.

УДК 62-85

### **Математическая модель контура «тормозной кран – регулятор тормозных сил»**

**Автушко В.П., Гиль С.В., Коршунов А.А.**  
Белорусский национальный технический университет

Пневматический контур, состоящий из последовательно соединенных секций тормозного крана, регулятора тормозных сил (РТС) и присоединенной к нему емкости, представляет собой систему автоматического регулирования давления воздуха в наполняемой (или опорожняемой) емкости. Динамические свойства этой системы регулирования зависят от ряда нелинейных факторов. Поэтому достоверные количественные результаты анализа переходных процессов можно получить лишь при использовании нелинейной математической модели системы, применяя для этой цели ЭВМ. В работе рассмотрено моделирование рабочего процесса регулирования давления воздуха в этой системе.

При анализе динамических процессов и составлении дифференциальных уравнений приняты следующие допущения: температура воздуха в ресивере, в полостях тормозного крана и регулятора тормозных сил не изменяется в течение переходного процесса; объемы полостей пневмоаппаратов изменяются незначительно и поэтому они рассматриваются как постоянные; трубопроводы заменяются сосредоточенными турбулентными пневмосопротивлениями; отсутствуют утечки воздуха из контура; давление в ресивере постоянное.

Для составления дифференциальных уравнений, описывающих динамику пневматических звеньев контура, используются уравнения баланса мгновенных массовых расходов в узлах контура и гиперболическая газодинамическая функция расхода воздуха через пневмосопротивление. Уравнения движения подвижных элементов пневмоаппаратов составлены с учетом инерционных сил, скоростных и позиционных нагрузок, сил давления, зон нечувствительности в клапанах, обусловленные силами трения, ограничения перемещения подвижных элементов.

Математическая модель регулятора тормозных сил учитывает упругую связь его с задним мостом автомобиля, а также динамическое перераспределение веса автомобиля под действием сил инерции.

Математическая модель контура является универсальной: она позволяет описывать и исследовать служебные экстренные режимы работы рабочего контура.

**Анализ напряженно-деформированного состояния  
деталей предохранительных клапанов гидросистем**

Олехнович Д.Г., Жилевич М.И.

Белорусский национальный технический университет

При исследовании динамики деталей предохранительного клапана непрямого действия было обнаружено, что высокочастотные колебания плоского (переливного) элемента второго каскада сопровождаются ударами о седло. Это приводит к возникновению дополнительных напряжений и деформаций материала при контакте деталей.

Поставлена задача провести расчетные исследования напряженно-деформированного состояния взаимодействующих деталей второго (переливного) каскада предохранительного клапана. В качестве программного продукта выбран пакет твердотельного моделирования *Unigraphics NX7*.

Последовательность решения задачи включает в себя следующие этапы: по конструктивным размерам деталей формируются графические модели узлов второго каскада клапана – седла и плоского тарельчатого элемента; создаётся сетка конечных элементов для моделируемых тел, указываются поверхности контакта и задаются свойства материала; устанавливаются места заделки деталей и места приложения сил, после чего указывается результирующая сила давления жидкости и пружины, которая прикладывается к поверхности тарельчатого элемента клапана. На заключительном этапе с помощью специального решателя *MSC Nastran* получаем эпюру абсолютных перемещений деталей и эпюру распределения напряжений по Мизису в элементах.

Приняты следующие допущения: седло клапана было зафиксировано, а к тарельчатому элементу клапана была подведена нагрузка; сила, действующая на тарельчатый элемент клапана, имеет постоянное значение и направление; расчет проводился на основании линейной теории упругости.

В результате расчета выявлено, что максимальные концентраторы напряжения образуются только лишь в месте контактного взаимодействия деталей. Но даже на этих потенциально опасных участках, ввиду возможной пластической деформации, требования по запасу прочности по допустимому напряжению линейной деформации были удовлетворены с запасом в несколько раз. Это свидетельствует об избыточной материалоемкости существующей конструкции и возможности ее дальнейшей оптимизации.

В качестве рекомендаций можно предложить изготовление деталей клапанов из материалов с более низкими прочностными характеристиками и, следовательно, меньшей стоимостью.

## Проверка работоспособности изделия на примере гидроусилителя рулевого управления

Филипова Л.Г.

Белорусский национальный технический университет

Рулевые управления большинства современных машин содержат гидроусилитель. Гидроусилитель рулевого управления является одной из наиболее важных подсистем, обеспечивающих безопасность движения мобильной машины и улучшение условий труда водителя. Независимо от компоновочной схемы гидроусилителя (интегральной, полуинтегральной или нейтральной) в его состав входят следующие основные компоненты: гидронасос, регулятор расхода, гидрораспределитель, гидроцилиндр.

Проверка работоспособности гидроусилителя рулевого управления включает в себя:

- проверку усилия на штоке, плавности перемещения штока и хода штока силового цилиндра усилителя, выполненного отдельно от рулевого механизма;

- проверку плавности поворота рулевого колеса и максимальных углов поворота рулевого вала и сошки у интегральных и полуинтегральных рулевых механизмов или хода рейки у реечного руля;

- определение максимального давления в системе гидроусилителя;

- определение работы концевых выключателей интегральных рулевых механизмов;

- проверку герметичности системы.

Испытания проводятся на стендах, к которым можно предъявить следующие требования:

- универсальность стенда, т. е. возможность испытаний на нем рулевых механизмов с гидроусилителями, выполненными по всем известным компоновочным схемам (интегральной, полуинтегральной и нейтральной);

- возможность проведения на стенде как общего испытания рулевого механизма с гидроусилителем в сборе, так и поэлементного испытания гидроусилителя (испытания его компонентов: насоса, регулятора расхода, гидрораспределителя, гидроцилиндра, насоса, в котором регулятор расхода выполнен заодно с насосом);

- возможность определения на стенде всех параметров и характеристик рулевого механизма с гидроусилителем;

- автоматизация стендовых испытаний; при этом должна быть разработана единая программа, включающая управление испытаниями, обработку экспериментальных данных, а также прогнозирование возможного изменения выходных параметров.

**Особенности гидравлического расчета многоконтурного привода хода сельскохозяйственного комбайна**

Веренич И.А., Мурашко А.С.

Белорусский национальный технический университет

Проектирование любой гидросистемы включает этапы: разработку принципиальной схемы; предварительный гидравлический расчет; выбор гидромашин и аппаратов; поверочный расчет на установившихся режимах работы; динамический расчет на неустановившихся режимах.

Основой для разработки принципиальной схемы являются условия эксплуатации, технические требования, максимальные значения нагрузки, диапазон регулирования скорости выходного звена, температурный режим привода и др. После разработки принципиальной схемы выбирают типоразмерный ряд гидромашин и номинальное рабочее давление. Гидродвигатели выбирают с учетом потерь давления в трубопроводах и гидроаппаратах. После выбора гидродвигателя проводится расчет расхода рабочей жидкости, выбираются гидроаппараты по номинальному давлению и пропускной способности (условному проходу). С учетом других потребителей рабочей жидкости в гидросистеме определяют требуемую подачу насоса. По номинальному давлению и подаче выбирают тип насоса. Последним этапом предварительного гидравлического расчета является выбор диаметров и длин трубопроводов исходя из расположения агрегатов. Динамический расчет привода проводится для выяснения способности гидропривода обеспечить устойчивую работу на неустановившихся режимах.

Объект исследования - многоконтурный гидропривод хода свеклоуборочного комбайна. Система гидропривода включает в себя 4 регулируемых реверсивных гидромотора, 2 реверсивных регулируемых насоса с насосами подпитки, соединительные трубопроводы и регулируемую гидроаппаратуру. Регулируемые реверсивные насосы работают на гидромоторы привода колес переднего неуправляемого моста и гидромоторы привода колес заднего управляемого моста. Гидромоторы передают крутящие моменты на колеса комбайна через бортовые редукторы. Привод насосов осуществляется от ДВС через редуктор привода насосной установки. В докладе приведены: методика статического расчета многоконтурного гидропривода ходовой системы комбайна, результаты статического расчета и построена статическая характеристика привода хода комбайна, скорректированы и уточнены параметры привода. Предложена усовершенствованная схема гидравлическая принципиальная с включением в нее делителей потока. В алгоритм управления предложено ввести управление изменения рабочих объемов гидромоторов по дополнительным параметрам.



## **Испытание тормозной системы погрузчика грузоподъемностью 5 тонн**

Евдокимова В.С., Сафонов А. И., Немаровский Ю.В.  
Белорусский национальный технический университет

Как известно, от эффективности тормозной системы зависит обеспечение активной безопасности любой мобильной машины. Требования к эффективности и методы испытаний тормозных систем колесных землеройных машин, к которым относятся и погрузчики, определены СТБ ИСО 3450-2001. В соответствии со стандартом машина должна иметь рабочую, резервную и стояночную тормозные системы, а параметрами оценки их эффективности являются:

- тормозной путь (для рабочей и резервной тормозных систем);
- уклон, на котором машина удерживается системой в неподвижном состоянии (для стояночной тормозной системы).

Объектом испытаний являлся погрузчик АМКОДОР 352Л, оборудованный гидравлическим приводом тормозных механизмов. Испытания по определению эффективности тормозных систем погрузчика проводились на аттестованном участке с асфальтобетонным покрытием с изменением настроечного давления в гидроприводе в пределах допустимого диапазона 3,5...5,5 МПа, а так же с измерением давления рабочей жидкости в тормозных цилиндрах колес. Для измерения давления в различных точках привода использовался цифровой контрольно-измерительный комплекс и программное обеспечение фирмы «НВМ». Результаты испытаний показали следующие:

- требуемая эффективность рабочей тормозной системы обеспечивается при испытаниях «холодных тормозов»;
- при испытаниях «нагретых тормозов» в отдельных случаях превышение нормативного значения тормозного пути погрузчика составляло до 0,7 метра;
- разница значений установившегося давления рабочей жидкости в тормозных цилиндрах передних и задних колес составляла от 0,2..1,9 МПа.

Таким образом, приведенные данные свидетельствуют о неудовлетворительной в отдельных случаях эффективности рабочей тормозной системы погрузчика оцениваемой величиной тормозного пути (превышение составляло до 3 %). Предполагаемой причиной недостаточной эффективности может являться отмеченное выше рассогласование работы контуров гидропривода передних и задних колес. В этой связи необходимо проведение дальнейших исследований с целью выявления и устранения причин некорректной работы гидропривода тормозной системы.

## Выбор параметров электромеханического преобразователя гидро-и пневмораспределителей

Кншкевич П.Н., Бартош П.Р.

Белорусский национальный технический университет

Из сего разнообразия электромеханических преобразователей наибольшее распространение в гидро- и пневмоаппаратах мобильных машин и технологического оборудования получили электромагнитные приводы, основанные на взаимодействии ферромагнитного тела с внешним магнитным полем. Они разделяются на непрерывные и импульсивные.

По характеру приложения электромагнитной силы электромагниты подразделяются на тянущие и толкающие, по конструктивному исполнению – на броневые, зонтичные, прямоходовые.

Для управления гидро- и пневмосистемами рекомендуется использовать броневые или зонтичные электромагниты.

В качестве основных данных при выборе параметров броневого электромагнита применяют: начальное усилие  $F_n$ , допустимое время срабатывания  $\tau_{ср}$ , максимальный начальный ход  $\delta$  якоря, напряжение срабатывания  $U$ , допустимую величину тока управления  $I$ .

Необходимое начальное усилие  $F_n$  и максимальный начальный ход якоря  $\delta$  определяются из расчета параметров гидро- или пневмоусилителя. (Остальные основные данные задаются или принимаются по аналогии.

Далее расчет основных размеров и параметров броневых электромагнитов проводится в следующей последовательности:

- определяют минимальный ток в установившемся режиме и ток трогания в переходном режиме;
- находят требуемую намагничивающую силу при трогании, а затем находят число витков катушки;
- определяют необходимое сечение якоря и находят его диаметр, полученное значение якоря округляется до ближайшего стандартного размера и уточняется сечение якоря, действительная индукция и число витков катушки;
- определяют толщину стенки гильзы и внутренний диаметр обмотки, высоту окна под катушку и рассчитывают ряд других конструктивных параметров;
- проверяют плотность тока и сравнивают с допустимым.

В заключение находят время срабатывания электромеханического преобразователя. Сравнивают полученное время срабатывания с требуемым и при необходимости корректируют его, увеличивая допустимую величину тока управления или применяя схемы форсирования.

## Особенности расчета сил трения в уплотнителях пневмодвигателей

Кишкевич П.Н., Бартош П.Р.

Белорусский национальный технический университет

В уплотнительных системах пневмодвигателей широко используются различные виды манжет и резиновых колец.

В отличие от манжетных уплотнителей кольца более компактны, а благодаря симметрии конструкции позволяют осуществлять герметизацию штоков и цилиндров при двухстороннем движении. Наиболее широкое применение получили кольца круглого сечения.

Установлено, что на поверхность, к которой кольцо прижимается перепадом давлений  $\Delta p$  помимо контактного давления  $p_{\text{ко}}$ , вызванного сжатием кольца, действует еще и давление  $\Delta p$ . При наличии защитных колец из фторопласта – 4 необходимо учитывать и их силу трения о цилиндр. При учете всех трех сил выражение для расчета силы трения для резинового и защитного колец будет иметь вид:

$$N_{\text{тр}} = \pi D y (b_2 \mu_{\text{т}} \Delta p_2 + b_1 \mu_{\text{т1}} \Delta p_1 + b_0 \mu_{\text{т}} p_{\text{ко}}),$$

где  $b_2$  и  $b_1$  – ширина контакта резинового кольца и ширина защитного кольца;  $b_0$  – ширина контакта резинового кольца при  $\Delta p_2 = 0$ .

Определение перепада давлений  $\Delta p_1$  и  $\Delta p_2$  усложняется в случае если поршень или шток уплотняются двумя уплотнителями. В этом случае приходится дополнительно определять давление  $p'_1$  в камере расположенной между поршнем и цилиндром или между штоком и втулкой и двумя уплотнителями. Последнее необходимо для нахождения перепадов давлений  $\Delta p = p_1 - p'_1$  и  $\Delta p_2 = p'_1 - p_2$  на первом и втором уплотнителях. Для определения  $p'_1$  указанную выше камеру представим как проточную, ее дросселями будут неплотности в уплотнениях. Для определения  $p'_1$  в междроссельной камере запишем баланс массовых расходов через дроссели и воспользуемся гиперболической газодинамической функцией расхода. В результате получаем выражение для определения  $\bar{p}'_1$  и  $p'_1$  соответственно для случаев уплотнения поршня и штока двумя уплотнителями.

$$\bar{p}'_1 = 1,13 \bar{p}_1 - \sqrt{(1,13 \bar{p}_1)^2 - 1,13 \bar{p}_1^2},$$

$$p'_1 = 1,13 p_1 - \sqrt{(1,13 p_1)^2 - 1,13 p_1^2}.$$

**Героторный насос-мотор высокого давления**

Короленя С. М., Капля Н. В., Сафонов А. И.

Белорусский национальный технический университет

Рассмотрена трехмерная модель героторного насос-мотора высокого давления (рисунок 1, а) спроектированного на базе патента РБ на полезную модель №5377 «Героторный насос-мотор».

Основное отличие конструкции заключается в наличии в ней второй пары шестерен 2. Первая пара шестерен 1 при этом всасывает рабочую жидкость и через промежуточное кольцо 3 нагнетает ее во вторую пару шестерен 2, которая в свою очередь и увеличивает давление на выходе из насоса. Кроме того промежуточное кольцо 3 выполняет функцию ступицы подшипника скольжения 4, в котором вращаются ведущий 5 и ведомый 6 валы насос-мотора, соединенные между собой муфтой 7.

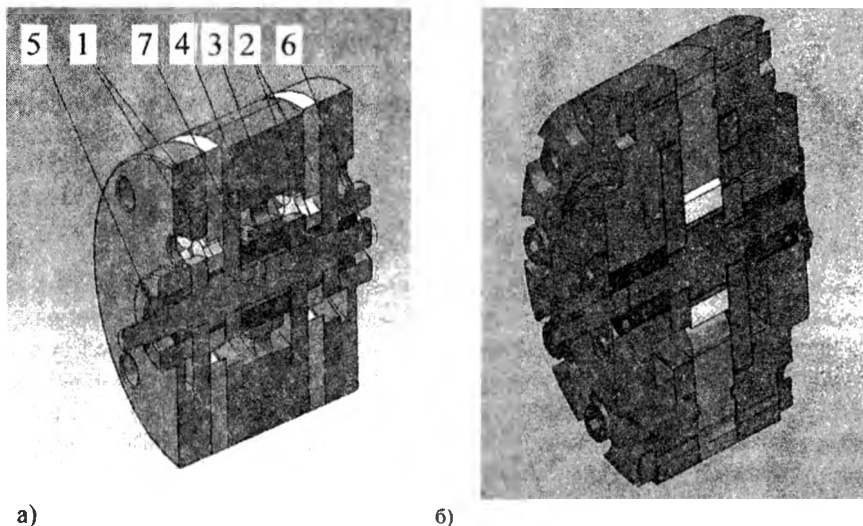


Рисунок 1 – героторный насос-мотор: а – высокого давления;  
б – низкого давления

Таким образом, на базе патента (рисунок 1, б) разработана 3D модель объемной машины (рисунок 1, а), способной эффективно работать при больших значениях давления за счет использования в конструкции принципа двухступенчатого сжатия рабочей жидкости. Полученная трехмерная модель может быть использована при разработке компактных конструкций машин героторного типа применительно к объемным гидроприводам, способных передавать большую мощность.

## Ходоуменьшитель трактора

Королькевич А.В.

Белорусский национальный технический университет

Бесступенчатое регулирование скорости осуществляется изменением настройки регулятора 12 расхода (рисунок 1). При полностью открытом регуляторе гидромашина 8 может развивать максимальную частоту вращения, самоходная машина неподвижна.

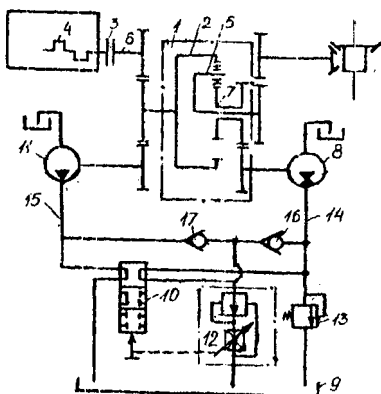


Рисунок 1 – Ходоуменьшитель для самоходной машины

При плавном закрытии регулятора расход рабочей жидкости через него уменьшается, снижается и частота вращения вала гидромашин. При этом уменьшается частота вращения промежуточного звена дифференциала и скорость трактора увеличивается. Когда регулятор 12 закрыт, гидромашина 8 останавливается, а частота вращения водила 5 максимальна, самоходная машина будет двигаться с максимальной скоростью низшего поддиапазона.

При необходимости движения самоходной машины с большей скоростью водитель переключает распределитель в третье положение, а регулятор переводится в открытое положение. В третьем положении распределителя рабочая жидкость по напорной гидролинии 15 через обратный клапан 17, регулятор 12 расхода поступает в резервуар 9. Гидромашина 8 остается при этом неподвижной и скорость самоходной машины не изменяется при переключении распределителя, т.е. устраняется скачок скорости при переключении.

При плавном закрытии регулятора давление в гидролинии 15 увеличивается и поток рабочей жидкости поступает в гидромашину 8, работающую в режиме гидромотора.

Частота вращения вала гидромашин 8 возрастает, а направление вращения вала, а, следовательно, и солнечной шестерни 7 дифференциала будет противоположным и за счет этого водилу 5 задается частота, большая его максимальной на низшем поддиапазоне.

**Тенденции развития усилителей рулевого управления**

Саливон Д.Н., Сафонов А.И.

Белорусский национальный технический университет

Гидроусилитель рулевого управления (ГУР), изобретенный в 1926 году, получил широкое применение благодаря военной бронетехнике. На легковой автомобиль ГУР впервые был установлен в 1951 корпорацией General Motors на Chrysler Imperial. ГУР явился заменой тяжелого рулевого механизма, требующего значительных усилий водителя и имеющего большее число оборотов рулевого колеса. Возрастающие цены на топливо поставили современных конструкторов искать способы снижения расхода топлива. Одним из таких способов может стать замена ГУР на некоторых машинах электроприводом рулевого управления. Это позволит сократить расход топлива до 7%. Так на электрическом транспорте преобразование электрической энергии в гидравлическую, а затем в механическую очевидно нерационально. Эффективнее использовать электрический привод, т.е. преобразовывать электрическую энергию сразу в механическую.

Не смотря на эксплуатационную экономичность электропривод в ряде случаев не может заменить ГУР. На спецтехнике, где требуются большие (в сравнении с легковым автомобилем) усилия и условия эксплуатации являются более тяжелыми, применяется ГУР. Когда сложно организовать механическую обратную связь (ОС), применяют гидравлическую обратную связь. Известны случаи когда при обрыве механической ОС, сила, развиваемая ГУР, повреждала или ломала раму машины. Применение гидравлической ОС исключает возможность возникновения подобной ситуации. Гидравлическая ОС представляет собой либо гидроцилиндр, либо насос-дозатор. Чаще применяется насос-дозатор. Применение схем с гидравлической ОС дает возможность компоновать узлы исполнения и управления на значительном удалении друг от друга, однако механизмы таких схем являются более сложными (относительно схем с механической ОС), а соответственно более дорогими.

Востребованность гидропривода в качестве усилителя рулевого управления на легковом и городском электрическом транспорте снижается с внедрением новых электронных технологий. Стремление создать полноценный электромобиль не позволят использовать ГУР, постоянно потребляющий энергию. Электропривод же потребляет энергию эпизодически, только при повороте колес. Кроме того, развитие всех отраслей народного хозяйства ставит перед техникой, а значит и перед системами рулевого управления более высокие требования к производительности, точности, долговечности и надежности машин.

## Выбор параметров теплообменных аппаратов для уменьшения потерь давления в гидроприводе

Тарбаев В.В., Кишкевич П.Н.

Белорусский национальный технический университет

К основным параметрам теплообменных аппаратов можно отнести такие как диаметр проходного сечения, максимальная длина, геометрические формы и размеры теплообменников, шероховатость внутренних стенок, материал изготовления теплообменных аппаратов.

При проектировании систем отопления зданий и сооружений возникает сложность в гидравлическом расчете потерь давлений во всех теплообменных аппаратах. На практике рекомендуется выбор параметров теплообменных аппаратов производить комплексно с помощью компьютерной программы. Для проведения такого расчета система разбивается на независимые, в части гидравлических режимов, подсистемы. Расчет может выполняться отдельно для каждой части системы в любой последовательности с использованием характеристик гидравлического сопротивления ( $\mu$ ). Величина гидравлического сопротивления соответствует потере давления в элементе трубопроводной сети при расходе теплоносителя через него, равном 100 кг/ч. При фактическом расходе теплоносителя потеря давления в элементе сети с заданной характеристикой гидравлического сопротивления рассчитывается по формуле:  $\Delta P = \mu * G^2$ , где  $\Delta P$  - потеря давления, Па;  $\mu$  - характеристика гидравлического сопротивления, Па/(кг/ч)<sup>2</sup>;  $G$  - расчетный расход теплоносителя, кг/ч.

Общая характеристика гидравлического сопротивления последовательно соединенных  $N$  - элементов сети будет представлять сумму всех гидравлических сопротивлений:

$\mu = \sum_1^N \mu_i$ . При параллельном соединении

теплообменных аппаратов общая характеристика гидравлического сопротивления определяется по формуле:

$$\frac{1}{\sqrt{\mu}} = \sum_1^N \frac{1}{\sqrt{\mu_i}}$$

Используя этот метод можно вычислить все основные параметры теплообменных аппаратов. Одним из недостатков комплексного расчета общих гидравлических сопротивлений, а следовательно и конструктивных параметров теплообменных аппаратов, компьютерным методом является возникновение суммарной погрешности в определении пропускной способности системы, что в некоторых расчетах достигает 20%.

## Применение рециркуляционных насосов для эффективной подачи теплоносителя

Тарбаев В.В., Кишкевич П.Н.

Белорусский национальный технический университет

Основное назначение рециркуляционных насосов – принудительное осуществление подачи теплоносителя в замкнутом контуре. Применение таких насосов повышает теплоотдачу в теплообменных аппаратах, а также позволяет поддерживать постоянную температуру воды в системе горячего водоснабжения.

Рециркуляционные насосы работают непрерывно, поэтому к ним предъявляются такие требования как простота и надежность, малое энергопотребление и бесшумность. Качественные насосы ведущих зарубежных производителей не требуют специальной смазки и профилактики; главное требование – обеспечение стабильного электрического напряжения с обязательным контуром заземления. Современная система отопления поддерживает необходимую температуру в каждом помещении с помощью автоматических терморегуляторов, реагирующих на наружную температуру. Именно для таких систем нужны рециркуляционные насосы со встроенной электронной регулировкой (такие, как насосы CIRKUNDFOS типа ALPHA+ или UPE). Они изменяют частоту вращения электродвигателя в зависимости от потребности системы. Таким образом, экономится до 60% электроэнергии и снижается гидравлический шум в трубопроводах.

Следует отметить, что при использовании регулируемого рециркуляционного насоса снижается вероятность возникновения явления кавитации. А это важно в системах, где используется большое количество теплообменных аппаратов с минимальным диаметром проходных сечений. При выборе типа насоса необходимо руководствоваться условием четырехкратного запаса по давлению, т.к. циркуляция теплоносителя через теплообменные аппараты происходит под действием постоянного напора, развиваемого насосом, и меняющегося гравитационного давления, которое зависит не только от текущей температуры теплоносителя, но и от высоты расположения теплообменных аппаратов. Колебания циркуляционного давления в системе вызывают перераспределение теплоносителя между теплообменными аппаратами на разных высотах расположения, что требует установки большого количества регулирующей аппаратуры и автоматических устройств. Применение регулируемого рециркуляционного насоса позволяет погасить колебания циркуляционного давления и упростить принципиальную гидравлическую схему системы отопления зданий и сооружений.



## **Гидравлический насос с ротором без механических опор**

Ерошин С.С., Малыгин Ю.А.

Восточноукраинский национальный университет  
имени Владимира Даля (г. Луганск, Украина)

Применение надежных и безопасных насосов в циркуляционных и напорных системах для перекачивания экологически опасных и агрессивных жидкостей в производствах химической, нефте- и газоперерабатывающей, пищевой промышленности, в холодильной технике, энергетике, установках очистки сточных вод актуально.

Авторами разработаны и исследованы опытные образцы центробежного насоса герметичной конструкции с рабочим колесом без механического закрепления.

Единственной подвижной деталью этих насосов является рабочее колесо, которое осуществляет стойкое вращение в магнитном поле и не имеет механических опор.

В конструкции отсутствуют вал и подшипниковые узлы, что обеспечивает уменьшение массы и габаритов насосов.

- Насосы не имеют уплотнений на валу, что значительно повышает его герметичность, позволяя перекачивать особенно ядовитые, агрессивные и криогенные жидкости.
- Простота конструкции облегчает изготовление и обеспечивает снижение себестоимости насосов.
- Насосы имеют высокую надежность, поскольку основная часть отказов динамических насосов связана с износом уплотнений и подшипников, которые в новой конструкции отсутствуют.
- Существенно облегчается ремонт и техническое обслуживание насосов.
- Низший уровень вибраций и шума при работе насосов.

# **Двигатели внутреннего сгорания**

## Развитие системного диагностирования для автомобильных двигателей

Бармин В.А.

Белорусский национальный технический университет

Появление и развитие электронных и, в дальнейшем, микропроцессорных систем управления автомобилями и их двигателями, привело к необходимости создания систем диагностирования, как самих блоков управления и всех компонентов с ними связанными, так и определение технического состояния двигателей.

Одним из направлений развития электронных систем диагностирования стало создание сканера, соединяемого с бортовыми системами управления автомобилем с помощью диагностического разъёма и кабеля. Лидером в этом направлении является всемирно известная фирма Bosch. Она разработала концепцию системной диагностики и развивает её более 20 лет. В основе этой концепции лежит диагностический, компактный, универсальный сканер блоков управления KTS (Compact Tester System), который может использоваться и как мультиметр, для выполнения измерений при поиске неисправностей.

Сканер KTS реализуется в традиционном аппаратном исполнении и в виде KTS-карты, как программно-аппаратный модуль, предназначенный для работы с любым IBM-совместимым персональным компьютером. Появление модульной модификации KTS позволило адаптировать её к новому поколению мотор-тестеров Bosch и на аппаратном и программном уровне создать мощный диагностический комплекс. В любом исполнении сканеры позволяют считывать коды неисправностей, сбрасывать интервалы обслуживания, выводить текущие параметры и тестировать исполнительные устройства. Они поддерживают протоколы обмена данными ISO и SAE и работают с 8700 блсками управления автомобилем около 100 автопроизводителей.

Программное обеспечение современных сканеров комплектуется всеобъемлющей электронной справочно-информационной системой ESI[tronic] с большим объёмом технической информации, представленной на DVD-дисках, и возможностью обновления её через Интернет.

Появление в автомобилях мультиплексной электропроводки привело к созданию сканеров KTS, работающих по CAN-протоколу с кабелем OBD, со встроенным в него CAN-модулем. Эти сканеры могут связываться с компьютером не только через USB-порт, но и по радиоканалу Bluetooth.

Современные диагностические сканеры идеальны для проведения экспресс – анализа в условиях сервисного обслуживания и при движении автомобиля.

УДК 621. 436 – 52

### Аварийная защита ДВС

Бренч М.П.

Белорусский национальный технический университет

Технические стандарты предусматривают обязательный контроль параметров состояния двигателей внутреннего сгорания (ДВС) различного назначения во время их работы. Для промышленных дизелей, применяемых в дизель-генераторных установках, предусмотрены четыре степени автоматизации. На двигателях, отвечающих первой степени автоматизации, предусмотрена аварийно – предупредительная сигнализация и защита. Уровни этой сигнализации определяются ГОСТ 11928 – 83. Например, для минимального давления моторного масла предупредительное значение составит -25%, аварийное – минус 50% ( от исходного нормального давления ); для максимальной температуры охлаждающей жидкости предупредительное значение +10%, аварийное +20%; для номинальной частоты вращения коленвала +20%. Аварийный останов дизель – генератора – это останов в результате срабатывания аварийной защиты и появления аварийной сигнализации. В дизелях аварийный останов обеспечивается отключением топливopодачи и (или) перекрытием всасывающего воздушно-го тракта. ГОСТ 10032 – 80 предусматривает технологии нормального и аварийного останова двигателя. Нормальный останов предусматривает постепенный вывод двигателя на малые частоты вращения и последующий останов. Останов при превышении максимальной частоты вращения – немедленный, аварийный.

Проектирование системы аварийной защиты ДВС (САЗД) предусматривает разработку алгоритма функционирования и алгоритма управления. Алгоритм функционирования предписывает выполнение мероприятий, которые обеспечат надежное выполнение процесса защиты. Эти требования включают: обеспечение контролепригодности двигателя; наличие исполнительных механизмов останова; исключение ложных срабатываний САЗД; блокирование САЗД по давлению моторного масла у неработающего двигателя; обеспечение требований ГОСТ 11928 – 83 к устойчивости при внешних воздействиях и надежности. С учетом алгоритма функционирования составляется функциональная схема САЗД. На этой схеме условно показаны части САЗД с указанием того действия, которое они выполняют.

Функциональная схема должна отражать алгоритм управления, т.е. совокупность воздействий извне на ДВС с целью его останова. Алгоритм управления реализуется различными конкретными схемами управления.

УДК 621.436:621.38

## История развития средств автоматизации ДВС

Бренч М.П.

Белорусский национальный технический университет

Автоматизация производственных процессов является следствием длительного и планомерного развития техники. Определение понятия «автоматизация» установил ещё К.Маркс в своем известном научном труде «Капитал»: «Когда рабочая машина выполняет все движения, необходимые для обработки сырого материала, без содействия человека и нуждается лишь в контроле со стороны рабочего, мы имеем перед собой автоматическую систему машин». Там же, в параграфе «Развитие машин», он писал: «Существенным производственным условием для машинной фабрики машин была машина – двигатель, способная развивать силу в любой степени и в то же время всецело подчиняющаяся контролю». Это означало, что двигатель должен быть управляемым и параметры его состояния должны быть контролируемыми.

Первые автоматические устройства создавались механиками – практиками. Это были регуляторы, работающие по принципу отклонения регулируемого параметра (И.И.Ползунов, 1765г., Дж.Уатт, 1786г.), по изменению нагрузки на двигатель (Понселе, 1830г.), по ускорению изменения регулируемого параметра (Сименс, 1845г.). Теорию науки «автоматика» начали разрабатывать позже: Дж. Максвелл, 1866г., И.А.Вышнеградский, 1877г. Фундаментальную научную работу «Общие задачи об устойчивости движения» в 1892г. завершил А.М.Ляпунов. Были предложены критерии устойчивости (Рауз – Гурвиц, 1877г., Найквист, 1932г., Михайлов, 1938г.). Требования 20 – го века к топливной экономичности, шумности, токсичности ОГ, пусковым качествам стимулировали применение электронных систем управления. Фирма «BOSCH» первой в 1977 – 1984 г. стала применять микропроцессорные системы управления. В 1988г. в Московском автомеханическом институте состоялся первый выпуск инженеров по автомобильной электронике. На Минском моторном заводе в 2007г. организовано КБ «Электронные системы» и начато производство дизелей с системой управления «BOSCH». Эффективность новых систем управления связана объективно с новыми техническими решениями в двигателе: аккумуляторная система топливоподачи, электромагнитный привод клапанов.

Сейчас ведутся работы по нейросетевым системам управления.

**Стенд для испытания двигателей с искровым зажиганием  
на альтернативных топливах**

Гершань Д.Г.

Белорусский национальный технический университет

Для исследования работы двигателя на смесях бензина с бутанолом создан испытательный стенд согласно ГОСТ 14346-81 «Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний».

Стенд включает в себя устройство для установки и закрепления двигателя; тормозную установку; устройство для соединения двигателя с тормозом; устройство, обеспечивающее охлаждение двигателя; устройство для отвода отработанных и картерных газов за пределы бокса; устройство для питания двигателя топливом; органы управления двигателем; пульт управления тормозной установкой и приборы для проведения измерений.

Двигатель установлен на массивном бетонном фундаменте, изолированном от стен здания и пола. Крепление выполнено с помощью специального универсального устройства, состоящего из плит на фундаменте и четырех стоек с регулируемыми по высоте лапами.

Эффективная мощность, развиваемая двигателем, поглощается тормозной установкой. Данный стенд оснащен электрической тормозной установкой типа DS 736-4/V. Максимальная мощность при работе в режиме генератора 86 кВт, максимальная частота вращения 6400 мин<sup>-1</sup>.

Система охлаждения двигателя жидкостная, закрытого типа с принудительной циркуляцией охлаждающей жидкости водяным насосом. Система охлаждения также включает термостат, радиатор, расширительный бачок с паровоздушной пробкой. Радиатор помещен в специальный бак с водой для дополнительного охлаждения, при необходимости. В бак вода поступает из водопровода, слив воды осуществляется в канализацию. Подача воды осуществляется с помощью электромагнитного клапана, управляемого измеритель-регулятором МТ2.

Температура охлаждающей жидкости измеряется на выходе из головки цилиндров в общем патрубке. Температура масла измеряется в картере двигателя. Измерение температур охлаждающей жидкости и масла осуществляется с помощью термометров сопротивления. В качестве регистрирующего устройства применяются измеритель-регуляторы МТ2. Для измерения температуры отработанных газов используется термоэлектрический термометр (пирометр).

Для измерения угла опережения зажигания применяется мотортестер М3-2.

## Анализ способов утилизации потерь теплоты в ДВС

Ивандиков М.П.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время и обозримое будущее двигатели внутреннего сгорания (ДВС) остаются основным источником механической энергии, получаемой преобразованием тепловой энергии от сжигания различных видов углеродосодержащих топлив. В соответствии с требованиями времени ДВС постоянно совершенствуются и одним из основных показателей является удельный расход топлива ( $\text{г/кВт}\cdot\text{ч}$ ), однозначно характеризующий эффективный коэффициент полезного действия (кпд).

Повышение эффективного кпд возможно только за счет утилизации тепловых потерь и совершенствования рабочего цикла. Из литературы известны в процентах максимальные значения тепловых потерь составляющих теплового баланса, которые для бензинового и дизельного ДВС составляют:  $Q_e$  – 28% и 42%;  $Q_{охл}$  – 27% и 35%;  $Q_{ог}$  – 55% и 45%;  $Q_{ост}$  – 10% и 5%.

Так как наибольшие потери происходят с  $Q_{ог}$  (до 55%), то наблюдается много способов для их утилизации.

Внутренняя утилизация позволяет увеличивать работу внутри цилиндра за счет дополнительного расширения путем изменения фаз открытия/закрытия клапанов (цикл Аткинсон или цикл Миллера) или применением дополнительного цилиндра большего диаметра со смещением его по углу поворота коленчатого вала.

Внешняя утилизация разделяется на два вида.

Первый вид, когда используется избыточное давление для привода турбокомпрессора или турбокомпаунда, в котором утилизирующая турбина кинематически соединяется с коленчатым валом при помощи планетарного редуктора.

Второй вид, когда температура отработавших газов преобразуется в электричество при помощи термопар.

Отдельно нужно выделить применение впрыска воды, как внутрь рабочего цилиндра (авиационные двигатели в годы ВОВ), так и впрыск воды на вход компрессора в современных газотурбинных двигателях.

Разработан шеститактный цикл, в котором в дополнительных тактах сжатия/расширения пара производится работа и снижение средних температур деталей рабочего цилиндра.

Известно о применении паровой турбины на выхлопе.

## **Пути снижения токсичности дизелей**

Альферович В.В., Переварифаа Т.

Белорусский национальный технический университет

Автомобильный транспорт является одним из основных поставщиков вредных веществ (ВВ) в атмосферу и их негативное воздействие на окружающую среду и здоровье людей достигло значительных масштабов. Поэтому экологические требования к автомобилю и его двигателю являются в настоящее время приоритетными.

Для дизельного двигателя наиболее критичными являются оксиды азота и твердые частицы и их образованию способствуют антагонистические факторы. То есть, совершенствованием конструкции двигателя и его параметров не обеспечит одновременное достижение минимальной эмиссии этих компонентов. Поэтому производители дизелей помимо воздействия на рабочий процесс двигателя дополнительно применяют и различные способы воздействия на отработавшие газы вне двигателя. Известны следующие направления по снижению выброса ВВ:

- снижение эмиссии оксидов азота обеспечивается за счет согласования параметров рабочего процесса, а выбросы твердых частиц – путем воздействия на отработавшие газы;

- снижение эмиссии продуктов неполного сгорания и твердых частиц обеспечивается за счет согласования параметров рабочего процесса, а выбросы оксидов азота – путем восстановления в нейтрализаторах вне двигателя;

- приняв в качестве критерия качества топливную экономичность, организуют рабочий процесс с образованием оксидов азота и твердых частиц на некотором приемлемом уровне, а достижение предельно допустимых норм достигается их нейтрализацией вне двигателя. Это направление получило наиболее широкое распространение.

## **Изучение влияния использования биотоплив на основе этилового эфира рапсового масла на экологические показатели работы современных дизелей**

Говорун А.Г., Подписнов В.С.

Национальный транспортный университет (г. Киев, Украина)

Одним из направлений расширения топливной базы автомобильного транспорта является использование в качестве топлива для дизелей растительных масел и продуктов их переработки, в частности — метилового и



этилового эфиров, которые принято называть биодизельным топливом. Наибольшее распространение получили метиловый и этиловый эфиры рапсового масла.

Преимуществами биодизельных топлив перед штатными дизельными топливами является значительное уменьшение содержания в отработавших газах продуктов неполного сгорания (оксида углерода  $CO$  и углеводородов  $C_m H_n$ ) и сажи, а также более умеренное содержание серы, отсутствие полициклических ароматических углеводородов и канцерогенных веществ. В то же время существенным недостатком биодизельных топлив является то, что их физико-химические свойства (в частности, плотность и кинематическая вязкость) существенно отличаются от физико-химических свойств штатного дизельного топлива. Кроме того, биодизельные топлива имеют очень низкий коэффициент энергетической эффективности.

Поэтому, в условиях эксплуатации автомобилей использование биодизельного топлива в качестве добавок к штатному дизельному топливу более рационально, нежели использование в качестве топлива чистого биодизеля. Кроме того, использование этилового эфира рапсового масла имеет существенные преимущества перед использованием метилового эфира, а именно: этиловый эфир не является химически агрессивным относительно некоторых материалов, из которых изготовлены детали и узлы топливной системы двигателя.

УДК 621.43

### **Переход от всережимного к однорежимному регулированию частоты вращения коленчатого вала дизелей дорожных машин**

Мороз В.В.

Национальный транспортный университет (г. Киев, Украина)

Условия работы дорожных машин (машин для устройства основ и покрытий, для их ремонта и содержания) обусловлены, как правило двумя режимами: рабочим и транспортным. В рабочем режиме дизель дорожных машин, в отличие от транспортного, работает в очень узком диапазоне скоростных и нагрузочных режимов, который определяется номинальным режимом при котором работа дизеля по внешней скоростной характеристике ограничивается номинальной мощностью.

В процессе производства дорожные машины оборудуют дизелями с механическими центробежными регуляторами частоты вращения коленчатого вала, которые удовлетворяют выше указанным условиям работы машин. Но поскольку в транспортном режиме дизель работает в более широком диапазоне скоростей вращения и нагрузок, то это приводит с данным типом регулятора к повышению расхода топлива и токсичности отрабо-

гавших газов дизеля, поскольку с любой частичной скоростной характеристики дизель выходит на внешнюю скоростную характеристику.

Выше указанного недостатка лишен однорежимный регулятор частоты вращения коленчатого вала, устройство которого было разработано на базе всережимного и получены скоростные характеристики топливоподачи (зависимости цикловой подачи топлива от частоты вращения кулачкового вала топливного насоса высокого давления (ТНВД)) ТНВД 4УТНМ дизеля 4С11,0/12,5 (Д-243) с однорежимным и всережимным механическими центробежными регуляторами.

Дизели Д-243 устанавливаются на колесные тракторы МТЗ-80 и МТЗ-82, что служат тягачами, на которых базируются снегоочистители с плужно-щеточным, а также с шнекороторным и фрезерно-роторным рабочим оборудованием дорожных машин для зимнего содержания дорог и аэродромов.

УДК 621.891

### **Исследование механизма формирования смазочного слоя**

Дмитриченко Н.Ф., Мначаканов Р.Г., Микосянчик О.А., Турица Ю.А.  
Национальный транспортный университет (г. Киев, Украина)

Современные машины, конструкции и устройства, работающие в условиях влияния разных динамических нагрузок той или другой интенсивности. Под действием динамических нагрузок существенно изменяются свойства контакта трения, скорость протекания реологических процессов, взаимное внедрение поверхностей, площадь контакта и другие характеристики, которые определяют силу трения и износостойкость узлов трения.

Для исследования механизма формирования смазочного слоя применялись товарное масло Honda Ultra DPSF и отработанное 30 тыс.км. В процессе исследования пусковых смазочных свойств масел установлено, что кинетика формирования толщины смазочного слоя в процессе пуска для товарного масла доминирует до 200 циклов, после 800 циклов наработки смазочная способность отработанного масла лучше, чем смазочная способность товарного масла, разница составляет до 2,5 мкм. Мы измеряли толщину смазочного слоя на остановке, соответствующую негидродинамической составляющей толщины смазочного слоя. Установлено, что для товарного образца масла Honda Ultra DPSF толщина адсорбционных граничных слоев до 350 циклов наработки составляет 1,5 мкм, а при последующей наработке она уменьшается до 0,1 мкм, постепенно растет до 700-800 циклов, а дальше происходит срыв смазочного слоя до 70% на остановке.

Наблюдается общая тенденция процесса смазывания: отработанное масло формирует толщину смазочного слоя лучше, но за счет наличия в отработанном масле кислых продуктов происходит пластифицирование поверхностного слоя, которое проявляется в снижении микротвердости контактных поверхностей и увеличении износа.

УДК 621.891

### **Способы реализации позитивного градиента механических свойств для материалов триботехнического назначения**

Дмитриченко Н.Ф., Глухонец А.А.

Национальный транспортный университет (г. Киев, Украина)

Подбирая сочетание конструкционных и смазочных материалов, необходимо предусматривать условия для реализации позитивного градиента механических свойств по нормали к поверхности трения. В этом случае сдвиговые деформации концентрируются в тонком приповерхностном слое материала, который обеспечивает минимальную интенсивность изнашивания соединения.

Целью представленной работы является установление механизмов реализации внешнего трения в контакте.

Исследования проводились на установке СМЦ- 2 в режиме частых пусков-остановок в условиях качения с проскальзыванием. Микротвердость и износ контактных поверхностей измерялись на приборе ПМТ – 3. Исследовалось минеральное масло И-40 с разным набором присадок и добавок.

В результате экспериментальных исследований установлено, что износ контактных поверхностей в нестационарных условиях трения в период пуска имеет разную природу и определяется физико-химическим составом смазочного материала – адгезионное (И-40), коррозионно-механическое (растворы бутылкаучука, олеиновой кислоты, петролатума) и абразивное (суспензии RVS, графитов) изнашивание. Количественные характеристики износа опережающей и отстающей поверхностей зависят от динамики процессов разукрепления – укрепления поверхностных слоев металла. Для И-40, фуле, петролатума, ГС-4 установлен больший износ опережающей поверхности, для других компонентов – отстающей.

Проведены металлографические исследования на косых шлифах обнаружили дисперсность структуры после закаливания Ст45, которую трудно дифференцировать под микроскопом. Мы считаем, что структура близка к троосто-мартенситу или бейниту (иглистому трооститу или продукту промежуточного превращения).

УДК 621.436

**Улучшение экологических показателей и топливной экономичности при комбинированном регулировании мощности бензинового двигателя с системой впрыска и обратной связью**

Гутаревич Ю.Ф., Карев С.В.

Национальный транспортный университет (г. Киев, Украина)

На кафедре «Двигатели и теплотехника» Национального транспортного университета проводятся исследования бензинового двигателя с комбинированным методом регулирования мощности – отключением группы цилиндров и дросселированием работающих. Для данных исследований создана экспериментальная установка на базе рядного бги цилиндрического двигателя OPEL C30NE, позволяющая оценить экологические показатели и топливную экономичность двигателя при комбинированном методе регулирования мощности. За результатами исследований получено улучшение топливной экономичности двигателя.

Недостатком данного метода есть увеличение концентраций оксидов азота NOx в отработавших газах ДВС. Это объясняется повышением нагрузки на работающие цилиндры, что вызывает увеличение в них температурного режима. В то же время наблюдается снижение температурного режима отключенных цилиндров.

Одним из простых и дешевых способов уменьшения оксидов азота является рециркуляция отработавших газов. В этом случае рециркуляция отработавших газов позволит улучшить температурный режим отключенных цилиндров.

УДК 621.891

**Влияние концентрации олеиновой кислоты на смазочные и противозносные свойства базового масла**

Дмитриченко Н.Ф., Мнацаканов Р.Г., Лизанец В.И.

Национальный транспортный университет (г. Киев, Украина)

Изменения энергетического баланса в триботехническом контакте за счет экзотермических реакций и сорбционных процессов на границе металл – смазочный материал, приводящие к образованию граничных модифицированных шаров на активированной поверхности металла, - это основные факторы, определяющие кинетику трения и износа.

Для 1% раствора олеиновой кислоты характерны две стадии образования адсорбционного граничного слоя, которые зависят от изменения температуры. При 16°С время адаптации граничного слоя сокращается в 1,6

раза, по сравнению с И-40, толщина слоя по мере наработки достигает 2,481 - 3,970 мкм.

Введение 1% олеиновой кислоты в И-40 незначительно изменяет вязкость масла ( $\eta_{эф}$  увеличивается в 1,29 раза). Вследствие большего прироста толщины масляной пленки с увеличением частоты вращения в момент пуска, по сравнению с И-40, максимальное значение градиента скорости сдвига составляет  $5 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$ . Заслуживает внимания следующий факт: уменьшение объемной эффективной вязкости с введением ПАВ составляет лишь 30%, что, на наш взгляд, связано с агрегацией ПАВ в мицеллы, которые являются более устойчивыми к действию высоких градиентов скоростей сдвига. По мере формирования граничных адсорбционных слоев  $\eta_{эф}$  в контакте возрастает на 75 - 80%.

Для раствора олеиновой кислоты установлено два пика повышения коэффициента трения  $f$  в режиме частых пусков - остановок. Если первый скачок повышения коэффициента трения обусловлен дезориентацией молекул граничного слоя при 50°C и увеличением степени металлического контакта пар трения, то второй пик ( $f$  повышается с 0,028 до 0,031) зафиксирован при объемной температуре масла 70°C. Мы считаем, что повторное увеличение  $f$  происходит в результате протекания химических реакций модификации поверхности с образованием химических соединений между активированной поверхностью металла и адсорбированными молекулами олеиновой кислоты.

УДК 621.436:665.75

### **Исследование топливной экономичности грузового автомобиля при работе на биодизельном топливе**

Корпач А.А., Левковский А.А.

Национальный транспортный университет (г. Киев)

Внедрение и использование биодизельного топлива в качестве альтернативы традиционному дизельному топливу невозможно без исследования экономичности его использования в условиях эксплуатации. Наиболее достоверный и приближенный к реальным условиям эксплуатации способ исследования – дорожные испытания. На кафедре “Двигатели и теплотехника” Национального транспортного университета проведены дорожные испытания эффективности использования биодизельного топлива на грузовом автомобиле ГАЗ–53–02 с дизелем Д-243.

Исследования проводились согласно ГОСТ - 20306 90. При этом использовались биодизельное топливо (метиловые эфиры рапсового масла ГОСТ 6081:2009) и традиционное дизельное топливо (ДСТУ 3868-99). Во время испытаний измерялся расход топлива в городском цикле на дороге.

Расход топлива измерялся при помощи объемного расходомера с ценой деления 5 мл. Время фиксировалось электронным хронографом с ценой деления 0,1 с. Для исследования расхода топлива в городском цикле был выбран фрагмент дороги с асфальтобетонным покрытием длиной в 1 км и ровным рельефом. На данном участке дороги так же получены топливные характеристики установившегося движения от 20 км/ч до 60 км/ч с шагом 10 км/ч. Все экспериментальные заезды повторялись трижды в обоих направлениях.

В результате исследований получено расход топлива в городском цикле на дороге и топливные характеристики установившегося движения, которые позволяют проанализировать изменение топливной экономичности грузового автомобиля при переходе на биодизельное топливо. В целом следует отметить возрастание расхода биодизельного топлива в сравнении с традиционным дизельным.

УДК 621.43.068.4

#### **Оценка эффективности применения альтернативных топлив на автомобильном транспорте**

Кирсанов А.Н.

Восточноукраинский национальный университет имени Владимира Даля  
(г. Луганск, Украина)

К альтернативным топливам относят топлива, не являющиеся продуктами переработки нефти и традиционные нефтяные топлива, модифицированные различными добавками. Наиболее перспективными альтернативными топливами являются: природный газ; синтетические моторные топлива (СМТ), в том числе спиртовые; биотоплива (БТ), водород, который может использоваться как основное топливо, так и в качестве высокоэффективной добавки к горючим смесям.

Поскольку вышеперечисленные топлива имеют различную плотность, теплоту сгорания и рыночную стоимость, то предлагается производить предварительную оценку целесообразности их применения по показателю энергетической стоимости ( $E_T$ ):

$$E_T = C_p / H_n, \text{ у.е./МДж,}$$

где  $C_p$  – рыночная стоимость топлива, у.е./кг;  $H_n$  – низшая теплота сгорания этого топлива, МДж/кг.

Анализ значений  $E_T$ , рассчитанных для различных топлив показал, что природный газ имеет энергетическую стоимость в 1,82, а сжиженный газ в 1,24 раза ниже стоимости современных бензинов. С учетом потерь мощности автомобильных двигателей при работе на газе реальные показатели составят 1,46 и 1,17 соответственно.

Стоимость производства СМТ по традиционным технологиям пока существенно выше стоимости природного газа, но уже приближается к стоимостям нефтяных топлив. В некоторых странах Южной и Северной Америки, а также Европы в двигателях с принудительным воспламенением широко используются бензо-метанольные смеси (М-15, М-20).

Природный газ, имеющий низкую энергетическую стоимость, следует рассматривать в ближайшие десятилетия как одно из наиболее перспективных для городского автотранспорта топливо, позволяющее обеспечить значительный экономический эффект в результате снижения затрат на топливо и на возмещение экологического ущерба, снизить загрязнение атмосферы городов.

УДК 621.436

### **Влияние типа регулятора на разгоны дизеля в эксплуатационных условиях**

Гутаревич Ю.Ф., Добровольский О.С.

Национальный транспортный университет (г. Киев, Украина)

В настоящее время дизели широко используются на тракторах, автомобилях, дорожно-строительной технике, автобусах, на агрегатах разного назначения. Топливная экономичность транспортного средства с дизелем по сравнению с бензиновым двигателем выше на 20–30 %. В последнее время на транспортных средствах начали устанавливать тракторные дизели. На тракторных двигателях применяют систему всережимного регулирования, которая не обеспечивает оптимального управления при установке тракторного дизеля, например, на автомобиль. Требования к системам регулирования транспортных и тракторных дизелей отличаются. На транспортном средстве, в частности автомобиле, система регулирования дизеля должна обеспечить динамические показатели транспортного средства в соответствии с дорожными условиями.

На кафедре “Двигатели и теплотехника” разработан и запатентован образец однорежимного регулятора частоты вращения дизеля на базе штатного всережимного регулятора топливного насоса 4УТНМ дизеля Д–243.

Тип регулятора является одним из факторов, которые в условиях эксплуатации определяют топливную экономичность и токсичность отработавших газов автомобиля с дизелем.

Методика исследования эксплуатационных свойств транспортного средства в системе “водитель–автомобиль–дорога” была разработана в Национальном транспортном университете. На основе данной методики, которая определяет влияние факторов и их взаимодействие с использова-

нием системного подхода, были проведены исследования влияния типа регулятора на разгоны дизеля в эксплуатационных условиях.

В ходе исследований было установлено, что в условиях эксплуатации при разных параметрах управления подачей топлива со стороны водителя, однорежимная система регулирования позволяет улучшить топливную экономичность и экологические показатели транспортного средства в неустановившихся режимах.

УДК 621.43.044.25

### Утилизация тепла отработавших газов ДВС

Орлов В.В.

Национальный транспортный университет (г. Киев, Украина)

Цель исследования – повышение эффективности использования топлива в ДВС путем преобразования тепла отработавших газов в оптическое излучение и использование этого излучения для нужд самого двигателя.

Способ утилизации тепла отработавших газов заключается в следующем.

Отработавшие газы ДВС, состоящие из молекул азота  $N_2$ , углекислого газа  $CO_2$  и паров воды ( $H_2O$ ) из камеры сгорания двигателя направляют в сверхзвуковое сопло Лавала, где в самой узкой его части скорость потока газа возрастает до сверхзвукового, а температура и давление газа, быстро падает. При этом молекулы азота не успевают устранить своего колебательного возбуждения, а молекулы углекислого газа утрачивают его полностью. Однако благодаря межмолекулярному обмену колебательной энергии молекулы углекислого газа получают ее от молекул азота и при этом переходят на верхний энергетический уровень, который оказывается более заселенным, чем нижний, т. е. создается инверсная населенность энергетических уровней. Затем такой газ направляется в оптический преобразователь-резонатор.

Молекулы углекислого газа, находящиеся в отработавших газах, проходя через оптический резонатор, генерируют инфракрасное излучение с обычной для углекислого газа длиной волны 10600 нм, т. е. получается оптическое излучение (лазерный луч).

Отработавшие газы, отдавшие свою энергию лазерному лучу, уходят из резонатора в атмосферу. Из оптического резонатора лазерный луч направляется по волоконно-оптическому кабелю (световоду) в оптический распределитель лазерного излучения, где происходит распределение излучения в порядке работы цилиндров двигателя. Из оптического распределителя лазерный луч поступает в камеры сгорания двигателя, где с его помощью можно производить зажигание топливной смеси или анализ процесса



сгорания или подавать на системы управления и регулирования двигателем, например к устройствам подготовки топливной смеси или ее регулирования по параметрам самого двигателя, или другие требуемые операции.

УДК 621.43.016

**Результаты экспериментального исследования теплового аккумулятора системы предпускового разогрева автомобильного двигателя**

Куликов Ю.А., Пыхтя В.А.

Восточноукраинский национальный университет  
имени Владимира Даля (г. Луганск, Украина)

Снижение энергозатрат и повышение технико-эксплуатационных характеристик автотракторной техники при эксплуатации в зимний период является актуальной задачей. Решение данной задачи осуществимо путём применения системы предпусковой тепловой подготовки (СПТП) двигателя, основанной на использовании аккумулятора бросовой теплоты отработавших газов (ОГ) и охлаждающей двигатель жидкости (ОЖ) с обоснованием его конструктивных параметров и режимов работы. Проведённые теоретические исследования позволили обосновать конструктивные параметры запатентованного теплового аккумулятора (ТА) с теплоаккумулирующим материалом (ТАМ) фазового перехода, на основании которых произведена его сборка.

На разработанном стенде проведены комплексные экспериментальные исследования теплового аккумулятора системы предпускового разогрева автомобильного двигателя, получены данные для проведения анализа влияния теплового потенциала аккумулятора теплоты на тепловое состояние двигателя, некоторые из которых приводятся ниже:

- предпусковую тепловую подготовку двигателя в холодное время года осуществлять подведением горячего теплоносителя в нижний пояс рубашки охлаждения двигателя;

- период предпусковой тепловой подготовки двигателя составляет 8 минут;

- температура ОЖ и ТАМа в тепловом аккумуляторе по истечении 16 часов, отличалась от расчётной (ОЖ – плюс 63°C, ТАМ – 153 °C) на 5 °C и 10 °C соответственно, т.е. погрешность 8 % и 6,5 % соответственно;

- предпусковой разогрев двигателя СПТП с экспериментальным ТА, имеющего полиэтилен в качестве ТАМа, обеспечивает тепловое состояние двигателя, которое превышает минимальную температуру пуска двигателя.

УДК 623.41

## **Методика определения средней температуры поршня высокофорсированного дизеля**

Пилатов А.Ю., Изобелло А.Ю.\*

Белорусский национальный технический университет  
ГНУ «ФТИ» НАН Беларуси\*

В данной работе предложена методика определения средней температуры поршня, а также коэффициента теплоотдачи между днищем поршня и рабочим телом в соответствии с разработанной ранее физической моделью оптимизации теплового состояния поршня высокофорсированного дизеля, а также в соответствии со структурным «межкапельным» представлением внутрицилиндрового пространства.

Указанная физическая модель рассматривает теплообмен днища поршня с рабочим телом как совокупность двух отчасти взаимосвязанных физических процессов: теплообмена газов в общей зоне со среднетермодинамической температурой рабочего тела и локального теплообмена топливного факела с днищем поршня в моменты времени, когда фронт топливного факела касается днища поршня. Граничными условиями локального турбулентного теплообмена для расчета температурных полей в поршне являются коэффициент теплопередачи в локальной и общей зонах, а также теоретическая температура пламени наряду с среднemasсовой температурой рабочей смеси в общей зоне.

На первом этапе выбирается диапазон рабочих температур поршня. На втором этапе производится расчет рабочего процесса с определением теплопередачи от рабочего тела в поршень для выбранного ряда температур. На третьем этапе строится график тепловой энергии, поглощенной поршнем в период рабочего процесса, совмещенный с предыдущим графиком. Полученная точка пересечения определит тепловое равновесие поршня на расчетном установившемся режиме, в то время как абсцисса точки - температура поршня в момент достижения теплового равновесия.

УДК 629.9.048

## **Влияние активированной поверхности металла на полимеризацию углеводородных компонентов масла и фуллерена C<sub>60</sub>**

Мнацаканов Р.Г., Богданова О.И., Глухонец О.А.

Национальный транспортный университет (г. Киев, Украина)

Взаимодействие металлических поверхностей в смазочной среде при граничном трении, которое доминирует в нестационарных режимах работы, определяется комплексом механо-физико-химических процессов. про-

текающих на контактирующих поверхностях и зависящих от состава и свойств смазочной среды. В случае образования полимолекулярного граничного слоя главную роль сыграют молекулярно-кинетические факторы, определяющие сопротивление истончению этого слоя; при мономолекулярном адсорбированном слое важным фактором является прочность адсорбционной связи и кинетика восстановления адсорбционного слоя на ювенильной поверхности. Присадки, работающие в условиях граничного трения, должны состоять из смеси разных компонентов, которые могут проявлять эффективную адсорбционную способность молекул, обеспечивающую образование адаптационной граничной пленки, защищающей контактирующие пары трения от непосредственного контакта.

Цель проведенных испытаний по изучению смазочных свойств присадки фуллерен  $C_{60}$  в базовом масле И-40 (20% концентрация суспензии) заключается в исследовании физико-химических свойств, обуславливающих интегральный эффект, - установление механизма образования и адаптации граничного слоя на контактирующих поверхностях.

Испытания проводились по схеме ролик-ролик (Ст 45, HRC 38-42) на установке СМЦ-2 в режиме частых пусков-остановок (разгон до суммарной скорости качения 1,92 м/с, немедленное торможение до полной остановки) в период пуска, при максимальном моменте трения, в условиях качения (проскальзывание - 15%). Циклы разгон (4с) – торможение (3,5с) следуют один за другим без перерыва. Количество циклов в эксперименте  $N=3000$ . Объемная температура масла до  $N=1000$  составляла  $16^{\circ}C$ , потом постепенно увеличивалась до  $70^{\circ}C$  при  $N \leq 2500$ . Испытания проводились при контактном напряжении 400 МПа.

УДК 623.41

### **Моделирование индикаторных показателей рабочего процесса дизеля при его работе на биотопливах из различных видов растительных масел**

Колодницкая Р.В. \*, Вершина Г.А., Пилатов А.Ю.

Житомирский национальный технологический университет (Украина)\*  
Белорусский национальный технический университет

Одним из наиболее очевидных решений преодоления стоящих перед двигателестроением задач является частичное либо полное замещение топлива природного углеводородного сырья на полученное из растительных масел. Целью данной работы является моделирование индикаторных технико-экономических и экологических показателей рабочего процесса биодизеля и рекомендации по выбору химического состава биодизельного топлива на основе расчетной оценки индикаторных показателей рабочего

процесса для режима максимального крутящего момента, соответствующего 13-ти ступенчатому ездовому циклу. Объектом исследования является перспективный высокофорсированный дизельный двигатель 4ЧН 11×12,5 (Евро4) с возможностью рециркуляции ОГ, производства ОАО «Минский моторный завод».

Моделирование показателей рабочего процесса объекта исследования, изменяющихся в зависимости от массовой доли углеводов в биотопливах на основе шести видов растительных масел, состоящих из 15-ти метиловых эфиров основных жирных кислот, определяющих их физические, теплотехнические и химические свойства топлива в процессе сгорания.

В ходе моделирования установлено, что индикаторные показатели рабочего процесса зависят от массовой доли углеводов в биотопливе. Для обеспечения наилучших технико-экономических показателей объекта исследования на указанном режиме работы двигателя следует выбирать в качестве биотоплива из растительных масел с массовой долей углерода  $C = 76,8-76,9\%$  и массовой долей водорода  $H=11,5-11,7\%$ . Для сопоставления технико-экономических показателей дизеля с эмиссией  $NO_x$  предложена специальная диаграмма.

УДК 621.436

### **Расчет топливно-экономических и экологических показателей легкового автомобиля с дизелем на математической модели**

Говорун А.Г., Павловский М.В.

Национальный транспортный университет (г. Киев, Украина)

Рассматривается метод оценки топливно-экономических экологических показателей автомобиля при движении в условиях Европейского ездового цикла на математической модели.

В математической модели описываются зависимости изменения концентраций оксидов азота  $NO_x$ , оксидов углерода  $CO$ , углеводородов  $C_mH_n$ , дымности  $N$ , расход топлива и воздуха от частоты вращения коленчатого вала  $n_d$  и крутящего момента  $M_k$ . Для режимов активного и принудительного холостого хода показатели двигателя определялись в зависимости от частоты вращения коленчатого вала  $n_d$ .

Полиномиальные зависимости расхода топлива и воздуха, а также концентрации вредных веществ в отработавших газах дизеля определяли для математических моделей, которые охватывают весь диапазон нагрузочных и скоростных режимов работы двигателя, характерных для реальных условий эксплуатации при работе на штатном дизельном топливе и смесевых биодизельных топливах.

Исходя из центрального плана симметрического двухфакторного эксперимента, определялись значения параметров в заданных точках плана. С помощью метода наименьших квадратов определялись коэффициенты полиномиальных зависимостей.

Значения коэффициентов полиномиальных зависимостей, которые описывают концентрации вредных веществ в отработавших газах ( $CO$ ,  $C_m$ ,  $H_n$ ,  $NO_x$ , дымности  $N$ ), расход топлива и воздуха определены для дизеля VAG ASV 1.9 Tdi при работе на штатном дизельном топливе и смесевых биодизельных топливах.

На математической модели определены суммарные топливно-экономические и экологические показатели автомобиля Škoda Octavia 1.9 Tdi в процессе движения, который имитирует режимы Европейского ездового цикла.

УДК 621.43

### Стендовые исследования работы двигателя на традиционном и биодизельном топливах

Ковбасенко С.В., Симоненко В.В.

Национальный транспортный университет (г. Киев, Украина)

В настоящее время существуют огромные проблемы, связанные с истощением запасов нефти, выбросами токсичных веществ двигателями внутреннего сгорания и отрицательного их влияния на организм человека, особенно в крупных городах. С автомобильным транспортом связано около 13 % всех загрязнений атмосферы.

Частичным решением этих проблем является применение в силовых установках того или иного альтернативного топлива (в зависимости от наличия достаточной сырьевой базы для его производства). В условиях Украины, обладающей большими площадями пахотных земель, таким топливом могут быть эфиры рапсового масла, которые, в сравнении с дизельным топливом, имеют ряд преимуществ: почти не содержат серы, канцерогенных веществ; не усиливают парниковый эффект; имеют хорошие смазочные свойства.

Для исследования и сравнения энергетических, топливно-экономических и экологических показателей в лаборатории кафедры «Двигатели и теплотехника» Национального транспортного университета (Киев, Украина) проведены стендовые испытания дизеля Д-243, работающего на традиционном топливе и метиловом эфире рапсового масла двух производителей.

Анализ полученных результатов подтверждает изменение показателей топливной экономичности и токсичности дизеля при использовании био-

дизельного топлива. В частности, на всех скоростных режимах работы двигателя наблюдается повышение эффективной мощности дизеля, а также удельного и часового расхода топлива. По измеренным концентрациям вредных веществ в отработавших газах дизеля выполнен расчет, свидетельствующий о снижении суммарных массовых выбросов, приведенных к выбросам оксида углерода.

В связи с тем, что особенно остро стоит проблема загрязнения атмосферы крупных городов, целью дальнейших исследований будет проведение дорожных испытаний городского автобуса, оборудованного дизелем J-243, работающего на традиционном и биодизельном топливах.

УДК 621.43

### **Оценка динамических качеств и экономичности в переходных процессах высокооборотного дизеля**

Тырловой С.И.

Восточноевропейский национальный университет имени Владимира Дая  
(г. Луганск, Украина)

При эксплуатации автомобиля в городских условиях наиболее важными факторами являются топливная экономичность, динамические качества установки и безотказность. Неустановившиеся режимы свойственны двигателям автомобилей и составляют значительную долю общего времени их работы, что видно из анализа режимов городского ездового цикла. В настоящее время значительная часть автопарков многих стран представлена установками с экономичными высокооборотными дизельными двигателями, оснащенные в большинстве случаев распределительными топливными насосами со встроенными регуляторами частоты вращения. Работа этих двигателей на неустановившихся режимах практически не исследована, поэтому невозможно прогнозировать расход топлива в эксплуатации, особенно при наличии таких эксплуатационных факторов как износ топливной аппаратуры (ТА), разновидность топлива, настройка и состояние автоматического регулятора частоты вращения.

Для решения поставленной задачи выполнено моделирование работы в переходных процессах регуляторов ТА BOSCH-VE, процесса топливоподачи, рабочего процесса дизеля для определения динамических и экономических показателей двигателя.

Установлено, что при использовании дизельного топлива (ДТ) износ плунжерных пар ТНВД увеличивает длительность начальной фазы переходного процесса (ПП), в дальнейшем отличий нет. Расход топлива в начальной фазе ПП снижен, суммарный – практически одинаков. При ис-

пользовании кислородосодержащих вязких биотоплив (БТ) динамические показатели двигателя улучшаются (5 - 6%) при соответствующем увеличении расхода БТ. В этом случае износ ТА меньше заметен в начальной фазе ПП, кроме того, возрастает безотказность установки за счет улучшения пусковых качеств двигателя до 100% при износе ТА, что особенно важно при горячем пуске. Очевидно, положительный эффект от применения БТ может быть получен при его более низкой стоимости по сравнению с ДТ.

УДК 621.43

### **Определение тепловых полей в гильзе двигателя внутреннего сгорания**

Романенко М.В.

Белорусский национальный технический университет

Определение тепловых полей в гильзе двигателя внутреннего сгорания является важной задачей для дальнейшей оценки теплонапряженности деталей цилиндропоршневой группы и для улучшения технико-экономических показателей двигателя.

Основными факторами определяющими тепловое состояние гильзы являются конструктивные особенности детали, способствующие снижению термического сопротивления детали, или уменьшению температурного перепада в ней, определенные изменения параметров рабочего процесса при неизменных заданных нагрузке и оборотах дизеля, ведущие к снижению температур цикла.

Сложность определения тепловых полей состоит в том, что в зависимости от температуры охлаждающей поверхности, вида охлаждаемой жидкости, гидродинамического режима ее течения, температуры и давления в системе охлаждения на отдельных участках поверхностей теплообмена возможны различные режимы теплообмена - вынужденная конвекция, заторможенное поверхностное кипение, развитое кипение.

Определение теплового состояния гильзы возможно в универсальных программных комплексах. Предлагается следующий порядок определения тепловых полей в гильзе двигателя внутреннего сгорания.

На основании индикаторной диаграммы рассчитывается диаграмма мгновенных значений температур газов в цилиндре.

Одновременно с индицированием осуществляется термометрирование в характерных точках.

По результатам измерений локальных температур гильзы и средним значениям температуры рабочего тела в цилиндре определяются термические граничные условия 3 рода – локальные коэффициенты теплоотдачи.

Определяются термические граничные условия между стенкой гильзы и охлаждающей жидкости.

В универсальных программных комплексах, с учетом граничных условий, определяется тепловое состояние гильзы.

УДК 621.65:621.92

### **Синтез и исследование бесползунных поршневых машин**

Косенко-Белинский Ю. А.

Восточнoукраинский национальный университет имени Владимира Даля  
(г. Луганск, Украина)

Традиционно в качестве приводных механизмов поршневых машин (большинства поршневых насосов, мощных компрессоров и дизелей) используются кривошипно-ползунные механизмы, у которых ползуны воспринимают боковые усилия, разгружая от них поршни или плунжеры. Наличие ползунов существенно увеличивает габариты и массу машин, большая доля которых приходится на их приводную часть.

Для уменьшения этого недостатка были синтезированы с использованием традиционных кривошипно-шатунных механизмов две оригинальные конструктивные схемы бесползунных двухвальных поршневых насосов с разгрузкой поршней от боковых сил. Кроме того, во втором случае были разгружены ещё и коренные подшипники коленчатых валов от поршневых сил.

Выполненные на одних и тех же параметрах конструкторские проработки машин с традиционными и предложенными конструктивными схемами показали, что во втором случае масса насосов намного меньше при лучших и других показателях.

На кинематических математических моделях были проведены кинематические исследования как самих механизмов с точки зрения их эффективного использования в качестве привода насосов, так и кинематики перекачиваемой жидкости в трубопроводах, включая коэффициенты неравномерности подачи и давления (крутящего момента для двигателей).

Были найдены оптимальные или близкие к ним угловые и линейные соотношения звеньев приводов, при которых обеспечиваются наиболее эффективные показатели насосов, включая степень разгрузки коренных подшипников коленчатых валов от поршневых сил.

Предложено техническое решение, позволяющее в несколько раз уменьшить коэффициент неравномерности давления жидкости в трубопроводах насосов с чётным количеством поршней, кратных нечётному числу. Получены выражения для реализации этого решения при различных значениях отношений геометрических размеров основных звеньев привода.



## **Влияние характеристик топливных струй на рабочий процесс дизеля**

Петрученко А.Н.

Белорусский национальный технический университет

Известно, топливная система, оснащенная соответствующими устройствами управления, является одной из основных систем двигателя. Ее конструктивные параметры и показатели предопределяют основные показатели работы дизеля. Момент начала и продолжительность подачи топлива, мелкость его распыливания и равномерность распределения, а также количество топлива испарившегося с поверхности камеры сгорания и ее объем – важные условия организации эффективного протекания процессов испарения, смесеобразования и сгорания топлива в камере сгорания, задаваемые работой топливной аппаратуры. Кроме того эффективная организация рабочего процесса в цилиндре дизеля определяется термодинамическими показателями свежего заряда. Характеристики топливных струй в этом случае аккумулируют в себе показатели процесса топливоподачи и свежего заряда.

Для дизеля 4ЧН 11×12,5 выполнены расчетные исследования влияния диаметра и количества сопловых отверстий на индикаторные показатели работы дизеля. Уменьшение диаметра сопловых отверстий с 0,159 до 0,06 мм приводит к уменьшению среднего диаметра капель почти в два раза, при этом уменьшается также угол раскрытия конуса топливной струи в 1,5 раза. Индикаторные показатели изменяются следующим образом: удельный индикаторный расход топлива снижается, а среднее индикаторное давление увеличивается на 4,5%, при этом возрастают максимальные давление и температура цикла, соответственно на 16% и 20%, увеличивается также количество окислов азота, более чем в два раза. Исследования показывают, что для улучшения показателей работы дизеля следует увеличивать количество и уменьшать диаметр сопловых отверстий.

## **Улучшение топливной экономичности бензинового двигателя с системой нейтрализации отработавших газов**

Матейчик В.П., Цюман Н.П.

Национальный транспортный университет (г. Киев, Украина)

Эффективным способом снижения токсичности отработавших газов (ОГ) ДВС является применение каталитической нейтрализации, основной недостаток которой – негативное влияние на топливную экономичность

двигателя вследствие повышения насосных потерь. Уменьшить насосные потери ДВС возможно, применяя рециркуляцию ОГ. Однако для улучшения топливной экономичности бензинового двигателя при применении рециркуляции ОГ, вследствие увеличения продолжительности сгорания, необходима корректировка угла опережения зажигания.

Для решения этой задачи разработана методика оценки влияния регулировочных параметров бензинового двигателя с системой нейтрализации и рециркуляции ОГ на топливную экономичность и определения их целесообразных значений. Основа методики – модель функционирования системы «двигатель-нейтрализатор», объединяющая основные процессы системы с учетом входов и выходов, управляемых обратными связями для получения наилучших показателей работы, и связи с окружающей средой.

На основе модели функционирования уточнена математическая модель системы «двигатель-нейтрализатор», представляющая собой систему дифференциальных уравнений движения газового потока, объемного баланса и адиабаты. В модели учтено влияние режима работы двигателя, степени рециркуляции ОГ и угла опережения зажигания на параметры состояния рабочего тела в цилиндре, впускном и выпускном коллекторах, характер и продолжительность сгорания, выбросы основных вредных веществ.

С помощью уточненной математической модели определены целесообразные значения степени рециркуляции ОГ и угла опережения зажигания во всех режимах работы двигателя VW BBU по критерию минимального удельного эффективного расхода топлива, позволяющие улучшить топливную экономичность автомобиля в ездовом цикле согласно с Правилами ЕЭК ООН № 83-04 на 3,5%.

УДК 621.436

### **Влияние типа регулятора частоты вращения двигателя внутреннего сгорания на расход топлива в условиях эксплуатации**

Сельский М.П., Куций П.В.

Национальный транспортный университет (г. Киев, Украина)

Большинство дизелей колесных транспортных средств сельскохозяйственного назначения оснащены всережимным регулятором частоты вращения, что может неоднозначно влиять на величину потерь кинетической энергии колесных транспортных средств, при условиях неустановившегося движения.

Одной из основных причин этих потерь есть изменение сил вязкого трения, при относительных колебаниях движущихся частей двигателя и трансмиссии. В большой мере потери энергии колесных транспортных средств, при условиях неустановившегося движения могут определять

непосредственно параметры регулятора, от которых зависит амплитуда колебаний муфты регулятора и рейки топливного насоса.

Широко известно, что повышенные колебания рейки топливного насоса высокого давления с всережимным регулятором при условиях неустановившегося движения вызывают увеличения расхода топлива. Об этом свидетельствуют исследования, проведенные разными авторами.

Для определения влияния колебаний рейки топливного насоса на расход топлива были проведены полевые испытания трактора МТЗ-80 с различными типами регулятора. С учетом того что практически все технологические операции выполняются при приблизительно одинаковых скоростях движения, испытательные заезды с всережимным и двухрежимным регулятором проводились на одинаковых участках поля и при фиксированном положении рычага управления подачи топлива.

Таким образом, в результате полевых испытаний колесного транспортного средства по предложенной методике определено коэффициент демпфирования  $\xi$ , который учитывает потери энергии двигателя при движении колесного транспортного средства в условиях неустановившихся нагрузок с разными типами регуляторов.

УДК 621.43-543.3

### **Исследование топливной экономичности и экологических показателей бензинового двигателя в неустановившихся режимах при разных методах регулирования мощности**

Сирота А.В.

Национальный транспортный университет (г. Киев, Украина)

Одним из направлений улучшения топливной экономичности бензиновых двигателей в режимах малых нагрузок и холостого хода является переход от традиционного метода дросселирования при работе всех цилиндров к комбинированному методу – отключению части цилиндров и дросселированию оставшихся.

На кафедре "Двигатели и теплотехника" Национального транспортного университета (г. Киев) проводятся теоретические и экспериментальные исследования комбинированного метода регулирования мощности, который реализуется путем прекращающей подачи топлива в отключаемые цилиндры, и уменьшения дросселирования работающих цилиндров. Изменение количества работающих цилиндров двигателя происходит без изменения параметров их газообмена.

На двигателе 6Ч 9,5/6,98 установлена экспериментальная установка для отключения группы цилиндров в автоматическом режиме. Определен целесообразный диапазон работы двигателя с отключенными цилиндрами.

при котором часовой расход топлива уменьшается по сравнению с работой двигателя со всеми работающими цилиндрами. В результате обработки экспериментально полученных нагрузочных характеристик получены математические зависимости, которые позволяют выполнить оценку влияния изменения угла открытия дроссельной заслонки, частоты вращения и нагрузки двигателя, а также количества работающих цилиндров на величину расхода топлива и экологические показатели при разных методах регулирования мощности двигателя на неустановившихся режимах.

Установлено, что переход к комбинированному методу регулирования мощности позволяет улучшить топливную экономичность двигателя, снизить выбросы продуктов неполного сгорания с отработавшими газами, хотя при этом имеет место увеличение выбросов оксидов азота.

УДК 621.1:621.43

### **Эксергетический анализ циклов трансформаторов энергии транспортных ДВС**

Сторчеус Ю.В., Косоногова Л.Г., Антоненко И.В.

Восточноукраинский национальный университет имени Владимира Даля  
(г. Луганск, Украина)

Одним из наиболее активно развивающихся направлений энергосбережения на транспорте в последние годы является утилизация сбросной теплоты двигателя внутреннего сгорания. Получившие широкое распространение системы внешней утилизации, значительно повышают общий КПД теплониспользования, однако не влияют на мощностные, экономические и динамические характеристики, как двигателя, так и транспортной установки в целом.

Существующая тенденция увеличения мощности транспортных ДВС предопределяет необходимость поиска более совершенных систем воздушоснабжения, как с использованием традиционных схем, так базирующихся на новых принципах организации рабочего процесса, в частности, построенных на основе непосредственного обмена энергией газоздушных сред в агрегатах каскадного типа (каскадных трансформаторах энергии).

При совершенствовании утилизационных контуров установок с каскадными трансформаторами энергии необходимо оценить рациональность их использования в зависимости от типоразмерного ряда двигателей, на которых они могут быть применены. Метод теплового баланса не учитывает в полной мере все составляющие потерь тепла, поэтому при оценке термодинамической эффективности трансформаторов энергии целесообразно использовать эксергетические методы, позволяющие с высокой сте-

пенью точности определить потери эксергии в различных элементах установки и наметить пути их снижения.

Результаты оценки термодинамической эффективности трансформаторов на базе агрегатов каскадного энергообмена, показали существенное влияние расхода и максимальной температуры газа на эксергетический КПД, а также зависимость его от числа напоробменных каналов и коэффициента продувки.

УДК 632.15: 658.567

### **Новый подход к утилизации резино-масляных отходов в углеводородное топливо**

Костюкевич А.И., Ноженко Е.С., Кравченко Е.А.,  
Попов С.В., Ноженко В.С.

Восточноукраинский национальный университет имени Владимира Даля  
(г. Луганск, Украина)

Отработанные шины и смазочные масла являются ценным полимерным сырьем: 1 т шин содержится около 700 кг резины, которая может быть повторно использована для производства топлива. Отработанные нефтяные масла являются одним из существенных источников загрязнения окружающей среды. В связи с этим большое значение имеет полная или частичная их переработка.

Авторами разработан способ получения углеводородного топлива, который объединяет переработку изношенных шин, отработанного смазочного масла и заключается в следующем: резиновые материалы, низкопробный бензин «Калоша», отработанные смазочные материалы в пропорции 1:1:1 загружают в пиролизный аппарат. Для ускорения процесса измельчения резины параллельно включают аппарат, создающий ультразвуковые колебания в камере со смесью и озонатор. Под действием газообразного озона, пропущенного через рабочую смесь, происходит быстрое окисление резиновых отходов в связи с разрушением межмолекулярных и внутримолекулярных связей. Озонное разрушение на частицы определенного размера требует энергозатрат в 5 - 10 раз меньше, чем при криогенном разрушении.

На втором этапе для размягчения резиновых отходов пиролизный аппарат подключают к току высокой частоты, который разогревает металлический корд и позволяет ускорить процесс растворения резины.

Для активизации перемешивания смеси поочередно включают электромагниты. При этом металлический корд перемещается от одного магнита к другому. Далее через смесь пропускают водяной пар. Процесс бор-

ботаж дополнительно перемешивает смесь, что позволяет ускорить процесс растворения резины и образовать однородную смесь.

Использование предлагаемого способа позволяет ускорить процесс и качество получаемого углеводородного топлива.

УДК 621.436

### Моделирование синтеза окислов азота в цилиндре дизеля

Кухаренок Г.М., Петрученко А.Н.

Белорусский национальный технический университет

Снижение выбросов токсичных веществ двигателями внутреннего сгорания является важной научно-технической задачей. Одним из эффективных способов снижения токсичности выхлопных газов является разработка рабочего процесса, протекание которого сопровождается появлением минимального количества вредных компонент. Одной из самых опасных для окружающей среды компонент отработавших газов являются окислы азота ( $\text{NO}_x$ ). Для оценки эффективности мероприятий по изменению условий протекания рабочего процесса, направленных на снижение выхода окислов азота с отработавшими газами, необходима разработка математической модели синтеза  $\text{NO}_x$ , входные параметры которой определяются моделью расчета рабочего процесса.

Кроме окислов азота в отработавших газах содержатся следующие компоненты  $\text{O}$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CH}$ ,  $\text{C}_n\text{H}_m$ ,  $\text{C}_n\text{H}_m\text{O}$ ,  $\text{N}$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HCN}$ ,  $\text{H}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{OH}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ . Учесть многообразие соединений  $\text{C}_n\text{H}_m$  и  $\text{C}_n\text{H}_m\text{O}$  очень сложно, поэтому практически все модели синтеза продуктов сгорания не содержат уравнений образования (неполного окисления) углеводородов, в отдельных случаях используются уравнения содержащие метан.

Наибольший интерес представляет методика расчета равновесного состава продуктов сгорания, учитывающая 18 компонент, в ней исключены только соединения  $\text{C}_n\text{H}_m$  и  $\text{C}_n\text{H}_m\text{O}$ . Все 18 компонент определяются с помощью трех уравнений материального баланса и уравнения Дальтона, устанавливающего связь между полным давлением смеси и парциальными давлениями отдельных компонент. Парциальные давления четырнадцати компонент отработавших газов выражены через парциальные давления  $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ . Связь между давлениями устанавливается через константы равновесия, полученные через константы диссоциации индивидуальных веществ. Величина констант диссоциации определяется температурой, для их расчета построены регрессионные зависимости.

В результате преобразований получается система нелинейных алгебраических уравнений, для решения которой использован метод Ньютона – Конторовича. Переход от парциальных давлений к мольному содержанию каждой из компонент осуществляется с помощью уравнения Менделеева-Клапейрона.

УДК 621.43

### Твердотельная модель радиального компрессора

Предко А.В., Трубач П.И., Уласевич И.А.  
Белорусский национальный технический университет

Турбокомпрессор для автотракторной техники в большинстве случаев представляет собой две радиальные напорные машины (турбину и компрессор) расположенные на одном валу.

Радиальная лопастная машина состоит из двух основных элементов: колеса и улитки. Приведем общий подход построения твердотельных моделей.

Радиальное колесо в общем случае состоит из лопаток и диска. Рассмотрим основные этапы построения твердотельной модели радиального колеса: профилирование лопатки; создание диска; построение втулки колеса; формирование кругового массива лопаток и задание литейных радиусов.

Построение твердотельной модели улитки включает в себя следующие этапы: построение профиля канала улитки; профилирование входной части для турбины и выходной для компрессора; создание верхней и нижней бобышек; формирование проточной части улитки.

На рисунке показана полученная твердотельная модель компрессора.



1 – колесо компрессора; 2 – улитка  
Твердотельная модель компрессора

## Регулирование наддува

Предко А.В., Трубач П.И., Уласевич И.А.  
Белорусский национальный технический университет

Современные транспортные дизельные двигатели, с высокими удельными мощностными и экономическими показателями, удовлетворяющие жестким нормам по выбросу вредных веществ, немислимы без применения регулируемого турбонаддува. Регулируемый наддув позволяет изменять вид скоростной характеристики двигателя, смещая пик крутящего момента в сторону средних частот вращения, что позволяет улучшить эксплуатационные характеристики двигателя. В настоящее время применяются следующие три способа регулирования наддува.

Первый способ, перепуск части отработавших газов, наиболее простой по своему исполнению и позволяет поддерживать давление наддува на постоянном уровне на заданном диапазоне частот вращения коленчатого вала. Основным недостатком данного метода регулирования является потеря части энергии при перепуске высокоэнтальпийных отработавших газов и наличие «турбоямы» на переходных режимах.

Дросселирование турбины – метод регулирования применяемый в основном на двигателях с небольшим рабочим объемом. При низких частотах вращения коленчатого вала или малых нагрузках отработавшие газы поступают в колесо турбины через улитку корпуса турбины с малым поперечным сечением. Это повышает скорость течения и обеспечивает высокое давление наддува. При достижении заданного давления наддува регулирующая заслонка открывает дополнительный подводный канал. Скорость течения уменьшается, что приводит к стабилизации давления наддува.

Наиболее перспективным методом регулирования наддува является использование соплового аппарата с изменяемой геометрией. Данный метод позволяет гибко управлять давлением наддува на любых режимах работы дизеля без дополнительных потерь энергии отработавших газов. К недостаткам можно отнести более сложное конструктивное исполнение и необходимость электронного управления с обратной связью.

## Пути снижения токсичности дизельных двигателей

Кухаренок Г. М., Жарнов М. В.  
Белорусский национальный технический университет

Нормы эмиссии для внедорожной техники Stage IIIB и Stage IV для двигателей мощностью 56-130 кВт вступают в действие с 2012 года и



2015 года соответственно. Переход к нормам Stage IIIB требует модернизации и доработки двигателей удовлетворяющих нормам Stage IIIA. Достижение новых норм токсичности требует:

**Совершенствование рабочего процесса:**

- специальная форма камеры сгорания с центральным расположением форсунки и использование головки с 4 клапанами на цилиндр;
- повышение давления впрыска топлива до 200-220 МПа;
- подбор параметров мультивпрыска
- турбокомпрессор с изменяющейся геометрией.

**Очистка отработавших газов (ОГ):**

- фильтрация твердых частиц;
- система селективного каталитического восстановления (SCR).

**Применение улучшенных ГСМ:**

- масла с малой зольностью и высокой температурой вспышки;
- применение качественного дизельного топлива (малосернистых и высокоцетановых).

Применение указанных мер позволяют улучшить экологические показатели дизельных двигателей.

УДК 621.436

**Снижение токсичности отработавших газов дизеля**

Романенко М.В.

Белорусский национальный технический университет

Отработавшие газы дизелей представляет собой сложную многокомпонентную смесь газов, паров, капель жидкостей и дисперсных твердых частиц. Нормируемыми токсичными компонентами отработавших газов дизелей являются оксиды азота, монооксид углерода, углеводороды и твердые частицы. Основными токсичными компонентами являются оксиды азота.

Для улучшения экологических показателей дизеля существуют меры позволяющие воздействовать на рабочий процесс дизеля с целью предотвратить образование в камере сгорания повышенных концентраций токсичных компонентов отработавших газов. Это меры направленные на совершенствование конструкции двигателя, оптимизацию параметров топливоподачи, оптимизацию структуры воздушного вихря, оптимизацию фаз газораспределения, теплоизоляцию камеры сгорания.

К другим мерам улучшения экологических показателей относятся очистка отработавших газов в выпускной системе (нейтрализаторы жидкостные, каталитические, термические; сажевый фильтр), впрыскивание воды, рециркуляция отработавших газов.

Совершенствование процесса топливоподачи является наиболее простым средством воздействия на рабочий процесс дизеля с целью улучшения его экологических показателей. Для достижения наибольшей эффективности топливоподачи необходимо реализовать управление цикловой подачей топлива и моментом подачи топлива, обеспечивая требуемые характеристики впрыскивания. Реализация управления топливоподачей и, в дополнение, реализация управления воздухообеспечения, газораспределения, рециркуляции отработавших газов осуществляет система управления дизеля. Наиболее сложной задачей является выбор оптимальных законов управления, для обеспечения наилучших экономических и экологических показателей двигателя. Дополнительную сложность представляет определение оптимальных законов управления не только на установившихся режимах при заданных частотах вращения и нагрузке, но и при изменяющихся условиях эксплуатации, на неустановившихся режимах.

УДК 656.1

### **Теоретические основы гибкого модульного ремонтного производства**

Гусев А.П.

Луцкий национальный технический университет (г. Луцк, Украина)

Анализ состояния технологической подготовки ремонтного производства позволяет сделать следующие выводы по основным функциям:

- обеспечение технологичности сопряжений контактных поверхностей дефектных деталей автотранспортных средств нуждается в коррекции в соответствии современным технологическим требованиям;
- проектирования технологических процессов возобновления составных автотранспортных средств способами единичных, маршрутных, типовых и групповых технологических процессов своего апогея достигли и нуждаются в конкретных изменениях;
- спроектированное и изготовленное технологическое гаражное оборудование не отвечает требованиям гибкости и нуждаются в модернизации;
- организация и управление процессом технологической подготовки ремонтного производства нуждается в использовании средств автоматизации.

Выше изложенные недостатки современной технологической подготовки ремонтного производства требуют конкретных изменений по всем функциям. Одним из направлений повышения эффективности технологической подготовки ремонтного производства, на наш взгляд, это использование модульного принципа на основании единственной элементной базы.

Перестройка ремонтного производства, с учетом изложенных требований направленная на минимизацию многообразия технологических процессов, гаражного и технологического оборудования, дублирования отдельных работ технологической подготовки ремонтного производства, увеличения использования возможностей технологического оборудования, повышения гибкости и мобильности производства.

УДК 656.1

### **Анализ трудоемкости работ технического обслуживания легковых автомобилей фирменных СТО**

Карпенко В.Р.

Луцкий национальный технический университет (г. Луцк, Украина)

Для проектирования станций технического обслуживания автомобилей используют нормативы трудоемкости работ по обслуживанию и ремонту разных классов автомобилей в соответствии с ОНТП-01-91. Рост надежности автомобилей, повышение качества сервисного обслуживания с использованием специализированного оборудования, оригинальных запасных частей и качественных эксплуатационных материалов привели к уменьшению удельных трудоемкостей ТО и ТР и увеличение пробегов между влияниями. Анализируя существующие нормативы трудоемкости работ на ТО для современных моделей новых автомобилей с учетом трудоемкости ТР, и проведение рекомендуемых операций при прохождении ТО оказалось, что данные трудоемкости составляют часть от нормативов трудоемкости определенных у ОНТП-01-91.

Поэтому при проектировании фирменных станций технического обслуживания автомобилей которые будут выполнять в основном обслуживание в гарантийный срок, целесообразно пользоваться скорректированными значениями трудоемкости работ на ТО и ТР.

Рассмотрены нормативы трудоемкости ТО для 680 модификаций легковых автомобилей европейских производителей, с учетом принадлежности к соответствующему классу по рабочему объему двигателя. Статической обработке подлежала выборка трудоемкости работ на ТО для автомобилей этого класса. Согласно методу моментов, исходя из внешнего вида гистограммы распределения массива эмпирических данных трудоемкости работ на ТО, принята нулевая гипотеза принадлежности распределения данных логарифмически-нормальному закону.

Приемлемость гипотезы принадлежности распределения случайных данных логарифмически-нормальному закону проверялась помощью критерия согласия  $\chi^2$ -квadrat Пирсона и критерия Романовского.

Значения грузоемкости, которые могут быть использованы в практических целях, определенные математическим ожиданием случайной величины в выборках для каждого из классов автомобилей.

УДК 629.113

### **Управляемость легкового автомобиля в условиях неустановившегося криволинейного движения**

Павлюк В.И.

Луцкий национальный технический университет (г. Луцк, Украина)

Основное назначение вспомогательных электронных систем активной безопасности автомобиля – это корректировка управляющих действий водителя, оставляя за ним приоритетное право в управлении транспортным средством.

Несмотря на широкое распространение таких систем на современных автомобилях, информации об их функционировании на уровне детального алгоритма работы или программного обеспечения не хватает, а иногда она вообще отсутствует, что сдерживает возможность усовершенствования этих систем и разработку новых. Если надежность, точность и быстрдействие работы систем в основном определяется электронными технологиями, то алгоритм их работы зависит от особенностей конструктивного исполнения автомобиля, действий водителя и реакции транспортного средства на управление.

Для исследования влияния конструктивных параметров автомобиля и управляющих действий водителя на возможность осуществления неустановившегося криволинейного движения необходимо моделировать этот процесс.

Разработана математическая модель, описывающая движение автомобиля по криволинейной траектории с учетом его компоновки, характеристик шин по уводу и параметров криволинейной траектории. При этом моделированием определены необходимые управляющие действия водителя с целью реализации управляемого следования транспортного средства заданной переходной криволинейной траекторией. Таким образом, выполнив обратную задачу, по воздействию водителя на управляемые колеса предлагается определять траекторию последующего движения автомобиля и прогнозировать его поведение.

Результаты моделирования можно использовать для корректирования работы систем активной безопасности в зависимости от условий движения и конструктивных особенностей автомобиля.

**Термодинамический анализ циклов  
поршневых двигателей внутреннего сгорания**

Приймак А.В.

Луцкий национальный технический университет (г. Луцк, Украина)

По результатам работы реальных поршневых ДВС очевидно, что рабочий процесс (цикл) не является замкнутым и в нем присущи все признаки необратимости процессов – трение, теплопередача, начальные и промежуточные скорости поршня и т.д. Технической термодинамикой исследуются идеальные прямые и обратные циклы, в частности поршневых ДВС (термодинамическая система), с такими допущениями: рабочее тело – идеальный газ с постоянной теплоемкостью; количество рабочего тела постоянно; между рабочим телом и источником теплоты бесконечно малая разница температур (отсутствующие потери теплоты в окружающую среду); подвод теплоты к рабочему телу от верхнего источника теплоты имитируется низшей теплотой сгорания топлива, а отвод теплоты осуществляется к нижнему источнику теплоты (окружающая среда).

Указанные предположения позволяют исследовать идеальные термодинамические циклы поршневых ДВС в сравнении с предыдущими аналогами по тепловой эффективности с целью определения факторов, которые влияют на повышение энергетической эффективности (термодинамический КПД) и последующего усовершенствования конструкций элементов и ДВС в целом и создания более эффективных рабочих тел – топливных смесей.

# **Совершенствование технической эксплуатации автотранспортных средств**

## Нормирование тормозных свойств автомобилей

Флерко И.М., Бессараб А.В.

Белорусский национальный технический университет

Тормозные свойства относятся к одним из важнейших эксплуатационных свойств, которые определяют активную безопасность автомобиля. Под активной безопасностью автомобиля понимается совокупность специальных конструктивных мероприятий, которые обеспечивают снижение вероятности возникновения дорожно-транспортных происшествий.

Действующие стандарты Европейского союза по эффективности работы тормозных систем, в соответствии с директивами 71/320, 75/524, 79/489, 85/647, 88/194 и 96/96 определяют предельно допустимые значения замедлений, обязывают устанавливать на определенные автотранспортные средства (АТС) антиблокировочные системы и рекомендуют контролировать устойчивость АТС при торможении.

Требования по условиям безопасности, предъявляемые к АТС, можно разделить на требования, предъявляемые к вновь проектируемым и новым АТС (такие требования являются сертификационными), и требования, которые предъявляются к АТС, находящимся в эксплуатации. Эксплуатационные требования, как правило, предусматривают снижение тормозных свойств АТС находящихся в эксплуатации и содержат менее трудоемкие методы испытаний, чем сертификационные.

Для оценки эффективности действия тормозных систем в большинстве национальных стандартов используются, как правило, тормозной путь, максимальное и среднее замедление, а также регламентируется величина снижения эффективности тормозных систем в процессе эксплуатации.

Основными отечественными нормативными документами, регламентирующими требования к тормозным системам АТС, являются ГОСТ 22895-77, Правила ЕЭК ООН № 13(10)/Пересмотр 6, ГОСТ 4364-81, ГОСТ 23181-78, СТБ 1280-2004, СТБ 1641-2006.

Стандарт СТБ 1641-2006 распространяется на находящиеся в эксплуатации АТС категорий М, N, O, им установлены требования к техническому состоянию АТС по условиям безопасности движения, предельно допустимые значения параметров технического состояния АТС, влияющих на безопасность дорожного движения и состояние окружающей среды и методы проверки технического состояния АТС в эксплуатации.

Для соответствия тормозной системы АТС требованиям стандартов по эффективности торможения и устойчивости транспортных средств, необходимо поддержание тормозного привода и тормозных механизмов в технически исправном состоянии.

## Совершенствование технологии восстановления распределительных валов двигателей внутреннего сгорания

Ивашко В.С., Буйкус К.В.

Белорусский национальный технический университет

Состояние кулачков распределительного вала ГРМ ДВС определяет работоспособность всего двигателя. Восстановление–упрочнение кулачков наиболее эффективно газопорошковой наплавкой самофлюсующимися материалами. Совершенствование этой технологии является достаточно актуальной задачей и поможет значительно повысить ресурс восстанавливаемых деталей.

Нами создано устройство для газопорошковой наплавки с генератором ультразвуковых колебаний (пат. РБ № 757). Генератор ультразвуковых колебаний выполнен в виде свистка Леваассера, представляющего собой тело вращения в виде кольцеобразного сопла с тороидальными основным и вторичным резонаторами.

Наложение ультразвука на расплавленный материал приводит к возникновению интенсивной кавитации, сопровождаемой разрывом сплошности среды. При воздействии ультразвуком на пламя с порошком интенсифицируются процессы теплообмена при горении горючей смеси и нагреве частиц порошка. В результате этого при тех же расходах газовой смеси увеличивается количество подаваемого порошка, то есть увеличивается производительность наплавки при использовании одних и тех же материалов, или наплавлять более тугоплавкие материалы. При оплавлении покрытия генератор ультразвуковых колебаний направляют на расплавленный металл оплаваемого покрытия. В результате воздействия ультразвуковых колебаний в расплавленном металле происходят измельчение структуры, выделения газов (удаление пор), интенсификация перемешивания (выравнивание химического состава), упрочнение при повышении твердости вследствие интенсивного охлаждения.

В результате эксплуатационных испытаний было установлено, что на упрочненных поверхностях отсутствовали очаги схватывания. За первые тридцать тысяч километров пробега на отдельных кулачках износ не был обнаружен.

Было установлено, что работоспособность восстановленных деталей повысилась в среднем в 2-2,5 раза и соответствует работоспособности распределительных валов, кулачки которых восстановлены с помощью напыления и оплавления ацетилено-кислородным пламенем.

Экономический расчет показал, что разработанная технология позволяет снизить расходы на материалы на 30%.



## Безотказность двигателей ММЗ, установленных на автобусах МАЗ, и прогнозирование ресурса

Казацкий А.В., Смольская В.С.

Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Техническая эксплуатация автомобилей» выполняет работы по исследованию вопросов технической эксплуатации и надежности автобусов и автомобилей МАЗ. Одним из них является исследование безотказности двигателей Минского моторного завода, устанавливаемых на автобусах МАЗ.

Автобусы МАЗ с двигателями ММЗ Д-260.5 составляют около 11% в автобусных парках Минска и Минской области. Информация обработана за пробег до 450 тыс.км. В таблице приведены сравнительные результаты исследования безотказности двигателей, в т.ч. других моделей, установленных на автобусах этого региона и представляющий парк в пределах от 10 до 15% с учетом совместимости основных характеристик двигателей

Наименования показателя	Единица измерения	Среднее значение показателя		
		Автобус МАЗ-103 с двигателем ММЗ, (11%)	Автобус МАЗ-103 с двигателем РЕНО, (12%)	Автобус МАЗ-103 с двигателем ЯМЗ, (14,5%)
1	2	3	4	5
Наработка до первого отказа	тыс.км	3,88	4,14	4,56
Наработка на отказ	тыс.км	0,44	0,80	0,69
Вероятность безотказной работы на пробеге:	0	1	1	1
	50	0,36	0,84	0,76
	100	0,12	0,64	0,52
	150	0,04	0,52	0,4
	200	0	0,44	0,2
	250	0	0,2	0,16
	300	0	0,04	0,04
	350		0,04	0,04
	400		0	0,04
450		0		

Исследования позволили установить причины и сложность устранения отказов и предположить межремонтный пробег 250 тыс.км. Ремонт двигателей производить в соответствии с ТКП 248-2010: условия регламентированного и планово-предупредительного ремонтов.

### Эксплуатационная надежность автомобилей МАЗ-551605

Капустин Н.М., Заруба В.О., Соболевский С.Б.\*  
 Белорусский национальный технический университет  
 БелНИИТ «Транстехника»\*

Подконтрольная группа из 8 автомобилей МАЗ-551605 выпуска 2006 года поступила в эксплуатацию в ОАО «Автосила». Автомобили использовались на перевозке сыпучих грузов с примерным распределением по категориям условий эксплуатации: I - 30%; III - 20%; V - 50%.

За период наблюдений каждый из автомобилей имел пробег от 200 до 240 тыс. км. Суммарный пробег автомобилей составил 1 762 472 км (в среднем 220 тыс. км на автомобиль).

Распределение отказов и повреждений и соответствующей наработки по агрегатам, системам и узлам автомобилей МАЗ-551605 характеризуется следующими цифрами:

Агрегат, система, узел, механизм	Число отказов и повреждений	% от общего числа	Наработка на 1 отказ или повреждение, км
Тормозная система	689	17,30	2558
Электрооборудование	645	16,20	2733
Коробка передач ЯМЗ-239	406	10,20	4341
Колеса и ступицы	397	9,97	4439
Двигатель и его системы	346	8,69	5093
Подвеска	344	8,64	5123
Передняя ось	269	6,76	6552
Рулевое управление	213	5,35	8275
Кабина	211	5,30	8353
Сцепление	70	1,76	25178
Карданная передача	62	1,56	28427
Средний мост	61	1,53	28893
Задний мост	53	1,33	33254

Характерными недостатками автомобилей МАЗ-551605 являются: низкая коррозионная стойкость кабины и кузова, малая наработка пальцев наконечников рулевых тяг (около 15 тыс. км), пружин энергоаккумуляторов, фрикционных накладок ведомого диска сцепления, синхронизаторов коробки передач ЯМЗ-239, натяжного ролика водяного насоса, эластичной муфты привода вентилятора, стоек стабилизатора поперечной устойчивости, механизма регулировки света фар и др.

**Анализ производственно-технической базы ремонтных участков  
в автобусных парках г. Минска**

Лагун Е.А., Поклад Л.Н.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время в организациях автомобильного транспорта наблюдается значительное обновление парка транспортных средств. Также, обновляется документация, регламентирующая технические воздействия на автомобильные транспортные средства.

Существующая производственно-техническая база не в полной мере соответствует требованиям нормативно-технической документации и используется не достаточно эффективно.

Анализ имеющегося оборудования в участках автобусных парков и обработка заявок на ремонт поступающих на участки показали:

- существует значительный простой технологического оборудования, вследствие его незагрузки.

- нерационально подобрано технологическое оборудование на участках, т.е. без учета частоты потребности в этом оборудовании, степени специализации и универсализации рабочих мест и постов. Например, один и тот же сверлильный станок в агрегатном участке может быть средством как ощутимого повышения производительности труда, так и улучшением качества ремонта, а на другом участке в силу лишь редкой (эпизодической) потребности он оказывается средством только улучшения условий труда, причем малоощутимым.

- моральный и физический износ оборудования.

- низкая квалификация ремонтных рабочих и следовательно, низкая производительность труда.

Одним из факторов, определяющих возможность централизации и необходимость специализации участков работ, является технологическая совместимость работ по обслуживанию и ремонту различных моделей автобусов.

Анализ транспортных средств автобусных парков показал технологическую совместимость автобусов имеющихся в парках на сегодняшний момент, тем самым, создавая необходимые условия для централизации выполнения текущего ремонта агрегатов, узлов и систем автобусов.

Выше перечисленное доказывает необходимость разработки методики по оптимизации производственно-технической базы автобусных парков г. Минска и дальнейшее развитие производственно-технической базы с учетом специализации и кооперирования производств автобусных парков.

**Анализ существующей системы организации технического обслуживания и ремонта в Вооруженных силах Республики Беларусь**

Москальцов О.В.

Белорусский национальный технический университет

Организация технического обслуживания и ремонта вооружения и военной техники в Вооруженных силах Республики Беларусь предусматривает планово-предупредительную систему, которая включает в себя контроль технического состояния, техническое обслуживание и ремонт вооружения и военной техники.

Контроль технического состояния включает в себя: контрольный осмотр, контрольно-технический осмотр, техническое диагностирование и инструментальную дефектацию агрегатов узлов и деталей. Периодичность и объем контроля устанавливают предприятия-разработчики вооружения и военной техники, и может уточняться довольствующим органом и правовыми актами Министерства обороны.

Основными видами технического обслуживания являются: ежедневное техническое обслуживание, техническое обслуживание № 1, техническое обслуживание № 2, техническое обслуживание № 1 при хранении, техническое обслуживание № 2 при хранении, техническое обслуживание № 2 при хранении с переконсервацией и контрольным пробегом, и сезонное обслуживание.

Виды ремонта классифицируются на: текущий ремонт, средний ремонт (второй, третий), капитальный и регламентированный ремонт.

Периодичность технического обслуживания и ремонта военной автомобильной техники определяется тактико-техническими характеристиками, инструкцией по эксплуатации на каждый образец и правовыми актами Министерства обороны.

Техническое обслуживание вооружения и военной техники производится в ремонтных подразделениях воинских, а в случае отсутствия таких в ремонтно-восстановительных органах других воинских частей, соединений и объединений и ремонтно-восстановительных органах центрального подчинения (центрах технического обслуживания).

Капитальный ремонт вооружения и военной техники проводится на ремонтных предприятиях Республики Беларусь и других государств на договорной основе.

Средний и текущий ремонт проводится в ремонтно-восстановительных органах воинских частей, соединений, объединений и центрального подчинения в соответствии с их возможностями.

## Прогнозирование трудоемкости технического обслуживания и ремонта агрегатов автомобилей от их конструктивной сложности

Савич А.С.

Белорусский национальный технический университет

Для рационального использования подвижного состава автомобильного транспорта необходимо выполнение ряда технических, экономических и организационных условий.

Трудоемкость технических воздействий новых моделей автомобилей можно определить как традиционным способом в процессе длительности эксплуатации на основе обобщения опыта обслуживания и ремонта, так и принципиально новым способом, основанным на анализе конструктивной сложности составных частей автомобиля.

Исходя из анализа характера выполняемых при различных технических воздействиях работ, были установлены факторы, характеризующие конструктивную сложность агрегата и влияющие на их трудоемкость. Такими факторами являются: масса агрегата  $G_{ар}$ ,  $t$ ; число наружных крепежных соединений  $n_1$ ; трения скольжения  $n_2$ ; с подшипниками качения  $n_3$ ; зубчатых передач  $n_4$ ; шлицевых и шпоночных соединений  $n_5$ ; суммарное число крепежных соединений  $n_6$ ; регулируемых параметров и точек регулировки  $n_7$ ; сальниковых уплотнений  $n_8$ ; точек смазки  $n_9$ .

Для решения данной задачи и установления зависимости трудоемкости ТО, ТР и КР от конструктивной сложности составных частей автомобиля использованы комплексные (интегральные) параметры  $K$ . Наилучшие результаты получены для следующих четырех параметров:

$$K_1 = G_{ар} \cdot \sum n_i; K_2 = G_{ар} \cdot \sum \ln n_i;$$

$$K_3 = G_{ар} \cdot \sum \sqrt{n_i}; K_4 = G_{ар} \cdot \ln \sum n_i,$$

где  $n_i$  — количественное выражение конструктивного параметра, влияющего на трудоемкость данного вида технического воздействия.

Для нахождения корреляционной зависимости трудоемкости технических воздействий от комплексного конструктивного параметра  $K$  анализ производился по следующим функциям:

$$y = a + bx; y = a + \frac{b}{x}; y = a + bx^2; y = ab^x; y = ax^b; y = a + bx + cx^2.$$

Наиболее часто оптимальным является комплексный конструктивный параметр  $K_2$ , а оптимальной моделью - квадратный трехчлен. Полученные корреляционные зависимости могут быть использованы для прогнозирования трудоемкости ТО, ТР и КР перспективных моделей автомобилей.

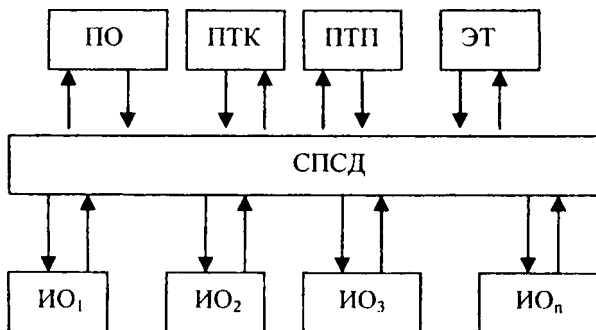
## Распределительные системы в технологических процессах технического обслуживания автомобилей

Сай А.С.

Белорусский национальный технический университет

В работе была сделана попытка разработки такой методики, которая могла быть использована при решении широкого класса задач группового взаимодействия исполнителей в реальных технологических процессах.

Если представить, что задачи первого класса решаются каждым исполнителем группы с помощью некоторой «классической» системы управления (СУ ( $j = 1, n$ )) (где  $n$  - число исполнителей в группе), то структуру системы группового управления можно представить в следующем виде (рис. 1). Верхний уровень структуры, очевидно, должна составлять система планирования совместных действий (СПСД). Функции этой системы заключаются в планировании скоординированных действий исполнителей группы, направленных на решение общей (групповой) цели, на основе информации о параметрах текущего состояния всех исполнителей группы и производственной ситуации.



ПО – параметры объекта, ПТК – параметры технологического комплекса, ПТП – параметры технологического процесса, ЭТ – эргономические требования, ИО<sub>1</sub>, ИО<sub>2</sub>, ИО<sub>3</sub>, ..., ИО<sub>n</sub> – индивидуальные особенности исполнителя, П<sub>1</sub>, П<sub>2</sub>, П<sub>3</sub>, ..., П<sub>n</sub> – параметры состояния исполнителя, Д<sub>1</sub>, Д<sub>2</sub>, Д<sub>3</sub>, ..., Д<sub>n</sub> – действия i-го исполнителя

Рис. 1 Система планирования совместных действий исполнителей

## Совершенствование технологий восстановления автомобильных деталей припеканием порошков

Ярошевич В. К., Гуц А. И.

Белорусский национальный технический университет

Технология получения покрытий припеканием заключается в нанесении на поверхность детали слоя порошка с последующим их нагревом до температуры спекания порошкового материала и образования адгезионной связи с деталью. Припекание разделяется на: припекание в печах, электроконтактное и индукционное.

Индукционное припекание позволяет отказаться от применения защитно-восстановительных сред ввиду значительного (на 2–3 порядка) ускорения диффузионных процессов при нагреве токами высокой частоты. Уменьшение времени обеспечивает процесс припекания без окисления порошка и основы.

Индукционным припеканием может осуществляться способом обмазки (получают слои большой пористости), центробежным припеканием, под давлением (статическим, динамическим, переменным во времени).

Электроконтактное припекание предусматривает электрический нагрев металлического порошка, засыпаемого между деталью и электродом, с одновременным формированием порошка в слой и спеканием его с поверхностью детали. Электроконтактное припекание в зависимости от формы восстанавливаемой поверхности, размеров детали и требуемых свойств покрытия осуществляется по различным технологическим схемам. При выборе их учитывается специфика конкретной детали: ее конструктивные особенности, материал, из которого она изготовлена, физико-механические свойства наносимого покрытия.

Электроконтактное припекание применяется при восстановлении деталей различной геометрической формы. Рассматриваемым способом можно наносить покрытия на плоские, цилиндрические (наружные и внутренние) и торцовые поверхности.

Однако использование его для восстановления деталей со сложным профилем поверхности (сферическим или коническим) представляет определенные трудности. Сферические поверхности деталей восстанавливают с использованием фигурных роликов, состоящих из одной или нескольких пластин со сферической рабочей поверхностью, копирующей профиль детали. Для восстановления валов с изношенными шлицами используется формирование слоя магнитно-импульсной напрессовкой порошка с последующим электроконтактным припеканием.

## **Влияние надежности транспортного средства на его оптимальный ресурс**

**Болбас М.М., Алешко А.А.\***

**Белорусский национальный технический университет  
РУП БелНИИТ «Транстехника»\***

Техническое состояние транспортного средства (ТС), определяющее его надежность, безопасность и экономическую эффективность перевозок, непосредственно зависит от условий и интенсивности его работы, ресурса и срока эксплуатации. Поэтому точность определения ресурса ТС и оптимального срока его эксплуатации до списания имеет важное практическое значение.

Для реализации этого направления БелНИИТ «Транстехника» проводятся комплекс работ по исследованию надежности агрегатов, узлов и систем грузовых автомобилей МАЗ в реальных условиях эксплуатации.

В настоящее время исследования надежности проводятся для девяти моделей автомобилей МАЗ. Одним из направлений в исследовании надежности является определение оптимального, экономически оправданного ресурса ТС.

Для объективной оценки ресурса ТС используется показатель, характеризующий экономически оправданный ресурс транспортного средства до списания. Таким показателем является критерий минимизации суммарных удельных затрат на приобретение и эксплуатацию транспортного средства, учитывающий затраты на запасные части, эксплуатационные материалы, оплату труда ремонтных рабочих и другие расходы.

Наиболее оптимальным и экономически целесообразным пробегом (ресурсом) ТС до его списания считается пробег, соответствующий минимальной величине суммарных удельных затрат.

На основании реальных данных об эксплуатационных затратах в начальный период эксплуатации значение оптимального ресурса рассчитывается с использованием закона распределения наиболее близкого к реальному. В дальнейшем с увеличением пробега и изменением значений эксплуатационных затрат значение оптимального ресурса корректируется.

Расчет оптимального ресурса выполняется с использованием программного обеспечения, разработанного НИИ прикладных проблем математики и информатики БГУ.

Так, для автомобиля МАЗ - 544019 оптимальный ресурс на пробеге 150 тыс. км с начала эксплуатации составил 880 тыс. км.



## **Роль системы спутникового мониторинга в совершенствовании технической эксплуатации автомобильного транспорта**

Иванис П.В., Сай А. С.

Белорусский национальный технический университет

С 2009 года в государственном предприятии «Минсктранс» началось внедрение системы спутникового мониторинга (навигационной системы). Активное внедрение продолжилось в 2010-2011 годах, на сегодняшний день модулями навигационной системы оборудованы около 2500 автотранспортных средств. (80% от списочного количества). До конца 2011 года планируется завершить оснащение модулями навигационной системы всех автотранспортных средств.

Системы спутникового мониторинга транспорта применительно к пассажирским перевозкам на сегодняшний день позволяют решать следующие задачи:

- контроль соблюдения графика движения;
- сбор статистики и оптимизация маршрутов;
- контроль целевого использования транспорта.

Функциональность современных систем спутникового мониторинга транспорта может быть расширена за счет установки дополнительных датчиков, например, датчика расхода топлива и его уровня в баке, датчика нагрузки на оси автотранспортного средства и т.п. Развитие модулей системы спутникового мониторинга позволит в режиме реального времени получать актуальную информацию о режимах работы двигателя и трансмиссии автотранспортных средств, что поможет предупреждать выход из строя узлов и агрегатов автотранспортных средств, пресекать возможность хищения топлива.

Модули навигационной системы имеют слот для SIM-карты, позволяющих установить цифровой канал связи стандарта GSM и с его помощью выполнять голосовую связь «Водитель-диспетчер», «Водитель-механик» и др., что позволяет оперативно принимать меры при возникновении нештатных ситуаций при работе автотранспортных средств.

Внедрение и развитие систем спутникового мониторинга транспорта позволит в будущем более рационально использовать автотранспортные средства на линии, снизить эксплуатационные расходы, собирать необходимые статистические данные для оптимизации маршрутной сети и режимов технического обслуживания за счет более точного расчета эксплуатационных показателей по каждому отдельно взятому автотранспортному средству.

### **Выбор способа восстановления деталей**

**Болбас М.М., Иванов В.П., Касарюк А.П.\***

**Белорусский национальный технический университет  
УО «Полоцкий государственный университет»\***

Восстановление деталей – технологический процесс возвращения им материала вместо изношенного и доведения до нормативных значений их геометрических параметров и эксплуатационных свойств. К геометрическим параметрам детали относят взаимное расположение, форму, размеры и шероховатость рабочих поверхностей, а к эксплуатационным свойствам – износостойкость трущихся поверхностей, статическую и циклическую (усталостную) прочность и жесткость детали, ее массу и распределение массы относительно осей вращения и инерции, коррозионную стойкость.

Новое решение задачи выбора оптимального способа восстановления деталей с применением модели вариантов технического решения включает: рассмотрение всех элементов решения; учет реально существующих и потенциально возможных технологических операций, которые могут быть использованы в процессе; оптимизацию процесса.

Рассмотрение всех элементов решения предполагает переход от классификации деталей к классификации их восстанавливаемых элементов.

Различные сочетания операций процесса, образуют граф, составленный из вершин и дуг. Число рядов вершин графа равно числу типов операций, составляющих процесс. Каждый горизонтальный ряд вершин графа – подмножество однотипных технологических операций. В граф включают лишь те операции, которые обеспечивают установленные ограничения по качеству (надежности) и производительности процесса.

Длину каждой дуги графа определяют затратами, необходимыми для подготовки и выполнения последующей операции и отнесенными к одному изделию. Оптимизация процесса восстановления деталей заключается в том, что из числа возможных типов и видов технологических операций, образующих процесс, находят такую их последовательность, которая обеспечивает установленные ограничения по производительности и качеству с наименьшими затратами с применением динамического программирования.

Предложенный метод выбора технологического процесса восстановления деталей основан на учете многообразия освоенных и гипотетически возможных способов создания ремонтных заготовок, обработки и упрочнения. Системный эффект от использования результатов работы выражается в обеспечении нормативного качества восстанавливаемых деталей при меньших затратах на подготовку производства.

## Перспективы применения систем контроля расхода топлива на автомобильном транспорте

Болбас М.М.\*, Кучур С.С., Лях С.И.  
Белорусский национальный технический университет\*  
БелНИИТ «Гранстехника»

За 2010 г. в Республике Беларусь на работу автомобильного транспорта израсходовано около 1,45 млн. тонн светлых нефтепродуктов (СНП) – бензина, дизельного и биодизельного топлива. Доля Минтранса в общем потреблении СНП в республике составляет 14 %. В себестоимости автомобильных перевозок затраты на топливо составляют до 35 - 40%. Конкурентоспособность транспортных услуг невозможно обеспечить без рационального использования СНП.

Перспективное решение проблемы – внедрение систем контроля расхода топлива (СКРТ), которые представляют собой комплекс бортового оборудования транспортного средства, серверов и каналов связи.

БелНИИТ «Гранстехника» совместно с двумя автотранспортными предприятиями реализован пилотный проект, основной целью которого являлась оценка эффективности применения СКРТ. Реализация проекта показала, что использование СКРТ:

- целесообразно для осуществления диспетчерского контроля в автотранспортных предприятиях, т.к. позволяет контролировать местонахождение и текущие параметры работы транспорта в режиме on-line: время и объем заправок, выявление возможных сливов топлива из бака, расход топлива по данным, получаемым с борта машины от датчиков расхода и уровня топлива;

- позволяет дифференцировать установление повышений и понижений к расчетным линейным нормам расхода топлива;

- позволяет разрабатывать и оптимизировать маршрутные нормы расхода топлива для транспортных средств, работающих на регулярных маршрутах;

- расчет ожидаемой экономической эффективности применения СКРТ с учетом полученных данных при эксплуатации автомобиля МАЗ-551605 с прицепом МАЗ-851600 показал, что возможная экономия топлива составляет порядка 100 л в месяц, при этом срок окупаемости оборудования составит 1,5 года. При средней экономии топлива 70 л в месяц срок окупаемости оборудования составит 2,5 года.

## Основные направления экономии светлых нефтепродуктов на автомобильном транспорте

Савич Е.Л. \*, Кучур С.С., Воронин А.Л.

Белорусский национальный технический университет\*  
БелНИИТ «Транстехника»

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 17 марта 2011г. № 341 «Об утверждении показателей по снижению потребления светлых нефтепродуктов на 2011 год» Министерству транспорта и коммуникаций установлен показатель по снижению потребления светлых нефтепродуктов (СНП) на 2011 год на уровне 4 %.

БелНИИТ «Транстехника» разработаны «Методические рекомендации по определению экономии СНП от внедрения организационно – технических мероприятий», предназначенные для оценки выполнения показателя по снижению потребления СНП.

Экономия СНП в отчетном периоде  $\mathcal{E}_{\text{СНП}}^{\circ}$  определяется как сумма от экономии всех внедренных организационно - технических мероприятий, направленных на снижение потребления СНП

$$\mathcal{E}_{\text{СНП}}^{\circ} = \sum_{i=1}^n \mathcal{E}_{\text{СНП}i}^{\circ}.$$

Показатель по снижению потребления СНП  $\text{ПЭ}_{\text{СНП}}$  определяется как выраженное в процентах отношение полученных за счет организационно – технических мероприятий объемов экономии СНП в отчетном периоде  $\mathcal{E}_{\text{СНП}}^{\circ}$  к объему их фактического потребления  $\text{P}_{\text{СНП}}^{\text{Б}}$  в базисном периоде

$$\text{ПЭ}_{\text{СНП}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{СНП}}^{\circ}}{\text{P}_{\text{СНП}}^{\text{Б}}} \cdot 100\%.$$

В соответствии с разработанными методическими рекомендациями основными организационно-техническими мероприятиями по экономии СНП в организациях автомобильного транспорта являются: обновление парка механических транспортных средств; вывод из эксплуатации механических транспортных средств с бензиновыми двигателями и замена их на оснащенные дизельными двигателями; переоборудование бензиновых автомобилей для работы на газообразном топливе; внедрение дифференцированного нормирования расхода топлива; установка оборудования систем контроля расхода топлива; разработка маршрутных норм расхода топлива; внедрение автоматизированных систем диспетчерского контроля и управления перевозками грузов и пассажиров; оптимизация маршрутов движения.

## Моделирование процесса работы СТОА методом имитационного моделирования

Сай А.С., Кардаш О.С.

Белорусский национальный технический университет

В процессе моделирования процесса работы станции технического обслуживания с помощью метода имитационного моделирования был получен результат, что при интенсивности поступления на СТО в 20 автомобилей в час и при интенсивности обслуживания автомобилей одним постом, которая составила 3 автомобиля в час. Расчетные показатели показали, что при данных условиях оптимальное число постов равно семи (рис. 1), а оптимальное число мест для ожидания в очереди равно трем.

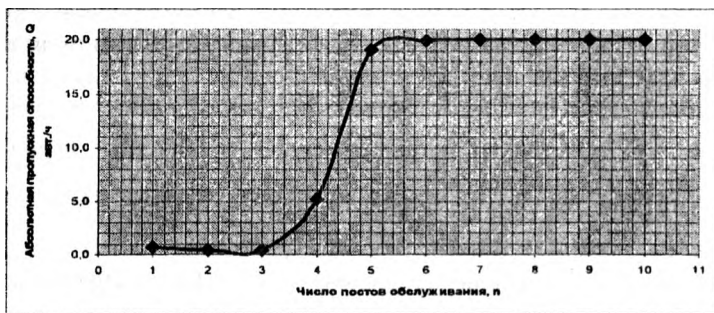


Рис. 1. «Зависимость абсолютной пропускной способности СТОА от числа постов обслуживания»

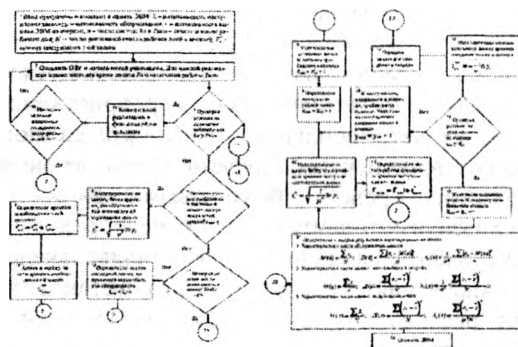


Рис. 2. «Блок – схема расчета»

## Анализ отказов агрегатов трансмиссии автомобилей МАЗ

Савич Е.Л., Миленький П.В.\*

Белорусский национальный технический университет  
БелНИИТ «Транстехника»\*

Проведен статистический анализ общего числа отказов и неисправностей по 10 грузовым автомобилям МАЗ на интервале пробега 0 – 350 тыс. км. В общем потоке отказов на агрегаты трансмиссии приходится 21 %. При достижении пробега 350 тыс. км на каждый автомобиль по агрегатам трансмиссии с начала эксплуатации приходится, в среднем, 37 отказов или неисправностей.

Таблица 1 – Распределение отказов по агрегатам трансмиссии

Наименование агрегата, узла	Распределение отказов		
	Суммарное	на 1 автомобиль	%
Задний мост	171	17,1	45,7
КПП и механизм управления	69	6,9	18,7
Карданная передача	58	5,8	15,2
Сцепление и привод	76	7,6	20,4
Итого	374	37,4	100,00

Наименее надежным является задний мост – 45,7 % отказов.

Таблица 2 – Детали, лимитирующие надежность заднего моста

Наименование детали	Характер отказа	Количество отказов	Ресурс, тыс. км
Манжета ведущей шестерни конического редуктора	износ	56	58,6
Манжета ведущей шестерни колесного редуктора	износ	23	64,2
Колесный редуктор	Износ деталей	22	74,3
Манжета полуоси	износ	17	87,4
Подшипник ведущей шестерни конического редуктора	износ	14	93,1
Фланец ведущей шестерни конического редуктора	Износ шейки	9	124,4
Прокладка регулировочная	разрыв	9	139,5
Редуктор конический	износ деталей	8	146,8

**Исследование показателей безотказности полноприводных автомобилей МАЗ с ограниченным расходом моторесурса**

Дымарь Ю.Л.

Белорусский национальный технический университет

Безотказность - свойство изделия сохранять работоспособность в течение некоторого времени или при выполнении определенного объема работы без вынужденных перерывов в заданных условиях эксплуатации.

Техническая эксплуатация армейских автомобилей имеет важную особенность – ограниченный расход моторесурса автомобилей боевой и строевой групп эксплуатации.

Опытная эксплуатация полноприводных автомобилей с ограниченным расходом моторесурса в войсковых условиях показала, что назрела объективная необходимость в проведении исследования, которое заключается в разработке комплекса мер по повышению их надежности (безотказности).

На кафедре «Военная автомобильная техника» ВТФ в БНТУ ведется работа над НИР «Исследование надежности полноприводных автомобилей МАЗ в армейских условиях. Разработка предложений по ее повышению».

В рамках работы над НИР проводится определение и исследование показателей безотказности полноприводных автомобилей МАЗ в армейских условиях.

Промежуточные результаты исследования позволяют уже на данном этапе сделать выводы о надежности подконтрольных автомобилей, определить характеристики безотказной работы полноприводных автомобилей с ограниченным расходом:

средняя наработка на отказ;

средняя наработка до отказа;

вероятность безотказной работы до первого отказа и др.

Выводы по результатам исследования позволяют:

обосновать тактико-технические требования к перспективным армейским машинам,

разработать предложения по совершенствованию системы технического обслуживания автомобилей отечественного производства поступающих на вооружение войск;

разработать перечень деталей для комплектования индивидуального (группового) ЗИП, комплектов РТО, ремонтных комплектов №1, 2.

Результаты исследования планируется реализовать в нормативно-технической и методической документации для войск, а также в учебной литературе.

## Тенденции нормирования выбросов токсичных веществ в процессе эксплуатации

Савич Е.Л., Кручек А.С.

Белорусский национальный технический университет

В процессе эксплуатации нормирование выбросов токсичных веществ для автомобилей производится только на режимах холостого хода и разгона двигателя. Действующий в Республике Беларусь ГОСТ 17.2.2.03-87 устанавливает предельно допустимое содержание CO 1,5%, СН в зависимости от числа цилиндров 1200 или 3000 млн<sup>-1</sup>, на повышенной частоте вращения коленчатого вала соответственно 600 и 1000 млн<sup>-1</sup>.

Учитывая, что этот стандарт также не соответствует международным нормам, в Республике Беларусь подготовлена новая редакция стандарта для автомобилей с искровым зажиганием «Транспортные средства, оснащенные двигателями с принудительным зажиганием. Выбросы загрязняющих веществ в отработавших газах Нормы и методы измерения», который предполагается ввести в действие января с 2012 года.

Этот стандарт учитывает положения основных международных директив. Предельно допустимое содержание токсичных компонентов будет нормироваться в зависимости от экологического класса автомобиля и составлять на холостом ходу от 0,15 до 3,5% CO и от 100 до 1200 млн<sup>-1</sup> СН, и на повышенной частоте соответственно от 0,1 до 2,0% CO и 100 до 1200 млн<sup>-1</sup> СН. В отличие от предыдущего стандарта, нормируются отдельно также выбросы CO и СН для автомобилей, работающих на газовом топливе, которые зависят от года выпуска и рабочего объема двигателя и составляют от 0,5 до 3,0% CO и от 100 до 2200 млн<sup>-1</sup> СН на режиме холостого хода и от 0,3 до 2,0% CO и от 100 до 850 млн<sup>-1</sup> СН на режиме повышенной частоты вращения коленчатого вала.

Для автомобилей с дизельными двигателями, вместо ГОСТ 21393-75, в котором дымность на режиме максимальных ускорений не должна превышать  $K_{доп} 1,4 \text{ м}^{-1}$  или 50%  $N_{доп}$ , вводится стандарт «Транспортные средства, оснащенные двигателями с воспламенением от сжатия. Дымность отработавших газов». Нормируемым параметром дымности является коэффициент поглощения света  $K$ . Дымность измеряется только на режиме свободных ускорений, в отличие от действующего, где дымность дополнительно проверялась на режиме максимальной частоты вращения коленчатого вала стандарта и в зависимости от экологического класса не должна превышать от 0,15 до 3,0.



**Роль и место ремонта и технического обслуживания в обеспечении работоспособности автотранспортных средств**

Левковский А.П., Турица А.А.

Национальный транспортный университет (г. Киев, Украина)

Эффективность функционирования авторемонтного производства определяется величиной удельных общественных затрат на поддержание подвижного состава в технически исправном состоянии и восстановление его работоспособности. На ремонтные работы отвлекается свыше 50% средств, затрачиваемых на изготовление и поддержание автомобиля в исправном состоянии за срок его амортизации. Быстрый рост автомобильного парка страны и увеличение интенсивности его использования ведут к дальнейшему росту издержек на ремонтные работы.

Низкая эффективность авторемонтного производства в настоящее время вызвана следующими основными причинами: недостаточный уровень качества и высокая себестоимость отремонтированных изделий. В отдельных случаях ресурс отремонтированных двигателей не превышает 30...40% новых, а себестоимость их ремонта достигает 90% себестоимости новых; отсутствие единой технической политики в ремонтном производстве. Перечисленные выше и ряд других объективных и субъективных причин обуславливают недостаточную эффективность авторемонтного производства.

Повышение эффективности авторемонтного производства и обеспечение высококачественного ремонта автомобилей и их агрегатов с оптимальными материальными и трудовыми затратами можно добиться в результате совершенствования всех стадий: проектирования, производства, эксплуатации и ремонта автомобилей.

Совершенствование авторемонтного производства в настоящее время проводится по следующим направлениям: совершенствование системы управления ремонтным производством; концентрация авторемонтного производства и создание производственных объединений с широкой системой кооперирования и перевод его на индустриальную основу; углубленная предметная, поддетальная, а в отдельных случаях и технологическая специализация ремонтного производства; максимальное привлечение для решения вопросов организации и технологии ремонтного производства огромных потенциальных возможностей заводов (объединений) по производству автомобилей и организация, так называемого фирменного ремонта и обслуживания; организация централизованного восстановления деталей с использованием прогрессивной восстановительной технологии.

УДК 658.52.011

## **Автоматизация проверки качества автомобильных амортизаторов**

Ерошин С.С., Шигирт В.А.

Восточноукраинский национальный университет  
имени Владимира Даля (г. Луганск, Украина)

Развитие автоматизации на производстве открывает новые перспективы экономии огромного количества времени. Помимо этого увеличивается производительность и снижается человеческий фактор воздействия. Предприятия автомобильной промышленности зачастую используют стенды для проверки тех или иных изделий готовой продукции. Автомобильные амортизаторы наиболее подвержены износу и поэтому должны обладать высоким уровнем надежности.

Испытательный стенд проверки пневматических, телескопических и гидропневматических видов амортизаторов можно условно разделить на две логические составляющие.

Первая — механическая часть, в которой происходят механические колебания амортизатора. В этой же части с помощью динамометра измеряется усилие на сжатие и растяжение, которое в свою очередь от динамометра передается на контроллер, который является связующим звеном между механической и вычислительной частью.

Вторая составляющая — вычислительная часть, обеспечивающая хранение результатов измерений в базе данных, проведение расчетов, взаимодействие системы и пользователя (посредством графического интерфейса установленного программного обеспечения), вывод информации и графиков как на дисплей, так и на устройство печати.

Система обеспечивает обработку и выдачу информации в двух видах — текстовый в виде таблиц и графический в виде графиков. Кроме этого реализована система ограничения доступа к информации, что делает информацию о проведении испытаний недоступной для посторонних лиц.

УДК 656.13

## **Оптимизация параметров поставки запчастей в предприятиях автомобильного сервиса**

Андрусенко С.И., Бугайчук А.С.

Национальный транспортный университет (г. Киев, Украина)

В НТУ разработана имитационная модель предприятия автомобильного сервиса (ПАС), которая моделирует процесс прохождения заявок на обслуживание через такие типичные подразделения предприятия, как стол

заказов, мойка, посты текущего ремонта, контроля выполнения работ и выдачи автомобилей клиенту. Модель учитывает процесс поставки запчастей на посты ПР по системе АВС. Разработана методика, которая позволяет определить оптимальные значения показателей работы склада запчастей для определенного ПАС для конкретных условий работы. По этой модели проведены исследования влияния работы склада запчастей на работу ПАС. Определено, что при увеличении вариации параметров деятельности склада (среднего времени поставки запчастей на посты) или любого другого подразделения, загрузка подразделения должна быть уменьшена путем повышения производительности его работы или численности работников. Показано, что существует оптимальное время поставки запасных частей на посты, которое обеспечивается количеством или производительностью менеджеров склада, при которых экономические показатели деятельности ПАС наилучшие.

Исследовано влияние параметров АВС-системы поставки запчастей на показатели работы предприятия автосервиса. Определено, что прибыль и рентабельность ПАС уменьшаются с увеличением доли запчастей, которые хранятся на собственном складе. Такое уменьшение является тем значительнее, чем больше относительная стоимость хранения запчастей в ПАС. Это вызвано значительными дополнительными расходами на содержание собственного склада запчастей, которые превышают выгоды от его наличия. Также, существует величина относительной стоимости хранения, при которой часовая прибыль ПАС не зависит от размера собственного склада запчастей ПАС. Если относительная стоимость хранения запчастей меньше этой величины, часовой доход увеличивается с увеличением размера собственного склада, и наоборот. То есть, решение о наличии собственного склада запчастей и его размера должно приниматься с учетом конкретных условий работы ПАС.

УДК 519.876.2

### **Разработка модели функционирования автосервисного предприятия с внедрением системы управления качеством на основе процессного подхода**

Минаков Д.Н., Сичко А.Е.

Национальный транспортный университет (г. Киев, Украина)

Внешняя и внутренняя среда работы предприятий автосервиса накладывает жесткие рамки конкурентной борьбы. Предприятие целесообразно представить как социально-техническую систему с дифференцированными

внешними и внутренними ресурсами на основе процессного подхода. Анализ публикаций показывает, что разработка детальных процессных моделей с использованием функционального моделирования IDEF0 для автосервисных предприятий требует дальнейшего развития.

Владелец процесса в ходе управления планирует (Plan) распределение ресурсов для достижения поставленных целей процесса с максимальной эффективностью. В ходе выполнения (Do) процесса владелец проверяет (Check) ход процесса на основании информации, которая поступает с контрольных точек: мониторинг основного процесса; мониторинг контроля и результатов услуги; мониторинг удовлетворения потребителя. Владелец процесса ведет оперативное управление процессом, корректируя (активно вмешиваясь в ход процесса (Act)), изменяя запланированное распределение ресурсов, меняя планы, сроки и результаты процесса в соответствии с изменившейся ситуацией. В предложенной модели можно проследить два иерархических уровня ответственности с созданием адаптивных циклических контуров управления на каждом уровне:

- 1) руководитель предприятия – владелец процесса;
- 2) владелец процесса – исполнители процесса.

Такой подход к моделированию позволяет осуществлять проведение системного анализа результатов деятельности автосервисного предприятия.

УДК: 621.431.7:621.923.74:631.3.004.67

### **Ускорение макрогеометрической приработки незквидистантных поверхностей**

Замота Т.Н., Аулин Е.В.\*

Восточноукраинский национальный университет имени Владимира Даля  
(г. Луганск, Украина), Кировоградский национальный технический  
университет\* (Украина)

Проблема повышения долговечности сопряжений не может быть решена без качественной доводки пар трения. Одним из направлений в доводке и сокращении времени обкатки является электрохимико-механическая приработка (доводка) (ЭХМП(Д)).

При электрохимико-механическом взаимодействии двух деталей будут протекать два взаимодополняющих процесса, приводящих к выравниванию поверхности: электрохимическое травление и механическая депассивация поверхности. Интенсивность съема металла с прирабатываемой поверхности будет пропорциональна силе тока, протекающего через контактную точку.

Получена математическая модель, описывающая уменьшение

макрогеометрической погрешности при ЭХМП(Д) плоских поверхностей, при анализе которой было выяснено, что процесс ЭХМП(Д) можно контролировать электрохимическими и механическими факторами, влияющими на толщину минимального слоя электролита  $h_{min}$ , его электропроводимость  $\chi$  и пассивирующие свойства, формирующих  $R_{эл}$ -сопротивление минимального слоя электролита;  $R_{эл} \cdot h/h_{min}$ -сопротивление слоя электролита в зоне макрогеометрического отклонения и  $R_{пл}$  - сопротивление пассивационной пленки.

При анодном растворении поверхности, ее выравнивание будет зависеть от разницы силы тока  $I_1$  и  $I_2$ . Чем больше эта разница, тем быстрее и эффективнее процесс уменьшения макрогеометрического отклонения.

Напряжение процесса должно быть максимальным, при котором обеспечивается анодное растворение, но исключается электроэрозия поверхности ( $U$  должно находиться в пределах 3,5...4,5В). Наличие пассивационной пленки только ускоряет выравнивание поверхности, поэтому необходимо подбирать электролит с пассивирующими свойствами.

УДК 629.113

#### **Анализ аналитических моделей долговечности и износа пневматических шин**

Кравченко А.П., Сакно О.П., Лукичев А.В.\*

Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля (г. Луганск)  
Донецкая академия автомобильного транспорта\* (г. Донецк, Украина)

Использование в современном автомобильном транспорте качественных шин ведущих мировых производителей позволило снизить долю шин, выходящих из эксплуатации по причине износа протектора до 3 - 5%. Это подтверждают экспериментальные исследования на грузовых предприятиях промышленных регионов Донбасса. Анализируя природу, интенсивность и механизм изнашивания, выделено влияние внутренних и внешних факторов, подлежащих учету при прогнозировании ресурса шин. Разделив их на постоянные (механические свойства, рецептурный состав, технология, конструкция и т.п.) и переменные (давление, скорость скольжения, температура, мощность трения, геометрия и теплофизические свойства трассы, влияние окружающей среды), определены расчетные модели, возникшие на базе обобщенных теорий и постоянно пополняемые практическими данными. Отмечено два подхода к решению задачи о ресурсе шин:

- метод коэффициентов;
- контактные аналитические методики.

Оба подхода имеют недостатки, которые приводят, или к погрешности в расчетах 20-30%, или к невозможности точного определения компонентов расчетных моделей. Точное решение контактной задачи при неопределенности и случайной изменчивости основных характеристик контактирующих тел: колеса и дороги, почти невозможно. Условия эксплуатации существенно отличны от лабораторных и испытательных полигонов. Ошибки в расчете ресурса приводят или к увеличению складских запасов и ухудшению качества шин при хранении, или к простоям из-за отсутствия необходимых шин.

Проведенные исследования позволяют разработать принципы создания универсальной модели расчета ресурса шин с учетом базовой величины и ее коррекции по статистическим, физическим и реальным эксплуатационным показателям конкретного предприятия и условий эксплуатации.

УДК 629.113

### **Влияние изменения конструкции автомобиля на формирование производственно-технической базы автотранспортных предприятий**

Курников С.И.

Национальный транспортный университет (г. Киев, Украина)

Параметры производственно-технической базы (ПТБ) зависят от целого ряда факторов, к которым относятся геометрические характеристики автомобилей, особенности конструкции автомобилей, вид и технические характеристики технологического оборудования, производственная программа технического обслуживания и ремонта автомобилей и целый ряд других факторов. Проводится анализ влияния на показатели производственно-технической базы геометрических и других характеристик конструкции автомобиля. Для этого определяется количественный состав автомобильного парка, его структура, конструктивные особенности автомобилей, которые влияют на состояние и развитие производственно-технической базы автопредприятия. Относительно парка грузовых автомобилей делается вывод, что в современных условиях имеет место одновременное увеличение количества автомобилей как малотоннажных так и большой грузоподъемности. При увеличении грузоподъемности и габаритных размеров автомобилей будут меняться геометрические параметры производственных зданий и сооружений для ТО и ремонта автомобилей.

С другой стороны габаритные размеры автомобилей ограничиваются нормативными документами. Рассматриваются ныне действующие нормативные документы по этому вопросу, представляется методика их учета при формировании параметров ПТБ.

В новых моделях автомобилей меняется также конструкция их составляющих, что влияет на содержание работ в соответствующих структурных подразделениях предприятия. Например, использование необслуживаемых аккумуляторов вносит изменение в содержание работ в аккумуляторном отделении. Существенно изменяется технология и организация диагностирования автомобилей. Интенсивно развивается встроенное диагностирование, что вносит изменение в конструкцию автомобиля, так и технологию диагностирования автомобилей в автотранспортном предприятии.

Также рассматриваются другие конструктивные изменения автомобилей, которые влияют на формирование ПТБ.

УДК 629.113

### **Анализ систем технического обслуживания и ремонта автомобилей**

Рязанцев Р.Ю.

Национальный транспортный университет (г. Киев, Украина)

Любой автомобиль, независимо от производителя, в процессе эксплуатации меняет свое первоначальное техническое состояние, вследствие чего ухудшаются его технико-эксплуатационные качества, снижается работоспособность. Поддержание автомобилей в работоспособном состоянии требует своевременного проведения мероприятий которые обеспечивают их исправность, а также поддержание технико-экономических показателей в установленных пределах.

Комплекс таких мероприятий предусматривает система технического обслуживания и ремонта автомобилей. Система является одним из важнейших факторов повышения уровня технической эксплуатации автомобилей. Все существующие системы технического обслуживания и ремонта автомобилей представляет собой интеграцию взаимосвязанных подсистем, объединенных единой целью. Согласованная работа таких подсистем представляет собой сущность организации и управления работой системы в целом.

Существующая практика обеспечения работоспособности автомобилей показывает, что наиболее известными являются две системы технического обслуживания и ремонта автомобилей: планово-предупредительная и по техническому состоянию. Планово-предупредительная система составляла основу Положений о техническом обслуживании и ремонте автомобилей, действовавших в Советском Союзе. Она является основной и в ныне действующем Положении Украины. Другая система, по техническому состоянию, представляет основу зарубежной практики проведения технического обслуживания и ремонта автомобилей. Проводится сравнительный анализ

гих двух систем, на основании которого делается вывод, что цель зарубежной системы технического обслуживания и ремонта автомобилей такая же, как и отечественной системы – это управление техническим состоянием автомобиля на протяжении всего срока его службы.

Однако средства достижения этой цели отличаются между собой. Повышение эффективности отечественной системы ТО и ремонта может быть достигнута техническими, организационными средствами и способами.

УДК 685.138.071.8

### **Региональные диагностические комплексы как основа для централизованного диагностирования автотранспортных средств**

Дьяченко Г.В., Медведев Е.П.

Восточноукраинский национальный университет  
имени Владимира Даля (г. Луганск, Украина)

Переход экономики Украины на рыночные отношения вызвал высокие темпы роста численности парка автомобилей по всем регионам страны. Поддержание их технико-эксплуатационных характеристик требует применения более совершенных средств диагностики и современного автосервиса. К сожалению, система автосервиса к этому не подготовлена. Она, как исполнитель, не смогла осуществить использование совокупности всех средств, способов и методов по обеспечению высокой работоспособности, экономичности, дорожной и экологической безопасности через предоставление платных услуг юридическим и физическим лицам – владельцам автотранспортных средств.

Проведенный анализ позволяет утверждать, что накопленный потенциал возможностей технической диагностики в получении объективной информации о фактическом состоянии каждого автомобиля не нашел массового применения на региональном уровне. Это не позволяет оперативно управлять объемами и регламентом, производственными ресурсами и технологическими процессами ремонтно-профилактических воздействий на строго научной основе.

Для реализации новой концепции профилактического обслуживания и ремонта автомобилей по их фактическому техническому состоянию на базе диагностической информации, должна функционировать система централизованного диагностирования автомобилей на основе организации и использования региональных диагностических комплексов (“СЦДА – РДК”). Оценка ее эффективности производится с помощью моделей на основе сравнения различных вариантов формирования системы и последо-



вательного учета составляющих параметров функционирования структурной производственной единицы – РДК по технико-экономическим критериям.

УДК 629.113

### **Технико-экономические показатели ЭХМП(Д) трибосопряжения подшипников скольжения**

Кравченко А.П., Зорин Р.В.

Восточнукраинский национальный университет  
имени Владимира Даля (г. Луганск, Украина)

Контроль подшипников скольжения ДВС показал, что использование ЭХМП(Д) при существующих отклонениях от правильной геометрической формы опор может улучшить триботехнические характеристики контакта сопряженных поверхностей. Целесообразность применения предлагаемой технологии подтверждена расчетом технико-экономической эффективности внедрения усовершенствованного способа ЭХМП(Д). Установлено, что износ протекает в пределах высоты неровностей микрорельефов, при этом увеличивается площадь контакта подшипников скольжения, боковая поверхность колец и зеркала гильзы по всей площади приобретают плосковершинность.

Анализ технико-экономических показателей использования ЭХМП(Д) на примере двигателей выявил, что расход масла на угар в процентах от израсходованного топлива у опытного двигателя составил 0,589, а у контрольного 0,922% (допустимое значение расхода масла на угар для двигателей, прошедших капитальный ремонт, составляет 1% от израсходованного топлива). В тоже время, расход масла на угар у опытного двигателя на 0,033% меньше, чем у двигателя прошедшего макроприработку по существующей технологии ЭХМП(Д).

Меньший расход масла на угар и износ компрессионных колец подтверждает улучшение уплотняющей способности поршневых колец и показывает о возможном увеличении межремонтного ресурса двигателей, отремонтированных с применением разработанной технологии ЭХМП(Д). В процессе опытов произошло уменьшение овальности шатунных и коренных шеек, подвергнутых ЭХМП(Д). Выяснено, что несоосность одной опоры влияет на местное повышение контактных давлений на остальных опорах. В этих условиях за счет ЭХМП(Д) формируются такие площади пятен контакта, которые обеспечивают низкую интенсивность изнашивания сопряжений.

## **Диагностика системы зажигания автомобильного двигателя на основе сравнения спектров сигналов**

Панчоха В.В.

Национальный транспортный университет (г. Киев, Украина)

Метод автоматизированного диагностирования системы зажигания можно считать как адаптивную, открытую диагностическую систему, которая позволяет пополнить информационную базу данных параметров математической модели, описывающую различные неисправности системы зажигания. Такой подход позволяет настроить диагностическую систему для различных типов систем зажигания и пополнить информационную базу при появлении неисправностей, которые в нее не занесены.

В работе решена проблема повышения эффективности диагностирования системы зажигания, направленная на снижение трудоемкости процесса диагностирования, его автоматизации и повышения достоверности полученной информации. Предложенный метод позволяет сократить время диагностирования по сравнению с имеющимися методами компьютерного диагностирования. Данный метод прост в реализации и не требует специальных сенсоров для считывания диагностической информации.

УДК 504.06: 629.113

## **Управление производственными процедурами с целью снижения воздействия автомобилей на окружающую среду**

Матейчик В.П., Коломиец С.В.

Национальный транспортный университет (г. Киев, Украина)

Автомобильный транспорт вносит значительный вклад в постоянно ухудшающуюся экологическую ситуацию во многих странах мира. Интенсивность загрязнения атмосферного воздуха отработавшими газами (ОГ) двигателей внутреннего сгорания (ДВС) связана с соответствующей широкой и повсеместной эксплуатацией автомобильного транспорта.

Техническое состояние автомобилей в процессе эксплуатации значительно влияет на величину загрязняющих выбросов. Нормирование и проверка соответствия нормам количества вредных веществ поступивших с ОГ ДВС, которая проводится на автотранспортных предприятиях - одно из основных мероприятий снижения токсичности автомобильных выбросов, постоянно возрастающее количество которых оказывает угрожающее влияние на уровень загрязнения атмосферного воздуха крупных городов и здоровье человека.

Эффективным инструментом снижения воздействия автомобилей на окружающую среду является внедрение систем экологического менеджмента в соответствии со стандартом ДСТУ ISO 14001:2006. Одним из важнейших пунктов стандарта, реализация которого позволяет на практике улучшить механизм обслуживания и проверки автомобилей, является разработка и внедрение производственных процедур, а именно – контроля экологических показателей автомобилей.

На основе действующих в Украине стандартов ДСТУ 4276:2004 и ДСТУ 4277:2004, которые регламентируют процесс измерения дымности ОГ автомобилей с дизелями и газодизелями, а также содержания оксида углерода и углеводородов в ОГ автомобилей с двигателями, работающими на бензине или газовом топливе, были разработаны процедуры контроля экологических показателей транспортных средств на автобусном парке города Киева. В соответствии с требованиями стандарта разработанные процедуры определяют последовательность операций и условия этапов проведения измерений, а также рабочие критерии нормального выполнения этапа, действия в случае отклонения от нормы и т.д.

УДК 629.113

### **Тенденции развития транспортной системы**

Сачко Г.А., Шевченко В.Н.

Белорусский национальный технический университет

Бесспорно, актуальной тенденцией развития транспортной системы остаётся увеличение разнообразия видов топливно-энергетического обеспечения транспортных средств и повышение безопасности, в первую очередь, экологической, самих транспортных средств и производственных процессов предприятий с ними связанных.

Объективным фактором, определяющим современные тенденции развития транспортной системы, является факт и понимание того, что система образующим компонентом для транспортной системы является объект перевозки груз и (или) пассажир.

Тенденции развития современной транспортной системы сопряжены с системными свойствами транспортной системы, а именно с тем, что она: потоковая, открытая, динамичная, техническая и социально-экономическая, вероятностная и детерминированная, централизованная, управляемая, саморегулирующаяся и др.

Современная транспортная система подразделяется по среде функционирования, видам транспорта, по назначению, по уровню рассмотрения, и в каждой номинации, как и транспортная система в целом имеет общую

структуру: транспортные средства, транспортные пути и транспортные узлы, материально-техническая база, объект перевозки, персонал.

Среди транспортных средств, имеющих различную среду функционирования, отсутствует фактор конкуренции, но присутствует необходимость дополнения и взаимодействия. Среди наземного транспорта конкуренция в ограниченном виде присутствует на маршрутах определенной протяженности и направления. Преобладающей тенденцией является необходимость взаимодействия различных видов транспорта в различных формах: технологической, технической, экономической и организационной, правовой и информационной. Это требует объединения усилий и при решении ряда конкретных вопросов, например, создания универсальной методики по определению себестоимости единицы транспортной продукции для основных магистральных видов транспорта.

УДК 656.1

### **Обеспечение работоспособности автомобилей с использованием диагностической информации**

Страчук И.В., Савич Е.Л.

Белорусский национальный технический университет

Эффективность работы автомобильного транспорта можно записать в виде целевой функции, включающей в себя затраты на дороги, запасные части, эксплуатационные материалы, техническое обслуживание и ремонт (ТО и Р). Оптимизация затрат на МТО и выполнение работ по ТО и Р реализуется благодаря точному определению фактических потребностей, а также объемов работ по каждому автомобилю индивидуально на основе широкого применения диагностики и новых информационных технологий. Такая система позволяет проводить для автомобилей ТО с индивидуальной программой, которое условно можно назвать индивидуальным техническим обслуживанием (ИТО). Индивидуальное прогнозирование периодичности технического обслуживания и технического состояния автомобилей является одним из основных положений функционирования такой системы ОРСА.

Исходной информацией, получаемой в центре диагностики с использованием компьютеризированных средств диагностирования, являются: а) значения параметров технического состояния автомобиля и его отдельных агрегатов и систем, б) календарные даты и значения наработок автомобиля, соответствующие зафиксированным значениям параметра; в) предельно-допустимые нормативные значения диагностических параметров и др. Информация передается системе управления для обработки, в процессе которой формируются массивы нормативно-справочной и диагностиче-

ской информации, необходимые для организации процесса прогнозирования, например виды и конкретные параметры закономерностей изменения технического состояния автомобиля или его элементов. Выходной информацией для такой системы будут являться объемы работ по ТО и Р А на каждую конкретную дату за период планирования, а также требуемые номенклатура и количество запасных частей, оборудования.

Соответственно, условием перехода автомобильного транспорта к гибкой адаптивной системе ОРСА с индивидуальной корректируемой периодичностью и объемами обслуживания, оптимизированным нормам МТО, является широкое применения технической диагностики.

УДК 621.7

### **Исследование удельных затрат на ТО и ремонт автомобилей МАЗ**

Ивашко В.С., Савич А.С., Буйкус К.В.

Белорусский национальный технический университет

Основные грузоперевозки в республике осуществляются автомобилями МАЗ. Исходными данными при исследовании удельных затрат на ТО и ремонт автомобилей были экспериментальные данные, полученные при технической эксплуатации автомобилей РУП «Белдортранс», «Цемстрой» ОАО «Красносельскстройматериалы» МАЗ 5551 грузоподъемностью 10т, расход топлива – 2,32л на 100км и 1т грузоподъемности; МАЗ 5516 грузоподъемностью 20т, расход топлива – 2,2л. Техническое обслуживание (ТО) автомобилей МАЗ 5551 ТО-1 проводится через 8000 км, ТО-2 – 24000 км. МАЗ 5516 ТО-1 проводится через 5000 км, ТО-2 – 20000 км. Данные автомобили работают по доставке блоков из ячеистого бетона, перевозке сыпучих грузов.

Расчеты проводились по следующим выражениям:

$$L_{\text{ср}} = L_{\text{общ}} / n; \quad R_{\text{тср}} = R_{\text{тобщ}} / n;$$

где  $L_{\text{ср}}$  – средний пробег одного автомобиля;

$L_{\text{общ}}$  – общий пробег всех автомобилей;

$R_{\text{тср}}$  – средний расход топлива одного автомобиля;

$R_{\text{тобщ}}$  – общий расход топлива всех автомобилей;

$n$  – количество автомобилей.

Общие затраты на ТО и ремонт автомобилей МАЗ 5551 1999 г.в. составляет более 290 руб. на 1 км или 29 руб. на 1 ткм общего пробега, МАЗ 5551 2005 г.в. соответственно - 165 руб. и 16,5 руб. на 1 ткм общего пробега, МАЗ 5551 2008 г.в. - 130 руб. и 13 руб. на 1 ткм общего пробега; затраты на ТО и ремонт автомобилей МАЗ 5516 1999 г.в. составляет 380 руб. и 13 руб. на 1 ткм общего пробега, МАЗ 5516 2005 г.в. - 200 руб. на 1 км и

10 руб. на 1 ткм общего пробега, МАЗ 5516 2008 г.в. - 150 руб. на 1 км и 7,5 руб. на 1 ткм общего пробега.

Повышение грузоподъемности снижает удельные затраты на ТО и ремонт, а увеличение срока эксплуатации автомобилей увеличивает в 2 раза удельные затраты на ТО и ремонт.

Фактический расход топлива составляет для автомобиля МАЗ 5551 2008 г/в от 3,0л на 100 км и 1т грузоподъемности до 3,7л 2008 г/в, для МАЗ 5516 - от 2,6л (2008) до 3,1л (1999).

УДК 629.113.04

### **Восстановление малоресурсных деталей автомобилей**

Ярошевич В.К., Гушол К.А.

Белорусский национальный технический университет

Одним из путей сбережения ресурсов является восстановление деталей, которые до недавнего времени подлежали замене новым. Это в первую очередь относится к бронзовым втулкам, широко применяемым в конструкциях автомобилей (втулки распредвала, верхней головки шатуна, поворотного кулака и др).

В условиях серийного производства восстановление втулок может быть организовано на полуавтоматических устройствах роторного типа с 4-мя шпинделями. Технологический процесс восстановления втулок состоит из следующих операций:

1. Мойка и очистка заготовки от загрязнений;
2. Установка заготовки на шпиндель;
3. Установка внутрь заготовки внутреннего индуктора МИУ и помещение всей сборки в наружный индуктор. Заполнение порошком зазора между заготовкой и наружным индуктором. Бункер с порошком одновременно служит центрирующим приспособлением, совмещающим оси заготовки и шпинделя и обеспечивающим одинаковую толщину порошкового слоя.
4. Магнитно-импульсная напрессовка порошка по схеме «на раздачу» на наружную поверхность заготовки. При этом происходит увеличение внутреннего и наружного диаметров втулки, играющей роль оболочки, а на ее наружной поверхности образуется уплотнённый слой порошка. Для уменьшения окисления порошка при последующем спекании рекомендуется вводить в него небольшое количество добавок бора и кремния;
5. Обжатию заготовки с порошковым слоем на оправку, диаметр которой меньше номинального диаметра новой детали на величину припуска на окончательную механическую обработку заготовки по внутреннему диаметру.

6. Спекание порошка и припекание его к заготовке в индукторе ТИЧ при непрерывном вращении для обеспечения равномерности нагрева. В результате получается заготовка с припуском на обработку как по наружному, так и по внутреннему диаметрам.

УДК 621.793

### **Совершенствование методики расчета выброса вредных веществ при движении легковых автомобилей**

Флерко И.М., Поклад Л.Н.

Белорусский национальный технический университет

Автомобильный транспорт является одним из основных источников выбросов вредных веществ в окружающую среду. С целью снижения выбросов от использования автомобилей проводятся различные мероприятия конструктивного, организационного и эксплуатационного характера. Величина вредных выбросов нормируется различными законодательными актами, распространяющимися на период испытаний и эксплуатации автотранспортных средств.

Существуют методики расчета выбросов вредных компонентов от деятельности предприятий автосервиса и при движении автомобилей. Однако, как показал анализ, данные методики требуют усовершенствования.

При расчете выбросов CO, CH, NO<sub>x</sub>, частиц и других компонентов от эксплуатации автомобилей учитываются вид используемого топлива, его количество, а также тип населенного пункта, в котором использовался автомобиль, движение в загородных условиях, наличие системы нейтрализации отработавших газов.

Предложена методика и программа расчета позволяющая учитывать кроме вышеперечисленных параметров экологический класс и срок эксплуатации автомобилей. Расчеты по усовершенствованной методике показали, что при эксплуатации легковых бензиновых автомобилей удовлетворяющих требованиям Евро 5 по сравнению с автомобилями Евро 3 выбросы снижаются: CO на 28 %, CH на 32 %, NO<sub>x</sub> на 42 %, а для дизельных легковых автомобилей соответственно: CO на 27 %, CH на 29 %, NO<sub>x</sub> на 32 %, а частицы на 36 %. При переходе с легковых автомобилей возраста свыше 10 лет на автомобили возраста с 3 до 7 лет выбросы снижаются: CO – на 55%, CH – на 38%, частиц – на 54%.

Данная методика также позволяет рассчитывать выбросы вредных веществ от движения грузовых автомобилей и автобусов.

**Логистическая стратегия производителей оригинальных  
автомобильных запасных частей как фактор повышения  
удовлетворенности потребителей**

Хаврук В. А.

Национальный транспортный университет (г. Киев, Украина)

Рынок запасных частей к автомобильной технике характеризуется широким ассортиментом, который усиливается присутствием большого количества производителей и зачастую неизвестных потребителю – владельцу автомобиля. Одна категория потребителей, ориентируются на фирменный технический сервис, другая же категория потребителей – на собственный опыт в приобретении запасных частей. Но в обоих случаях потребители не «застрахованы» полностью от некачественных запасных частей, которые при низкой цене будут иметь неизвестное происхождение. Для устранения таких неблагоприятных явлений для потребителей как существование неоригинальных запасных частей ведущие производители определяют ту или иную логистическую стратегию в обеспечении потребностей владельцев автомобилей в запасных частях.

Рассматривая логистические стратегии ведущих производителей автомобильных запасных частей, необходимо отметить, что наиболее распространенными являются три схемы снабжения: «авторитарная», комбинированная и «гибкая».

Определяющим для эффективности применения схем снабжения запасных частей является зависимость «скорость-стоимость». Анализ же данных стратегий показывает, что им присущи недостатки, которые в основном кроются в принципах взаимодействия дистрибьюторов и дилеров, и поэтому ни одна из них не обеспечивает оперативность и полное удовлетворение потребителей в необходимых запасных частях. Одним из направлений решения данной проблемы является постоянный мониторинг рынка запасных частей, статистика и дифференциация потребностей потребителей.



# **Инженерная и компьютерная графика**

## Влияние предварительной деформации металлов на усталостную прочность

Бурейко В.В.

Белорусский национальный технический университет

Деформация некоторых сплавов и чистых металлов при определенных температурно-скоростных условиях происходит с выделением мелкодисперсных частичек, добавок или примесей, находящихся в состоянии твердых растворов с основной фазой. Во время пластического деформирования процесс упрочнения и динамического старения металла, в основном связан блокированием дислокацией примесными атомами или их атмосферами. Имеется предположение, что в местах максимальных сдвигов или других юнах деформированного металла, возможно, образование некогерентных выделений в виде мелкодисперсных частиц, которые возможно в электронном меньшинстве. Предварительно деформируя титан в условиях схем напряженного состояния (растяжения, кручения и сжатия) можно получить неодинаковый эффект изменения сдвигающего напряжения с ростом степени деформации.

Электронно-микроскопический анализ деформированного растяжением титана ВТ1-0 при комнатной температуре, подтверждает протекание физико-химического процесса выделения фаз примесей из твердого раствора. Повышение температуры до 200°C при растяжении титана стимулирует реакции динамического деформационного старения. Просмотр угольных реплик в электронном микроскопе показал, что наряду с большим количеством зерен свободных от частиц или имеющих весьма незначительное число частиц, имеются зерна, где концентрация частиц фаз примесей увеличилась.

В случае деформации сжатием при комнатной температуре в структуре титана увеличивается количество двойников. Процесс двойникования в значительной степени зависит от схемы напряженного состояния. Наиболее благоприятной схемой образования двойников является сжатие.

Именно для этой схемы напряженного состояния деформированная структура титана и ряда других металлов содержит наибольшее число двойниковых образований.

Механизм двойникования у некоторых металлов может играть решающую роль в процессах пластического течения, влияя на сопротивление деформации, пластические, прочностные и усталостные свойства испытуемого металла. Просмотр угольных реплик в электронном микроскопе показал, где концентрация частиц фаз примеси увеличилось.

**Об организации самостоятельной работы студентов  
по курсу «Инженерная графика»**

Бушило И.Д., Лукьянович И.Р.

Белорусский национальный технический университет  
Белорусский государственный университет

В процессе освоения курса «Инженерная графика» как учебной дисциплины студенты должны овладеть некоторым уровнем научных знаний, практических умений и навыков. Научные знания студент приобретает на лекциях, с помощью учебника, методических пособий, используя обучающие ролики с компьютерной анимацией, наглядные демонстрационные стендовые материалы. Умения студент формирует на практических занятиях, где решаются в основном типовые задачи, в меньше степени нестандартные. Решение задач представляет собой творческий процесс, который можно рационально организовать.

Известный математик Д.Пойа уделял большое внимание этому вопросу и отмечает несколько этапов: 1. Понимание постановки задачи возможно ли удовлетворить условию? Достаточно ли условие для определения неизвестного? Рекомендует выполнить чертеж. Ввести обозначения. Разделить условие на части, постараться записать их. 2. Составление плана решения. Не встречалась ли вам раньше эта задача? Хотя бы в несколько другой форме? Не знаете ли вы теоремы, которая могла бы оказаться полезной? Постарайтесь вспомнить знакомую задачу с тем же или подобным неизвестным. 3. Осуществление плана. 4. Взгляд назад – нельзя ли получить тот же результат иначе? Нельзя ли в какой-нибудь другой задаче использовать полученный результат или способ решения?

Таким образом, создаются предпосылки для творчества. Конечная цель обучения студентов состоит в приобретении умений и навыков самостоятельно добывать знания для решения практических задач будущих специалистов посредством изучения «Инженерной графики». Продуктивная деятельность творческого типа реализуется студентами при выполнении курсовой работы, работе с электронными учебниками и конструкторами задач, в кружках по углубленному изучению дисциплины, участием в олимпиадах разного уровня и НИРС.

Все эти работы более успешно проводятся под руководством преподавателя, который не считает препятствием к общению со студентами недостаточное знание ими своего предмета. Разработанная методика несомненно послужит усовершенствованию учебного процесса.

**Создание обучающих роликов для построения пересечений  
сложных технических форм**

Бушило И.Д., Лукьянович С.А.

Белорусский национальный технический университет  
Белорусский государственный университет

На этапе освоения научных знаний по курсу «Инженерная графика» обучаемый ищет содержательный материал, который изложен в логической последовательности, легко читается, прост в понимании. Традиционные технологии обучения – проработка учебников и методических пособий – в большой степени позволяют отразить ключевые моменты методики решения задач, но обладают рядом недостатков для обучения графическим дисциплинам, так как на изображении представлено условие задачи и реализован алгоритм ее решения.

Появляется проблема в распознавании, какие действия (линии) выполнены раньше и какие – потом. В результате получается, что даже выполненное решение не гарантирует понимания задачи. Этих недостатков лишены обучающие наглядные видео-ролики по курсу «Начертательная геометрия».

Одной из сложных к пониманию тем курса всегда была тема «Пересечение поверхностей. Общие случаи». Тема эта основополагающая и в машиностроительном черчении. Так как процесс графического решения задачи представляет собой последовательность преобразований формы, размера, расположения геометрических образов, то целесообразно было создать пошаговую реализацию решения задачи.

Нами разработан обучающий видео-ролик по данной теме. Ролик выполнен с помощью программы Flash с анимационными изображениями этапов и в той последовательности, в какой лектор излагает материал и выполняет графические построения на доске. Применены несколько цветов линий, соответствующих стадиям решения: условие, вспомогательные построения, результат. Структура линий чертежа помогает пространственному представлению геометрических тел и их общей линии.

Ролик не интерактивен, но одно и то же изображение можно прокрутить в нужном для студента ритме последовательно вперед и поэтапно вернуться к исходному условию. Условие задач не формируется в ролике динамически. Такой обучающий видео-ролик очень удобен при чтении лекций – разделы начертательной геометрии, проекционного и машиностроительного черчения, полезен в самостоятельной работе студентов по соответствующим разделам курса.

## **Межгосударственная и международная стандартизация в области конструкторской документации**

Гиль Н.Н., Лешкевич А.Ю.

Белорусский национальный технический университет

В современном мире любые предприятия, в том числе машиностроительные и приборостроительные, в процессе своей деятельности и производства преследуют единую цель – достижение максимальной прибыли. В условиях рыночной экономики при стремлении Беларуси к интеграции в международное сообщество остро встает вопрос о нормативном обеспечении такой интеллектуальной продукции, как конструкторская документация (КД), которая в новых условиях хозяйствования становится ценным объектом купли-продажи.

Нормирование в области КД достигается посредством создания и внедрения в производство единых требований, норм, правил и характеристик, установленных в стандартах и различных нормативных документах. Главной целью данного процесса является достижение оптимальной степени упорядочения посредством широкого и многократного использования установленных положений, требований, норм. При таких условиях внедрения единых требований, как на территории государства, так и на межгосударственном и мировом уровне, предприятия могут достигнуть высокого уровня экономического и технического развития, а также возможность расширить экспорт продукции и получить максимальную прибыль.

В ходе проведения анализа требований, установленных межгосударственными стандартами серии ЕСКД и международными стандартами ISO серии 128, были обнаружены некоторые расхождения в устанавливаемых требованиях. Одним из важных несоответствий является непригодность требований стандартов серии ЕСКД к электронным программам САД-систем, в то время как стандарты ISO разрабатываются, учитывая специфику создания КД с помощью программного обеспечения. В частности, названия некоторых типов линий и видов штриховки в международных стандартах приведены в соответствие с системой AutoCAD.

Поскольку ЕСКД все же остается главным системообразующим элементом стандартизации в машиностроении и приборостроении, задача заключается в том, чтобы наполнить стандарты системы новым содержанием, учитывающим требования международных стандартов. Также, наряду с требованиями выполнения КД в бумажной форме должны быть установлены требования представления документации в электронном виде. Такие изменения повысят конкурентоспособность продукции, приведут к экономии материальных средств и интеллектуальных усилий.

**Опыт разработки и принцип организации новой лабораторной работы  
«Формирование трёхмерных моделей геометрических тел»**

Гиль С.В., Марамыгина Т.А.

Белорусский национальный технический университет

Целесообразность разработки комплекса новых лабораторных работ в системе AutoCAD по созданию и редактированию трёхмерных моделей объясняется рядом факторов: во-первых, модернизация существующих лабораторных работ, сформированных более 15 лет назад, является требованием времени; во-вторых, в соответствии с последней корректировкой рабочих программ ряд специальностей на заключительном этапе освоения инженерной графики во втором и четвёртом семестрах изучают данную дисциплину средствами AutoCAD в полном объёме 34 часа, а не 18 часов, как это было традиционно и, следовательно, возникает необходимость в увеличении количества и повышении качества проводимых лабораторных работ; в-третьих: необходимо привести в соответствие содержание и уровень выполняемых лабораторных работ возможностям последних более современных версий системы AutoCAD.

Более детально разберём организацию первой лабораторной работы данного комплекса под названием «Формирование трёхмерных моделей геометрических тел». В основу её положен принцип «моделирования с помощью тел». Это самый простой способ трёхмерного моделирования. Средства AutoCAD позволяют создавать трёхмерные объекты на основе базовых пространственных форм: параллелепипеда, конуса, цилиндра, тора и т. д. Кроме того, несмотря на кажущуюся сложность тел их легче строить и редактировать, чем каркасные модели и сети. На первом этапе лабораторной работы происходит знакомство с командами создания простейших трёхмерных тел. На втором этапе – знакомство с методами «выдавливания» и «вращения» двумерных примитивов, создания сложных объектов методами объединения, вычитания и пересечения. На третьем этапе проводится построение призматической трёхмерной комбинированной поверхности с внутренним цилиндрическим отверстием, на которой отрабатываются команды сопряжения, снятия внешних и внутренних фасок, выполнение разрезов и сечений. На заключительном этапе отрабатываются команды подавления скрытых линий, раскрашивания и тонирования, а также возможность рассмотрения пространственной модели из любой точки зрения. Разработаны методические указания к лабораторной работе с пошаговым выполнением команд создания и редактирования трёхмерных моделей и проведена её успешная апробация в учебном процессе ряда групп нескольких специальностей.

**Особенности разработки и формирования нового учебно-методического комплекса по разделу «Начертательная геометрия» для студентов конструкторских и строительных специальностей**

Гиль С.В., Разумова Л.С.

Белорусский национальный технический университет

В последние годы открываются новые специальности, требующие комплексной графической подготовки будущих специалистов с введением элементов строительного черчения. Так в БНТУ на факультете технологий управления и гуманитаризации (ФТУГ) открыта специальность: «Организация упаковочного производства», на факультете горного дела и инженерной экологии (ФГДЭ) специальности: «Разработка месторождений полезных ископаемых», «Горные машины и оборудование» и традиционно по этим же рабочим программам на автотракторном факультете (АТФ) обучаются студенты специальностей: «Организация перевозок и управление на автомобильном и городском транспорте», «Организация дорожного движения» и одна из вновь открытых - «Транспортная логистика». В условиях дефицита учебных часов при изучении дисциплины «Инженерная графика» для увеличения интенсификации усвоения студентами разделов дисциплины с одновременным повышением роли и качества самостоятельной работы студентов в обучении разработан структурированный учебно-методический комплекс по разделу инженерной графики «Начертательная геометрия» с элементами строительного черчения для студентов дневной и заочной форм обучения. В его состав входят: учебно-методическое пособие, разработанное коллективом преподавателей кафедры, где представлены в виде лекций основополагающие темы раздела «Начертательная геометрия», методики выполнения индивидуальных заданий; комплект индивидуальных графических заданий по основным изучаемым темам раздела (12 заданий, 30 вариантов), два наглядных стенда с чертежами, отражающими пошаговое выполнение индивидуальных заданий «Перспектива» и «Проекция с числовыми отметками». Каждому пункту алгоритма задания соответствует текстовое объяснение и согласованный с ним этап построения чертёжа. В учебно-методическом пособии более 100 страниц и более 180 рисунков, чертежи которых выполнены в графической системе AutoCAD. В пособии рассмотрены основные темы раздела «Начертательная геометрия» с элементами строительного черчения, которые студенты вышеперечисленных специальностей изучают в первом семестре. Таким образом, разработанный методический комплекс позволяет повысить качество самостоятельной работы студента и подготовить его к решению более сложных задач на этапе курсового проектирования при изучении специальных дисциплин.

**О роли компьютерной графики на начальном этапе изучения разделов инженерной графики**

Зелёный П.В.

Белорусский национальный технический университет

Времени, отводимого учебными планами на изучение инженерной графики как дисциплины, едва хватает на поддержание приемлемого уровня подготовки и поэтому оно должно использоваться с высокой степенью рациональности. Тем более, с особой тщательностью надо относиться к расширению содержания дисциплины в пределах тех же, неоднократно сокращённых, учебных часов. Это расширение в последнее время имеет место и в связи с компьютерной графикой. Конечно, необходимо соответствовать требованиям времени и использовать в учебном процессе возможности компьютерной графики, но в тесной связи с изучением традиционного материала всех её разделов. При этом не должно преобладать, как конечная цель, преподавание за счет исконных учебных часов инженерной графики возможностей одной из многочисленных графических программ.

Компьютерная графика должна, прежде всего, рассматриваться как средство для более интенсивного изучения основ самой графической дисциплины. Бесспорно, прежде всего, должны широко использоваться в учебном процессе те демонстрационные возможности, которые предоставляет 3-D моделирование, чтобы ускорить усвояемость изучаемого материала, и уж за счет этого экономить учебное время на изучение самой компьютерной графики, если оно не предусмотрено учебными планами. В сложившихся условиях дефицита учебного времени изучение компьютерной графики без ущерба дисциплине реально видится как самостоятельное, но управляемое преподавателем

Этому способствует и то, что современные версии графических программ все в большей степени предрасполагаются разработчиками к такому изучению на начальных этапах – этапах ознакомления с их основными возможностями, вполне достаточными при изучении правил образования чертежа, его оформления в соответствии со стандартами.

Профессиональное изучение той или иной графической программы, конечно же, должно иметь место, но позже, на этапе подготовки по специальности, что и предусматривается учебными планами. Важно, что на этом этапе уже известно, какая графическая программа положена спецкафедрой в основу дальнейшей компьютерной графической подготовки и изучения САПР по избранной студентом специальности.



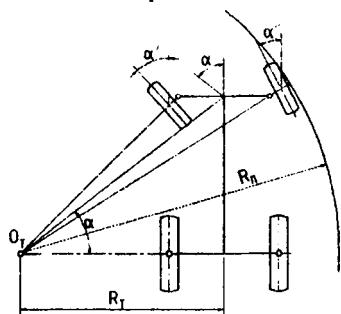
## Сравнительный анализ графического и аналитического моделирования на примере поворота трактора

Зеленый П.В., Щербакова О.К.

Белорусский национальный технический университет

При проведении ряда исследований, в том числе, поворотливости трактора, целесообразно использовать графическое моделирование, так как оно достаточно быстро и точно позволяет определить искомые параметры коридора движения без выведения сложных аналитических выражений и проведения расчетов. В тракторостроении традиционно за теоретический радиус поворота принимают расстояние от центра поворота до середины заднего моста  $R_T$  (рис. 1). Как показывает практика, такое определение радиуса поворота не совсем целесообразно, потому что в этой величине не учитывается траектория движения внешних колес, которые описывают траектории гораздо большего радиуса, нежели середина заднего моста. Эти параметры особенно важно знать при работе трактора в стесненных условиях (парники, сады, наличие лесополосы при вспашке). Поэтому в настоящее время в технических характеристиках указывают не величину

$R_T$ , а величину  $R_{\Pi}$ , которая определяет максимальную величину коридора поворота трактора по траектории движения крайней точки переднего колеса, удаленного от центра поворота (рис.1). С развитием компьютерных технологий определить искомый параметр  $R_{\Pi}$  не составит труда, не прибегая к сложным формулам по его вычислению. Для получения быстрого результата достаточно знать базу трактора, ширину профиля шин,



диаметры и углы поворота колес и составить графическую модель. Графически моделируя с её помощью движение трактора, определяют необходимые геометрические параметры его поворота. До развития графического компьютерного моделирования это проделывать вручную было сложнее, чем вывести необходимые аналитические выражения. Уровень современного графического моделирования позволяет с высокой степенью точности, быстро без сложных расчетов заменить вывод формул определением необходимых геометрических параметров в графической программе, к примеру, радиус поворота по переднему наружному колесу трактора. Само графическое моделирование, к тому же, более наглядно, чем аналитическое (в особенности, если выполняется в 3D) и более понятно.

## Применение методов начертательной геометрии в конструировании режущего инструмента

Колешко Л.А.

Белорусский национальный технический университет

При изучении инженерной графики – раздел «Начертательная геометрия» - изучаются основные методы и положения построения чертежа, обучает студентов пониманию и чтению чертежа, а также развивает пространственное мышление задачами и методами решения различных геометрических задач на чертеже. Важно, чтобы студент понимал, что все эти знания и навыки будут применены в дальнейшем при изучении технологии изготовления деталей, а также при конструировании режущего инструмента.

Рассмотрим несколько примеров, когда некоторые темы начертательной геометрии может в основе проектирования резцов и сверл.

Известно, что у резцов имеется две плоскости резания и определяется углами  $\varphi$  и  $\varphi_1$ . Заточка и построение чертежа резца зависит от формы резца производится под углами, которые определяются в главной и вспомогательной секущих плоскостях. Для таких построений применяются методики построения по заданной сечению – это тема «Способ замены плоскостей проекций». Чаще всего применяется построение формы резца по заданным сечениям, на которых задаются углы заточки и изготовления. Форм резцов много, углы резания изменяются от назначения резцов и вида материал самого резца и деталей, которыми будет обрабатываться эти резцом.

Чтобы говорить о методах, применяемых при проектировании сверл, рассмотрим геометрическую форму сверла. Сверло состоит из тела и хвостовика. В теле сверла прорезаны винтовые канавки, образующие передние поверхности и ограничивающие два зуба сверла. Наиболее важной режущей частью сверла является конец его тела. По внешнему виду он напоминает конус, в действительности он ограничен не одной, а двумя коническими задними поверхностями. Оси этих конусов скрещиваются под углом  $2\varphi$ . Винтовая канавка с фасонным профилем, идущая по телу сверла, выходит на поверхность двух конусов и, пересекаясь с ними, образует режущие кромки сверла. Режущие кромки вычерчиваются согласно построению правой цилиндрической винтовой линии. Построение винтовой поверхности лежит в основе всех ходовых винтов, которые являются основными деталями многих станков (токарного, фрезерного, сверлильного и др.).

**Особенности внедрения нанотехнологий**

Можанская А.В., Лешкевич А.Ю.

Белорусский национальный технический университет

В техническом отношении нанотехнологии это прежде всего, изготовление деталей с допусками и посадками порядка  $10^{-7}$  м, что сегодня еще недостижимо. Оборудование, нанотехнологически обеспечивающее такую высокую степень точности, выполняется еще точнее.

Сегодня нанотехнологии – это производство тончайших пленок, покрытий, толщиной 1-2 молекулы, которые применяются лишь в научно-исследовательских целях, в микробиологии, в оптике, при изучении процессов происходящих на атомном уровне. Появление же такой точности и производстве – величайшая задача, которая в ближайшие пол-века опередит технический прогресс.

Разработка совершенно новых технологических средств обеспечения требуемого качества точности и чистоты обработки в настоящее время практически превращается в невыполнимую проблему. Нанотехнология это весьма близко к обработке на молекулярном уровне. Здесь даже известные лазерные методы весьма грубы. Дело также усложнено еще и тем, что оборудование и технологические процессы должны предназначаться для серийного или даже массового производства. Первостепенное значение в обеспечении высоких качественных показателей при обработке деталей машин имеет уровень механизации и автоматизации технологических процессов.

Автоматизация широко проникла не только в массовое и крупносерийное, но и в мелкосерийное и даже единичное производство. Особенно эффективными здесь оказались различные станки с числовым программным управлением (ЧПУ), прецизионные обрабатывающие центры, в том числе многооперационные с автоматической сменой инструмента. В последнее время появились также самонастраивающиеся станки (адаптивные системы управления), применение которых позволяет автоматически выбирать оптимальные режимы резания и создавать наилучшие условия для работы оборудования и инструмента, обеспечивая стабильную точность и другие качественные показатели обрабатываемых деталей. Разработаны новые высокоточные металлорежущие станки с числовым управлением, которые автоматически повторяют условия, заданные в процессе изготовления первой детали. Основные тенденции развития мирового станкостроения – это создание оборудования, которое позволяет изготавливать деталь с высокой точностью, скоростью и качеством.

## Применение современных технических средств при преподавании предмета “Инженерная графика”

Пашина Н.А.

Белорусский национальный технический университет

Одним из способов развития пространственного представления является использование интерактивной доски, с помощью которой можно представлять фильмы и слайды с изображаемыми объектами.

Преимуществом является то, что в них можно показывать деталь со всех сторон, область применения, условие ее работы. Благодаря этому студенты будут допускать меньше ошибок при выполнении заданий. Это поможет рационально отобразить на чертеже форму детали, всех ее элементов - выбрать правильно главное изображение, количество изображений, их взаимное расположение и выявить ряд других особенностей.

Для того, что обосновать простановку размеров в связи с технологическими процессами изготовления целесообразно показывать фильмы, с изображением технологии производства.

В фильмах так же необходимо демонстрировать станки, на которых производится обработка тех или иных форм детали, как деталь устанавливается в станке, с помощью каких инструментов обрабатывается, сам процесс обработки, последовательность технологического процесса. Большую пользу в обучении могут принести показы разборных и прозрачных деталей, а также слайды, демонстрирующие последовательность изготовления деталей по заданным размерам. Все это даст возможность студенту осмысленно выполнять чертежи.

Необходимо показывать фильмы посещения выставок технического творчества, с экскурсиями на предприятия. При этом следует побуждать студентов обращать внимание на характерные детали и различные особенности технических объектов и технологических процессов, сопоставлять и сравнивать их, находить в них сходное и различное, замечать их связи и отношения.

Если студенты затрудняются наблюдать за каким-либо сложным и большим объектом, то необходимо рассматривать не весь объект в целом, а по частям. Это позволит не только развить наблюдательность, но и профессиональный интерес личности. Это не только повысит уровень знаний студентов, но и повысит интерес к занятиям по данной дисциплине.

Современные технические средства, как демонстрационные, так и дидактические существенно совершенствуют учебный процесс и дают студентам больше возможностей при самостоятельной работе, особенно с использованием современных компьютерных средств.

Скачко Ю.В.

Белорусский национальный технический университет

Многолетний опыт преподавания автором таких предметов как начертательная геометрия, сопротивление материалов убедил, что требовать от студентов знания наизусть всех формул, точных определений, неразумно. Важна способность студента ориентироваться во всем курсе, понимании им физики происходящих явлений. Конечно, кое-что студент, а в недалеком будущем инженер должен и обязан знать наизусть. Надо только определить, что именно. В данном случае «больше» не является синонимом «лучше». Ведь информационная емкость памяти очень сильно ограничена. Не загрузить бы ее балластом. Есть масса справочной литературы и ею будущим инженерам надо уметь пользоваться. Ведь формула – это не есть существо процесса. Чтобы ее переписать, достаточно окончить первый класс. А чтобы понять, может не хватить и института.

Исходя из этих наблюдений, автор изменил методику проведения экзамена. Цель – поставить студента в такое положение, в котором он окажется на производстве, а именно: литературы вокруг много, а подсказать никто не может.

На экзаменах по инженерной графике студентам разрешено пользоваться справочной литературой и личным конспектом лекций. При этом малейшее общение с соседом наказывается пометкой в экзаменационном листе. Отпала необходимость в написании так называемых «шпаргалок». Что касается списывания, то списать можно всегда у любого преподавателя, если только он не поставит своей целью не дать этого сделать одному единственному, конкретно взятому студенту. Отпадает также этическая сторона процесса вылавливания списывающего студента. Ведь цель экзаменатора выяснить, до какой степени тот «проникся» предметом. Например, студент аккуратно переписывает ответ из конспекта. Прекрасно, остается выяснить понимает ли он то, что переписал, и как понимает. В противном случае появляется рядом с ответом соответствующая запись. Необходимо помнить, что студент кроме ответа на теоретический вопрос решает еще две задачи на экзамене.

Мы не ратуем за то, чтобы по всем предметам было разрешено пользоваться справочной литературой и конспектом. Например, по философии, истории и другим общественным наукам – нет. Надо рассчитывать на память. Речь идет о специальных предметах.

**Особенности методики обучения студентов решению геометрических задач с использованием компьютерного моделирования**

Сторожилов А.И.

Белорусский национальный технический университет

Введение в практику обучения студентов высших технических учебных заведений современных компьютерных технологий является весьма актуальной и своевременной задачей. Одним из аспектов использования компьютера в качестве мощного современного технического средства обучения при создании компьютерных технологий обучения, призванных повысить эффективности и качество подготовки будущих специалистов является компьютерное геометро-графическое моделирование.

Отмечено, что основными образовательными ценностями для студентов технических специальностей, определяющими их уровень подготовленности к техническому творчеству, должно стать овладение ими компьютерными математическими методами обработки геометрической информации, инженерной компьютерной графикой, интеграция которых на основе компьютерных методов уже сегодня способна сделать компьютерное геометро-графическое моделирование основным средством обучения и решения практических инженерных задач.

Предложены пути повышения эффективности применения компьютерного моделирования при обучении решению учебных инженерных задач по различным дисциплинам. Использование компьютера для решения геометрических и проектно-графических задач поднимает инженерное образование на качественно новый уровень, способствует обеспечению непрерывности и целостности подготовки будущих специалистов в области техники, вооружает их самым мощным средством повышения интеллектуальных возможностей, способствует повышению престижности и социализации молодежи, получающей техническое образование.

Уровень владения студентами и преподавателями компьютерной грамотностью сегодня является залогом будущего применения компьютерных технологий как в образовательной, так и практической научной и инженерной деятельности.

Настало время активного перехода от изучения возможностей компьютерных технологий к их использованию в практике преподавания не только информационных технологий самих по себе, но к разработке частных методик применения компьютерного моделирования к решению учебных задач по всем учебным дисциплинам.

## Сопоставительный анализ традиционного и компьютерного геометро-графических методов решения геометрических задач

Сторожилов А.И.

Белорусский национальный технический университет

Традиционно в теории, учебной практике и практике решения инженерных задач их геометрическая составляющая является основой точных расчетов, принятия правильных решений, творческих идей. При этом, традиционные методы решения, как известно, весьма трудоемки, требуют от специалистов высочайшей квалификации при необходимости выполнения зачастую рутинных процедур, грешат приближенностью решений, а иногда и вовсе не приводят к необходимому решению.

Опора на применение при решении задач компьютерной поддержки безусловно дает значительное повышение эффективности работы, но не меняет сущности используемых методов (алгоритмов).

Сопоставительный анализ существующих традиционных и инновационных (главным образом информационных) методов решения геометрических задач показывает наличие достаточного для выбора количества альтернативных вариантов методов и средств. Так для решения различных геометрических задач с использованием компьютера можно выбрать следующие:

- математическое геометрическое моделирование (в САПР);
- компьютерные программы-сольверы, предназначенные для решения частных задач;
- универсальные компьютерные системы математического моделирования (типа MathCAD, MathLAB);
- универсальные CAD-системы (типа AutoCAD, Компас, SolidWorks);
- трехмерное компьютерное геометро-графическое моделирование.

Наиболее эффективным и перспективным, по результатам анализа на протяжении повышения качественного уровня геометро-графической подготовки инженеров, обеспечивающим применение в инженерной практике современных, высокоэффективных методов решения задач проектирования, подготовки производства и управления, является трехмерное компьютерное геометро-графическое моделирование.

Сущность такого моделирования заключается в построении и выполнении необходимых преобразований по принципиально новым алгоритмам в квазиреальном (виртуальном) трехмерном пространстве, позволяющем непосредственно, а не на проекциях или схемах определять точные геометрические параметры модели и использовать их при решении задач любой сложности.

**Изучение ряда особенностей некоторых военных специальностей  
с целью применения методов начертательной геометрии**

Толстик И.В., Бартошевич А.В., Хильман А.И.  
Белорусский национальный технический университет

В эпоху динамического развития науки и техники, основой которого выступает образование, растет необходимость подготовки высококвалифицированных специалистов, настоящих профессионалов военного дела. Для РБ важность обсуждаемых проблем усиливается в условиях создания суверенного государства, стремящегося проводить независимую политику. Одной из задач строительства Вооруженных Сил является наращивание эффективности системы подготовки военных кадров. Военное образование должно быть направлено на формирование у будущих офицеров опыта самообразования, самореализации, самовоспитания. Такая стратегия военного образования на всех его уровнях позволит заложить основание фундаментальной подготовки военного специалиста, гражданина, патриота.

В системе профессиональной подготовки курсантов занятия по начертательной геометрии занимают большую часть времени, отводимого на самостоятельное обучение. Содержание этих занятий и методика их проведения обеспечивают развитие творческой активности личности. Основной задачей любого педагога наряду с обучением своему предмету, является научить курсанта думать, не механически работать, а проводить решение любой задачи по определенной схеме, по этапам, каждый из которых педагогически целесообразен. Это способствует развитию у них определенных профессионально-значимых качеств. Педагогический опыт показывает, что нельзя на практических занятиях ограничиваться выработкой только практических навыков и умений решения задач, построения графиков и т.п. Курсанты должны всегда видеть ведущую идею курса и ее связь с будущей практической профессиональной деятельностью. Это придаст учебной работе жизненный характер, утвердит необходимость овладения опытом профессиональной деятельности, свяжет их с практикой. В таких условиях обязанность преподавателя состоит в том, чтобы больше показывать курсантам практическую значимость ведущих научных идей и принципиальных основополагающих научных концепций.

Курс начертательной геометрии с элементами конструирования будет интересен и доступен курсантам только в том случае, если они в процессе выполнения графических заданий, связанных со специальностью, осознают значимость дисциплин графического цикла в их будущей профессиональной деятельности, и только тогда курсанты лучше усвоят программный материал, что свяжет будущих офицеров с практикой жизни.



**Внедрение в учебный процесс лабораторной работы  
по компьютерному выполнению тактических схем  
на военно-техническом факультете**

Толстик И.В., Бартошевич А.В., Соломевич В.И.  
Белорусский национальный технический университет

В современных условиях проходит перевод Вооруженных Сил на новый качественный уровень, соответствующий инновациям в военном деле. Поддержанию их способности в любых условиях военно-политической и стратегической обстановок гарантировать стабильное развитие Республики Беларусь, поэтому на вузовскую науку возлагаются большие надежды. Проблемы обучения и воспитания кадров у нас решаются в соответствии с общей политикой в области подготовки молодых специалистов.

В перечень дисциплин, изучаемых курсантами, входит тактика – самая динамичная область военного искусства. Прямое влияние на содержание общего военного образования и тактико-специальной подготовки оказывает современная тенденция усиления взаимосвязи всех дисциплин. Наша кафедра старается поддерживать университетский уровень и широту подготовки специальностей и специализаций. Этому способствует и конструктивное сотрудничество со смежными кафедрами, и преемственность учебных программ. Ни одна из форм учебной работы, не требует от студентов такого проявления инициативы, наблюдательности и самостоятельности в принимаемых решениях, как работа в лаборатории. Это одна из видов самостоятельной работы курсантов, на которой происходит углубление теоретических знаний в интересах их военно-профессиональной подготовки. Организуя лабораторные занятия, наша кафедра принимает во внимание не только свои предметные задачи, но и учебные задачи других кафедр, и в целом деятельность курсантов как специалистов военного профиля. Преемственность в осуществлении экспериментальной подготовки между кафедрами достигается, прежде всего, строгой согласованностью учебных программ и, в частности, программ лабораторных занятий.

Основным требованием к лабораторным работам у курсантов является выбор такого содержания учебного материала, который бы способствовал развитию их активной познавательной деятельности, привлек их к самостоятельности в решении научных и практических задач. И только при надлежащем выполнении всех этих слагаемых, лабораторные работы по инженерной графике будут интересны и доступны курсантам, и они в процессе исполнения графических заданий, связанных со специальностью, осознают значимость дисциплин графического цикла в их будущей профессиональной деятельности.

## **Развитие пространственного представления - важный аспект изучения предмета «Инженерная графика»**

Тявловская Т.М., Коноплицкая И.А.

Белорусский национальный технический университет

Одним из значимых аспектов изучения предмета «Инженерная графика» является развитие пространственного представления, т.к. оно имеет большое значение в техническом творчестве и дальнейшей производственной деятельности.

Ни одна дисциплина не развивает пространственное воображение так, как это делает инженерная графика и ее разделы: проекционное черчение, начертательная геометрия.

Пространственными представлениями называют мысленное воспроизведение формы, величины и расположения в пространстве предметов и их различных частей. Это представление может возникать на основе образа видимого предмета или на основе изображения этого предмета на чертеже.

В психологии пространственное представление принято разделять на два вида: образы памяти и образы воображения.

Образы памяти отражают предмет в памяти так, как он был воспринят без мысленной переработки.

Образы воображения являются новыми образами и подразделяются на две группы: образы воссоздающего и образы творческого воображения.

В процессе развития творческого воображения формируются такие образы, реализация которых на практике приводит к созданию новых материальных и культурных ценностей.

Творческое воображение характерно для инженерных работников – конструкторов, изобретателей, архитекторов.

Поэтому так важно для и студентов инженерных специальностей развитие пространственного воображения.

Особую ценность для развития подвижности пространственного представления имеют задачи на преобразование пространственного положения предмета и его частей, изменение формы предмета, а также задачи на конструирование. Задачи на построение аксонометрической проекции предмета и наоборот – выполнение трех проекций по аксонометрической. Решение задач на преобразование чертежа. Нахождение натуральной величины объектов – прямых линий и плоскостей.

Учитывая то обстоятельство, что начертательная геометрия и имеет своей целью развитие пространственного воображения, проведенные исследования будут способствовать улучшению учебного процесса.

## Интегрированный подход к практическому введению в инженерную графику

Шабека Л.С.

Белорусский национальный технический университет

Предлагается выполнение комплексного задания в начале изучения курса инженерной графики, в котором требуется по указанным размерам, применяя сопряжения, перерисовать заданный главный вид детали, построить вид сверху и слева, выполнить необходимые разрезы, аксонометрическую проекцию, нанести размеры (рис. 1). Допускается выполнение задания как вручную, так и на компьютере. Если задание выполняется на компьютере, то строится прямоугольная изометрическая проекция. При выполнении графической работы в ручном исполнении, строится косоугольная фронтальная изометрия, как наиболее рациональный вид изображения деталей небольшой толщины и содержащих многочисленные окружности и их дуги в параллельных плоскостях.

Выполнив такую индивидуальную графическую работу (ИГР), студенты не только восстанавливают прежние знания и навыки, но и углубляют их.

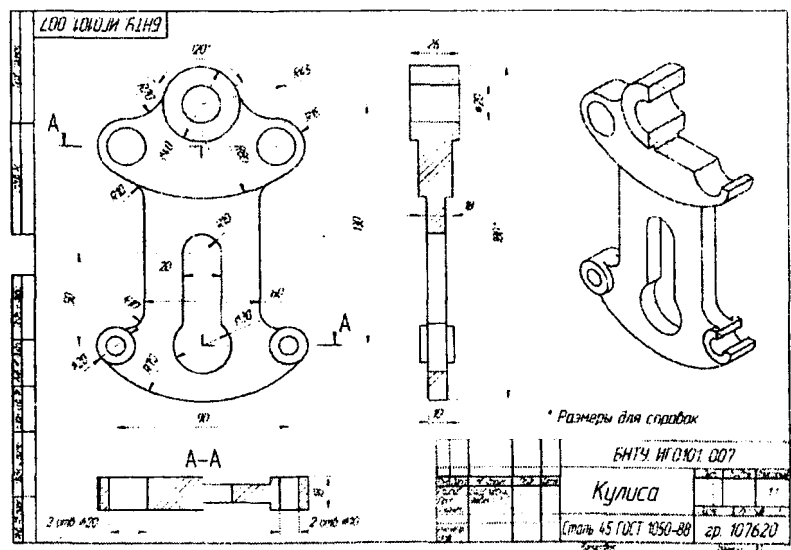


Рисунок 1. Пример выполнения ИГР на компьютере

## Организационно-методические аспекты подготовки к экзамену по инженерной графике

Шабeka Л.С.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время курс инженерной графики в зависимости от специальности может изучаться в течение от одного до четырех семестров. В этой связи должны быть четко определены содержание и структура экзаменационного билета в зависимости от времени изучения. Экзамен, как правило, организуется в первом семестре и включает как элементы начертательной геометрии, так и технической графики, в том числе компьютерной.

В предэкзаменационный период студент должен устранить имеющиеся пробелы в знаниях и привести их в стройную систему, уяснить структуру учебного предмета и его связь с другими дисциплинами, отчетливее представить его задачи в профессиональной подготовке, глубже освоить символику и терминологию, больше внимания уделить решению задач на комплексное применение методов начертательной геометрии. С этой целью разработано методическое пособие, в котором даются обобщенные алгоритмы типовых позиционных и метрических задач, выявляются общие закономерности в их решении, анализируются ошибки, допускаемые студентами. При этом задачи рассматриваются с позиции изученного материала, что позволяет легче выявить общие закономерности в их решении, постичь логику инженерной графики как учебной дисциплины, так и предмета науки.

Своевременной ориентации студентов на подготовку к экзамену должны способствовать приведенные в пособии образец экзаменационного билета, вопросы по курсу в таком виде, как они сформулированы в билетах, критерии оценки знаний студентов, список основной учебной литературы и дополнительной для углубленного изучения материала.

В конце пособия приводятся требования к подготовке к экзамену материалов и инструментов, рекомендации по порядку решению задач и ответов на устные вопросы.

Многолетний опыт применения такого пособия показал достаточную его эффективность: экономия времени на проведение предэкзаменационной консультации, повышение качества графического оформления ответа по экзаменационному билету, а самое главное, своевременная психологическая адаптация к экзамену и, в результате, повышение качественности усвояемости по курсу.

# **Судостроение и гидравлика**

## Совершенствование технологии циркуляционно-реагентной регенерации фильтров водозаборных скважин

Шейко А.М.

Белорусский национальный технический университет

Для повышения эффективности реагентных обработок фильтров водозаборных скважин необходимо дальнейшее техническое совершенствование погружных устройств. С этой целью предлагается секторное устройство циркуляционной регенерации новой конструкции.

Новая усовершенствованная конструкция устройства предполагает наличия *самоуплотняющихся выдвигаемых вертикальных и гидравлических горизонтальных пакеров лепесткового типа* (Рис.1), которая дает возможность обеспечивать герметизацию обрабатываемого интервала фильтра и минимизировать утечки реагента вдоль фильтра скважины. Также наличие *поворотной распределительной камеры* позволяет производить выброс продуктов реакции тем же насосом без привлечения дополнительных механизмов (например, эрлифта) по удалению образовавшегося шлама. В результате уменьшается время обработки скважины и стоимость декольматационных работ.

Таким образом, за счет более совершенной герметизации циркуляционных секторных камер, приводящей к локализации потока реагента в окрестности фильтра скважины, где сосредоточена основная масса кольматирующих соединений и увеличения скорости горизонтальной циркуляции потока жидкости – основного фактора, интенсифицирующего процесс растворения и выноса продуктов реакции, достигается равномерная степень проницаемости фильтра и прифильтровой зоны, что в совокупности повышает эффективность регенерации фильтра и прифильтровой зоны скважины.

Предложенное устройство защищено патентом РБ № 6218 на полезную модель.

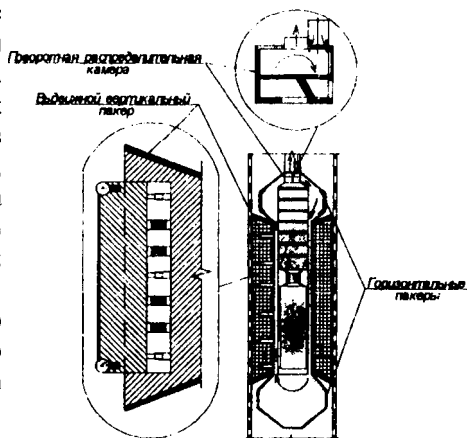


Рис. 1-Секторное устройство

**Водный транспорт Республики Беларусь,  
состояние, проблемы, перспективы**

Качанов И.В., Чернобылец А.Н.\*

Белорусский национальный технический университет

Управление морского и речного транспорта Минтранса и коммуникаций  
Республики Беларусь\*

Протяженность внутренних водных путей Республики Беларусь составляет 1,6 тыс. километров, которые резобщены на три водных бассейна: Верхнее-Днепровский, Западно-Двинский, Неманский.

В организациях водного транспорта в настоящее время имеется 683 судна. В нормальном техническом состоянии находится 497 судов (73% от общего количества судов), а 27% судов имеют значительный физический износ и подлежат либо списанию, либо капитальному ремонту с привлечением значительных финансовых и материальных ресурсов.

Объемы перевозок грузов и пассажиров в 2010 составили 5,6 мл. т. и 192 тыс. пассажиров.

Рынок транспортных услуг водного транспорта характеризуется динамикой роста в среднем на 3-5% в год. Развитие грузоперевозок на водном транспорте будет происходить за счет наращивания объемов (до 9,1 мл. т. в 2015 г.) перевозок минерально-строительных грузов (щебень, каменный отсев, песок, гравий и т.д.).

Развитие пассажирских перевозок (до 295 тыс. пассажиров в 2015 г.) произойдет за счет открытия новых пассажирских и экскурсионных маршрутов г.г. Минске (Заславское водохранилище), Витебске, Бресте, Мозыре, Гомеле, Гродно, Бобруйске, Пинске. Получат развитие смешанные железнодорожно-автобусно-водные перевозки и использование маломерных судов для оказания туристических услуг.

В этих целях будут строиться, и модернизироваться пассажирские и маломерные суда за счет привлечения внутренних инвестиций.

Фактический износ судов технического флота по состоянию на 1.01.11 г. составил 74%. С учетом изложенного получают развитие проекты обновления и модернизации технического флота РБ.

Для обеспечения программы модернизации технического флота планируется приобретение в ближайшие 5 лет более 2 тысяч наименований запасных частей и комплектующих изделий на сумму более 210 млрд. рублей (сумма на 1.01.2011 г.). По позиции обновления технического флота планируется приобретение земснаряда в речной порт Микашевичи (350 млн. руб. – 2011 г.) и ЗРС с погружным насосом в речной порт Пинск (700 млн. руб. – 2012 г.).

**Конструкция плавучей микроГЭС мощностью до 20 кВт  
при средней скорости течения воды в реке 0,7 м/с**

Недбальский В.К., Веременик В.В., Тихончук А.В.  
Белорусский национальный технический университет

В географических условиях республики нецелесообразно повсеместно строить высоконапорные плотины, приводящие к затоплению больших площадей, поэтому желательно использовать энергию рек без возведения плотин.

Для успешного функционирования бесплотинной микроГЭС мощностью порядка 20 кВт необходимо:

1. Использовать низконапорные лопастные гидротурбины.
2. Обеспечить скорость течения воды на входе в гидроагрегат не менее 2,5 м/с.
3. Скорость вращения вала электрогенератора должна быть порядка 740 оборотов в минуту.

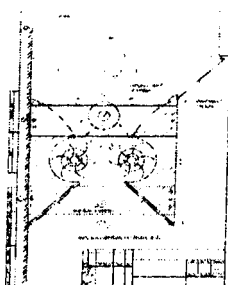


Рисунок 1

Схема прибрежной бесплотинной микроГЭС показана на рисунке 1. В месте установки микроГЭС необходимо углубить дно, чтобы здесь глубина была больше средней глубины реки на 1 м и сделать берег реки вертикальным. Две вертикальные гидротурбины с продольными изогнутыми лопастями устанавливаются на понтонах со специальными обводами. На правом углу понтона шарнирно устанавливается пластина, удерживаемая тросом при помощи лебедки. Это позволяет охватить площадь водяной поверхности реки шириной 8 м и сузить её на входе в гидроагрегат до двух метров. Шкивы валов гидротурбин, промежуточного вала и вала электрогенератора соединяются клиноременными передачами с определенным передаточным числом. Исходя из выше изложенного, микроГЭС предлагаемой конструкции сможет вырабатывать электроэнергию порядка 20 кВт при средней скорости течения реки 0,7 м/с.



**Мобильная станция для очистки нефтесодержащих  
сточных вод**

Кравцов А.М., Шахрай Д.С.

Белорусский государственный аграрный технический университет

В настоящее время все больше внимания в мире и Республике Беларусь обращается на проблему загрязнения окружающей среды. Среди актуальных вопросов – снижение негативного воздействия малых стокообразующих объектов на водную среду. К таким объектам относятся нефтебазы и АЗС, автотранспортные и авторемонтные предприятия, и т.д.

Для решения актуальной проблемы была разработана технология и компактные сооружения для очистки нефтесодержащих сточных вод [1]. Разработка прошла внедрение и успешно эксплуатируется на двух предприятиях Республики Беларусь – РУП «МАЗ» и базе РУП «Белоруснефть-Брестоблнефтепродукт». Анализ возможности расширения внедрения новой разработки показал наличие ряда сдерживающих факторов. Во-первых, несмотря на компактность сооружений в плане, для их размещения требуется помещение с высотой не менее 3,5 метра. Помещение должно иметь систему отопления для поддержания температуры не ниже +5°C и систему вентиляции. Естественно, что внедрение сооружений должно сопровождаться проектными работами. Все это требует значительных капитальных затрат и времени. Во-вторых, существует проблема с обслуживанием скорого фильтра, который располагается в комбинированной установке под флотационной камерой, что усложняет доступ к нему.

Для совершенствования сооружений предполагается разбить комбинированную установку на два отдельных модуля и вместе с резервуаром чистой воды разместить в стандартном контейнере, утепленном и оснащенных системами отопления, вентиляции, освещения, КИПиА.

Контейнерная станция будет иметь следующие преимущества: 1) не требуется проектирования и строительства специальных помещений для размещения водоочистного оборудования; 2) уменьшение внутреннего объема насосной станции, что приводит к снижению энергозатрат на отопление и вентиляцию; 3) удобство обслуживания оборудования; 4) возможность изготовления и комплектования станции на небольших производствах; 5) удобная транспортировка в полной готовности к заказчику и быстрый ввод в эксплуатацию; 6) возможность расположения станции на открытой площадке непосредственно у резервуара-отстойника; 7) мобильность станции при необходимости передислокации.

**О преимуществах гребного колеса как движителя  
для мелкосидящих судов**

Хмелёв А.А., Клок И.Э.

Белорусский национальный технический университет

Гребные винты и водомёты в большинстве применяемы в качестве движителя на мелкосидящих судах, таких как буксиры-толкачи и самоходные баржи имеют существенные недостатки. Эти суда имеют гребные винты диаметром значительно ниже оптимального, а при проходе глубин в 1-2м возрастает сила засасывания в корме, что вызывает динамическую просадку корпуса и присасывания корпуса судна к грунту. Мощность таких судов не превышает 300 кВт, а её увеличение не даёт заметного прироста упора и приводит лишь к перерасходу топлива. Движение этих судов с предельно малыми осадками (до 0,4) приводит к размыванию ложа и берегов реки.

Анализ эксплуатации мелкосидящих судов показывает, что наиболее эффективным движителем для них является гребное колесо, которое имеет значительное гидравлическое сечение и создаёт небольшие скорости отбрасываемому потоку воды. Сопоставительные тяговые расчёты показывают целесообразность применения кормового гребного колеса с неповоротными плицами для судов, имеющих значительную ширину корпуса при малой осадке. При осадке до 0,6 гребное колесо по сравнению с водомётом имеет значительно больший КПД. Такие суда не подвержены присасыванию к грунту и потере ходовых качеств на предельном мелководье и при отсутствии процесса размыва ложа и берегов реки.

Удельные тяговые показания колесных буксиров на 15-20% выше, чем винтовых. При этом скорость буксиров и удельная тяга не уступают аналогичным судам с винтовыми и водомётными движителями.

Приведённые данные показывают, что применение на мелкосидящих судах гребного колеса значительно эффективнее гребного винта. Этому во многом способствует и то обстоятельство, что с появлением промышленных редукторов с большим передаточным отношением стало возможным комплектование судовой пропульсивной установки, состоящей из высокооборотного дизеля с реверс-редукторном, понижающего редуктора и гребного колеса.

Вывод. Применение гребного колеса в качестве движителя для мелкосидящих судов, при их эксплуатации на малых реках, способствует расширению применения речного флота на малых реках, как одного из эффективных составляющих транспорта.

## Оценка трещиностойкости зон окончания элементов набора судовых переборок

Хмелёв А.А., Пархотюк А.В.

Белорусский национальный технический университет

В полотнищах судовых переборок в зонах окончания ребер жесткости холостого набора образуются зоны пластического надрыва, вызванные продольной усадкой сварных швов приварки ребер к полотнищу. Зона надрыва имеет ширину 1-2 мм, а уровень пластической деформации в ней составляет порядка 20% и более, в зависимости от длины привариваемых ребер.

Уровень пластического повреждения в указанной зоне можно оценить измерением твердости по Бринеллю с использованием значений прочности стали полотнища  $\sigma_a$ , относительного удлинения  $\varepsilon$  и относительного сужения  $\psi$ .

Для чего определяют исходную твердость стали  $HВ_0$

$$HВ_0 = \frac{C\sigma_a}{\psi}, \quad (1)$$

где  $C=0,365$ .

Для данной стали по справочнику определяют значения диаметров для  $HВ_0$  и измеренного  $HВ_0$  соответственно  $d_0$  и  $d_k$ .

Определяют минимальный диаметр отпечатка  $d_{min}$ , соответствующий твердости стали в момент разрушения

$$d_{min} = \frac{d_0}{\psi}. \quad (2)$$

Определяем запас оставшейся пластичности измеренной зоны

$$\varepsilon_{ост} = \frac{d_k}{d_{min}}. \quad (3)$$

И уровень пластического повреждения

$$\varepsilon_{пр} = \varepsilon - \varepsilon_{ост}. \quad (4)$$

Если уровень пластического повреждения  $\varepsilon_{пр}$  превышает значение (19-20)%, то в исследуемой зоне в металле полотнища возникают внутренние трещины, которые вырастают в сквозные от действия рабочих нагрузок. При  $\varepsilon_{пр}$  менее (19-20)% уменьшить их значение можно локальной термообработкой.

## **Технологические процессы пластического формоизменения в судостроении**

Шарий В.Н., Власов В.В.

Белорусский национальный технический университет

Среди множества процессов обработки металлов давлением, применяемых в судостроительном производстве (листовая штамповка, холодная объемная, горячая объемная, ковка, волочение, прокатка, рубка, клепка и т.д.), особо перспективным представляется скоростное горячее выдавливание с плакированием (СГВ с ПТЧ).

Процесс используется для получения как плоских, так и стержневых осесимметричных деталей и позволяет за один удар получать высокоточные, не требующие дальнейшей механической обработки изделия широкого промышленного назначения (пуансоны, выталкиватели, прошивники, фрезы, электроды-инструменты, профили и т.д.), СГВ с ПТЧ характеризуется наибольшей сложностью и неравномерностью деформационных процессов ввиду большой накопленной в процессе нагрева энергии металла.

Неравномерность провоцирует локализацию деформационных процессов, как следствие, картина оптимальной деформационной проработки металла поковки может отличаться от заданной и не соответствовать профилю чистовой детали.

Поэтому для обеспечения заданных структуры и свойств чистовой детали важно уметь прогнозировать и управлять процессом деформации.

В связи с этим нами был разработан новый способ изготовления стержневых деталей, связанный с регистрацией силовых параметров с учетом инерционных нагрузок и предложено теоретическое обоснование способа по методу верхней оценки путем решения плоской и осесимметричной задачи.

На основе нового способа разработана наукоемкая технология получения стержневых изделий с плакированием их торцевой части скоростным горячим выдавливанием, обеспечивающая в результате благоприятных структурных изменений в зоне соединения и на рабочей поверхности значительную (до 95%) экономию легированных инструментальных сталей, повышение стойкости инструмента в 3 – 5 раз, повышение степени деформации, сопровождаемое формированием высококачественной мелкозернистой структуры в торцевой части стержневых изделий и образования бездефектного соединения по границе раздела биметалла.

## Определение параметров изготовления геотекстильного волокнисто-пористого материала методом математического планирования

Шаталов И.М., Карпова Н.С., Комар Е.В.

Белорусский национальный технический университет

Нетканые волокнистые геотекстильные материалы состоят из элементарных волокон полимера, хаотично расположенных в пространстве и спаянных в местах контакта между собой.

Серией опытов установлено, что формирование волокон по пневмоэкструзионному методу происходит в условиях сильных возмущений потока. Об этом свидетельствует анализ фотографий вытягиваемой струи полимера. Для получения количественных соотношений определяющих процесс образования волокон, были рассмотрены и проанализированы уравнения состояния элементарного отрезка волокна.

Безразмерные критерии были установлены путем анализа размерностей величин формирования материала определяющих граничные и начальные условия процесса формирования. К этим величинам относятся:  $\rho_r$  – плотность газа ( $\text{кг/м}^3$ );  $v_r$  – скорость газа ( $\text{м/с}$ );  $\sigma_0$  – поверхностное натяжение ( $\text{н/м}$ );  $\lambda$  – продольная трютоновская вязкость ( $\text{Па}\cdot\text{с}$ );  $E$  – модуль упругости расплава ( $\text{Па}$ );  $\rho_p$  – плотность расплава ( $\text{кг/м}^3$ );  $d_0$  – диаметр сопла распылителя ( $\text{м}$ );  $Q_p$  – объемный расход расплава ( $\text{кг/м}^3$ );  $T_p$  – температура расплава на выходе из сопла ( $\text{К}$ );  $T_r$  – температура газа ( $\text{К}$ );  $Q_g$  – объемный расход газа ( $\text{м}^3/\text{с}$ );  $\alpha$  – коэффициент теплопередачи ( $\text{Вт/м}^2\cdot\text{К}$ );  $C_p$  – удельная теплоемкость расплава ( $\text{Дж/м}\cdot\text{К}$ );  $\lambda_p$  – теплопроводность расплава ( $\text{Вт/м}\cdot\text{К}$ );  $L$  – расстояние до формообразователя ( $\text{м}$ );  $T_f$  – температура формообразователя ( $\text{К}$ );  $\sigma_p$  – прочность расплава при растяжении ( $\text{Па}$ );  $v_f$  – скорость перемещения формообразователя ( $\text{м/с}$ );  $g$  – ускорение силы тяжести ( $\text{м/с}^2$ ). Таких величин набралось 19.

Согласно II-теоремы специфика процесса формирования нетканого термоскрепленного материала отражают следующие комплексы:

$$K_1 = \lambda_p \rho_p^2 d_0^2 T_p \lambda^{-1}$$

$$K_2 = \lambda^2 (\sigma_p \rho_p d_0^2)^{-1}$$

Комплекс  $K_1$  устанавливает взаимосвязь между тепловыми процессами и процессом вязкого деформирования волокна. Второй комплекс  $K_2$  содержит вязкость расплава  $\lambda$  и прочность расплава при растяжении. Полученные два комплексных параметра  $K_1$  и  $K_2$  позволяют установить связь параметров структуры полученного материала с конструктивными технологическими параметрами (факторами) его изготовления.

## Результаты исследований физико-механических свойств геотекстильных материалов, применяемых в водохозяйственном строительстве

Шаталов И.М., Карпова Н.С., Песецкая В.И.  
Белорусский национальный технический университет

В процессе исследований физико-механических свойств геотекстильных материалов были проведены испытания по определению таких параметров, как средний условный диаметр волокна материала, толщина материала, его пористость и удельный вес.

Анализ результатов измерений среднего условного диаметра волокна показал, что его величина колеблется в достаточно широких пределах от 0,01 мм до 1 мм. Наиболее часто встречаются волокна диаметром от 0,1 мм до 0,25 мм. Исследованные образцы (около 1000 экземпляров) достаточно однородны по диаметрам. Средний диаметр большинства образцов (95%) находился в пределах от 0,05 мм до 0,5 мм.

Измерение условного диаметра пор дало возможность сделать следующие выводы: во-первых, исследуемый волокнисто-пористый материал характеризуется достаточной однородностью пор по условному диаметру, при этом он (диаметр пор) находится в пределах 0,04 мм до 2,5 мм не считая пор, находящихся в местах спайки волокон; во-вторых, пористость, равно как и диаметр пор, изменяется по толщине материала. Причем с увеличением толщины материала условный диаметр пор уменьшается.

Математическая обработка данных измерений элементарного волокна и пористости позволила получить следующую взаимосвязь между ними

$$\bar{d}_0 = m \frac{\bar{d}_{i,n}^2}{n\delta},$$

где  $\bar{d}_0$  - средний условный диаметр пор;  $\bar{d}_{i,n}^2$  - средний диаметр элементарного волокна;  $\delta$  - толщина материала;  $n$  - эффективная пористость;  $m$  - эмпирический коэффициент, учитывающий извилистость волокна и число спаек.

Следует отметить, что при толщине материала  $\delta > 50d_{э,в}$  изменение условного диаметра пор настолько невелико, что им можно пренебречь.

Результаты проведенных исследований показали, что в результате изготовления нетканого термоскрепленного материала пневмоэкструзионным методом можно получить материал, который вполне пригоден для использования в качестве прямого или обратного фильтра на объектах водохозяйственного строительства.

## Новая технология струйной очистки и защиты стальных поверхностей от коррозии

Филипчик А.В.

Белорусский национальный технический университет

Задачей заявляемого способа является повышение эффективности очистки и получение заданной шероховатости обрабатываемой поверхности, одновременное нанесение антикоррозионного лазерно-поглощающего покрытия путем использования компонентов увеличивающих силовое воздействие струи.

Поставленная задача решается тем, что в при очистке от продуктов коррозии и подготовке поверхности под лазерную резку используют сажу, дополнительно вводят бентонит и кальцинированную соду, при следующем соотношении компонентов, мас. %: бентонит 1,0-3,0; кальцинированная сода 0.1 – 2; вода остальное; сажа 5 – 12.5 (от общей массы раствора).

Одновременно с очисткой обрабатываемой поверхности происходит снижение шероховатости до оптимального значения  $Ra=0,2\text{мкм}$ , образование пленочного антикоррозионного покрытия, которое способствует получению величины коэффициента поглощения лазерного излучения не менее 0,8.

Эффективность лазерной обработки определяется коэффициентом поглощения лазерного излучения поверхностью деталей. Одним из путей повышения коэффициента поглощения излучения является нанесение на поверхности заготовок поглощающих покрытий.

Значение этого коэффициента должно составлять 0.8 – 0.9 и при воздействии излучения не оказывать влияния на структуру и свойства материала заготовки. Наиболее часто используют покрытия из сажи [1, 2, 3].

В результате работы разработана новая технология струйной очистки и защиты стальных поверхностей от коррозии.

### Литература

1. Ярошевич, В.К. и др. Технология производства и ремонта автомобилей Минск, 2008 – 640с.
2. Памфилов, Е.А., Северин В.Д. Формирование качества поверхностей при лазерной обработке. – Вестник машиностроения, 1982, №4.
3. Мерабишвили, М. С. Бентонитовые глины: Состав, свойства, исследования, производство, использование. – 2-е изд. – Тбилиси Мецниереба, 1979 – 308с.

## Оценка качества стальной поверхности после струйной обработки под высоким давлением 15 – 30 МПа

Качанов И.В., Филипчик А.В., Власов В.В., Мяделец С.О.  
Белорусский национальный технический университет

Актуальной проблемой для современного машиностроения является очистка металлических поверхностей от коррозии современным высокоэффективным методом, превосходящим по производительности чистящие операции, проведенные абразивными инструментами (круг, лента) или при помощи термической обработки. К основным преимуществам способа струйной (гидроабразивной) обработки необходимо отнести исключение двух главных факторов, сопутствующих процессу (геометрического и теплового), образование на поверхности обработки микроуглублений, которые впоследствии служат для размещения смазки, предохраняющей изделие от преждевременного и интенсивного износа [1].

Одним из основных параметров по оценке качества стальной поверхности после гидроабразивной обработки является шероховатость. Шероховатость поверхности ( $R_a$ ) образцов измерялась в соответствии с ГОСТ 2789 – 73 на профилометре – профилографе модели 252 типа А1. Погрешность измерений на профилометре – 5%. Для проведения экспериментальных исследований были выбраны образцы с линейными размерами 50х50 мм и определены контролируемые параметры: расстояние от конфузора до обрабатываемой поверхности  $L$ ; давление на входе в конфузор  $P$ ; выходной диаметр конфузора  $D$ ; масса бентонита  $M_b$ , масса кальцинированной соды  $M_c$  в общей массе раствора  $Q$ ; диаметр частиц бентонита  $K$ , время обработки  $T$ .

1.  $L=100$  мм,  $P=20$  МПа,  $D=1$  мм,  $M_b=0,5$  кг,  $M_c=0,5$  кг,  $Q=40$  кг,  $T=360$  с,  $K=0,2$  мм. –  $R_a=1,05$  мкм.

2.  $L=100$  мм,  $P=20$  МПа,  $D=1$  мм,  $M_b=0,5$  кг,  $M_c=0,5$  кг,  $Q=40$  кг,  $T=360$  с,  $K=0,315$  мм. –  $R_a=2,12$  мкм.

3.  $L=100$  мм,  $P=20$  МПа,  $D=1$  мм,  $M_b=0,5$  кг,  $M_c=0,5$  кг.,  $Q=40$  кг,  $T=360$  с,  $K=0,5$  мм. –  $R_a=2,36$  мкм.

В результате работы дана оценка качества стальной поверхности после струйной обработки под высоким давлением 15 – 30 МПа.

### Литература

1. Патент РБ №13312 МПК В 08В3/04. Способ создания кавитирующей струи жидкости/И.В. Качанов, В.Н. Яглов, В.К. Недбальский, А.В. Филипчик (РБ) - №а20081284. заявл. 14.10.08. Опубл. 26.03.10г. Офид. бюлл.№3 – 2010,С.167.



## Коэффициент вариации слоя суточных дождевых осадков на территории Республики Беларусь

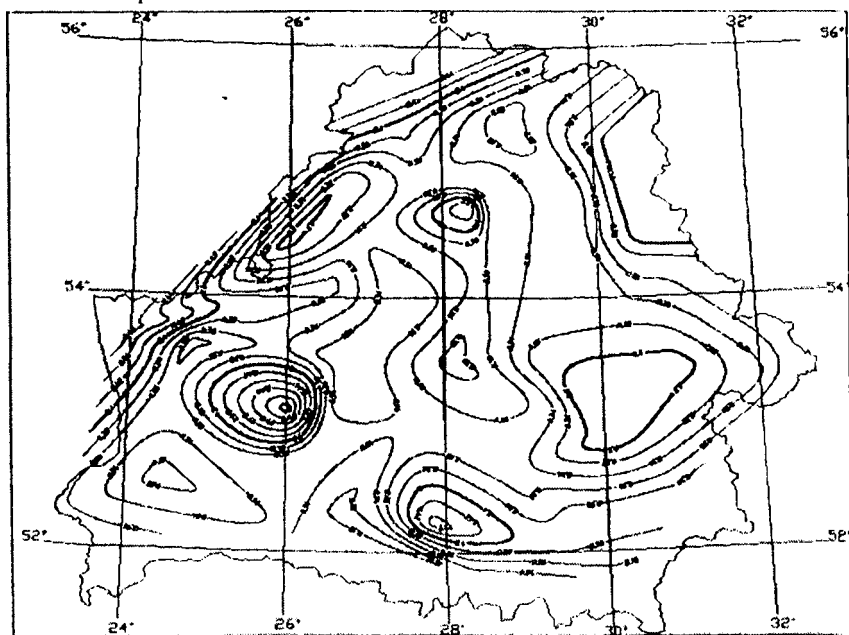
Юхновец В.Н., Пилецкий Р.Е., Сушко П.А.,  
Русак Э.Э., Валевиц Д.А.

Белорусский национальный технический университет

Для определения значений суточного слоя дождевых осадков разной обеспеченности необходимо иметь наряду с другими параметрами коэффициенты вариации кривой, описывающей его распределение.

Нами выполнены исследования материалов наблюдений и измерений дождевых осадков при всех гидрометеорологических станциях территории Республики Беларусь за весь период их действия и на основе результатов исследований разработана карта, на которой в виде изолиний представлены значения коэффициента вариации на территории страны.

Пользование картой рекомендуется по географическим координатам долготы и широты.



Коэффициент вариации суточного слоя дождевых осадков  $C_v$  на территории Республики Беларусь

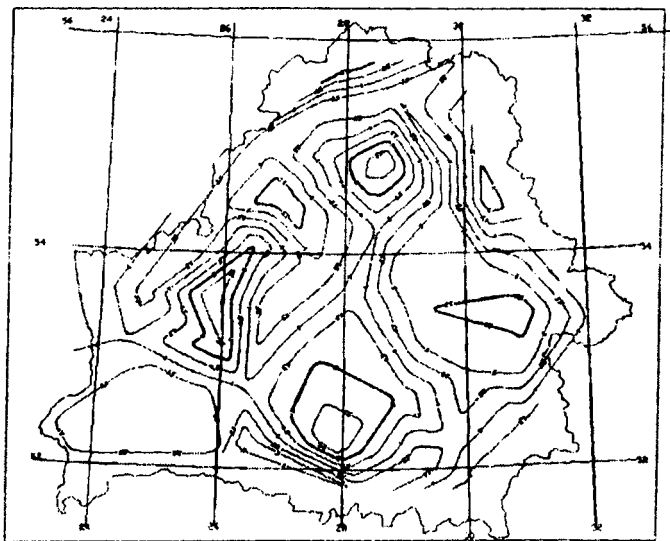
**Связь коэффициентов асимметрии и вариации слоя суточных  
дождевых осадков на территории Республики Беларусь**

Юхновец В.Н., Горский А.Ю., Катуро С.М., Корень И.В.  
Белорусский национальный технический университет

В расчетах суточного слоя дождевых осадков, являющегося одним из стокообразующих факторов дождевых паводков, используют кривые распределения вероятностей. Для этого надо иметь значения коэффициентов асимметрии.

Нами выполнены исследования материалов наблюдений и измерений дождевых осадков на всех гидрометеорологических станциях территории Республики Беларусь за весь период их действия и на основе разработана карта, на которой в виде изолиний представлено отношение коэффициентов асимметрии к коэффициенту вариации на территории страны.

Переход к значению коэффициента асимметрии рекомендуется через это отношение по известному коэффициенту вариации для разных водосборов, привязанных к географическим долготе и широте.



Отношение коэффициента асимметрии к коэффициенту вариации  $C_s/C_v$  на территории Республики Беларусь

## **Моделирование аварийных ситуаций с разливом нефти и нефтепродуктов**

Карпенчук И.В., Волчек Я.С.

Государственное учреждение образования «Командно-инженерный институт» МЧС Республики Беларусь, г. Минск

Моделирование разливов нефти усложняется в результате большого числа факторов, влияющих на передвижение и эволюцию разлившейся нефти в водной среде. Все эти процессы и характеристики взаимосвязаны и должны рассматриваться вместе для получения более точных оценок поведения нефти.

Так, результатом моделирования движения пятна нефти по водной поверхности, предложенного НИИ безопасности жизнедеятельности (Россия), является расчет наиболее важных характеристик загрязнения, таких как площадь нефтяного пятна и его длина по фарватеру реки, концентрация загрязнителя в центре пятна. Однако данную модель нельзя применять к малым рекам.

В модели разлива нефти на основе численного расчета двумерного открытого потока с подвижными границами, представленной на X Всероссийской научно-методической конференции "Телематика'2003" ставится задача математического моделирования и прогнозирования последствий чрезвычайной ситуации по разливу нефти при аварии на нефтепроводе с применением ГИС-технологий.

Разработанный по предложенной ранее методике расчета прогнозной оценки загрязнения открытых водоисточников (водотоков) нефтепродуктами при чрезвычайных ситуациях, программный комплекс «Расчет количества и режима трансграничного прохождения нефтепродуктов по водотокам при аварийных ситуациях» предназначен для работы в составе корпоративной ГИС Министерства по чрезвычайным ситуациям.

Программный комплекс установлен в РЦУРЧС МЧС и будет востребован в условиях расширяющегося использования информационных технологий в практике МЧС в системах поддержки принятия решений.

Программный комплекс имеет модульную структуру и состоит из следующих модулей:

- модуль визуализации;
- модуль выполнения расчетов;
- модуль администрирования справочников.

В комплексе предусмотрены средства формирования графических и текстовых отчетных документов о результатах работы.

## **Применение новых технических решений по повышению дальности подачи огнетушащих веществ лафетными стволами**

Карпенчук И.В., Кравцов А.М., Шкутник В.А.

Государственное учреждение образования «Командно-инженерный институт» МЧС Республики Беларусь, г. Минск

Эффективность пожаротушения, обеспечение безопасности людей и снижение материального ущерба напрямую зависит от создания и совершенствования средств и способов борьбы с пожарами, и, как следствие, — к появлению большого арсенала разнообразной техники.

Большой шаг вперед сделали разработчики современных лафетных стволов. В отличие от ранее применяемых, лафетные стволы нового поколения позволяют подавать воду и водные растворы огнетушащих веществ в широком диапазоне расходов.

Стволы формируют спектр различных видов струй и их комбинаций, обеспечивая при этом высокое качество распыла с различным углом факела. К их числу следует, в первую очередь, отнести лафетные стволы, выпускаемые компаниями «R. PONS» (Франция), «TFT» (США) и ЗАО «ФЭР» (Россия) и др. Они отличаются:

- повышенной дальностью всех видов формируемых струй;
- широким диапазоном расхода огнетушащих веществ;
- возможностью применения всех типов пенообразователя;
- уменьшением количества используемых огнетушащих веществ;
- возможностью эжектирования и дозирования пенообразователей на самом стволе.

Лафетные стволы изготавливают как с ручным, так и с дистанционным (с гидравлическим, тросовым или электрическим приводом) управлением, а также работающие в осциллирующем режиме. Дистанционное управление при его отключении дублируется ручным. Наличие дистанционного управления режимами работы обеспечивает безопасность ствольщика, создает значительные удобства при использовании лафетных стволов, облегчает работу пожарных, позволяя им находиться на значительных расстояниях от опасных мест.

Оптимизация физических эффектов в конструкции лафетных стволов позволяет кардинально увеличить дальность подачи огнетушащих веществ.

Весомую роль в этом может оказать структуризация потока за счет конструкции проточного тракта. А в связи с применением компьютерных технологий предложенные решения могут быть апробированы в кратчайшие сроки.

## Перспективы разработки ствола пожарного ручного комбинированного отечественной модификации

Пармон В.В., Шафранский Д.А.

Государственное учреждение образования «Командно-инженерный институт» МЧС Республики Беларусь, г. Минск

В настоящее время пожарными аварийно-спасательными подразделениями МЧС используются пожарные ручные стволы сплошной струи серии РС, а также пожарные ручные стволы сплошной и распыленной струй серий РСР, СРК, РСКЗ.

Данные стволы обеспечивают дальность сплошной струи до 30 м и распыленной до 15 м с расходом от 2 до 7,4 л/с в зависимости от исполнения и вида подаваемой струи.

Обновление средств тушения пожаров в соответствии с мировыми стандартами и научно-техническими достижениями сопровождается появлением на мировом рынке стволов нового поколения.

В отличие от ранее применяемых, современные стволы позволяют подавать воду и водные растворы огнетушащих веществ в широком диапазоне расходов и давлений (формируют спектр различных видов струй и их комбинаций, обеспечивая при этом высокое качество распыла с различным углом факела), а также пену низкой кратности.

До настоящего времени задача создания отечественного комбинированного ручного пожарного ствола по тактико-техническим характеристикам и эргономическим показателям, близким к стволам зарубежного производства не реализована. Это можно объяснить тем, что до настоящего времени рабочий процесс стволов с насадками данного типа детально не изучен и не регламентирован действующими техническими нормативно-правовыми актами.

Таким образом, изучение протекания рабочих процессов, оптимизация гидродинамических параметров, разработка методик расчета гидродинамических параметров, а также разработка и производство стволов данного типа является актуальной задачей.

При разработке ствола пожарного ручного комбинированного отечественной модификации необходимо разработать проточную часть ствола с гидродинамическими параметрами, обеспечивающими минимум гидродинамического сопротивления при максимальных тактико-технических характеристиках (дальность, распыл, защитный экран, снижение силы реакции струи).

Для решения поставленной задачи использовалась теория функций комплексного переменного.

## Усовершенствование конструкции сервопривода мобильной машины с кузовом-фургоном переменного объема

Павлович А.Э.

Белорусский национальный технический университет

Мобильные машины с кузовом-фургоном переменного объема применяются для оперативного управления скоротечными процессами с частой сменой мест дислокации на больших пространствах, например, для применения в качестве быстро-развертываемых помещений для спасательных групп МЧС, передвижных госпиталей, пунктов управления военного назначения, жизнеобеспечения полевых исследовательских, геодезических, строительных партий, и т.п. Для подъема и опускания кузова-фургона, применяется сервопривод, управляемый гидравлической или электромеханической системами, работа которых обеспечивается дизель-генератором, который вынуждены возить или в кузове-фургоне или в отдельном прицепе. Однако это усложняет конструкцию мобильной машины и процесс развертывания ее кузова-фургона, а также повышает трудоемкость их технического обслуживания. Кроме того, превращение кузова-фургона в помещение большего объема осуществляется в основном вручную, что ухудшает оперативность развертывания мобильной машины.

С целью устранения упомянутых недостатков предлагается управление сервоприводом подъема и опускания кузова-фургона платформы тягача, а также управление сервоприводом развертывания его подвижных элементов с формированием помещения увеличенного объема, производить с помощью штатной пневматической системы тягача. При этом для управления сервоприводом подъема и опускания кузова-фургона мобильной машины предлагается вместо длинноходовых подъемных устройств (телескопических гидроцилиндров или винтовых передач) применять короткоходовые пневмоцилиндры, у которых штоки зажаты клиновыми захватами относительно направляющей, жестко соединенной днищем кузова-фургона. Это достигается благодаря повторению несколько раз создания и ликвидации зазора  $\Delta h$  между штоками и корпусом пневмоцилиндров. После чего той же штатной пневмосистемой тягача через пневмоцилиндры обеспечивают автоматическое развертывание подвижных элементов кузова-фургона с формированием помещения увеличенного объема. Благодаря этому такое формирование помещения значительно сокращается по времени.

Таким образом, удастся создать более простую и эффективную конструкцию сервопривода мобильной машины с кузовом-фургоном переменного объема.

**Патентный поиск – средство для качественного написания первой главы дипломного проекта по кораблестроению**

Павлович А.Э.

Белорусский национальный технический университет

Учебную дисциплину «Основы управления интеллектуальной собственностью» будущим инженерам-кораблестроителям целесообразно изучать в девятом семестре, при этом обязательно зачетным заданием у них должно быть написание первой главы дипломного проекта с помощью осуществляемого ими патентного поиска. Данный поиск производится на основе Международной патентной классификации (МПК) по разделу В класса №63 подкласса В «Сула и прочие плавучие средства; оборудование для них».

Для оперативного осуществления патентного поиска рекомендуется применять электронные базы данных Национального центра интеллектуальной собственности Республики Беларусь (<http://belgospatent.org.by>), Федерального института промышленной собственности Российской Федерации (<http://www.fips.ru>) с международной поисковой системой [www.espacenet.com](http://www.espacenet.com), Государственной службы интеллектуальной собственности Украины (<http://www.sdip.gov.ua>), Евразийской патентной организации (<http://www.eapo.org/rus/ea/index.html>).

В данных поисковых системах вначале по классу МПК или же по словесному обозначению темы поиска находят рефераты патентов полезных моделей и изобретений, а затем, по указанному в найденном реферате номеру патента – полновесное его описание. Наши первые инженеры-корабелы успешно защитили свои дипломные проекты с оригинальными и вполне осуществимыми техническими решениями, которые они создали с помощью анализа результатов проведенного патентного поиска.

Например, Денис Ярошевич, на основе найденного запатентованного зарубежного прототипа в своем дипломном проекте «Теплоход для студенческой плавпрактики с резервной системой дистанционного пневматического управления», представил реальные предложения по оптимизации вместимости и скорости такого судна и разработал систему его дистанционного управления с необходимым обоснованием и расчетами, в которой просматривается патентоспособная самостоятельная идея.

Данное техническое новшество студента стало возможным благодаря своевременному проведению им патентного поиска с выявлением прототипа и его критикой.

### Современные методы снижения энергоёмкости процесса растворения

Ледян Ю.П., Вишнякова Е.И., Зыбина Я.В., Бессолова Л.В.\*, Баранов И.А.  
Белорусский национальный технический университет  
Тюменский государственный архитектурно-строительный университет\*

Интенсификация процесса растворения высокомолекулярных веществ является важной технической задачей, позволяющей повысить качество приготавливаемых растворов, снизить энергоёмкость процесса растворения, уменьшить расход дорогостоящих полимеров.

Приготовление водных растворов ПАА – достаточно сложный технологический процесс, требующий использования специального оборудования. В подавляющем большинстве случаев растворение порошкообразных флокулянтов осуществляется в аппаратах с мешалками.

Наиболее эффективным способом интенсификации процесса растворения высокомолекулярных флокулянтов является создание в объеме мешалки пульсации давления, обеспечивающих разрушение ламинарной пленки на поверхности растворяемой частицы. Пульсации давления создаются за счет оригинальной конструкции импеллера и емкости мешалки, в объеме которой осуществляется процесс растворения порошкообразного флокулянта.

Эффективность растворения дополнительно повышается за счет введения в объем перемешиваемой суспензии твердых нерастворимых частиц различной крупности (песок). Нерастворимые частицы перемещаются совместно с растворяющимися частицами полимера, воздействуют на них механически, обеспечивая дополнительно разрушение поверхностной ламинарной пленки.

В ходе лабораторных исследований установлено, что использование разработанного технологического оборудования и способа растворения позволяет увеличить скорость растворения флокулянта в 1,5 – 1,6 раза с одновременным увеличением эффективности его действия на 20 – 25%. Совмещение разработанных устройств (импеллера и емкости) с введением твердых нерастворимых частиц размером 0,2 – 0,8 мм позволяет сократить длительность растворения практически в 2 раза при этом скорость осаждения шламов при введении флокулянта в сточные воды возрастает не менее чем на 60%.

Новый способ растворения не требует какого-либо специального технологического оборудования и позволяет осуществить реконструкцию действующих мешалок без каких-либо существенных материальных затрат.



## Обзор о возможности применения свободных незатопленных струй для интенсификации процесса флотации

Ледян Ю.П., Щербакова М.К., Вишнякова Е.И., Захарко М.Н.  
Белорусский национальный технический университет

Повышение качества флотационного концентрата является важнейшей задачей совершенствования технологического процесса производства калийных удобрений. Повышение качества не только позволяет увеличить извлечение хлорида калия из сильвинитовой руды, но и снизить энергоемкость переработки руды.

Основным фактором, определяющим эффективность флотационного разделения и его энергоемкость, является аэрация пульпы мелкодисперсными пузырьками воздуха, которые и обеспечивают извлечение гидрофильных частиц сильвина из смеси сильвина и галита.

Задачами исследования являются разработка эффективного, энергосберегающего способа флотации за счет использования струйной аэрации пульпы.

В Белорусском национальном техническом университете в течение ряда последних лет проводятся исследования по совершенствованию и интенсификации струйной аэрации с целью использования ее в процессе флотации.

В результате проведенных исследований разработана и испытана в производственных условиях на ОАО «Беларуськалий» (г. Солигорск, РБ) универсальная водо-воздушная форсунка, обеспечивающая существенно повышение степени аэрации жидкости незатопленной струей.

Форсунка позволяет создавать струи как круглого, так и кольцевого поперечного сечения. Изменение диаметров струи осуществляется за счет использования сменных головок различного размера.

Исследования степени аэрации проводились на масштабной гидравлической модели флотационной камеры, а в качестве модельной жидкости использовалась вода. В ходе проведенных исследований разработана методика, позволяющая определять степень аэрации воздуха водяной струей. Установлено, что для струй круглого сечения степень эжекции воздуха повышается с уменьшением диаметра, а для струй кольцевого сечения – с уменьшением толщины стенки струи.

Сравнение экспериментальных данных для струй круглого и кольцевого сечений показывает, что струи кольцевого сечения, обеспечивают существенно более высокую степень эжекции при более низких числах Рейнольдса, а расходах жидкости, чем струи круглого сечения.

**Повышение качества флотоконцентрата  
за счет интенсификации процессов вторичного обогащения  
в пенном слое**

Щербакова М.К., Жигалко А.В., Кисель Е.М., Мерчук Е.А.,  
Пашкевич Т.Ю.

Белорусский национальный технический университет

Повышение эффективности процесса флотации является первоочередной задачей совершенствования технологии производства калийных удобрений и снижения ее себестоимости. Важной задачей является также снижение энергоемкости процесса флотации.

Эта задача может быть решена в результате использования разработанного способа вторичного обогащения силвина в пенном слое за счет орошения минерализованной пены маточным раствором, находящейся во флотационной камере первой перемешки.

Разработанный способ флотации не требует дополнительных затрат энергии, т.к. его реализация исключает использование перемешивающих устройств, а орошение минерализованной пены осуществляется за счет маточного раствора, который ранее использовался при получении суспензии на первой и второй перемешках.

Орошение минерализованной пены осуществлялось с использованием форсунок самых различных конструкций, в частности, цилиндрические, плоские, струи прямоугольного, треугольного и квадратного сечения.

В ходе исследований были отработаны оптимальные режимы аэрации и проведены производственные испытания на силвинитовой обогатительной фабрике ОАО «Беларуськалий».

Изучено влияние основных параметров струй: расхода маточного раствора, высоты расположения сопла относительно поверхности маточного раствора в пенообразующей емкости, скорости истечения струи из сопла, формы сечения и размеров струи.

Установлено, что максимальная степень аэрации при минимальном расходе маточного раствора происходит при использовании цилиндрической струи с диаметром  $d = 2,5$  мм.

Изменение высоты падения для всех исследованных струй влияет на степень аэрации пены. Оптимальная высота составляет  $H = 12 - 15$  см.

Степень аэрации пены может быть повышена при использовании инжектора, который обеспечивает подсасывание атмосферного воздуха в маточный раствор, подаваемый в виде струй через форсунки.

## Разработка технологического процесса каскадной флотации

Лазарчик В.В., Ходневич Е.В., Базык В.П., Радевич В.Н.,  
Бессолова Л.В.\*

Белорусский национальный технический университет  
Тюменский государственный архитектурно-строительный университет\*

Одной из самых энергоемких технологических операций при производстве калийных удобрений является флотация.

Пенный продукт основной флотации содержит достаточно большое количество мелкодисперсных частичек хлорида натрия, механически унесенных пузырьками воздуха. Для удаления этих частиц черновой концентрат подвергают повторной флотации (перечистке). После перечистки качество флотационного концентрата повышается. Иногда флотационный концентрат приходится подвергать двум и даже трем перечисткам, каждая из которых сопровождается созданием минерализованной пены и повторным ее разрушением. Осуществление повторных перечисток черного концентрата требует достаточно высоких дополнительных затрат энергии.

С точки зрения снижения энергоемкости процесса флотации, освобождения производственных площадей и уменьшения металлоемкости технологического оборудования перечистку черного концентрата целесообразно осуществлять однократно с минимальным разрушением воздушных пузырьков черного флотоконцентрата.

В ходе проведенных исследований был разработан способ каскадной флотации. Одной из основной составляющей частью процесса является струйная аэрация.

В ходе выполнения данной работы было исследовано эффективность аэрации и степень эжекции жидкостными струями. При выполнении работы широко использовалось моделирование с применением технической воды, а также маточного раствора.

Пилотная установка каскадной флотации производительностью  $5 \text{ м}^3/\text{ч}$  флотоконцентрата разработана и испытана на сальвинитовой обогатительно фабрике 3-го РУ ОАО «Беларуськалий». Длительные производственные испытания пилотной установки показали работоспособность разработанного способа каскадной флотации и конструкции установки, которая обеспечивает получение регламентных показателей флотационного концентрата, соответствующих двум стандартным перечисткам. Процесс осуществляется практически без каких-либо дополнительных затрат энергии. Разработанная установка проста в изготовлении, имеет малые габариты и низкую металлоемкость.

### Диагностика пескования водозаборных скважин

Ивашечкин В.В., Коледюк Д.М., Машук Ю.С., Иванов П.П.

Белорусский национальный технический университет

В процессе эксплуатации скважины может происходить её пескование. Скважина требует капитального ремонта, который заключается в замене фильтра, что является дорогостоящей операцией. Значительно проще определить место пескования скважины и произвести локальный ремонт фильтра в месте разрушения. В БНТУ на кафедре «Гидравлика»

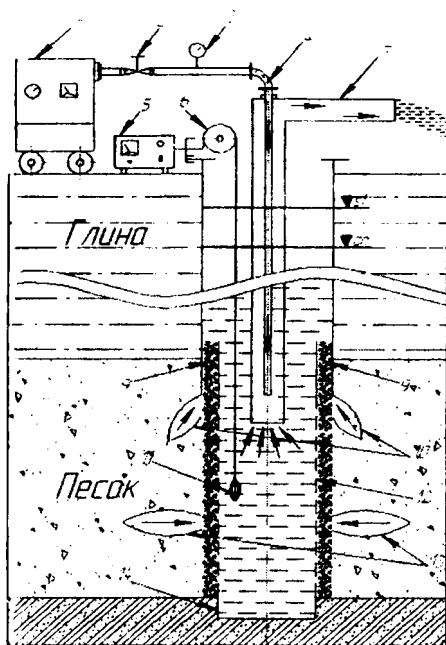


Рисунок – Схема обследования пескующей скважины

- 1 – компрессор; 2 – кран компрессора,  
3 – манометр; 4 – воздухопроводная труба;  
5 – измерительный пульт; 6 – скважинный блок с счётчиком глубины; 7 – насосная труба; 8 – бак; 9 – гравийный сальник;  
10 – места пескования; 11 – прибор-регистратор; 12 – фильтр с гравийной обсыпкой; 13 – песчаная каверна;  
14 – отстойник

разработан прибор для диагностики технического состояния скважин, который позволяет определить место выноса песка из прифильтровой зоны при работе скважинного насоса. Прибор состоит из измерительного пульта управления (5), бухты с кабелем (6) и регистратора мутности воды (11). Регистратор опускают на кабеле, перемещают вдоль фильтра при работающем эрлифте. Регистратор состоит из источника света (светодиода) и фоторезистора, который находится в цепи постоянного тока. Свет проходит через поток воды и попадает на фоторезистор.

Сила тока, фиксируемая миллиамперметром зависит от освещённости фоторезистора. Если поток воды не содержит частиц песка – ток максимальный. Если регистратор попадает в зону поступления песка через фильтр, то освещённость фоторезистора уменьшается, ток падает и становится минимальным. Прибор протарирован и прошёл лабораторные испытания.

## О гидравлическом сопротивлении гофрированных трубопроводов

Кулебякин В.В., Савчук Е.Н.

Белорусский национальный технический университет

В сетях теплогазоснабжения, вентиляционных, охладительно-отопительных сетях различных систем обогрева весьма актуальна проблема компенсации напряжений, возникающих вследствие удлинения или сжатия стенок трубопроводов при изменении температуры теплоносителя. Институтом электросварки им. Е.О.Патона АН Украины была предложена технология изготовления и конструкция самокомпенсирующихся СК-труб, которая обеспечивала снятие напряжений за счет деформации гофр, расположенных на их поверхности. Гофры по их технологии получались методом продольной прокатки стальной полосы, которая затем скручивалась по спирали, швы сваривались, а в результате производилась труба с спирально-расположенным внешним гофром, форма которого могла варьироваться путем выбора прокатного ролика. Практическое применение таких трубопроводов, очевидно, в первую очередь требует знания их гидравлических и теплообменных характеристик.

В данной работе экспериментально определены коэффициенты гидросопротивления в широком диапазоне чисел  $Re$  ( $6 \cdot 10^3 < Re < 2 \cdot 10^6$ ) для гофрированных трубопроводов как в лабораторных (на модельных трубах), так и в натуральных условиях – на участке теплотрассы из СК-труб в г. Минске (район Чижовка). Измерения потерь давления на мерных участках производились с помощью преобразователей «Сапфир-22ДД», измерения среднерасходной скорости – индукционными расходомерами ИР-61, температура регистрировалась термопреобразователями, установленными непосредственно в потоке жидкости в трубе.

Как следует из полученных нами результатов, закон сопротивления для негофрированных труб мог быть аппроксимирован известной

зависимостью:  $\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 21g \frac{r}{\Delta} + 1,74$ , где степень шероховатости поверхности

труб соответствовала  $\varepsilon = 1,3 \cdot 10^{-3}$ . В тоже время сопротивление труб с винтовыми гофраами возрастало почти в два раза и соответствовало вышеприведенному закону сопротивления для степени шероховатости  $\varepsilon = 1,7 \cdot 10^{-2}$ . По предварительным данным возрастала также величина числа Стантона, характеризующего теплообмен в таких трубах, что позволяет сделать вывод о перспективности их использования в рекуперативных теплообменниках.

## Влияние полимерных добавок на развитие и коллапс следа за сферой в стратифицированной жидкости

Кулебякин В.В., Маркевич М.А.

Белорусский национальный технический университет

След за телом, движущимся в среде с устойчивой стратификацией, обладает свойствами, существенно отличающими его от закономерностей развития следа в нестратифицированной среде. Турбулентное смешение приводит к изменению градиента плотности в области следа, сплющиванию (коллапсу) его по вертикали и увеличению горизонтального размера под действием архимедовых сил, так что в итоге образуется тонкий и широкий след. Закономерности его развития достаточно хорошо изучены, однако вопросы воздействия на турбулентность в таком следе полимерных добавок, снижающих трение, до настоящего времени остались вне внимания исследователей.

Цель данной работы заключалась в экспериментальном исследовании влияния одного из наиболее известных и эффективных полимеров, снижающих турбулентное трение, полиэтиленоксида WSR-301, на развитие следа за сферой, движущейся в скачке плотности. Визуализация течения осуществлялась подачей в след раствора красителя, в который мог быть добавлен полимерный раствор. Киносъемка развития следа производилась в двух проекциях: вертикальной и горизонтальной. Определение ширины и высоты следного течения осуществлялось с использованием статистических методов обработки.

Полимерные добавки (содержание WSR-301 в водном растворе не превышало 0,01%) приводили к заметному сужению следа вблизи от сферы и изменению темпа его дальнейшего расширения в среде однородной плотности. При этом ширина следа с добавками увеличивалась быстрее, чем в воде и на расстояниях от сферы, превышающих 100 диаметров сравнивалась с шириной следа без добавок. В скачке плотности подача полимерного раствора приводила к существенно большей неустойчивости течения, многочисленным выбросам вихревых структур и значительной изрезанности границ следа. Смешение крупномасштабных вихреобразований в процессе коллапса следа с добавками существенно увеличивает перемежаемость течения. Выявленные особенности развития следа хорошо согласуются с отмеченными ранее характеристиками воздействия полимерных добавок на турбулентность, а именно, перераспределением энергии пульсаций скорости по волновым числам со сдвигом максимума в область средних частот и подавлением высокочастотных составляющих спектра.

## **Профориентационная работа в учреждении высшего образования**

Недашковская И.В.

Белорусский национальный технический университет

В результате проводимой в нашей стране кадровой и образовательной политики, с учетом острой необходимости обеспечить отрасль водного транспорта кадрами, способными работать в условиях инновационного развития, актуализируется проблема профессиональной ориентации студентов. Профориентационная деятельность, нацеленная на создание условий для полноценной реализации человеческого ресурса, призвана стимулировать их профессиональное самоутверждение, она становится важнейшим элементом государственной кадровой политики, связующим звеном между сферами образования и труда.

Профессиональное самоутверждение студентов – сложный процесс, для осуществления которого должны быть созданы благоприятные педагогические условия.

Профориентационная работа в ВУЗе по профессиональному самоутверждению студентов необходимо начинать с первого курса, в рамках дисциплины «Введение в специальность». Содействовать вхождению студентов в профессиональную деятельность, в том числе в рамках упомянутой выше дисциплины, будет педагог-профориентолог, совместно с заведующим выпускающей кафедры, куратором группы и другими педагогическими работниками учреждения высшего образования.

С первого курса студенты должны включаться в профессиональную деятельность посредством практического обучения, знакомиться с квалификационными характеристиками должностей служащих, на которые ориентировано содержание их образования, формировать свой будущий профессиональный имидж и образ профессионального «Я» в развитии отрасли, стремиться к диагностированию собственных возможностей и способностей, выстраивать свой план профессионального развития.

Педагог-профориентолог будет помогать студентам в решении проблем профессионального самоутверждения, оказывая информационно-педагогическую поддержку.

Введение в ВУЗ должности педагога-профориентолога предполагает: помощь студентам в профессиональном самоутверждении и самореализации; помощь педагогам в компетентном подходе к обучению и развитию профессионально важных качеств; помощь работодателям в профотборе квалифицированных специалистов.

**Информационно-  
измерительная техника  
и технологии**



**Оценка эффективности пожарных извещателей  
в процессе курсового проектирования по специальности  
«Техническое обеспечение безопасности»**

Антошин А.А., Есипович Д.Л.\*, Олефир Г.И.  
Белорусский национальный технический университет  
НИИ ПБ и ЧС МЧС Республики Беларусь

Дисциплина «Первичные измерительные преобразователи в системах безопасности» является частью специальной подготовки инженера-электромеханика по специальности 1-38 02 03 «Техническое обеспечение безопасности» со специализацией 1-38 02 03 01 «Приборы и системы охранной сигнализации и безопасности». В ней изучаются методы измерения неэлектрических величин, которые являются информативными параметрами объектов обнаружения для систем охранной и пожарной сигнализации, а также основы расчета преобразователей этих величин и электрические величины.

Курсовая работа по этой дисциплине ориентирована на проведение анализа эффективности применения извещателей в пожарной автоматике. Имеется учебно-методическое пособие[1] целью которого является систематизированное изложение методики определения целей и задач систем пожарной сигнализации (СПС), а также методики применения результатов расчета сценария предполагаемого пожара и моделирования работы извещателя для обоснованного выбора и размещения пожарных извещателей (ПИ) в помещениях. Излагаемый подход при проектировании СПС позволяет принимать во внимание особенности развития пожара и требования заинтересованных в создании данной СПС сторон.

Цель курсовой работы может быть достигнута в результате решения задачи, которая предусматривает: определение цели пожарной сигнализации на объекте и количественных критериев успешного достижения цели; расчет возможных сценариев пожара и основных характеристик пожарных извещателей, способных обеспечить достижение цели; определение требований к размещению извещателей.

**Литература**

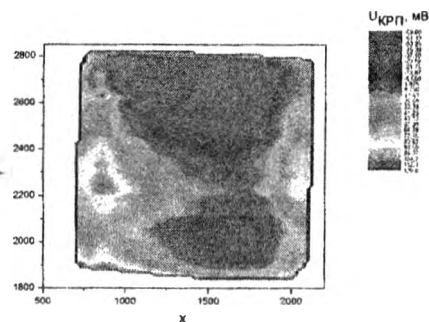
1. Антошин, А.А. Обоснование выбора пожарных извещателей при проектировании систем пожарной сигнализации: учебно-методическое пособие к выполнению курсовой работы по дисциплине «Первичные измерительные преобразователи в системах безопасности» для студентов специальности 1-38 02 03 «Техническое обеспечение безопасности» /А.А. Антошин [и др.]. – Минск: БНТУ; 2008. – 68 с.

## Влияние режимов ионной имплантации азота N на работу выхода электрона с поверхности стальных образцов

Белый А.В., Жарин А.Л., Тявловский А.К.

Белорусский национальный технический университет

Методом вибрирующего зонда Кельвина получены карты распределения контактной разности потенциалов образцов из конструкционной стали Ст. 20, подвергнутых ионной имплантации азота в разных режимах при температурах 400, 550 и 600 °С. Азотная имплантация проводится с целью повышения износостойкости поверхностного слоя, и для прогнозирования свойств обработанной поверхности (долговечности, мест повышенного износа при нагрузке) необходимо иметь возможность оценить как степень равномерности обработки, так и степень повреждения поверхности детали в процессе обработки. Пример результата для ионной имплантации при температуре 600 °С приведен на рисунке. Подтверждена возможность использования метода для неразрушающего контроля процессов поверхностного упрочнения сталей.



Выводы по результатам исследования:

1. Минимальные значения контактной разности потенциалов (и соответственно работы выхода электрона поверхности) наблюдаются при температуре обработки 550 °С (в среднем минус 80 мВ). При меньшей температуре имплантации (400 °С) КРП достигает значений минус 40 мВ, а при более высокой (600 °С) – 0 и даже плюс 30 мВ. Таким образом, для образцов, обработанных при 550 °С, можно ожидать экстремума значений механических свойств поверхности, для подтверждения чего требуются дополнительные исследования.

2. С ростом температуры обработки увеличивается разброс значений КРП по площади образца. Таким образом, более низкая температура имплантации обеспечивает большую равномерность свойств поверхности. Наибольшие отклонения электрических свойств поверхности, как и следовало ожидать, наблюдались у краев образцов, что связано с остаточными механическими напряжениями в этих областях после вырубания образцов из листа металла.

## Неаддитивная фотопроводимость в полупроводниках с глубокими примесями

Гусев О.К., Свистун А.И., Шадурская Л.И., Яржембицкая Н.В.  
Белорусский национальный технический университет

Проведено исследование фотоэлектрических явлений в однородных полупроводниках (с омическими контактами) и в барьерных полупроводниковых структурах (металл-полупроводник, гетеропереходах). В работе использовалось комбинированное оптическое возбуждение образцов одновременно двумя потоками оптического излучения, но с разными длинами волн. Результатом такого возбуждения явилось наведение суммарного фотоэлектрического сигнала  $U_{\text{сум}}$ , по величине существенно отличного от арифметической суммы  $(U_1 + U_2)$  сигналов, наводимых каждым из возбуждающих оптических потоков в отдельности. В частности, при  $U_{\text{сум}} < (U_1 + U_2)$  фотоэлектрические процессы трактуются как «гашение», а при  $U_{\text{сум}} > (U_1 + U_2)$  – неаддитивные процессы.

Для обеспечения необходимой воспроизводимости результатов измерений в качестве базовых материалов выбирались кремний и германий. Конструкции образцов для исследований представляли сэндвич-структуры с краевой фаской, а в качестве материалов для изготовления барьеров использовались никель, алюминий, индий и двуокись олова. В технологии изготовления образцов исследовательских структур использовались операции жидкостного травления и очистки поверхности, термического напыления металлических пленок, вжигания омических контактов. Измерение фотоэлектрических свойств изготовленных полупроводниковых структур проводилось на переменном и постоянном токе. Исследованы причины нелинейного возрастания фотоэлектрического усиления поверхностно-барьерных структур на основе германия, легированного медью в сильном электрическом поле и установлена их связь с изменением темпа рекомбинации носителей заряда на уровнях меди. В поверхностно-барьерных структурах на основе  $p$ -Si при комбинированном оптическом возбуждении обнаружено гашение фотоэдс, относящееся к числу нелинейных фотоэлектрических явлений, которое объясняется процессами инжекционной перезарядки уровней меди.

### Литература

1. Гусев, О. К. Проектирование и управление метрологическими характеристиками фотоэлектрических преобразователей на основе полупроводников с многозарядными примесями / О.К. Гусев, А.И. Свистун, Л.И. Шадурская, Н.В. Яржембицкая // Датчики и системы. – 2011. – №1. – С. 19-23

## Оценка погрешностей измерения амплитуд и периода малых свободных качаний физического маятника

Джилавдари И.З., Ризноокая Н.Н.

Белорусский национальный технический университет

Физический маятник с опорой качения, совершающий свободные затухающие колебания, широко используется при исследованиях трения качения. Основными источниками погрешности при измерении амплитуд и периодов колебаний этого маятника, осуществляемой с помощью электронно-оптической системы [1], являются аддитивные шумы измерительного тракта и погрешности, обусловленные дискретностью преобразования оптического сигнала.

Для того, чтобы оценить уровень шума измерительной цепи в целом, достаточно рассмотреть сигнал от изменения амплитуды  $\Delta\alpha$ , получаемый от свободно висящего маятника, находящегося в положении равновесия.

Погрешность  $\Delta\alpha$  в определении амплитуды, обусловленную дискретностью измерения, можно рассчитать, учитывая, что процесс колебаний маятника в каждом периоде близок к гармоническому, по формуле

$$\Delta\alpha \approx \frac{1}{2}\alpha(\Omega\Delta t)^2.$$

Учитывая, что  $\Omega = \frac{2\pi}{T}$ , найдём, что соответствующая погрешность

$$\frac{\Delta\alpha}{\alpha} = \frac{2\pi^2}{(fT)^2}.$$

Погрешность измерения периода  $\Delta T$  будет определяться, в основном, нестабильностью  $\Delta f$  частоты  $f$  кварцевого тактового генератора считывающего устройства. Формула для расчёта погрешности  $\Delta T$  имеет стандартный вид

$$\frac{\Delta T}{T} = \frac{\Delta f}{f}.$$

### Литература

Ризноокая, Н.Н. Об измерении амплитуд и периода микрокачаний физического маятника с опорой качения / Н.Н. Ризноокая // Вестник Белорусского национального технического университета. – 2011. – №2. – С. 32 – 37.

**Использование компьютерного моделирования пожаров  
на ранней стадии в подготовке инженеров-проектировщиков  
систем пожарной сигнализации**

Антошин А.А.

Белорусский национальный технический университет

Обнаружение пожара в его начальной стадии является основной задачей систем пожарной сигнализации (СПС) для жилых помещений. Успех в решении этой задачи зависит от характеристик используемых в таких системах пожарных извещателей и эффективности их применения.

При подготовке инженеров-проектировщиков СПС в рамках специальности “Техническое обеспечение безопасности” кроме изучения теоретических спецкурсов студенты выполняют компьютерное моделирование пожаров в жилых помещениях на их ранней стадии с использованием программы для моделирования динамики пожара FDS [1]. В этой программе численно решаются модифицированные уравнения Навье-Стокса для теплопереноса при горении в выбранные моменты времени для каждой кубической ячейки в декартовой системе координат. Программа FDS рассчитывает температуру, плотность, давление, скорость в каждой числовой ячейке в каждый дискретный шаг времени.

Студентами специальности “Техническое обеспечение безопасности” выполняется моделирование тестового пожара в испытательном помещении. Исследуется влияние таких параметров как начальная температура, плотность, коэффициенты теплопроводности и удельные теплоемкости материалов, из которых сделано помещение при различных мощностях тестового пожара на пространственное распределение температуры и дыма в камере. Анализируются зависимости пространственного распределения температуры и динамики её установления в различных точках помещения от мощности пожара.

С помощью графического интерфейса PyroSim можно представить результаты моделирования в цветной трехмерной графике, а также визуализировать динамику изменения рассчитываемых параметров, что повышает усваиваемость изучаемого материала студентами и позволяет готовить квалифицированных инженеров-проектировщиков СПС.

**Литература**

1. McGrattan K., Baum H., Rehm R., Mell W., McDermot R. Hostikka S., Floyd J. Fire Dynamics Simulator (Version 5). Technical Reference Guide. NIST Special Publication 1018-5, February 2009.

## Метрологическая модель системы измерения работы выхода электрона поверхности методом невибрирующего зонда Кельвина

Жарин А.Л., Тявловский А.К.

Белорусский национальный технический университет

Метод невибрирующего конденсатора является разновидностью метода Кельвина, позволяющей обойтись без вибраций одной из пластин конденсатора. В основе такого подхода лежат следующие соображения. Как известно, обобщенное выражение для тока в цепи содержащей конденсатор Кельвина, имеет вид

$$i = U_{CPD} \frac{dC}{dt} + C \frac{dU_{CPD}}{dt} . \quad (1)$$

Выражение содержит два члена, каждый из которых зависит как от геометрических параметров (емкость  $C$ ), так и от собственно измеряемого электрического потенциала  $U_{CPD}$ . Для того, чтобы определить условие разделения измеряемых параметров, была использована методология многопараметрических измерений параметров объектов и осуществлено нахождение физического воздействия, позволяющего удовлетворить условиям разделения измеряемой величины.

При сканировании поверхности образца невибрирующим зондом последний движется вдоль поверхности с постоянной скоростью  $v = \frac{dx}{dt}$  и на постоянном расстоянии от нее. В этом случае изменение выходного сигнала электрометрического зонда связано с пространственным распределением геометрических параметров и КРП поверхности соотношением

$$i = U_{CPD} \frac{dC}{dx} \frac{dx}{dt} + C \frac{dU_{CPD}}{dx} \frac{dx}{dt} . \quad (2)$$

Поскольку при использовании невибрирующего зонда ни одна из производных в выражении (2) не может быть приравнена к нулю, то разделение геометрической и потенциальной составляющих может производиться только путем сведения к нулю измеряемого значения контактной разности потенциалов  $U_{CPD}$ . Последнее может быть осуществлено подачей внешнего потенциала  $U_{bias}$ , который влияет только на геометрическую составляющую, оставляя неизменной потенциальную.

Разработана малосигнальная модель входной цепи измерительного преобразователя невибрирующего зонда Кельвина. На основании модели определены технические требования к измерительной системе (скорости перемещения зонда, параметрам элементов электрической цепи преобразователя), обеспечивающие достижение требуемых метрологических характеристик.

## Модуляционный метод измерения коэффициента ослабления синфазного сигнала усилителя в лабораторном практикуме

Зуйков И.Е., Матюшевский В.М.

Белорусский национальный технический университет

В лабораторном практикуме по схемотехнике измерение коэффициента ослабления синфазного сигнала (КОСС) в схеме дифференциального усилителя позволяет студентам изучить механизм формирования погрешностей усилительных схем на операционных усилителях (ОУ).

Напряжение на выходе дифференциального усилителя при наличии на его входе только синфазного входного напряжения  $U_c$  из-за неидеального выполнения условия согласования резисторов ( $R_1^* = R_1$ ,  $R_2^* = R_2$ ) в линейном приближении равно

$$U_{\text{вых.с.}} = \frac{R_2}{R_2 + R_1} \cdot \left[ \left( \frac{\Delta R_2}{R_2} - \frac{\Delta R_1}{R_1} \right) - \left( \frac{\Delta R_2^*}{R_2^*} - \frac{\Delta R_1^*}{R_1^*} \right) \right] \cdot U_c + \frac{1}{\text{КОСС}} \cdot \frac{R_2}{R_1} \left\{ 1 + \frac{R_2}{R_2 + R_1} \left[ \left( \frac{\Delta R_2}{R_2} - \frac{\Delta R_1}{R_1} \right) + \frac{R_1}{R_2} \left( \frac{\Delta R_2^*}{R_2^*} - \frac{\Delta R_1^*}{R_1^*} \right) \right] \right\} \cdot U_c + U_{\text{вых.0}},$$

где  $\Delta R_i$  – отличие сопротивления  $R_i$  от номинального значения,  $U_{\text{вых.0}}$  – вклад напряжения сдвига и токов смещения ОУ.

Вклад первого слагаемого велик, что и определяет высокую погрешность измерения КОСС. Однако из выражения для  $U_{\text{вых.с}}$  следует, что при замене местами резисторных пар  $R_1$  и  $R_1^*$ ,  $R_2$  и  $R_2^*$  первое слагаемое меняет знак, а изменением второго слагаемого можно пренебречь. Таким образом, замена местами резисторных пар приводит к модуляции знака “резистивной составляющей” синфазной чувствительности.

Суммирование значений переменной составляющей выходного напряжения  $U_{\text{вых.с}}$  для двух различных положений резисторных пар позволяет исключить синфазную “резистивную составляющую” выходного напряжения и повысить точность вычисления КОСС при сохранении наглядности метода.

## Исследование методов уменьшения расходимости излучения параметрических генераторов света

Кондратюк Н.В.

Белорусский национальный технический университет

В настоящей работе рассматривается вариант создания параметрического генератора света (ПГС) с телескопическим резонатором, а также приводятся результаты исследований пространственно-угловых характеристик излучения ПГС на длине волны 2,3мкм. Схема ПГС приведена на рисунке 1.

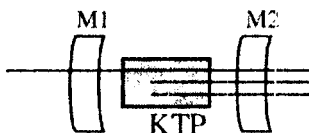


Рисунок 1. Схема ПГС с телескопическим резонатором

В ПГС использовался нелинейный кристалл КТП с синхронизмом типа II его размером 6х6х30мм<sup>3</sup>, который генерировал две волны с длиной волны 1,98мкм (сигнальная волна) и 2,3мкм (холостая волна) при накачке излучением с длиной волны 1,064мкм.

Входное зеркало - мениск M1 с радиусом кривизны  $R1=300\text{mm}$  имело высокое пропускание для излучения накачки и высокое отражение для сигнальной и холостой волн.

Полупрозрачное выходное зеркало – мениск M2 с радиусом кривизны  $R2=250\text{mm}$  имело высокое пропускание для излучения накачки и холостой волны, и высокое отражение для сигнальной волны.

В данной схеме ПГС используется конфокальный неустойчивый резонатор, в котором диаметр пучка излучения сигнальной волны при каждом отражении от зеркал увеличивается, что приводит к уменьшению расходимости излучения как сигнальной волны, так и холостой.

Расстояние между зеркалами рассчитывалось по формуле

$$L = 1/2(R1-R2) + lc(1-1/n) = 38\text{мм}, \text{ где } lc - \text{длина нелинейного кристалла, } n - \text{показатель преломления кристалла.}$$

При накачке импульсами с энергией 150мДж, длительностью 10нс и интенсивностью  $\sim 100\text{МВт/см}^2$  ПГС генерировал импульсы с энергией до 15мДж на длине волны 2,3мкм и расходимостью пучка  $\sim 4\text{мрад}$ .

При аналогичных условиях накачки ПГС с плоскими зеркалами расположенными на расстоянии 38мм генерировал излучение с расходимостью 10мрад.



## Температурная зависимость ширины линий усиления CO<sub>2</sub>-лазера с быстрой прокачкой

Невдах В.В.

Белорусский национальный технический университет

Основными компонентами активных сред мощных технологических CO<sub>2</sub>-лазеров с быстрой прокачкой являются углекислый газ, азот и гелий в различном соотношении при давлениях, обеспечивающих однородное уширение их линий усиления за счет процессов бинарных столкновений.

Для численных оценок ширины линии усиления таких CO<sub>2</sub>-лазеров на наиболее сильном лазерном переходе 00<sup>0</sup>1–10<sup>0</sup>0 обычно используют формулу, полученную для линии P20 этого перехода:

$$\Delta \nu_g = \gamma_{\text{CO}_2-\text{CO}_2} (\xi_{\text{CO}_2} + b_{\text{N}_2} \xi_{\text{N}_2} + b_{\text{He}} \xi_{\text{He}}) P_{\Sigma} \sqrt{300/T}, \quad (1)$$

где  $\xi_{\text{CO}_2}$ ,  $\xi_{\text{N}_2}$ ,  $\xi_{\text{He}}$  – доли CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> и He в смеси,  $b_{\text{N}_2} = \gamma_{\text{CO}_2-\text{N}_2} / \gamma_{\text{CO}_2-\text{CO}_2} = 0.73$ ,  $b_{\text{He}} = \gamma_{\text{CO}_2-\text{He}} / \gamma_{\text{CO}_2-\text{CO}_2} = 0.64$  – относительные коэффициенты столкновительного уширения линий молекул CO<sub>2</sub> молекулами и атомами буферных газов N<sub>2</sub> и He, соответственно,  $P_{\Sigma}$  – давление газовой смеси CO<sub>2</sub>:N<sub>2</sub>:He.

То, что коэффициенты  $b_{\text{N}_2}$  и  $b_{\text{He}}$  входят в формулу (1) как константы, по существу означает признание одинакового характера уширения спектральной линии при взаимодействии молекул CO<sub>2</sub> с различными столкновительными партнерами, что противоречит существующим представлениям о механизмах столкновительного уширения спектральных линий.

С помощью стабилизированного по частоте перестраиваемого CO<sub>2</sub>-лазера измерены ненасыщенные коэффициенты поглощения в чистом углекислом газе и в бинарных смесях CO<sub>2</sub>:N<sub>2</sub> и CO<sub>2</sub>:He при давлении 100 Тор в диапазоне температур 300–700К на линии R22 и определены коэффициенты  $b_{\text{N}_2}$  и  $b_{\text{He}}$ . Установлено, что эти коэффициенты являются функциями температуры газа, причем различными. Это означает, что широко используемая формула (1) при температурах  $T > 550\text{K}$  оказывается некорректной. Как известно, активные среды мощных технологических CO<sub>2</sub>-лазеров с быстрой прокачкой содержат небольшое количество рабочих молекул CO, и значительно большие части молекул N<sub>2</sub> и атомов He, столкновения с которыми и обеспечивают основной вклад в столкновительную ширину контуров усиления лазерных линий. Проведенные оценки показывают, что величины столкновительных ширины линий усиления таких лазеров, полученные по формуле (1) и с использованием результатов настоящей работы, могут различаться больше чем на 100%.

**Изложение вопросов измерения оптической плотности газообразных сред, содержащих аэрозоль, при изучении студентами первичных измерительных преобразователей**

Олефир Г.И., Невдах В.В.

Белорусский национальный технический университет

При изложении курса «Первичные измерительные преобразователи» и некоторых специальных дисциплин для студентов специальности 1-38 02 03 «Техническое обеспечение безопасности» необходимо уделять особое внимание более подробному и детальному описанию физических свойств и состава газообразной среды, содержащей продукты сгорания и методам измерения физических параметров этой среды. Эти свойства зависят от многих факторов и, в первую очередь, от природы горючего вещества, режима горения, к тому же существенно изменяются во времени.

Работа современных оптико-электронных пожарных извещателей (ПИ), как линейных, так и точечных основана на измерении интенсивности прошедшего эту среду или на измерении интенсивности рассеянного средой оптического излучения. Способность среды поглощать оптическое излучение (количественно характеризуется величиной которая называется «оптическая плотность») и способность рассеивать распространяющееся в ней излучение, во многом определяются концентрацией продуктов сгорания, но также и природой, размерами и формой частиц аэрозоля (дыма), соотношением размеров частиц и длины волны излучения и т.д. Причем эти два в общем-то различные физические явления (поглощение и рассеивание), при распространении излучения в газообразной среде с аэрозолем (дымом) действуют одновременно и каждое из них по-своему влияет на интенсивность прошедшего эту среду света. Поэтому при попытке по измеренной интенсивности прошедшего через такую среду излучения судить о величине концентрации продуктов горения (традиционные измерения оптической плотности поглощающей среды, с которыми студенты знакомятся еще в рамках курса общей физики) необходимо учитывать рассеивание излучения вперед на малые углы. В противном случае можно получить существенно заниженную оценку.

Вышеизложенное необходимо учитывать при конструировании оптико-электронных ПИ и приборов для контроля оптических свойств воздушной среды и при практическом использовании таких устройств.

Г Антошин, А.А. Влияние на отношение сигнал/шум формы конструктивных элементов оптического узла точечного дымового пожарного извещателя / А.А. Антошин, Г.И. Олефир, Д.Г. Кирышин, Е.В. Гнутенко // Наука – образованию, производству, экономике. Материалы 8-й МНТК. – Минск, 2010. – Т.2. – с. 164.

**Изучение вопросов конструирования приборов систем безопасности  
в специальности «Техническое обеспечение безопасности»**

Третьяк И.Б., Василевский А.Г., Кирюшин Д.Г.  
Белорусский национальный технический университет  
НИИ ПБ и ЧС МЧС Республики Беларусь

Изучение вопросов конструирования приборов систем безопасности проводится в рамках одноименной дисциплины на основе образовательного стандарта по специальности 1-38 02 03 «Техническое обеспечение безопасности» и базируется на знаниях, полученных при изучении таких дисциплин как «Инженерная графика», «Механика материалов и конструкций», «Детали приборов».

Цель изучения вопросов конструирования – дать студентам необходимый комплекс знаний и практических навыков в самостоятельной разработке узлов и конструкций для приборов систем безопасности, проведения инженерных расчетов, выпуска рабочей документации.

В результате изучения дисциплины студенты осваивают основные этапы конструирования приборов и разработки конструкторской документации; основные принципы обеспечения работоспособности технических средств; эксплуатационные, конструктивно-технологические, экономические и эргономические требования, предъявляемые к техническим средствам обеспечения безопасности; способы обеспечения массогабаритных параметров.

На практических занятиях студенты закрепляют полученные теоретические знания, осваивают приемы конструирования узлов, деталей и приборов систем безопасности, правила выполнения конструкторской документации, и методику проведения типовых инженерных расчетов.

На лабораторных занятиях студенты знакомятся с типовыми конструкциями приборов систем безопасности и обучаются конструированию различных узлов и деталей с помощью автоматизированных систем проектирования AutoCAD и SolidWorks. Занятия проводятся в компьютерном классе.

Дисциплина «Конструирование приборов систем безопасности» является частью конструкторской подготовки инженера-электромеханика в области приборостроения. Знания и умения, полученные студентами при изучении данной дисциплины, необходимы для освоения последующих специальных дисциплин и дисциплин специализаций, связанных с проектированием различных типов приборов систем безопасности.

## Изучение систем охранной и пожарной сигнализации в дисциплинах специальности «Техническое обеспечение безопасности»

Василевский А.Г., Третьяк И.Б., Есипович Д.Л.  
Белорусский национальный технический университет  
НИИ ПБ и ЧС МЧС Республики Беларусь

Охрана здоровья и имущества людей перед лицом растущих угроз техногенного и социального характера – одна из самых главных проблем, всели стоящая перед обществом в процессе его исторического развития. Технологические процессы, обеспечивающие безопасность объектов, постоянно совершенствуются, а аппаратура, реализующая их, становится все более сложной, разветвленной и многофункциональной, представляющей собой широкий комплекс разнородных технических средств. Предельным случаем является полная автоматизация, когда управление ходом процесса осуществляется без вмешательства человека. Одним из основных путей реализации такой задачи является применение систем и средств автоматической охранно-пожарной сигнализации.

Целью изучения дисциплин специальности «Техническое обеспечение безопасности» является формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков, необходимых для понимания методик построения и эксплуатации систем безопасности и в частности систем охранной и пожарной сигнализации. Содержание учебных программ предполагает изучение современной нормативной и правовой документации по вопросам обеспечения защищенности объектов, основных принципов, понятий и подходов, используемых при создании систем охранной и пожарной сигнализации объекта (предприятия, организации); основных видов технических средств охранной и пожарной сигнализации, применяемых в Республике Беларусь.

Будущий специалист должен знать и уметь использовать на практике разработанные технические решения по оборудованию объектов техническими средствами охранно-пожарной сигнализации. На стадии проектирования системы безопасности, выбрать и оптимально расположить технические средства, которые в состоянии обеспечить выполнение возложенных на них функций.

### Литература

1 Антошин, А.А. Нормирование конструктивных параметров СОПС в контексте дисциплин «Конструирование приборов систем безопасности» и «Технические средства систем безопасности» / А.А. Антошин, А.Г. Василевский, И.Б. Третьяк, Д.Г. Киришин // Наука - образованию, производству, экономике. Материалы 8-й МНТК. – Минск, 2010. – Т.2. – с. 146.

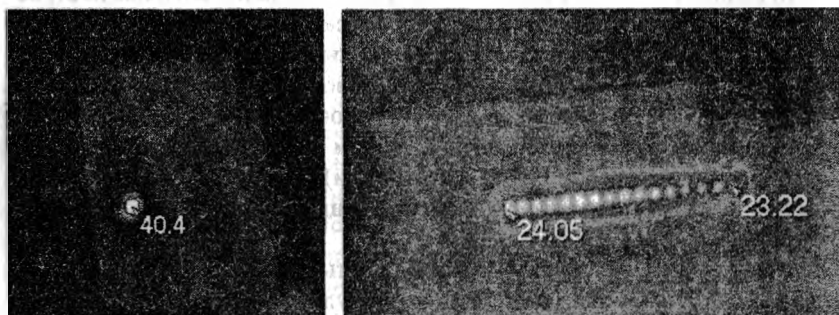
**Термографический контроль качества светодиодных излучателей**

Бумай Ю.А., Куклицкая А.Г.

Белорусский национальный технический университет

Исследована возможность использования радиационной температуры как параметра контроля качества светодиодных излучателей. В процессе проведения экспериментальных исследований с помощью компьютерного термографа ИРТИС-2000МЕ производства Российской Федерации получены термограммы отдельных светодиодов (например, типа НМНР-Е1LB POGO30) и линейки из 16 светодиодов.

На рисунке слева (а) представлена термограмма светодиода НМНР-Е1LB POGO30, подключенного к источнику питания с напряжением 3 В и силой тока 0,250 А. На термограмме указаны значения радиационной температуры в градусах Цельсия. На поверхности светодиода радиационная температура равна 40,4 °С. На рисунке справа (б) приведена термограмма излучателя - линейки из 16 светодиодов, на контакты которого подано напряжение 13 В и ток 0,5 А. Отмечается разность температур между светодиодами в линейке, достигающая 1 °С.



а) светодиод НМНР-Е1LB POGO30      б) линейка из 16 светодиодов

**Рисунок 1 – Термограммы светодиодных излучателей**

Проведенные экспериментальные исследования показали, что термографический метод может использоваться для контроля качества светодиодных источников, в качестве параметра контроля при этом можно использовать радиационную температуру поверхности излучателя.

**Термографический мониторинг тренировки армрестлеров**

Куклицкая А.Г., Петровская О.Г.

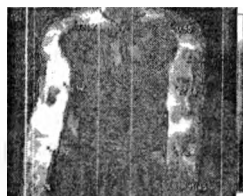
Белорусский национальный технический университет

При интенсивной физической нагрузке мышцы, обеспечивающие двигательные действия, разогреваются. Термографический мониторинг тренировочного процесса позволяет проследить изменение поверхностного теплового баланса тела спортсмена, и по очаговому разогреву в анатомической проекции определить нагруженные мышцы, по величине разогрева оценить эффективность нагрузки.

Для оценки эффективности новых методик тренировки в армрестлинге проведены экспериментальные исследования поверхностного теплового баланса тела спортсменов-армрестлеров в процессе тренировки. К исследованию привлекались 5 студентов-спортсменов (1 и 2 спортивного разряда) 1990-1992 гг. рождения. Ниже приведены термограммы двух спортсменов – О.Л. и И.П. О.Л. по результатам скорее средний спортсмен. И.П. – самый перспективный спортсмен в группе.



а) О.Л. до тренировки



б) О.Л. после тренировки и спарринга



в) И.П. до тренировки



г) И.П. после тренировки и спарринга

Рисунок 1 Термограммы спортсменов-армрестлеров

Термограммы свидетельствуют о существенной разнице в реакции на нагрузку спортсменов разного уровня подготовки, что позволяет использовать термографический мониторинг при оценке эффективности тренировки для каждого из спортсменов в группе, а также для сравнения техники спортсменов и определения их перспективности.

## Применение полунатурного метода диагностирования в контроле прецизионных поверхностей

Тявловский К.Л., Гусев О.К., Воробей Р.И.,  
Свистун А.И., Дубаневич А.В.

Белорусский национальный технический университет

В связи с применением во всех областях приборостроения элементов с микро- и наноструктурой необходимо совершенствовать неразрушающие методы контроля. В идеале прецизионная поверхность должна быть однородной. Ряд структурных неоднородностей, особенно при малых размерах, могут не выявляться традиционными методами контроля. Исследование контактной разности потенциалов позволяет обнаруживать неоднородности и дефекты в приповерхностных областях любой физической природы с использованием бесконтактных методик, например, зонда Кельвина. Предложено в рамках реализации принципов многопараметрических измерений использовать полунатурную схему контроля, когда часть информационно-измерительного канала замещается физико-математической моделью контролируемого изделия.

Для реализации методики разработан ряд физико-математических моделей прецизионных поверхностей; перечень и характеристики дополнительных факторов воздействия на исследуемую поверхность, позволяющих реализовать состояние поверхности, наиболее значимое для выбранной модели; разработаны критерии соответствия модели, позволяющие оценить адекватность выбора и разработан алгоритм выбора модели, соответствующей состоянию объекта контроля, для автоматизации процедуры полунатурных испытаний. Компьютерная обработка сигнала, полученного при проведении контроля, позволяет получать восстановленные потенциальные изображения поверхностей. Обеспечена возможность обработки многопараметрических сигналов, к примеру, содержащих информацию об электронном средстве и поверхностном изгибе энергетических зон исследуемого объекта.

На основании моделей разработаны и реализованы в программном обеспечении измерительной системы алгоритмы визуализации пространственного распределения поверхностного потенциала, обеспечивающие наглядную и достоверную диагностику структурных дефектов. При разработке программного обеспечения использовались среды программирования Visual Studio 2008 и OriginPro 8.5, обеспечивающие требуемые возможности математической обработки результатов измерений с достаточным для целей диагностики быстродействием, а также предоставляющие возможность создания удобного графического интерфейса пользователя.

## Применение кондуктометрических измерений для контроля технологических процессов выращивания овощей в теплицах

Тявловский К.Л., Воробей Р.И., Черницкая Н.С.  
Белорусский национальный технический университет

Одним из путей решения задач продовольственной программы РБ является использование методов выращивания растений по способу "гидропоника". При выращивании гидропонным методом, растение питается корнями не в почве, а в аэрируемой пористой среде, требующей полива рабочим раствором минеральных солей. Измерения концентрации жидких питательных являются определяющими для обеспечения жизнедеятельности растений. Для определения дальнейшего пути вещества по технологическим трубопроводам, необходимо постоянно контролировать тип и концентрацию вещества, находящегося в заданном участке трубопровода в данный момент времени.

Для измерения концентрации раствора, пропитывающего субстрат из минеральной ваты, пронизанный также корнями растения, разработан датчик, подобный по конструкции датчику влажности почвы "10 HS". В основу разработанной конструкции положен принцип кондуктометрии, то есть измерения удельной электрической проводимости среды между двумя электродами. Одновременно осуществляется контроль температуры измеряемой среды с помощью цифрового преобразователя DS1820 с целью уменьшения температурной погрешности. Electroды датчика представляют собой проволочные спицы из нержавеющей стали. Для измерения используется переменный электрический сигнал низкой частоты (8 кГц) и малой амплитуды (до 200 мВ), что обеспечивает уменьшение погрешностей измерения, связанных с наличием двойного дипольного слоя в приэлектродной области, и отсутствие разрушающих воздействий на питательный раствор и корневую систему растения. Измерительный преобразователь на базе контроллера ATmega 8535 может быть подключён к системе управления технологическим процессом по интерфейсу RS-232. Связь микроконтроллеров измерительных преобразователей и базового блока осуществляется с помощью встроенных модулей SPI. При достижении пороговых значений базовый блок осуществляет выработку управляющих воздействий исполнительных устройств. Обеспечено согласование базового блока с персональным компьютером, обеспечивающее возможность электронного документирования результатов измерений.

Проведены испытания макетного образца измерительного преобразователя, подтвердившие его применимость для контроля технологических процессов выращивания овощей в теплицах.



## Методы контроля материалов и приборов силовой электроники

Сопряков В.И., Шатун А.А.

Белорусский национальный технический университет

Контроль качества и диагностика отказов являются важнейшими составляющими технологического процесса. Электропараметрический контроль силовых приборов и структур в большинстве случаев не выявляет признаков неустойчивости протекания тока, связанной с неоднородностью распределения удельного сопротивления и структурных дефектов. В настоящей работе предложен комплекс методов контроля исходного кремния, а также диодных структур и готовых приборов.

В качестве информативного параметра, который контролируется в области высоких обратных напряжений и связан с неоднородностью материала и дефектами структуры была выбрана разность между напряжением пробоя и напряжением включения первой микроплазмы ( $\Delta U$ ). Для измерения величины  $\Delta U$  применялась техника двойного дифференцирования вольт-амперных характеристик, позволяющая разрешать отдельные микроплазмы. В работе показано, что значения  $\Delta U$  для контрольных и потенциально ненадежных элементов значительно различаются.

Другим эффективным методом прогнозирования надежности является измерение низкочастотного шума, который связывается с дефектами структуры, состоянием поверхности и контактов. Измерялось среднеквадратическое значение флуктуаций обратного тока при напряжении 200 В. Коэффициент корреляции флуктуаций и  $\Delta U$  оказался равным 0,85.

В работе показана возможность применения метода измерения фото ЭДС на межфазовой границе полупроводник-электролит для неразрушающего входного и операционного контроля полупроводниковых пластин и структур, используемых в производстве силовых диодов. Их особенностью является наличие поверхностного нарушенного слоя, необходимого для получения надежных контактов. Метод измерения фото-ЭДС, однако, дает хорошие результаты только на пластинах с удаленным нарушенным слоем. Применение аммиачно-перекисной отмывки кремниевых пластин, поступающих в производство, позволило выявить на излучении He-Ne лазера с длиной волны  $\lambda = 0,63$  мкм пластины с макрофлуктуациями сигнала до  $\pm 30\%$  на длине 1 мм. Исследование влияния длины волны излучения показали, что при  $\lambda = 0,8$  мкм, что соответствует ширине запрещенной зоны кремния, величина фото ЭДС возрастает в 7...8 раз. Такие измерения можно проводить с использованием интерференционного фильтра или источника "белого" света.

# **Конструирование и производство приборов**

**Определение областей вне глубины резкости  
при видеосъемке**

Зайцева Е.Г., Кислюк А.А.

Белорусский национальный технический университет

В связи с активным внедрением в системы визуализации информации 3D технологий особенно актуальна задача внедрения в фото- и видеоаппаратуру автоматических систем для определения границ резко изображаемого пространства или установки параметров съёмки, обеспечивающих заданный диапазон границ. Поэтому рационально создание компьютерных программ, обеспечивающих при вводе дистанции резкой наводки, фокусного расстояния и знаменателя относительного отверстия объектива оперативное получение расстояний до границ резко изображаемого пространства и глубины резкости. Известно несколько таких программ, как для использования в компьютере, так и для ввода в мобильный телефон.

Однако в первом случае допустимый кружок рассеяния обусловлен не свойствами зрения, а параметрами объектива или матрицы камеры, а во втором случае выбирается пользователем или составляет по умолчанию  $1/1500$  диагонали матрицы. Поэтому авторами была разработана оригинальная программа расчета, решающая такие же задачи, но позволяющая по диагонали матрицы камеры и соотношению сторон изображения вычислять допустимый кружок рассеяния в плоскости преобразователя «свет-сигнал» (матрицы). С помощью указанной программы, также по положению границ резко изображаемого пространства, возможно, определять необходимые значения фокусного расстояния и знаменателя относительного отверстия объектива.

Уровень процессорной части современной цифровой фото- и видеотехники мог бы обеспечить ввод такой программы в процессорную часть камеры. При этом возможны 2 варианта функционирования камеры для контроля расположения снимаемых объектов, в пределах глубины резко изображаемого пространства: ручной и автоматический. В автоматическом режиме процессор вычисляет и устанавливает при фиксированном фокусном расстоянии (оно определяет увеличение при съёмке и границы кадра) относительное отверстие объектива, обеспечивающее резкость всех объектов в кадре. При ручном режиме работы (выборе фокусного расстояния и относительного отверстия пользователем) включается функция маркировки участков изображения не входящих в глубину резко изображаемого пространства.

**Сравнительный анализ стационарного и импульсного методов формирования силицидов переходных металлов**

Маркевич М. И.<sup>1</sup>, Чапланов А. М.<sup>2</sup>, Щербакова Е. Н.<sup>2</sup>  
Белорусский национальный технический университет<sup>1</sup>  
ГНУ «Физико-технический институт НАН Беларуси»<sup>2</sup>

В силу своих электрофизических, оптических и теплофизических свойств тонкие пленки силицидов переходных металлов находят широкое применение в микро- и нанoeлектронике. На основе  $\beta\text{-FeSi}_2$  создают термоэлектрические элементы для термоэлектрических генераторов и резистивные материалы с низким ТКС, а на основе силицида железа  $\text{FeSi}$  - магнитные материалы. Дисилицид титана в модификации C49 поглощает свет в широком диапазоне солнечного спектра.

В настоящей работе для формирования силицидов железа и титана применялся стационарный и импульсный отжиг. Стационарный отжиг осуществлялся в вакууме  $1,3 \cdot 10^{-3}$  Па при температурах 500, 600, 700 и 800°C. Импульсная обработка проводилась путем облучения в вакууме газоразрядными ксеноновыми лампами систем Si-Fe-Si и TiN-Ti-Si при плотностях энергии 100, 150, 200, 230, 250 и 300 и длительности импульса 0,7; 1,1; 1,4; 1,6; 1,8 и 2,1 секунд. Исследование структурных и фазовых превращений в системах проводилось методами электронной микроскопии и электронографии на отражение.

Из расчета электронограмм от системы TiN-Ti-Si после импульсной фотонной обработки при плотностях воздействия более  $230 \text{ Дж/см}^2$  следует, что наряду с фазой TiSi происходит образование дисилицида титана модификации C49.

Образование пленки дисилицида железа  $\beta\text{-FeSi}_2$  наблюдалось при стационарном отжиге системы Si-Fe-Si с соотношением толщин слоев 10нм-30нм-50нм при 800°C в течение 15 минут, при 700-800°C в течение 10 минут, а также при ИФО с длительностью импульса 1,4 и 1,8 с, что соответствовало плотностям энергии 200 и 250  $\text{Дж/см}^2$ . Как показали проведенные расчеты, данные плотности энергии соответствуют температурам 670 и 800 °C, что свидетельствует о перспективности использования данных режимов ИФО для синтеза тонких пленок силицидов железа, так как удовлетворяет важному требованию современной микро- и нанoeлектроники – необходимости снижать тепловую нагрузку на полупроводниковую пластину при создании больших и сверхбольших интегральных схем.

## Мультимедийная презентация курса «Элементы ядерной физики»

Маркевич М. И.<sup>1</sup>, Чапланов А. М.<sup>2</sup>, Щербакова Е. Н.<sup>2</sup>  
 Белорусский национальный технический университет<sup>1</sup>  
 ГНУ «Физико-технический институт НАН Беларуси»<sup>2</sup>

Одним из направлений модернизации системы преподавания является информатизация образовательного процесса. Использование мультимедийных технологий позволяет представить содержание даже достаточно сложного для усвоения материала наглядно и образно, что существенно повышает эффективность его восприятия студентами.

Мультимедийная презентация курса «Элементы ядерной физики» создана на базе справочно-методического пособия [1] и представляет собой краткое и доступное изложение данного курса для студентов технических специальностей. Презентация включает в себя три основные части – в первой приведены фундаментальные физические представления об атомном ядре, вторая часть посвящена дозиметрии и защите от излучения, третья часть презентации содержит примеры решения задач. Разделы курса, дающие представление о его содержании, представлены на вводном слайде (рисунок 1).

Содержание курса	
ЭЛЕМЕНТЫ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ	
1. АТОМНЫЕ ЯДРА	
1.1	Строение атомного ядра. Масса и дефект массы.
	Физическая природа ядерных сил.
1.2	Радиоактивность. Закон радиоактивного распада.
	Ядерные реакции. Типы ядерных реакций. Энергетический выход ядерных реакций.
1.3	Реакция деления ядра. Цепная реакция.
	Термоядерные реакции.
2. ДОЗИМЕТРИЯ	
2.1	Методы измерения электрических зарядовых ускоренных частиц.
2.2	Взаимосвязь радиоактивного излучения с веществом.
2.3	Дозиметрические величины.
	Защита от излучения.
3. ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ	

Рисунок 1 – Вводный слайд презентации «Элементы ядерной физики»

Мультимедиа презентация «Элементы ядерной физики» может представлять интерес для широкого круга студентов инженерных специальностей, преподавателей физики в высших учебных заведениях и колледжах.

## Литература

1 Элементы ядерной физики: Справочно-методическое пособие / О.Н.Белая, М.И. Маркевич, Ю.С.Емельяненко, А.М.Чапланов.-Минск ФТИ, 2010 - 28 с.

## Технические аспекты дизайна ювелирных украшений

Луговой В.П.

Белорусский национальный технический университет

В условиях современного производства ювелирные украшения становятся результатом художественной, проектной и производственной деятельности специалистов. Внедрение компьютерных технологий позволили достигнуть степень эстетического оформления использованием принципов законов композиционного построения в области информационных технологий. Заметное внимание при этом стали уделять вопросам, посвященным методологии и развитию теории дизайна ювелирных украшений. Этому способствовал развитие системный подход к проектированию бионических форм с помощью новых компьютерных программ.

Технические аспекты дизайна ювелирных изделий включают в себя:

- проектно-конструкторские задачи и моделирование с использованием информационных технологий;
- материаловедческие проблемы;
- проблемы технологии изготовления и декоративной обработки.

Первый комплекс вопросов основаны на применении знаний бионики, являющейся в свою очередь, синтезом трех дисциплин – биологии, математики и техники. Имитация форм живых объектов природы на основе высокоэффективных IT-технологий позволяет автоматизировать процесс моделирования.

Второй комплекс вопросов составляют материаловедческие проблемы, связанные с использованием новых или малоиспользуемых ранее материалов: на основе создания цветовой палитры сплава золота 585; применение декоративно-художественного мрамора, многослойных сплавов «макуме гане» и др. С позиции материаловедения могут быть рассмотрены эстетические качества четырех наиболее часто применяемых металлических сплавов на основе золота, серебра, алюминия, меди.

Третий комплекс вопросов связан с использованием современных технологий изготовления и декоративной обработки металлов. Эта цель достигается различными методами обработки резанием и давлением, а также методами термической, химической и электрохимической обработки металлов.

Комплексный подход к решению проектных задач при проектировании различных групп ювелирных изделий может содействовать дальнейшему развитию теории и практики дизайна.

## Упругие элементы в ультразвуковых колебательных системах

Луговой И.В., Луговой В.П., Щербина С.А.  
Белорусский национальный технический университет

Традиционные ультразвуковые системы, используемые для обработки материалов, состоят из жестких элементов и образуют резонансную колебательную систему. Использование упругих элементов в ультразвуковых системах, не использовалось, и до настоящего времени остается вопросом малоизученным как в теоретической, так и в практической плоскости применения.

К упругим элементам относятся детали, обладающие достаточной гибкостью, а также способные изменять свои размеры и форму под нагрузкой. Упругие элементы широко распространены в приборах и качестве чувствительных элементов, кинематических устройств (упругих опор, гибких связей), натяжные пружины для силового контакта, и пр. Конфигурация упругих элементов зависит от назначения и конструкции устройств. По геометрическим параметрам их можно делить на элементы стержневые (из проволоки или ленты) и элементы в виде оболочек из листового материала. Конструктивно стержневые элементы различаются по форме на винтовые и плоские. Элементы в виде оболочек имеют конфигурацию мембран, сильфонов, манометрических трубчатых пружин. Упругие тела обладают еще одним достоинством – они могут служить накопителем энергии.

Упругие элементы характеризуются определенными механическими свойствами: упругой характеристикой, жесткостью, чувствительностью.

Упругие элементы воспринимают статические и динамические нагрузки и часто используются в различных вибрационных системах и качестве кинематических элементов (вибромашинах, амортизаторах и пр.) В связи с этим расчет упругих элементов, работающих в условиях колебаний, сводится к определению собственных частот колебаний. При этом рассматриваются различные расчетные схемы упругих элементов при воздействии продольных, изгибных и крутильных колебаний.

Теоретическому расчету собственных колебаний упругих элементов посвящено небольшое число работ ряда известных авторов. Однако недостаточны сведения об проведенных экспериментальных исследованиях колебательных процессов упругих элементов, работающих в различных диапазонах частот вынужденных колебаний. В связи с этим особое значение приобретают результаты исследований свойств упругих элементов, работающих в диапазоне ультразвуковых частот.

**Влияние ультразвуковых колебаний,  
сообщаемых накатному ролику на качество шаржирования**

Габец В.Л., Ланкевич А.И.

Белорусский национальный технический университет

В ходе данной работы создана экспериментальная установка и разработана методика проведения экспериментальных исследований, позволяющие осуществлять шаржирование зернами алмазного микропорошка поверхности диска накатным роликом при сообщении ему ультразвуковых колебаний в различном относительно вектора окружной скорости точки на поверхности диска направлении, а также проводить количественную оценку абразивной способности и износостойкости полученного на ней алмазосодержащего покрытия.

Получены экспериментальные зависимости, отражающие влияние направления сообщаемых в процессе шаржирования накатному ролику ультразвуковых колебаний на абразивную способность и износостойкость полученного на поверхности диска алмазосодержащего покрытия. Установлено, что применение в процессе шаржирования ультразвуковых колебаний во всех случаях обеспечивает повышение значений указанных показателей по сравнению с аналогичными показателями алмазосодержащего покрытия, полученного в обычных условиях шаржирования на оптимальных режимах.

Обосновано наличие оптимального соотношения между указанными параметрами режима шаржирования с ультразвуком, при котором получаемое алмазосодержащее покрытие обладает наибольшей абразивной способностью и износостойкостью.

На основе анализа результатов экспериментальных исследований установлены оптимальные значения технологических параметров процесса шаржирования поверхности диска накатным роликом с применением ультразвука (статическое усилие прижима ролика к поверхности диска 10 Н, частота его вращения 100 мин<sup>-1</sup>, амплитуда ультразвуковых колебаний 6мкм при частоте 21,9 кГц, встречное шаржирование при  $\alpha = 40^\circ$ -50°, продолжительность обработки 1 мин), обеспечивающие получение на ней алмазосодержащего покрытия, которое по абразивной (режущей) способности и износостойкости (периоду стойкости) превосходит покрытие, полученное на оптимальных режимах шаржирования в обычных условиях, соответственно, в 1,62 и 1,43 раза.



**Влияние на шероховатость поверхности металлических имплантатов режимов ее электроконтактной обработки методом обкатки с применением ультразвука**

Киселев М.Г., Дроздов А.В., Борисов В.А.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время для изготовления металлических имплантатов применяются титан и его сплавы, а также нержавеющие стали, которые наилучшим образом удовлетворяют биомеханическим требованиям, предъявляемым к имплантатам, а также обеспечивают высокую прочность соединения «имплантат–кость» при действии на него переменных нагрузок.

Существенная роль в достижении высокого уровня указанных показателей имплантатов принадлежит шероховатости их поверхности, путем изменения (модификации) которой можно целенаправленно влиять на уровень ее биомеханических характеристик.

Одним из способов обработки обеспечивающим формирование «безразличной» шероховатости обработанной поверхности обладает электроконтактная обработка металлов (ЭКО). Для расширения технологических возможностей ЭКО и, в первую очередь, повышения качества поверхности заготовки с формированием на ней «безразличной» шероховатости предложено выполнять ее инструментом-роликом, при соприкосновении ему ультразвуковых колебаний, направленных перпендикулярно обрабатываемой поверхности. Для этого была проведены экспериментальные исследования, в ходе которых были получены данные, отражающие влияние режимов электроконтактной обработки поверхности титановых и стальных образцов на их шероховатость. В результате получены экспериментальные данные, отражающие влияние электрических ( $I_{cp}$ ,  $U_{cp}$ ), акустических ( $A_0$ ) и технологических ( $P_{ст}$ ,  $n$ ) параметров электроконтактной обработки на изменение параметра  $Rz$  шероховатости титанового (ВТ1-00) и стального (нержавеющая сталь 08Н17Н13М2Т) образцов. Определено, что характер и степень влияния этих параметров режима ЭКО на шероховатость модифицированной поверхности, в первую очередь, определяется их влиянием на изменение энергии импульса. На основе полученных экспериментальных данных, установлено что при прочих равных условиях ЭКО значение параметра шероховатости  $Rz$  поверхности титанового образца выше, чем стального; применение в качестве рабочей жидкости дистиллированной воды обеспечивает формирование шероховатости поверхности с большим значением параметра шероховатости  $Rz$ , чем при использовании веретенного масла, а полярности выполнения ЭКО практически не влияет на значение параметра  $Rz$ .

**Способ и устройство двухстороннего шаржирования боковых поверхностей распиловочных дисков с ультразвуком и нагревом зоны обработки**

Киселёв М.Г., Дроздов А.В., Николаевский А.Р.  
Белорусский национальный технический университет

Эффективным способом повышения качества шаржирования боковых поверхностей распиловочных дисков является применение на этой операции энергии ультразвука. Благодаря виброударному режиму взаимодействия инструментов с обрабатываемой поверхностью, в процессе её шаржирования реализуются условия виброударного втирания алмазных частиц в материал диска, которые обеспечивают формирование алмазосодержащего покрытия с высокими эксплуатационными характеристиками.

Одним из способов повышения эффективности шаржирования является создание благоприятных условий для внедрения в него абразивных частиц путем за счет снижения предела текучести шаржируемого материала. Для решения данной задачи предлагается установка для двухстороннего шаржирования боковых поверхностей распиловочного диска, деформирующие инструменты которых жестко закреплены на торцах волноводов акустических колебательных систем, установленных на каретках, между которыми расположен кулачок с приводом. При этом установка содержит устройство управления напряжением, соединенное с деформирующими инструментами и оправкой для закрепления заготовки распиловочного диска через кулачок.

Данная установка, за счет включения деформирующих инструментов и подготовки распиловочного диска в электрическую цепь, в процессе их контакта позволяет предварительно разогреть зону шаржирования при прохождении электрического тока через границу их контакта. При этом устройство управления напряжением обеспечивает прекращение протекания электрического тока в момент размыкания их контакта, вызванного вращением кулачка, что исключает образование между электродами электрического разряда, вызывающего электроэрозионное разрушение материала заготовки в зоне шаржирования. Вызванный электрическим током предварительный разогрев материала заготовки в зоне шаржирования, создает благоприятные условия для внедрения в него абразивных частиц, а использование деформирующих инструментов, установленных жестко относительно оси волноводов, позволяет повысить динамическое воздействие на шаржируемые зерна, за счет увеличения амплитуды колебательного ускорения, что также способствует благоприятно сказывается на процессе внедрения и закрепления абразивных частиц.

## Установка для распиливания монокристаллов алмаза при сообщении заготовке циркуляционного колебательного движения

Новиков А.А., Ямная Д.А.

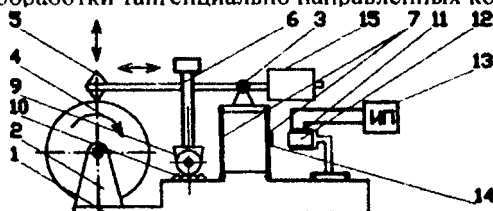
Белорусский национальный технический университет

Механическое распиливание монокристаллов кристаллов алмаза является трудоемкой, но основной операцией в производстве из них бриллиантов и других изделий.

Установлено, что интенсифицировать процесс распиливания монокристаллов алмаза можно за счет использования вынужденных колебаний низкой частоты (60-200 Гц), но со значительной амплитудой колебательных смещений заготовки (0,05-0,15 мм).

Так как в настоящее время отсутствуют данные, касающиеся влияния на процесс распиливания сверхтвердых материалов вынужденных колебаний вводимых тангенциально обрабатываемой поверхности Авторами было предложено ввести колебания в таком направлении, что позволило бы увеличить подвижность и перекатывание алмазных зерен прижатых ко дну пропила заготовки, что должно благоприятно казаться на производительности распиливания. Кроме того, использование тангенциально направленных колебаний обеспечивает более равномерное проявление полирующего эффекта по глубине пропила заготовки, по сравнению с радиально направленными колебаниями, что в конечном итоге обеспечивает лучшее качество поверхности площадок распиленных полуфабрикатов, а это, в свою очередь, снижает безвозвратные потери алмазного сырья.

Исходя из этого, авторами предложена принципиальная схема и создана экспериментальная установка, на базе распиловочной секции станка мод. ШП-2, для распиливания сверхтвердых материалов с введением в зону обработки тангенциально направленных колебаний.



- 1 – станина; 2 и 3 – стойки; 4 – распиловочный диск; 5 – заготовка;  
 6 – стрела; 7 – плоские пружины; 8 – регулировочный винт; 9 – ролик,  
 10 – основание; 11 – электромагнит; 12 – сердечником; 13 – генератора;  
 14 – якорь; 15 – противовес.

Рисунок 1. Схема конструкции распиловочной секции с тангенциальным введением колебаний в зону обработки

## Эффективность использования ультразвуковых волноводов кольцевого типа для лечения кожных злокачественных образований

Минченя В.Т., Бобровская А.И., Чиж Д.В.

Белорусский национальный технический университет

Во всем мире проводятся работы по поиску новых методов лечения онкологических заболеваний и изучается возможность использования в качестве противоопухолевого агента ультразвукового излучения.

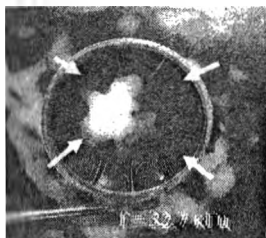


Рисунок 1 –  
Направление  
движение частиц

Было обнаружено, что изменение частоты колебания кольца приводит к изменению поведения частиц порошка. В частности, при диаметре кольца 25 мм и высоте 3 мм на частоте 32,7 кГц частицы порошка Протакрил-М сбегаются к центру кольца (рисунок 1). Этот эффект может быть использован для адьювантной терапии злокачественных опухолей.

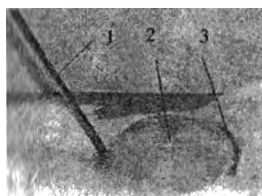


Рисунок 2 –  
Способ адьювантной  
терапии опухолей

Предлагаемый способ осуществляется следующим образом. Кожу 2 над опухолью смазывают раствором вазелина, а затем к ней фиксируют волновод 3 кольцевого типа (рисунок 2). Проводят сеанс ультразвукового воздействия с интенсивностью  $2,0 \text{ Вт/см}^2$  и частотой преобразователя 22 – 23 кГц в течение 3 минут. Через 5 минут проводят сеанс лучевой терапии РОД 5 Гр, 4 фракции, СОД 20 Гр.

При этом происходит насыщение опухоли кровью, а значит и кислородом, вследствие микромассажа. Радиочувствительность клеток увеличивается, что приводит к увеличению площади некроза опухоли, торможению ее роста и увеличению жизни животного.

Ожидается предотвращение метастазирования опухоли, увеличение эффективности лучевой терапии и уменьшение побочных эффектов от ее применения. Это даст возможность уменьшить применяемую дозу облучения и расширить контингента больных, которым может быть показана лучевая терапия.

Эффективность метода подтверждена клиническими исследованиями на белых беспородных крысах (патент ВУ 13765).

Доклад подготовлен в рамках проекта № Т11ЛИТ-030 Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований.

## Датчик медико-биологических сигналов

Минченя Н.Т., Бобровская А.И.

Белорусский национальный технический университет

Одной из насущных проблем современной медицины является дозирование лечебного воздействия. Для предотвращения нанесения вреда пациенту применяются датчики медико-биологических сигналов.

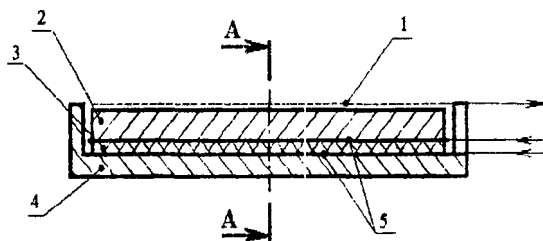


Рисунок 1 – Конструкция датчика медико-биологических сигналов

индуктивности 1, рабочей 2 и тыльной 4 накладок, медных пластин 5, на которые подается высокочастотное напряжение, и пьезоэлемента 3 (рисунок 1).

Электрический контакт между пластинами 5 и пьезоэлементом обеспечивается с помощью электропроводящего клея с повышенной эластичностью шва ЭПК-1. Медная пластина крепится к тыльной накладке изолирующим лаком ПФ-2 V.8<sub>100</sub>;9/1.4. Витки катушки индуктивности 1 тоже обработаны лаком ПФ-2 V.8<sub>100</sub>;9/1.4 и залиты в эпоксидный компаунд, с помощью которого приклеены к рабочей накладке 2 датчика. С витков катушки 1 напряжение через усилители подается на аналоговый вход микроконтроллера для анализа на предмет наличия повреждения тканей физическим фактором и необходимости в изменениях параметров процедуры.

Рассматриваемый датчик МБС исключает влияние на БА1 механических, химических и электрических воздействий. При этом на результат измерения не сказываются влияния поляризации и пробой точки акупунктуры, давления датчика на кожные покровы, влажность кожи и температура окружающей среды.

Доклад подготовлен в рамках гранта Министерства образования ГБ 10-04 «Разработка прибора для лечения заболеваний опорно-двигательного аппарата методами механо- и ударно-волновой терапии».

Во время процедуры может определяться отклик организма пациента на проводимое лечение путем измерения параметров точек акупунктуры, связанных с местом терапевтического воздействия.

Датчик обратной биологической связи по точкам акупунктуры состоит из катушки

## Кинематика тел качения в замкнутых виброрезонансных системах

Савченко А.Л., Минченя Н.Т., Минченя В.Т.

Белорусский национальный технический университет

Движение шарика в подшипнике качения определяется геометрией контактирующих поверхностей. В общем случае в сферическом движении шарика можно выделить три составляющих:

$$\overline{\omega} = \overline{\omega}_k + \overline{\omega}_в + \overline{\omega}_{кр},$$

где  $\omega_k$  – угловая скорость качения, вектор которой направлен перпендикулярно плоскости контакта;

$\omega_в$  – угловая скорость вращения, вектор которой находится в плоскости контакта;

$\omega_{кр}$  – угловая скорость кручения, вектор которой также находится в плоскости контакта.

Для радиально-упорного подшипника, работающего с предварительным осевым натягом, соотношение угловых скоростей шарика  $\omega_k : \omega_в : \omega_{кр} = 1 : 0,18 : 0$ , что приводит к неравномерному износу шариков. При  $\omega_{кр} \neq 0$  можно обеспечить равномерный износ шарика, что может быть использовано для повышения точностной долговечности подшипника.

В случае управления угловой скоростью качения  $\omega_k$  поворот шарика на угол  $\varphi_k$  можно использовать для принудительного поворота внутреннего кольца подшипника вместе с ротором на угол  $\varphi_в$  для его точного позиционирования.

Соответствующий угол поворота внутреннего кольца

$$\varphi_в = \varphi_k \frac{D_w}{d_в}.$$

Такой способ позиционирования представляется наиболее эффективным в сочетании с датчиками угла поворота, которые в настоящее время широко используются в мехатронных подшипниках.

Управление величинами  $\omega_{кр}$  и  $\omega_k$  может осуществляться посредством миниатюрных виброрезонансных приводов, встроенных непосредственно в подшипник и работающих на одной из резонансных частот подшипника. Работа на резонансных частотах позволяет обеспечить вращение шариков с малыми затратами энергии. При этом в процессе работы из-за колебаний нагрузки на подшипники их резонансные частоты могут «плавать» в некоторых пределах, поэтому система управления приводами должна включать контур автоматического поддержания резонанса.

**Технологические проблемы изготовления аортальных стентграфтов**

Савченко А.Л., Гиткович П.Г.

Белорусский национальный технический университет

Система аортального стентграфта включает собственно стентграфт и систему доставки. Конструкция аортального стентграфта состоит из следующих элементов: каркас, закрепленный на тканевом покрытии с помощью фиксирующей нити, рентгеноконтрастные метки для контроля хода операции. Система доставки представляет собой набор вложенных трубок (интродьюсеров) для перемещения сжатого стентграфта к месту установки, где стентграфт расширяется за счет упругих свойств каркаса.

Для производства таких систем в условиях Республики Беларусь требуется решить ряд проблем, в том числе технологических. Важнейшими из них являются следующие.

1. Материалы для элементов стентграфта (нитинол для каркаса и дакрон для тканевого покрытия) не производятся в республике и имеют высокую стоимость. Частичным решением проблемы может быть переход на каркасы из стали 316L, которая, однако, имеет худшие упругие свойства. В отличие от стали нитинол допускает значительно большие величины упругих деформаций без перехода в пластические. При использовании для каркаса стали 316L потребуется тщательный подбор режима термообработки для получения удовлетворительных упругих характеристик.

2. При пластических деформациях в процессе гибки каркаса возникают остаточные напряжения, которые приводят к нарушению требуемой цилиндрической формы каркаса. Решением проблемы может быть переход к другим технологическим процессам, позволяющим получить каркас без применения гибки, например с помощью лазерной резки из листового материала или из специальных тонкостенных трубок, которые выпускаются для подобных целей некоторыми зарубежными производителями. Например, лазерный центр (Санкт-Петербург, Российская Федерация) выполняет прецизионную лазерную резку артериальных стентов на установке RX-20 из трубок с толщиной стенки 100...150 мкм.

3. Получение покрытия в виде бесшовной трубки требует специального и крайне дорогого оборудования (специальные высокоточные вязальные автоматы, используемые некоторыми ведущими производителями стентграфтов). Решением проблемы может быть разработка технологии получения малозаметного шва, например, по принципу кеттельных швов, используемых при производстве чулочно-носочных изделий.

## К вопросу о причине изменения оси вращения шарика при обработке соосным сборным инструментом

Щетникович К.Г.

Белорусский национальный технический университет

Формирование требуемых точностных параметров шариков и их эксплуатационных свойств в значительной степени осуществляется на операции доводки. При традиционном способе доводки стальных шариков между двумя чугунными дисками в кольцевых канавках обработка происходит в условиях трения качения при дифференциальном проскальзывании шариков относительно рабочих поверхностей инструмента. Необходимая скорость съема припуска достигается высоким давлением инструмента на шарики.

Особенностью конструкции сборного инструмента является наличие на верхнем неподвижном диске концентрических колец, установленных на упругих элементах и обеспечивающих несимметричный четырехточечный контакт шарика при обработке. Доводка сборным инструментом происходит в условиях трения скольжения шариков по одной из поверхностей инструмента, поэтому требуемая скорость съема припуска обеспечивается при пониженном давлении в зоне обработки и высоком качестве поверхностного слоя изделий.

Вследствие тормозящего действия на шарик силы трения скольжения, значительно возрастают силы сцепления с инструментом по другим поверхностям контакта. Колебания узлов станка вызывают постоянные изменения нагрузки на шарики относительно установленных при настройке станка значений. Соотношение нагрузок на верхний диск и кольца выбирается таким образом, чтобы периодические изменения осевой нагрузки вызывали изменения условий контакта шарика с инструментом. Трение скольжения шарика с более нагруженной поверхностью инструмента переходит в трение качения, а трение качения по другой из рабочих поверхностей – в трение скольжения. В эти моменты изменяется положение мгновенной оси абсолютного вращения шарика и сетка следов от контакта с инструментом быстро смещается по сферической поверхности.

Высокая скорость скольжения и быстрая переориентация шарика при движении по кольцевой дорожке обеспечивают повышение интенсивности обработки. Применение сборного инструмента дает возможность с высокой точностью доводить шарики на обычных шародоводочных станках из материалов, обработка которых вызывает значительные технологические трудности: металлокерамика, минералокерамика, магнитотвердые спеченные материалы и минералы.



## **Увеличение скорости скольжения шариков при шлифовании несоосным дисковым инструментом в приводном сепараторе**

Щетникович К.Г., Лабуз А.А.

Белорусский национальный технический университет

Шарики из стекла, кварца, корунда и других минералов применяют в оптических и измерительных приборах, а также в ювелирной промышленности. Заготовки шариков, поступающие на операцию грубого шлифования после формообразующей операции, имеют большие отклонения от сферической формы. Распространенным методом обработки шарообразных заготовок является шлифование их между несоосными плоскими дисками в неподвижном сепараторе на станках с планетарной кинематикой инструмента.

Отличительной особенностью установки для шлифования шариков является приводной дисковый сепаратор, на валу которого на насыпном подшипнике свободно установлен верхний диск. Нижний диск имеет эластичное покрытие. Базирование верхнего диска по торцевой поверхности осуществляется непосредственно на обрабатываемых заготовках, а его сборная конструкция значительно облегчает загрузку заготовок в ячейки сепаратора. Установка реализует поступательное перемещение сепаратора и дисков в относительном движении, обеспечивающее одинаковые условия обработки шариков независимо от положения в сепараторе.

В отличие от поступательного движения инструмента при его вращательном движении центробежные силы взаимно уравниваются, поэтому допустимая частота вращения инструмента и, следовательно, скорость скольжения шариков возрастают. При постоянном натяге в технологической системе шарики относительно нижнего диска совершают сферическое движение.

Изменения положения мгновенной оси вращения шарика в процессе шлифования происходят в результате колебаний в технологической системе, причем наиболее значительные изменения наблюдаются в моменты разрыва контакта с инструментом. Конструкция инструмента дает возможность увеличить скорость скольжения шариков и интенсивность обработки на начальном этапе шлифования путем фиксации верхнего диска от вращения. Предложенный метод позволяет обрабатывать шарики из хрупких заготовок грубой формы, изготовленных из хрупких неметаллических материалов. Повышенная скорость скольжения шариков в рабочей зоне делает целесообразным применение верхнего диска с алмазоносным слоем на торцевой поверхности.

# **Инженерная графика строительного профиля**

## **Активные методы и формы обучения в преподавании графических дисциплин**

Шуберт И.М., Чумакова О.И., Минчукова М.Е.  
Белорусский национальный технический университет

Возможности решения задачи подготовки специалистов в современных условиях связаны, в первую очередь, с повышением педагогического мастерства преподавателей вуза на основе поиска новых, более эффективных форм, методов и принципов обеспечения учебного процесса.

Обобщая опыт педагогов-новаторов, следует выделить некоторые методики и формы организации учебной работы, которые на практике показали свою несомненную эффективность и активно используются в преподавании дисциплин на кафедре ИГСП БНТУ:

- организация конкурсов графических работ. Элементы соревновательности стимулируют студентов к достижению лучшего результата, способствуют развитию графической грамотности и профессиональной компетентности;

- внедрение в учебный процесс компьютерных технологий на базе современных средств компьютерной графики и анимации;

- использование графических заданий с элементами творчества и занимательности, способствующих повышению уровня познавательной активности по сравнению с традиционными графическими заданиями;

- постановка графических задач во взаимосвязке с будущей профессиональной деятельностью, иллюстрирование материалами сравнениями и сопоставлениями, взятыми из реальной жизни;

- организация самостоятельной познавательной деятельности студентов с использованием компьютерных технологий, предполагающей выполнение работ исследовательского характера, сопровождаемых подготовкой компьютерных презентаций с анимационными моделями;

- издание методических пособий и электронных учебно-методических комплексов для самостоятельной подготовки студентов, включающих блоки тестовых заданий по изучаемым разделам.

Заслуживает внимания адаптация к обучению графическим дисциплинам интерактивных методов в форме учебных деловых игр, получивших в настоящее время широкое распространение в учебной деятельности. Главным достоинством современных инновационных методов обучения является наличие вариативного и индивидуального подхода к организации учебной деятельности, что помогает преодолеть стереотипность и инертность мышления, в максимальной мере развивать творческие и познавательные способности личности.

## Технический рисунок в профессии инженера-строителя

Селицкий А.А., Касаткина О.Н.

Белорусский национальный технический университет

В практической деятельности инженера-строителя необходимы как навыки рисования, так и теоретические знания основ строительства. В производственной практике часто возникает необходимость в наглядном изображении предмета, сложные конструктивные формы которого иногда трудно представить при чтении чертежа. Кроме того, надо уметь пояснить, в случае необходимости, различные детали объекта подробными наглядными изображениями (эскизами, рисунками) для того, чтобы объект представлялся в полной ясности.

Обучение рисованию развивает зрительную память и пространственное мышление, глазомер и профессиональную наблюдательность, способствует эстетическому восприятию, учит точно и правильно оценивать соотношение пропорций предмета и форму сложных пространственных конструкций.

Технический рисунок – это наглядное изображение проектируемого или существующего предмета, выполненное для производственно-технических целей от руки придерживаясь аксонометрических осей или в перспективе.

Основное требование – это наглядность. Для этого требуется изучение правил визуальной перспективы и аксонометрии. Практика заключается в приобретении умений и навыков рисования, при предварительной теоретической подготовке.

Цель практических занятий – уметь правильно и быстро выполнить изображение на глаз, от руки, соблюдая пропорции.

Задачи технического рисунка:

- ✓ научиться видеть и понимать особенности строения той или иной формы (замкнутого пространства);
- ✓ научиться мастерству компоновки объекта на бумаге определенного формата;
- ✓ научиться изображать трехмерную форму на двумерной плоскости листа бумаги.

Студентам необходимо ознакомиться как с типами строительных конструкций, материалами и процессом их производства, так и непосредственным применением их в строительстве зданий и сооружений. Чтобы воссоздать целостную картину, хорошо бы предварительно проходить ознакомительную производственную практику.

**Твердотельные компьютерные модели в инженерной графике**

Садовский Ю.И.

Белорусский национальный технический университет

Одной из важнейших составляющих подготовки современного инженера является графическая компонента. Существенными ее сторонами являются развитие наглядно-образного и логического мышления, развитие подвижности пространственных представлений, формирование умения извлекать из графических средств информацию. Это в свою очередь требует развития пространственного воображения студентов.

Графические дисциплины постоянно претерпевают изменения, которые определены социальными процессами, происходящими в обществе. Совершенствуется, обновляется, пересматривается графическая подготовка студентов с информационных позиций. Информатизация общества создала предпосылки и обусловила необходимость корректировки целей и задач курсов начертательной геометрии и инженерной графики, позволяющих обеспечить формирование пространственно-образного мышления средствами информационных технологий.

Главной отличительной чертой современной графической подготовки является использование трехмерных технологий проектирования. Они значительно повышают производительность и качество инженерного труда, его вариантность, быстроту восприятия созданных проектов.

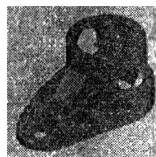


На кафедре «Инженерная графика строительного профиля» в рамках внедрения новых информационных технологий проводятся работы по созданию и внедрению в учебный процесс библиотек трехмерных твердотельных моделей, созданных на базе системы AutoCAD.

Использование таких объектов вследствие высокой наглядности позволяет значительно улучшить понимание студентами многих тем начертательной геометрии и инженерной графики.

Разработанные модельные базы могут использоваться :

- как объекты интерактивных презентаций и электронных изданий;
- как виртуальные модели для практических занятий по начертательной геометрии и проекционному черчению;
- как варианты заданий по трехмерному компьютерному моделированию в рамках занятий по компьютерной графике.



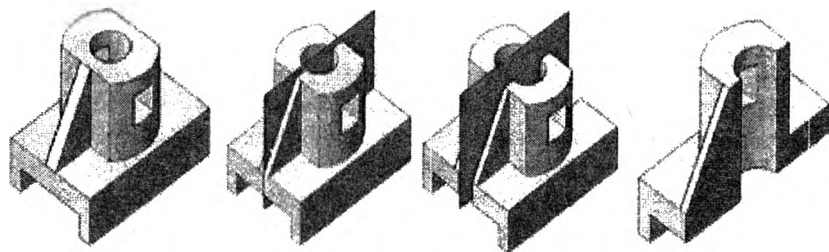
## Компьютерная поддержка преподавания инженерной графики

Рылова О.Г.

Традиционная методика преподавания раздела «Проекционное черчение» дисциплины «Инженерная графика» в сочетании с компьютерной поддержкой создает необходимый уровень качества обучения.

Очевидна целесообразность использования компьютера, как средства наглядности, в ходе изложения теоретического материала на практических занятиях. Так, для повышения эффективности изучения темы «Разрезы» создан видеоролик, демонстрирующий процесс получения фронтального моделирования системы AutoCAD 2010 с параллельным показом чертежа детали до и после выполнения простых разрезов.

Видеоролик создан в приложении CamStudio20, предназначенного для съемки происходящего на экране компьютера.



*Рис. 1 Алгоритм выполнения фронтального разреза*

Преподаватель может применять компьютер и как средство диагностики знаний, для проведения тестирования. Компьютерные тесты, отвечая требованиям оперативности и объективности, рационально дополняют традиционные методы контроля знаний и умений. По двум темам учебной программы «Задача 1. «Призма» и «Задача 2. «Цилиндр» разработаны тесты с применением технологии HTML с автоматическим указанием и подсчетом количества правильных ответов.

Компьютер, как многофункциональное техническое средство, можно использовать и на других этапах практического занятия, предоставляя для творческого педагога неограниченные возможности в совершенствовании процесса обучения инженерной графике.

Чумакова О.И.

Белорусский национальный технический университет

Подготовка современных инженеров реализуется, преимущественно, опираясь на традиционные методики, которые не могут обеспечить эффективность и требуемый уровень подготовки. Традиционные методы обучения, разработанные в свое время для умеренных объемов информации, оказались малопригодными в условиях современного информационного взрыва. Возникла проблема острой нехватки учебного времени, необходимого для изучения сложных задач старыми методами.

Целью педагогической системы является модернизация системы образования на основе широкого использования информационных и коммуникационных технологий, которые сегодня предлагают новые перспективы и возможности для обучения. Какие бы методы не применялись для повышения эффективности профессионального образования важно создать такие психолого-педагогические условия, в которых студент заявит о себе как субъект учебной деятельности.

Автором доклада предлагается для рассмотрения новый предложенный метод, в последнее время занимающий особое место в профессиональной подготовке студентов, это обучение «кейс-методом». Это новый подход к обучению студентов графическим дисциплинам. Он ориентирован на самостоятельную индивидуальную и групповую деятельность студентов, в процессе которой студентами приобретаются коммуникативные умения. При решении общей проблемы на занятиях полезным оказывается технологическое сотрудничество, которое позволяет всем студентам полностью осмыслить и усвоить учебный материал, дополнительную информацию, а главное, - научиться работать совместно и самостоятельно.

Суть кейс-метода состоит в том, что усвоение знаний и формирование умений есть результат активной самостоятельной деятельности студентов по разрешению противоречий, в результате чего происходит творческое овладение профессиональными знаниями, навыками, умениями и развитие мыслительной способности.

Студент оказывается в состоянии затруднения, в его мышлении зарождаются вопросы, отражающие суть возникших проблем. Решить вопросы студент может лишь в результате собственной познавательной или исследовательской активности. Этот метод позволяет ввести студента в состояние интеллектуального напряжения, вызывающего потребность в знаниях, развивает познавательную мотивацию к изучаемому материалу инженерной графики.

## **Наглядность и практичность использования 3-D моделирования в обучении начертательной геометрии и инженерной графике**

Новицкая Е.А., Сергеева О.А.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время мы наблюдаем стремительное развитие и внедрение в различные сферы человеческой жизни компьютерных технологий, в том числе 3-D моделирования. Замена части текста или сопровождение его приближенным к реальному объекту трехмерным изображением резко повышает продуктивность восприятия и мышления.

В то время как будущие инженеры-строители в силу своей профессиональной деятельности выполняют учебные задания, связанные с объемным моделированием (железобетонные конструкции, жилые и промышленные здания, решение позиционных задач и др.) объемному отображению преподаваемого материала придается все большее значение.

На сегодняшний день максимальное количество информации может быть передано аудитории в наиболее популярных презентациях, созданных в формате трехмерной графики в средах 3Ds MAX.

Применение на лекциях и практических занятиях по начертательной геометрии и инженерной графике 3-D моделирования позволяет облегчить работу по изучению сложных информационных блоков, характеризующихся, как «трудноусвояемый материал», повышает наглядность и доходчивость текстового материала.

В перспективе можно выделить несколько направлений компьютеризации учебного процесса по графическим дисциплинам:

- разработка электронных пособий и учебников;
- разработка обучающих систем;
- компьютеризация исполнения чертежей;
- автоматизированный контроль знаний.

В учебный процесс необходимо внедрять новые, наиболее совершенные методы преподавания и обучения. 3-D моделирование в обучении начертательной геометрии и инженерной графике в отличие от традиционных плоскостных пособий, имеет более высокую наглядность и практичность, а соответственно более высокую педагогическую эффективность.

Совместное использование традиционного изложения материала и 3-D моделей существенно повысит уровень усвоения знаний студентами, тем самым поднимая процесс обучения на качественно новый уровень.



УДК 744:378.147.091.3

### **Специализация в курсе «Инженерная графика»**

Протасова М.К., Телеш Е.А.

Белорусский национальный технический университет

Рабочие учебные программы по курсу «Инженерная графика» Составляемые на базе типовой программы, учитывают специфику специальностей, по которым обучаются студенты, чтобы знания и навыки, приобретенные при изучении строительного черчения, пригодились и закрепились при изучении специальных дисциплин и в повседневной производственной деятельности.

На кафедре «Инженерная графика строительного профиля» для специальностей «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов» и «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна» разработаны задания, при выполнении которых студенты знакомятся с особенностями, правилами выполнения и оформления рабочих чертежей санитарно-технических устройств марки ВК и ОВ.

В их состав входят аксонометрические схемы систем водопровода и канализации, отопления и вентиляции, на которых элементы санитарно-технических систем изображаются условно, т.е. условными графическими обозначениями, знание которых дает возможность свободно читать и грамотно выполнять чертежи, входящие в проекты современных зданий и инженерных сооружений.

УДК 514.18(076.1)

### **Формирование умения и навыков чтения чертежа.**

#### **Вопросы выбора при решении комплексных задач**

Протасова М.К., Телеш Е.А.

Белорусский национальный технический университет

Умения и навыки чтения чертежей формируются путем специальных заданий, объединенных в систему по принципу постепенного усложнения. Характерными чертами такой системы должны быть:

- а) расчлененность заданий на этапы и выделение отдельных операций;
- б) направленность на активизацию обучающихся в учебном процессе.

В ходе систематического выполнения этих заданий осуществляется преемственность в знаниях и умениях, накопление чувственного опыта при варьировании условий восприятия, активное взаимодействие познавательных процессов, постепенное усложнение деятельности мышления и представления, разнообразная практическая работа.

Среди основных вопросов, решаемых в процессе обучения чтению чертежа, можно выделить следующие:

- роль и место чтения чертежа в общей графической подготовке;
- современные требования к обучению студентов строительных специальностей чтению чертежа;
- последовательность действий студентов в процессе чтения чертежа;
- пути совершенствования организационных форм и методов обучения чтению чертежей;
- система взаимосвязанных заданий, направленных на формирование умений и навыков чтения чертежей;
- мотивация учебно-познавательной деятельности студентов.

Чтение чертежа – эффективный способ активизации учебного процесса и познавательной деятельности, развивающих профессиональное сознание студентов и их умение самостоятельно ориентироваться в новой научно-технической информации.

При решении комплексных задач начертательной геометрии иногда возникают вопросы выбора рационального использования различных методов, подходов и элементарных операций.

Основные из них:

- выбор наиболее рационального способа при решении задач взаимного пересечения геометрических фигур;
- задачи, для решения которых целесообразно применение множеств (геометрических мест);
- основные элементарные операции и простейшие задачи, являющиеся составными частями комплексных задач.

Рациональный подход к решению задач позволяет сократить время, полнее использовать геометрические закономерности и повысить наглядность графических изображений.

**Сопротивление  
материалов и теория  
упругости**

## Результаты анализа напряженно-деформированного состояния прямоугольной плиты с учетом физической нелинейности материала

Шевчук Л.И., Вербицкая О.Л.

Белорусский национальный технический университет

Методом конечных элементов выполнен расчет прямоугольной шарнирно опертой по контуру плиты с учетом физической нелинейности материала при различных нагрузках. Для примера взята железобетонная плита  $6 \times 6$  м толщиной 160 мм, армированная сварной сеткой 200/200/8/8 и изготовленная из бетона класса  $C^{20/25}$ . Равномерно распределенная по всей поверхности плиты нагрузка принималась равной 5 кН/м<sup>2</sup>, 10 кН/м<sup>2</sup>, 15 кН/м<sup>2</sup>, 20 кН/м<sup>2</sup>, 25 кН/м<sup>2</sup>, 30 кН/м<sup>2</sup>. Для расчета использована компьютерная программа *STURM*. По полученным результатам построены графики зависимости максимального прогиба плиты (рис.1) и максимального изгибающего момента (рис.2).

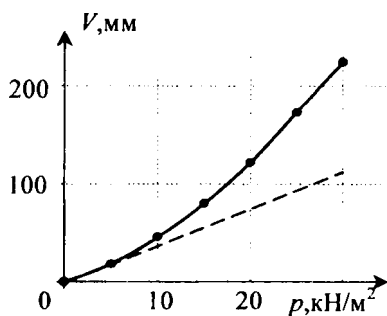


Рисунок 1 – Зависимость максимального прогиба от нагрузки

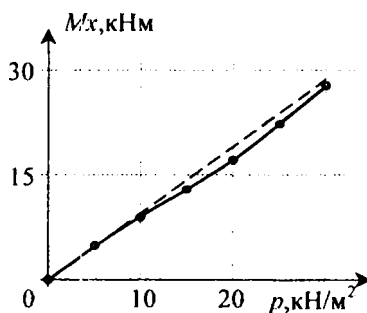


Рисунок 2 – Зависимость максимального момента от нагрузки

Очевидно, что зависимость максимального прогиба железобетонной плиты от нагрузки имеет нелинейный характер. Прогиб неограниченно возрастает по прогрессирующему закону с увеличением интенсивности распределенной нагрузки. Отличие максимальных прогибов, полученных для линейно и нелинейно деформируемых плит, составляет 51%.

Значение максимального изгибающего момента практически прямо пропорционально интенсивности равномерно распределенной нагрузки. Для принятых исходных данных отличие моментов в линейно и нелинейно деформируемой плите при нагрузке 30 кН/м<sup>2</sup> не превышает 3%.

## Оптимизация ребристой плиты с прямоугольным отверстием

Вербицкая О.Л.

Белорусский национальный технический университет

Рассмотрена задача оптимизации прямоугольной железобетонной плиты с отверстиями, подкрепленными ребрами. Размеры плиты  $5,6 \times 2,8$  м, размеры отверстия  $1,2 \times 1,4$  м. Плита армирована сеткой 200/200/8/8 и отдельными стержнями, уложенными в ребра. Арматурные стержни подбирались по сортаменту  $\varnothing 8-12$ . Толщина полки принята равной 80 мм, ширина ребра 200 мм. Высота ребра изменялась от 80 мм до 180 мм. Плита изготовлена из бетона класса  $C 25$ . Статический расчет плиты выполнен методом конечных элементов с помощью программы *STURM*. Для оптимизации использован метод сокращения ресурсов [1]. В качестве параметров оптимизации приняты высота ребра и площадь сечения отдельных арматурных стержней.

В результате расчета получена оптимальная конструкция плиты с арматурными стержнями  $\varnothing 8$ , уложенными в ребра плиты, толщиной полки 80 мм и высотой ребра 140 мм. На рисунке показана карта изолиний изгибающих моментов  $M_x$ .

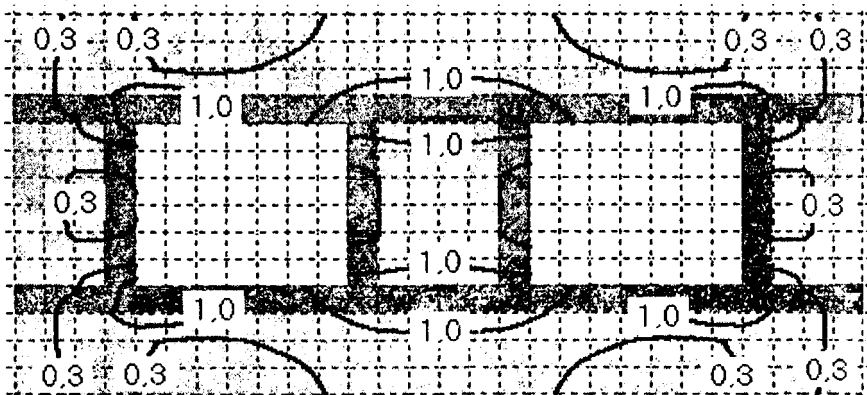


Рисунок – Карта изолиний изгибающих моментов  $M_x$ , кНм

### Литература

1. Шевчук, Л.И., Вербицкая, О.Л. Оптимизация железобетонных плит на упругом винклеровском основании//Наука образованию, производству, экономике. Материалы 8-й международной научно-технической конференции. Минск, 2010. – С.1.

### Оптимизация фермы при различных сочетаниях нагрузок

Шевчук Л.И., Окунь А.М., Яроцкий Р.В., Ходокевич О.Ю.  
Белорусский национальный технический университет

Решена задача оптимизации статически неопределимой трех панельной фермы. Статический расчет выполнен методом конечных элементов. В качестве целевой функции принята масса фермы  $G(\vec{A})$ . Здесь  $\vec{A}$  – вектор параметров оптимизации, в качестве которых приняты площади поперечных сечений стержней фермы. Поставлены конструктивные ограничения и ограничения по прочности

$$A_i \geq A_{lim}, \quad \sigma_{adm} - |\sigma_i| \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Для оптимизации фермы использован метод сокращения ресурсов прочности [1] и предлагается следующий алгоритм.

1. Назначить стартовую точку, то есть задать площади поперечных сечений всем стержням фермы.
2. Выполнить статический расчет фермы и получить ресурсы прочности для каждой комбинации загрузений.
3. В качестве авангардной комбинации загрузений выбрать ту, при которой получен минимальный ресурс прочности.
4. Выполнить один шаг процедуры оптимизации, то есть по ресурсам прочности определить площади поперечных сечений стержней фермы, нагруженной авангардной комбинацией загрузений.
5. Выполнить статические расчеты полученной фермы от всех комбинаций загрузений и оценить ресурсы прочности для каждой из них.
6. В качестве авангардной комбинации загрузений выбрать такую, для которой ресурс прочности минимален.
7. Если ресурс прочности не исчерпан ни для одной из комбинаций загрузений, то идти к п. 4, если ресурса прочности нет, то идти к п. 8.
8. Завершение расчета по оптимизации фермы и вывод результатов.

На основе предложенного алгоритма составлена компьютерная программа и решен ряд примеров. Анализ результатов расчета подтвердил эффективность разработанного алгоритма оптимизации фермы с учетом комбинаторики загрузений.

#### Литература.

1. Шевчук, Л.И., Адамейко, М.Н., Астроух, Е.А. Оптимизация стержневых систем с учетом комбинаторики нагружения/Наука образованию, производству, экономике: Материалы 8-й международной научно-технической конференции. Минск, 2010. – С.1.

## Расчетная оценка деформаций в пластине с надрезами

Мойсейчик А.Е., Мойсейчик Е.А.

Белорусский национальный технический университет

С целью предварительной оценки поля пластических деформаций, выявления мест зарождения разрушения выполнен расчет конечно-элементной модели стального образца с использованием программного комплекса ANSYS. Модель соответствует плоскому стальному образцу толщиной 1,0 мм с боковыми симметричными вырезами, у корня которых наиболее вероятно появление пластических деформаций. Рабочая область образца 300x600 мм. Образцы подвергались растяжению на разрывной машине Р-100. Модель образца, составлялась из плоских трех- и четырехугольных конечных элементов. Максимальный размер конечного элемента достигал 1 мм при отношении сторон не более двух. При нагружении образца предполагалось, что торцевая поверхность имеет плоскопараллельные перемещения вдоль продольной оси элемента под действием нормальных напряжений. Расчет производился с учетом нелинейной работы материала, при этом зависимости между напряжениями и деформациями задавались линейными соотношениями до предела прочности. Механические характеристики приняты по данным испытания полосок стали, вырезанных из образцов. Пример расчетного распределения поля пластических деформаций приведен на рисунке.

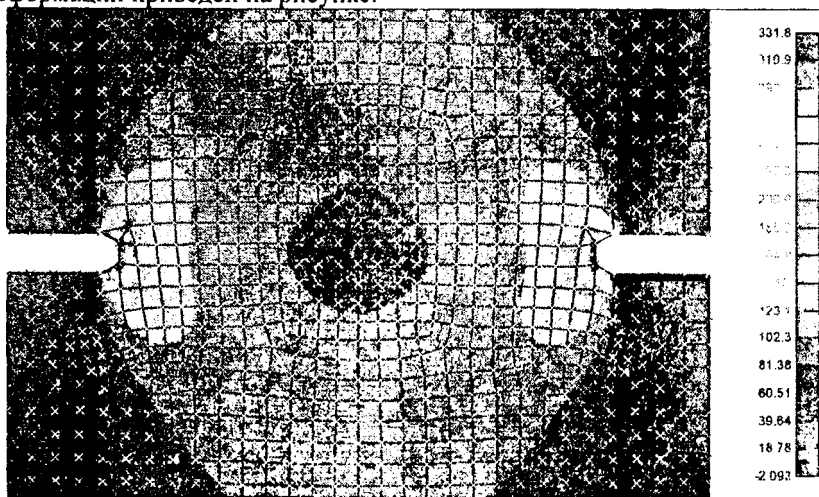


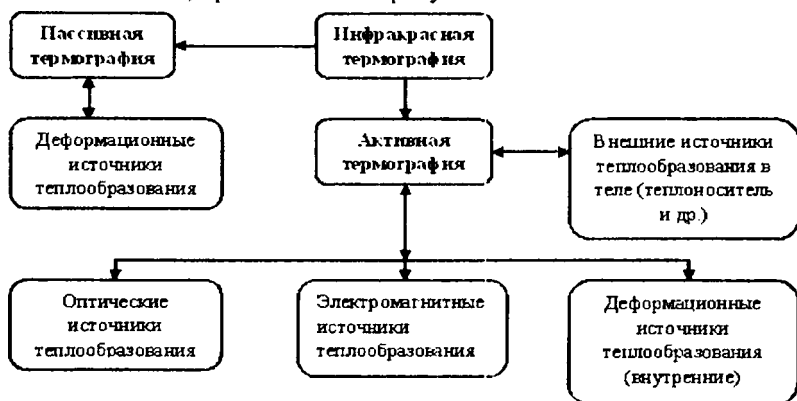
Рис. 1. Расчетное распределение поля пластических деформаций

## Особенности технологии ИК термографического контроля дефектов в стальных элементах

Пахомчик И.А., Мойсейчик Е.А.

Белорусский национальный технический университет

Для обнаружения дефекта в конструктивном элементе часто достаточно наблюдать за установившимся распределением температуры на поверхности тела. В иных случаях дефект можно нагреть или охладить, чтобы усилить внутренний теплообмен. Поэтому методы неразрушающего контроля с использованием инфракрасной термографии можно разделить на активные и пассивные, приведенные на рисунке



Методы неразрушающего контроля с использованием инфракрасной термографии

Могут использоваться разнообразные приемы возбуждения теплового контраста между дефектными и бездефектными зонами элемента. Эти приемы можно разделить на внешние, при которых волна тепловой энергии поступает извне на поверхность, а затем распространяется через материал, пока не столкнется с дефектом, и внутренние, в которых энергия в различной форме вводится в исследуемый элемент с целью стимулирования дефекта к возбуждению электромагнитных колебаний ИК диапазона. В качестве внешних источников служат различные оптические устройства, (фотовспышки – для импульсного теплообразования и галогенные лампы – для периодического возбуждения тепла). Внутренние возбуждения могут достигаться возбуждением деформаций в теле, которые по различным механизмам «внутреннего трения» на дефектах возбуждают теплообразование (механические колебания различной частоты и амплитуды).



**Асфальтобетон для ездового полотна дорожных мостов**Зиневич С.И., Балыкин М.К., Голубев И.А., Кончиц А.Е.,  
Югова М.В., Горский А.Ю.

Белорусский национальный технический университет

Безопасность дорожного движения в значительной степени зависит от шероховатости поверхности проезжей части определяющей ее фрикционные и светотехнические характеристики. Шероховатость, как известно, увеличивает коэффициент сцепления колеса с дорогой, исключает возможность аквапланирования во время интенсивного дождя, а также способствует рассеиванию светового потока, тем самым улучшая условия «зрительной работы» водителя и как следствие снижает вероятность допущения ошибок в управлении автомобилем.

Обеспечить хорошие фрикционные и светотехнические характеристики проезжей части особенно важно на участках дорог с мостовым переходом, где совершаемые дорожно-транспортные происшествия могут иметь более тяжелые последствия (съезд с высокой насыпи, падение с моста и т.д.).

Используемый ныне способ устройства шероховатости на проезжей части «поверхностная обработка», заключающийся в разливе битума с последующим распределением щебня и его прикаткой, обладает такими недостатками как недолговечность, высокая зеркальность покрытия и увеличение нагрузки на мост за счет дополнительного щебеночного слоя.

Перспективным в этом отношении является способ устройства шероховатости за счет неравномерного износа поверхности покрытия. Ныне существующий способ основан на применении разнопрочного щебня, что в процессе эксплуатации приводит к неравномерному износу щебеночного каркаса и образованию шероховатости на поверхности проезжей части. Недостатком шероховатости полученной этим способом является большой интервал между ее выступами. Такая шероховатость не очень эффективна с точки зрения фрикционных и светотехнических характеристик.

В настоящей работе предлагается устранять шероховатость за счет неравномерного износа асфальтового раствора и щебеночного каркаса. Это возможно при устройстве верхнего слоя дорожного покрытия из асфальтобетона состоящего из жесткого щебеночного каркаса, пустоты которого заполнены асфальтовым раствором. Для приготовления такого асфальтобетона используется односторонний щебень с размером зерен 15...30 мм, который смешивается с асфальтовым раствором, подобранным по стандартной методике как для песчаной асфальтной смеси. Причем объем асфальтового раствора берется равный объему пустот щебня.

**О шумопоглощении трамвайных путей различных конструкций**

Суходоев В.Н., Кравченко М.В., Суходоева Н.В.  
Белорусский национальный технический университет

Движущееся колесо вагона создает многократное динамическое нагружение рельсовой колеи, сопровождаемое шумом и вибрацией ее элементов. При этом открытый рельс или часть его на рельсошпальной решетке способствуют распространению шума в воздухе. В воздушном шуме изоляции подлежат звуковые волны с частотами от 100 до 3200 Гц. Волны с более низкими частотами воспринимаются как вибрация, а к более высокой частоте человек менее восприимчив.

Шум усиливает также относительно короткий и легкий вагон трамвая, который реагирует на все неровности пути не сглаживая, а увеличивая их со временем особенно в конструкциях трамвайного пути, где соотношение “жесткость рельса”/ “жесткость основания” сильно отличается от десяти.

После устройства жестких стыков основная доля шума на трамвайных путях различных конструкций обусловлена качением колеса по рельсу. Чем больше шероховатость поверхности катания и некруглость колеса, чем больше разница в диаметрах колес одной оси, а также, чем больше жесткость основания, тем выше уровень шума. С увеличением жесткости железобетонного основания растет доля механических колебаний, которые оно воспринимает и, соответственно, все больше балласт и грунт выключаются из переработки упругих деформаций, а железобетонная плита становится резонатором ударного шума.

Устранение названных источников – наилучший способ защиты от шума. Об этом еще в 1932 году написал директор национальной физической лаборатории (г. Лондон) Г.К. Кэй после капитальных исследований шума и защиты от него. Но если невозможно устранить источники шума, необходимо проектировать и применять конструкции ТП с увеличенной массой нагруженного рельса. Оптимальный вариант, если с этой целью упаковать рельс в гибкой в поперечном направлении составной железобетонной балке-механизме, работающей совместно с рельсом, балластом и грунтом. Совместную работу (цельную рельсовую нить под колесом) в конструкции трамвайного пути, разрабатываемого в БНТУ, можно получить, если рельс обжимать сдвоенными внецентренно нагруженными железобетонными полушпалами, которые преобразуют вертикальную нагрузку от колеса в горизонтальную. Здесь, чем больше нагрузка, тем сильнее обжатие и масса рельса, соответственно сильнее гашение шума. Эффект гашения усилен за счет слоистости рельсовой нити при определенном соотношении ее слоев, пути и вагона.

## Влияние жесткости элемента составной БУО на длину его нагруженного участка

Суходоев В.Н., Суходоева Н.В., Трушкина А.В.  
Белорусский национальный технический университет

Изучение данной темы производится на примере параметров рельсовой нити (РН) ленточного трамвайного пути (ЛТП). РН – составлена из рельса с прокладками по бокам и железобетонной шпалы-механизма (Ш-М) на щебеночном балласте (см. Патент №3262 РБ или №2177061 РФ).

Назначение нитки ЛТП – сосредоточенные нагрузки от колеса вагона и шум сделать распределенными по площади и в объеме.

Специфика РН и ЛТП в целом обусловлена изменением не только ее жесткости вслед за перемещением колеса вагона, но и величины изгибающего нить момента и длины ее нагруженного участка. По мере продвижения колеса РН будет находиться в двух рабочих состояниях:

- цельная РН в зоне обжатого полу шпалами рельса длиной  $2l'_0$ ;
- составная РН вне зоны обжатия из контактирующих, но не связанных между собой элементов.

Жесткость цельной РН и ее элементов с моментами инерции, приведенных сечений рельса и арматуры, относительно оси, проходящей через центр тяжести сечения РН, полудлины  $l'_0$ , *max* прогиб, изгибающие моменты, определяются по формулам:

$$l'_0 = 0,75\pi/\beta; \quad y_{\max} = -F \cdot \beta/2k; \quad \beta = \sqrt[4]{k/4EJ}; \quad M = F \cdot \beta/2k.$$

Эти же параметры составной РН рассчитываются относительно их собственных центральных осей. При этом получается большая разница в величинах полудлины  $l'_0$  нагруженного участка рельса и Ш-М. Она обусловлена большой разницей в жесткостях их оснований, что является фактором, способствующим гашению вибрации. Так как прогибы БУО под сосредоточенной силой имеют волнообразный характер: прогиб-выгиб, значит внутри РН, если ее  $l'_0 = 3,84м$ , а рельса  $l'_0 = 0,86м$ , рельс несколько раз мог бы прогнуться и выгнуться. Сделать это ему мешает обжатие, так как масса Ш-М повиснет на вибрирующем рельсе и вибрация обжатого рельса будет незначительной. Установлено:

- величина силы обжатия – функция нагрузки;
- жесткость элементов РН в цельной нити больше жесткости отдельно работающих элементов;
- подбором жесткостей Ш-М и рельса можно регулировать влияние жесткости элементов составной БУО на длину ее нагруженного участка.

# **Железобетонные и каменные конструкции**

УДК 624.012

## **Предварительно напряжённые монолитные железобетонные конструкции с натяжением арматуры в построечных условиях**

Дикун А.А.

Белорусский национальный технический университет

Современные технологии позволяют дать возможность создания больших пролетов, увеличить передаваемые на конструкции нагрузки, контролировать жесткость сооружений. Все эти возможности открыло предварительное напряжение. Поэтому все чаще можно видеть как предварительное напряжение, которое создается в построечных условиях.

В настоящее время особое внимание уделяют вопросу смешанного армирования. В этой системе предварительное напряжение создается только в необходимых областях. Однако при такой схеме необходимо учесть ряд условий и особенностей:

1) преднапряженной является только часть рабочей арматуры, поэтому сила обжатия меньше, следовательно, жесткость и трещиностойкость элементов со смешанным армированием ниже, чем элементов с полностью напрягаемой арматурой. Силу обжатия дополнительно снижает само наличие ненапрягаемой арматуры: в ней возникают сжимающие усилия от усадки и ползучести, которые вызывают растягивающие усилия в бетоне и еще больше снижают жесткость и трещиностойкость. Поэтому долю ненапрягаемой арматуры ограничивают так, чтобы она воспринимала не более (40...50) % всех усилий в растянутой арматуре.

2) данная технология достаточно требовательна ко многим факторам. Необходимо обеспечить сохранность герметичности канала и его расположение в конструкции согласно проекту.

На фоне постоянно растущих затрат на материалы и энергоносители данная система даёт экономический эффект при возведении большепролетных конструкций.

УДК 693.22.004.18

## **Исследование гиперболических килевых панелей-оболочек покрытий**

Зверев В.Ф., Пелюшкевич А.И., Казаченко Н.Я.

Белорусский национальный технический университет

В сентябре – октябре 2010 года авторами статьи было выполнено исследование конструкций покрытия спортзала и бассейна здания средней школы в п. Чисть Молодечненского района Минской области с целью оценки их технического состояния в связи с образованием дефектов в оболочках покрытия в процессе их эксплуатации.

Несущими конструкциями покрытия спортзала и бассейна являются сборные железобетонные гиперболические килевые панели-оболочки размером 18.0×3.0×1.0(н) м, запроектированные по ТУ 223БССР44-22, марка оболочек согласно проектной документации - ПОУ18.3-1К7-К<sup>а</sup>.

Армирование продольных ребер оболочек выполнено четырьмя предварительно напряженными канатами Ø15К7.

Средняя прочность бетона сборных оболочек покрытия, полученная по результатам неразрушающего контроля составляет 37.5..39.2 МПа.

По результатам обследования с учетом фактического армирования, прочностных и геометрических характеристик были выполнены поверочные расчеты сборных железобетонных панелей-оболочек покрытия.

Визуальное и инструментальное обследование конструкций покрытия, поверочные расчеты и анализ полученных результатов позволили сделать следующие выводы:

- конструкции покрытия над бассейном эксплуатируются более 15 лет в условиях неблагоприятного сочетания параметров среды - температуры, влажности, воздухообмена, наличия агрессивных газов, что способствует развитию коррозионных процессов бетона и арматуры;

- наличие большого числа трещин и величина их раскрытия при армировании ребер стальными канатами свидетельствует о перегрузке оболочек, кроме того, при классе эксплуатации XD1 (бассейн) недопустимо их дальнейшее использование;

- техническое состояние сборных железобетонных панелей-оболочек покрытия оценивается в соответствии с п.8.18 [3] как предельное (предаварийное) - V категория технического состояния.

Учитывая техническое состояние сборных железобетонных панелей-оболочек покрытия спортзала и бассейна, а также невозможность их усиления вследствие их необратимых дефектов, было рекомендовано произвести их демонтаж.

УДК 624.073.136

### **Жилые здания индустриального домостроения с железобетонным каркасом нового поколения**

Пецольд Т.М., Потерщук В.А.\*

Белорусский национальный технический университет

ГП «Институт НИПТИС им. С.С. Атаева»\*

В 2010 г. заводами сборного железобетона республики впервые было выпущено более 1млн. м<sup>2</sup> многопустотных плит безопалубочного формования. Стенды для изготовления предварительно напряженных плит безопалубочного формования успешно работают на 14 заводах по трем ос-

новым технологиям: Weiler (Италия), Echo (Бельгия) и Вибропресс (Россия). Многопустотные плиты армированы высокопрочной проволокой и канатной арматурой разных диаметров. Институт НИПТИС совместно с Полоцким государственным университетом и Брестским государственным техническим университетом разработали типовые серии плит безопалубочного формования для трех выше указанных технологий и рекомендации по проектированию дисков перекрытий и покрытий с применением плит на базе требований СНБ 5.03.01-02 и Европейских норм. Проведен весь комплекс необходимых исследований, который показал достаточную надежность конструкций при различных схемах загрузок и их высокое качество.

Перед учеными и проектировщиками стоит задача разработки новых конструктивных систем зданий, которые позволят эффективно применять многопустотные плиты безопалубочного формования.

Это могут быть классические каркасные системы (колонны-ригеля) с продольной и поперечной раскладкой плит различных размеров, смешанные конструктивные системы с наружными несущими стенами и внутренним каркасом, системы с поперечными несущими стенами, монтируемыми с различным шагом. Во всех конструктивных системах наружное стеновое ограждение может выполняться из штучных материалов или трехслойных сборных стеновых панелей заводского изготовления различных размеров. Безусловно, при индустриальном круглогодичном строительстве зданий несомненным преимуществом обладают здания со сборными стеновыми панелями заводского изготовления.

УДК691.3

### **Структурно-механическая модель бетона для прогнозирования прочности и деформаций бетона при сложном напряжённом состоянии**

Рак Н.А.

Белорусский национальный технический университет

В зонах сопряжения железобетонных конструкций друг с другом наблюдается сложное напряженное состояние, возникающее в результате местного приложения нагрузки по малым площадкам. При этом непосредственно под площадью приложения нагрузки возникает область трехосного неравномерного сжатия.

Для оценки прочности бетона при таком напряженном состоянии обычно применяются различные теории прочности бетона, основанные на различных критериях. При этом деформации бетона, как правило, определить невозможно.

Для определения деформации бетона необходимо знать диаграмму деформирования бетона при сложном напряженном состоянии. Получение такой диаграммы, как правило, осуществляют экспериментальным путем с дальнейшей аппроксимацией полученных результатов с помощью аналитических зависимостей различного вида. Полученные таким образом зависимости действительных только для условий экспериментов.

Для создания более универсальных зависимостей необходимо применять методы, основанные на структурно-механическом моделировании бетона. В этом случае бетон рассматривается как сложная структура, содержащая различные составные части (цементный камень, мелкий и крупный заполнитель). Каждому из элементов структуры присущи свои физико-механические характеристики.

Для условий сложного напряженного состояния трехкомпонентный бетон может быть представлен в виде системы кубов, имитирующих заполнитель и расположенных регулярно в цементно-песчаном матрице. Размеры кубов, толщина слоя матрицы (расстояние между гранями соседних кубов) определяются исходя из относительного объема крупного заполнителя.

Напряженно-деформированное состояние элементов структурно механической модели получено с использованием имитирующей её конечно-элементной модели. При этом свойства элементов модели описываются диаграммами их деформирования. Результаты конечно-элементных расчетов затем аппроксимируются аналитическими зависимостями, содержащими в качестве параметров структурно-механические характеристики бетона и элементы вектора напряжений.

УДК 624. 012

### **Исследование напряжённо-деформированного состояния железобетонной водонапорной башни**

Босовец Ф.П., Ловыгин А.Н.

Белорусский национальный технический университет

В посёлке Глыбочка Ушацкого района Витебской области обустривается агрогородок, в котором необходимо восстановить работу ранее существовавшего водопровода. Местная водонапорная башня выведена из эксплуатации более 12 лет тому назад.

Для оценки технического состояния башни и использования ее в эксплуатации группа сотрудников кафедры «Железобетонные и каменные конструкции» при участии ООО «Белжлище» провела ее освидетельствование.



Обследованию подлежала водонапорная железобетонная башня квадратного поперечного сечения высотой 22 м. Башня расположена на холме на окраине деревни Глыбочка и смонтирована из 18 сборных объемных железобетонных элементов СОГов размерами по наружному обводу в плане 3210×3210 мм и высотой элементов – 1170 мм. В практике строительства сборные железобетонные элементы СОГи, как правило, используются для монтажа силосных банок сборных железобетонных элеваторов, служащих для хранения сыпучих материалов (различного зерна, семечек, муки, комбикормов и др.) Толщина стенок СОГов составляет 100мм.

Для обеспечения жесткости и устойчивости башни и предотвращения ее от углов закручивания, по высоте башни смонтированы жесткие горизонтальные диафрагмы, выполняющие роль перекрытий. Каждое перекрытие состоит из двух сборных железобетонных плит толщиной 180 мм. Обследование наружной и внутренней стенки водонапорной башни позволило установить, что силовые трещины отсутствуют. Почти на каждом сборном железобетонном элементе башни как изнутри, так и снаружи просвечивается сквозь защитный слой или вовсе обнажена на небольших локальных участках рабочая арматура. Коррозионному воздействию также подвержены закладные детали, болты и полосовая сталь, объединяющая сборные железобетонные элементы. Уровень коррозии составляет 5–7%.

На основании изложенного составлено техническое заключение, позволившее устранить имеющиеся дефекты.

УДК 699.86.001

**Использование в строительных конструкциях жилых и общественных зданий ленты полистерольной вспененной, для повышения тепло- и звукоизоляции**

Мадалинский Г.Г., Горячева И.А., Мадалинская Н.Г.  
Белорусский национальный технический университет.

В последние годы, одним из приоритетных направлений снижения стоимости, повышения долговечности строительных конструкций является использование в строительном производстве высококачественных отечественных материалов.

Пенополистирол это тепло-, звуко-, и гидроизоляционный материал, состоящий из микроскопических ячеек с замкнутой структурой и не имеющий капилляров и открытых пор. Является материалом, не выделяющим никаких вредных для человека веществ, не подвержен разложению и не имеет ограниченного срока годности.

Ленты полистирольные вспененные марки ПСВ производятся в соответствии с требованиями ТНПА и являются более биостойкими и экологически чистыми по сравнению с древесноволокнистыми плитами, рубероидом, пергамином, бризолом и другими тепло-, гидроизоляционными и герметизирующими материалами. Ленты ПСВ практически не впитывают влагу и пар, сглаживают неровности до 2,5 мм.

Результаты исследований теплопроводности с учетом требований ГКП 45-2.04-43-2006 "Строительная теплотехника", показали, что по теплоизоляционным свойствам экструдированный пенополистирол толщиной 5 мм соответствует 152 мм кладки полнотелого кирпича;

Применение ленты ПСВ  $\delta=5$  мм в качестве звукоизолирующего слоя и устройства цементно-песчаной стяжки толщиной 50 мм по многослойной железобетонной плите перекрытия, увеличивает изоляцию воздушного шума на  $\Delta R_w=3$  дБ, при фактическом индексе изоляции воздушного шума междуэтажного перекрытия  $R_w=54$  дБ. Снижение уровня ударного шума –  $\Delta L_{pw}=20$  дБ. Таким образом, ленты ПСВ предназначены для звукоизоляции перекрытий, перегородок, пароизоляции перекрытий, покрытий, элементов стен, теплоизоляции и защиты от продувания отдельных конструкций здания.

Выбор конструктивного решения отдельных элементов здания с применением лент ПСВ производится с учетом требований действующих ТНПА и положений рекомендаций Р-6.05.023-06. Рекомендации содержат указания по проектированию и применению лент ПСВ в отдельных конструкциях как вновь строящихся жилых и общественных зданий, так и при их реконструкции и ремонте.

УДК 699.82

### **К вопросу гидроизоляции подземных и заглубленных сооружений при строительстве и реконструкции**

Ловыгин А.Н.

Белорусский национальный технический университет

За последние годы вопросам гидроизоляционных работ подземных сооружений при строительстве и реконструкции не уделяется должного внимания, в том числе и по учебным программам строительных вузов.

Влияние гидроизоляционных систем на техническое и эксплуатационное состояние строительных конструкций сооружений имеет решающее значение. На сегодняшний день практически все сооружения подземной инфраструктуры имеют отказ гидроизоляционных систем, который наступает значительно раньше проектного срока службы.

В связи с этим следует указать, что в настоящее время значительной степени устарела нормативная база, недостаточно в полной мере необходимой для проектирования, строительства, эксплуатации и ремонта гидроизоляционных систем специальной литературы.

Повышение надёжности и долговечности гидроизоляционных мембран в первую очередь зависит от выбора материалов, который должен основываться на условиях эксплуатации сооружений, их назначения и степени ответственности.

В системах гидроизоляции, эксплуатирующихся в условиях позитивного и негативного давления воды, сооружаются мембраны с использованием: металлических листов; рулонных и листовых органических материалов; составов органического происхождения, которые наносятся в жидком состоянии (безрулонных); безрулонных материалов на основе минеральных вяжущих; рулонных и безрулонных материалов на основе бентонитовых глин.

В этой связи имеется два подхода к проектированию гидроизоляционных мембран: один – по стоимости и надёжности; другой – по стоимости и ремонтпригодности.

Длительное функционирование гидроизоляционной мембраны может быть обеспечено только в комплексе мер по защите конструкций от намокания. К ним в частности можно отнести устройство дополнительно внутреннего или внешнего дренажа, выполнение теплоизоляционной защиты, вентиляции и кондиционирования воздуха.

УДК 693.22.004.18

**Оценка технического состояния строительных конструкций  
лечебного корпуса госпитального комплекса в населённом пункте  
«Снов» в связи с реконструкцией**

**Коршун Е.Л., Малашук Г.Н.\***

**Белорусский национальный технический университет  
УП «Стройреконструкция»\***

В 2008 г. выполнено обследование здания бывшего лечебного корпуса входящего в госпитальный комплекс зданий Государственного Пограничного Комитета Республики Беларусь, расположенном в населённом пункте Снов, Несвижского района, Минской области, с целью оценки технического состояния строительных конструкций в связи с разработкой проекта реконструкции. Проект реконструкции разрабатывался АП «Институт «БЕЛПРОЕКТ» (объект №27.08).

Ранее, в начале XIX века, это была территория дворцово-паркового ансамбля принадлежавшего новогрудскому маршалку Казимиру Рдултовскому. Дворцово-парковый ансамбль сохранился в прежних границах до настоящего времени.

В октябре 1948 г. территория дворцово-паркового ансамбля вместе со всеми постройками была передана в распоряжение Государственного комитета пограничных войск.

Точная дата строительства здания не установлена. Согласно техническому паспорту здание введено в эксплуатацию в 1936 году.

Предположительно, основная («старая») часть здания в осях 1-12/А-Р была построена ранее, в начале 20-х годов прошлого века. Часть здания в осях 12-17/Г'-Р' («новая»), была пристроена позднее в середине 30-х годов. Об этом свидетельствуют конструктивные решения и примененные материалы. В военное время в здании располагались казармы. Сведений о степени разрушения здания в годы войны нет.

После войны (1948 г.) здание было приспособлено под госпиталь.

Здание трехэтажное, П-образной конфигурации в плане, с габаритными размерами 84,10×65,22 м, с подвалом под частью здания и чердаком. Здание состоит из двух объемов с разными конструктивными схемами.

Выводы и рекомендации по результатам обследования были использованы при разработке и реализации проекта реконструкции, выполненного институтом «БЕЛПРОЕКТ».

УДК 69.035.4:711.7

### **Мониторинг несущих конструкций Национальной библиотеки Республики Беларусь**

Смех И.В., Даниленко И.В., Смех В.И.

Белорусский национальный технический университет

Высотное здание книгохранилища НББ представляет собой многогранник – ромбокубооктаэдр с размерами в плане 60×60×60 м, опирающийся на опорную базу размером 24×24 м, состоящую из кольцевого элемента – восьмигранника и системы колонн. Здание книгохранилища запроектировано как пространственная каркасная конструктивная система из монолитного железобетона с выполнением отдельных элементов из сталежелезобетонных конструкций и дисками перекрытий, которые имеют разные размеры в плане и опираются на колонны с ячейкой 6×6 м и ромбическую часть ядра жесткости.

Монолитный железобетонный фундамент представляет собой пространственную коробчатую, трехъярусную систему диаметром 56 м и вы-

сотою 15,4 м. Наблюдение за состоянием конструкции велось в процессе строительства и по мере возрастания нагрузки.

Первые трещины были обнаружены в контрфорсах фундамента после бетонирования перекрытия на отметке  $\pm 0,00$  в июле 2003 года. Наибольшее их количество образовалось по осям «3»-«7» в осях «С»-«Т» и по оси «С» в осях «2»-«3». Ширина раскрытия трещин в отдельных контрфорсах в октябре 2004 года достигала 0,3...0,4 мм. Обследования, проведенные после раскружаливания в апреле 2005 года, показали, что произошло частичное зажатие трещин в контрфорсах до 0,25 мм. В декабре 2005 года их ширина уменьшилась до 0,1 мм, а в январе 2006 года, по мере возведения здания, трещины в контрфорсах полностью зажалась.

Трещины в стенах второго яруса фундамента были обнаружены в углах проемов в декабре 2004 года в процессе обследования несущих конструкций здания книгохранилища перед раскружаливанием. Ширина раскрытия трещин достигала 0,05...0,10 мм при длине 240...600 мм.

Обследование стен подвала, проведенное в марте-апреле 2005 года, после раскружаливания, показало, что некоторые трещины увеличили ширину своего раскрытия на 0,05...0,10 мм. Однако ширина раскрытия всех трещин не превышала 0,20 мм.

Освидетельствование, проведенное в 2009 году, существенных изменений в состоянии несущих элементов фундамента не выявило.

УДК 624.04-048.26+69.059.7

### **Оценка технического состояния строительных конструкций формовочного цеха Солигорского ДСК в связи с реконструкцией**

Шилов А.Е., Казачёк В.Г.\*

Белорусский национальный технический университет  
ГП «Институт НИПТИС им. С.С. Атаева»\*

Обследованный объект в течение длительного периода времени находился в стадии незавершенного строительства без выполнения всех необходимых мероприятий по техническому обслуживанию и содержанию конструкций. За этот период конструкции подвергались различным видам физико-химических воздействий, источником которых являются осадки (дождь, туман, снег), твердые частицы и газообразные компоненты, содержащиеся в воздухе, солнечное облучение, ветровое давление, суточное колебание температуры и влажности воздуха. Это привело к развитию во времени дефектов различной степени значимости.

Для оценки состояния строительных конструкций формовочного цеха ОАО «Солигорский ДСК» в связи с намечаемой реконструкцией выполне

но детальное обследование конструкций с определением фактических геометрических и прочностных параметров конструкций, их армирования и технического состояния с применением вскрытий, использованием электронных приборов неразрушающего контроля; обработка и анализ полученных данных, оценка соответствия конструкций проекту и предполагаемым нагрузкам, разработка выводов и рекомендаций по результатам работы, а также технических решений по исправлению имеющихся дефектов конструкций.

Рекомендации по ремонту и технические решения по усилению конструкций разработаны на основании анализа данных натурного обследования конструкций и сгруппированы в необходимых случаях по отдельным конструктивным элементам со ссылками, где это необходимо на приложения, в которых изложены, в том числе и технологические приемы, рекомендуемые для различных типов конструкций, имеющих однотипные дефекты (например, дефекты структуры бетона, коррозионные повреждения и т.п.). При исправлении дефектов структуры бетона, поверхностных повреждений, сколов, трещин и т.п. наряду с рекомендуемыми в приложениях отчёта мероприятиями, в проекте можно предусматривать и другие современные технологии, и ремонтные материалы, позволяющие качественно решать конкретные задачи по восстановлению эксплуатационных качеств конструкций.

УДК 691.3

### **Исследование на конечно-элементных моделях напряжённо-деформированного состояния бетона в зоне его взаимодействия со стержневой арматурой**

Щербак С. Б.

Белорусский национальный технический университет

Напряженно-деформированное состояние (НДС) бетона в области контакта со стержневой арматурой определяется рядом механических, физических и химических факторов: зацеплением за бетон микронеровностей и выступов периодического профиля поверхности арматуры; заклиниванием арматуры в бетоне; силами трения, обусловленными деформацией усадки бетона; силами трения, вызванными поперечным обжатием бетона внешней нагрузкой; адгезией цементного геля с арматурой.

В качестве универсального параметра при оценке влияния параметров периодического профиля стержневой арматуры на напряжения сцепления с бетоном принимается величина относительной площади смятия

$$f_R = \frac{F_R}{\pi \varnothing l},$$

где  $F_R$  – площадь проекции боковой поверхности поперечных ребер на плоскость, перпендикулярную оси арматурного стержня;  $\varnothing$  – номинальный диаметр стержня;  $t$  – шаг поперечных выступов.

Этот параметр для применяемых в Республике Беларусь профилей арматуры изменяется в пределах от 0,06 до 0,3. На основании анализа дано обоснование параметров конечно-элементных моделей области контакта бетона со стержневой арматурой, соответствующих величинам интегрального параметра  $f_R$  от 0,06 до 0,3 с шагом 0,12.

Разработаны конечно-элементные (КЭ) модели области контакта стержневой арматуры с бетоном, позволяющие изучить НДС бетона и арматуры при перечисленных выше значениях интегрального параметра  $f_R$ .

В результате расчетов получены значения и характер распределения напряжений в бетоне и арматуре, по трем взаимно перпендикулярным направлениям, а также значения и траектории главных напряжений.

Анализ численных результатов свидетельствует, что с увеличением значения параметра  $f_R$  увеличивается концентрация напряжений в бетоне около периодических выступов арматуры и увеличивается распорное усилие, создаваемое этими выступами, что в конечном итоге вызывает окружное растяжение бетона в области его сцепления с арматурой.

Полученное на КЭ моделях напряженно-деформированное состояние бетона в зоне его взаимодействия со стержневой арматурой хорошо коррелируется с результатами экспериментальных исследований.

УДК 624.012

### **Расчёт продольного армирования колонны по СНБ 5.03.01-02 и ТКП EN 1992-1-1-2009**

Локотков М.Л.

Белорусский национальный технический университет

В связи с переходом Республики Беларусь на европейские нормы возникает необходимость сопоставления уровня надёжности методик расчёта, а также материалоемкости по части расхода арматурной стали. При подробном анализе положений отечественных и европейских норм, касающихся расчёта внецентренно сжатых элементов, были выявлены незначительные различия, касающиеся определения расчётных длин и требуемой арматуры. Результаты расчёта отличаются друг от друга не более, чем на 5%, что позволяет судить и об одинаковом уровне надёжности. Близкую сходимость результатов расчёта можно объяснить тем, что СНБ 5.03.01-02 «Бетонные и железобетонные конструкции» разработаны на основе европейских стандартов проектирования и безопасности EN.

## Методика расчета прочности элементов из лёгкого бетона при местном сжатии армированных поперечными сетками

Бондарь В.В., Рак Н.А.

Белорусский национальный технический университет

Проведены экспериментальные исследования прочности при местном концентричном сжатии элементов из легкого бетона, имеющих косвенное армирование поперечными сварными сетками.

При исследовании варьировались не только характер приложения нагрузки и прочностные характеристики бетона, но и его средняя плотность в реальном диапазоне ее изменения.

В качестве образцов были приняты призмы с отношением их высоты к размеру поперечного сечения равным 2, армированные поперечными сетками С-1 или С-2 (объемный процент армирования  $\rho_{xy}$  соответственно равен 1,88% и 3,35%). Общее количество испытанных образцов — 36 шт.

Разрушение всех образцов происходило с образованием в области под штампом так называемого клина, имеющего вид перевернутой пирамиды, и сопровождалось раскалыванием образца по вертикальным плоскостям с последующим сдвигом клина по одной из его боковых граней. Описанная картина разрушения во многом сходна с процессом разрушения образцов из тяжелого бетона, но имеет несравнимо более обширную деформационную геометрию процесса. Зафиксирована разрушающая нагрузка при испытании.

По результатам испытаний предложена методика расчета прочности при местном сжатии элементов из легкого бетона, армированных поперечными сварными сетками. В основу методики была положена методика расчета, разработанная ранее для элементов из тяжелого бетона, и базирующаяся на учете влияния бокового обжатия при концентричном местном сжатии, а также на учете влияния косвенного армирования образцов сварными поперечными сетками. На основе полученных экспериментальных данных, разработаны и предложены соответствующие зависимости по определению коэффициента эффективности бокового обжатия  $k_{\alpha}$ , коэффициента  $\varphi_0$ , учитывающего эффективность косвенного армирования.

Проведена оценка надежности предложенной расчетной модели в соответствии с положениями СТБ ИСО 2394-2007 путем построения диаграммы сопоставления полученных экспериментальных значений прочности образцов из легкого бетона, армированных поперечными сетками, и теоретических значений прочности, рассчитанных с помощью предложенной методики.



УДК 624.078:531.222

**Напряжённо-деформированное состояние, расчёт и конструирование железобетонных элементов работающих на отрыв**

Кричко П.А.

Белорусский национальный технический университет

Работа конструкций в сложном напряженно-деформированном состоянии рассматривается на примере балок, которые нагружены в пределах высоты сечения, а также перевернутых Т-образных балок, для которых характерно разрушение из-за отрыва.

Несущая способность железобетонных элементов работающих на отрыв зависит от следующих факторов: высоты приложения нагрузки, величины продольного армирования, типа поперечного армирования, наличия хомутов за пределами трещины отрыва. Наибольшее влияние на несущую способность оказывает количество поперечной арматуры, расположенной в зоне приложения нагрузки и от процента продольного армирования. Для Т-образных балок имеет значение тип поперечного армирования (замкнутые хомуты, отогнутые стержни), схема их расположения в сечении.

Влияние вышеперечисленных факторов основывается на результатах КЭ анализа напряженно-деформированного состояния рассматриваемых конструкций, а также материалах испытаний подобных элементов.

УДК 624.073.136

**Оценка надёжности существующих и предлагаемой расчётной модели по определению прочности сталефибробетонных элементов при местном срезе (продавливании)**

Латыш В.В., Рак Н.А.

Белорусский национальный технический университет

В соответствии с методикой, приведенной в СТБ ЕН 1990-2007 «Еврокод. Основы проектирования несущих конструкций», выполнена оценка надёжности расчетных моделей для прогнозирования прочности сталефибробетонного элемента при расчете на местный срез (продавливание). В качестве оцениваемых расчетных моделей приняты расчетные модели, обладающие приемлемым значением коэффициента вариации величины рассеяния:

- расчетная модель, приведенная в «Рекомендациях по проектированию и изготовлению строительных сталефибробетонных конструкций и технологии производства сталефибробетона с применением фрезерованной фибры ЗАО "Курганстальмост" P5.03.044.08» (далее «Рекомендации»);

- зависимость, предложенная в работе автора «Методика расчета ста-  
лефибробетонных элементов при местном срезе» (Перспективы развития  
новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров:  
сборник научных статей. – Гродно: ГрГУ, 2010. С.111-115).

В качестве базисных переменных, оказывающих воздействие на рас-  
считываемое предельное состояние, приняты прочностные характери-  
стики бетона-матрицы и фибрового армирования, высота сечения образца,  
геометрические размеры фибры, коэффициент фибрового армирования,  
коэффициент продольного армирования, размер площади приложения на-  
грузки.

Анализ результатов вычислений суммарного коэффициента вариации  
базисных переменных показал, что определяющее влияние на его значение  
оказывают вариация прочности бетона и высота сечения, а изменчивость  
остальных параметров (геометрических и прочностных) сказывается не-  
существенно.

Результаты вычисления значений индекса надежности  $\beta$  показали, что  
зависимость «Рекомендаций...» обеспечивает требуемую надежность  
( $\beta > 3,8$ ) при средней прочности бетона более 22 МПа, а зависимость пред-  
лагаемая автором обеспечивает требуемую надежность ( $\beta > 3,8$ ) при сред-  
ней прочности бетона до 40 МПа.

УДК 624.073.136

**Анализ методов расчёта прочности элементов  
из тяжёлого бетона без поперечной арматуры при продавливании  
по нормам различных стран**

Тамкович С.Ю., Рак Н.А.

Белорусский национальный технический университет

Выполнен анализ методов расчета прочности элементов из тяжелого  
бетона без поперечной арматуры при продавливании, представленных в  
различных нормативных документах.

На основании анализа сделан вывод, что все рассматриваемые нормы  
расчета исходят из того, что прочность на продавливание зависит от пери-  
метра критического сечения, расчетной высоты плиты и сопротивления  
бетона на растяжение (сжатие). При этом условие прочности железобетон-  
ных плит из тяжелого бетона на продавливание без поперечной арматуры  
может быть представлено в следующем обобщенном виде

$$V_{sd} \leq V_{Rd,c} = f_{cprh} \cdot u \cdot d,$$

где  $V_{sd}$  – продавливающая сила;  $V_{Rd}$  – усилие, воспринимаемое бетоном  
плиты при продавливании;  $f_{cprh}$  – расчетное сопротивление бетона срезу

при продавливании;  $u$  – периметр условного критического сечения;  $d$  – рабочая высота плиты.

При сопоставлении методов расчета прочности железобетонных элементов при продавливании, установлено, что во всех нормах предельное состояние конструкций характеризуется образованием усеченной пирамиды (конуса), меньшее основание которого очерчено контуром грузовой площадки, и образующие которого наклонены под углом ( $26,6^\circ$ ,  $33,7^\circ$  или  $45^\circ$ ) к горизонтали. Установлено, что в большинстве норм учитывается повышение несущей способности в результате стеснения деформаций бетоном работой продольной арматуры.

Выполнен расчет значений разрушающих усилий при продавливании плит из тяжелого бетона по методикам норм при постоянных рабочей высоте и проценте армирования плит и переменной прочности бетона.

Анализ результатов вычислений показал, что прочности плит на продавливание по нормам различных стран имеют небольшой разброс, но в основном близки между собой. При этом более осторожные значения получаются при расчете по Eurocode 2, а остальные нормы дают более высокие значения несущей способности.

УДК 693.554:620.193:620.179.1

### **Оценка коррозионного состояния арматуры неразрушающими методами контроля**

Колета С.М., Делендик С.Н.

Белорусский национальный технический университет

Основным документом, регламентирующим определение коррозионного состояния стальных изделий является ГОСТ 9.908-85 «Металлы и сплавы. Методы определения показателей коррозии и коррозионной стойкости». Стандарт устанавливает основные показатели коррозии и коррозионной стойкости металлов и сплавов при сплошной, питтинговой, межкристаллитной, расслаивающей коррозии, коррозии пятнами, коррозионном растрескивании, коррозионной усталости и методы их определения.

Сведения о коррозионном состоянии конструкции необходимы для принятия решения об обеспечении заданного срока службы строительного объекта. Коррозионное состояние железобетонных конструкций оценивают путем натуральных обследований и лабораторного исследования отобранных образцов материалов.

Натурные обследования подразделяются на предварительные, инструментальные и специальные. Они включают визуальный осмотр, применение неразрушающих методов контроля, применение частично разру-

шающих методов, не влияющих на эксплуатационную пригодность конструкций, проведение лабораторных анализов агрессивной среды и материалов конструкций.

На основании анализа существующих методов определения коррозионного состояния арматуры железобетонных конструкций установлено, что в настоящее время не существует методики и аппаратных средств, позволяющих без вскрытия защитного слоя бетона определить с достаточной достоверностью ее коррозионное состояние.

Оценка коррозионного состояния стальной арматуры вызывает затруднения в тех случаях, когда процессы коррозии стали, не достигли такой степени, когда наружная поверхность защитного слоя бетона железобетонных конструкций изменяет свои обычные, визуально наблюдаемые характеристики (цвет, дефектность и др.).

В Республике Беларусь ведется разработка прибора, принцип действия которого основан на взаимодействии электромагнитного поля с продуктами коррозии.

УДК 721.011

### **Проектирование каркасных высотных зданий с учётом возможного прогрессирующего обрушения**

Цымбаревич Т.А.

Белорусский национальный технический университет

По выполненным архитектурным решениям каркасного монолитного здания, проектируемого в жилом районе Лебяжий на пересечении пр. Победителей – ул. Нарочанской, были определены основные параметры при формировании заданного уровня надежности здания с учетом возможных сценариев работы в условиях прогрессирующего обрушения. Анализ принимаемых решений по созданию и формированию конструктивной системы здания выполнялся средствами ПК «Лира 9.6». Были выполнены линейный статический, нелинейный статический расчет компьютерной модели высотного здания с фундаментом. Нелинейный расчет был выполнен на основании диаграмм «напряжения – относительная деформация» рекомендуемые СНБ 5.03.01-02 и ТКП EN 1992-1-1-2009.

Для расчета каркаса в условиях прогрессирующего обрушения была принята диаграмма «напряжения – относительная деформация» для арматуры производства «РУП Белорусский металлургический завод» с аппроксимацией позволяющей максимизировать определение перемещений конструктивной системы. Определение стабилизации работы конструктивных элементов в модифицированной конструктивной системе, после анализа

локального разрушения по выполненному нелинейному расчету, выполнялась с использованием энергетического метода.

Отношение высоты здания к его минимальному размеру поперечного сечения составляет  $135/14 = 9.6$ , что приводит к сложному поведению сооружения при динамических воздействиях. Так же атриум высотой 46 метров или 13 этажей уменьшает поперечную жесткость нижних этажей. Атриум в виде круга, расположенного в центре здания с максимальным диаметром 18 м с уменьшением диаметра по высоте. Сложностью при выполнении расчетов и формировании решений по созданию несущего остова здания являлось наличие двух консольных этажей на отметке 52 и 84 метров, с общим вылетом от осевых точек вертикальных конструкций раяны 6-9 м, так же наличие сквозного отверстия в виде арки с переменным размером.

Формирование требуемого уровня надежности выполнялось сравнением получаемых параметров надежности по системам нормативных документов Соединенных Штатов Америки; Европейского Союза; Республики Беларусь.

УДК 721.011

### **Применение преднапряжённой арматуры в построечных условиях для сборно-монолитный перекрытий безбалочной системы**

Мигурский А.А., Зверев В.Ф.

Белорусский национальный технический университет

Вопрос эффективного использования ресурсов в строительстве в современных условиях обретает всё большую актуальность. Рациональное использование арматуры и бетона при возведении зданий с сборно-монолитными перекрытиями является главной темой этой статьи.

Сборно-монолитное безбалочное перекрытие устраивается при помощи установленных на опалубочные столы сборных железобетонных многпустотных плит перекрытия с выпусками арматуры и нишами в пустотах для прочного соединения с монолитными балками, которые армируются в построечных условиях и бетонируются в проектном положении.

Расчет перекрытия производился по 1-й и 2-й группе предельных состояний по СНБ и ТКПЕН.

По технологии в преднапрягаемых элементах арматурные канаты в процессе изготовления заключают в пластиковую оболочку, которая является каналобразователем, заполненную материалом, не имеющим сцепления с бетоном. За счёт этого напрягаемая арматура свободно перемещается относительно бетона как в процессе натяжения, так и при эксплуата-

ции конструкции. Арматуру раскладывают в соответствии с эпюрой изгибающих моментов. С одной стороны балки устанавливаются глухие анкера, с другой – активные, имеющие выпуски казатов, фиксируемые цанговыми зажимами. Перед заливкой бетона на анкера надеваются формообразователь – опалубочный элемент для создания углубления – “ниши натяжения”. После натяжения арматурного каната с помощью гидравлического домкрата, усилие которого контролируется по манометру и по удлинению, анкер закрывается пластиковой пробкой.

Экономическая эффективность достигается за счёт экономии арматуры и бетона при устройстве балок и от использования пустотных плит перекрытия, которые являются индустриальными конструкциями. По сравнению с монолитными безбалочными перекрытиями, выполненными из обычного железобетона, достигается возможным снизить расход арматурной стали в 1,7 раза, а расход бетона на 20-30%. Кроме этого имеется возможность увеличить пролеты ригелей. Экономия в денежном выражении составляет 7-12 у.е. с квадратного метра перекрытия.

Монолитные безбалочные перекрытия, выполняемые из обычного железобетона, предлагается заменить на сборно-монолитные перекрытия с преднапрягаемыми монолитными балками в построчных условиях.

УДК 624.012

### Анализ и разработка конструктивных систем в монолитных железобетонных перекрытиях

Дягель П.С.

Белорусский национальный технический университет

Идея облегчения плит перекрытия при помощи размещения шаров появилась в 1997 году. Первоначально она реализовалась в виде модульных перекрытий с пластиковыми шарами, размещёнными между верхними и нижними арматурными каркасами. Была предложена идея закреплять шары проволочными каркасами прямо на строительной площадке к модульным плитам, либо, как вариант, прикрепляя к нижним арматурным каркасам готовых монолитных плит.

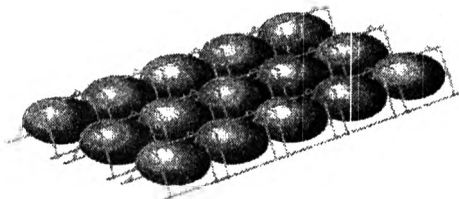


Рис. 1. Схема каркаса вкладышей

## **Основные свойства перекрытия в системе Sobiax:**

1. Легкое – Прочное – Двухнаправленное:

- лёгкое – сокращение постоянных нагрузок с 1,3 до 4,8 кН/м<sup>2</sup>;
- плоское – поверхность перекрытия гладкая и сверху и снизу (без балок);
- двухнаправленное – работает в двух направлениях (оптимальная работа конструкции).

2. Ширина пролёта: – снижение собственной нагрузки (от 1,3 до 4,8 кН/м<sup>2</sup>) позволяет достигать ширины одного пролёта до 18 м; – сокращение нагрузки от перекрытия и большая ширина пролётов даёт возможность создания широких открытых пространств легко поддающихся помыслам архитекторов.

3. Устойчивость к землетрясениям – оптимальное распределение массы в конструкции (относительно лёгкие, но при этом жёсткие, плиты перекрытия) приводит к увеличению устойчивости к движениям земной поверхности.

4. Эффективность использования ресурсов: – сокращение размеров свай и фундаментов; – сокращение количества стали и бетона по сравнению с обычными перекрытиями; – сокращение выбросов CO<sub>2</sub> при производстве, например, цемента.

УДК 624.04.012.45

### **Особенности учета продольного изгиба при расчете гибких сжатых элементов по нормам разных стран**

Мирный Д.А.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время актуальным и достаточно проблемным вопросом является сопоставление положений различных нормативных документов по учету продольного изгиба. Автором сделана попытка анализа положений СНБ 5.03.01-02 и Белорусской редакции EN 1992-1-1 “Еврокод 2. Проектирование железобетонных конструкций”, а также сопоставления результатов расчета с учетом влияния продольного изгиба для центрально-нагруженной железобетонной колонны при варьировании гибкости и величин продольных сил, а также для внецентренно-нагруженной железобетонной колонны при варьировании величин продольных и поперечных нагрузок. Для более полной объективности выполнен анализ учета продольного изгиба для вышеуказанных расчетных варьируемых ситуаций по СП 52-101-2003 и Пособия к СП 52-101-2003. По результатам расчетов

составлены графики зависимости внутренних усилий в колоннах от соответствующих параметров.

Анализ учета влияния продольного изгиба для центрально-нагруженной колонны позволил сделать выводы о том, что при изменении высоты колонны и неизменной величине нагрузки наиболее резкое увеличение внутреннего усилия получено при расчете по ТКП EN, наименьшее – по СП. Аналогичная картина наблюдается и при изменении интенсивности переменной нагрузки. При этом следует помнить, что в ТКП EN, в отличие от СП и СНБ, не содержится отдельной методики расчета центрально-сжатых элементов, а имеется общий порядок расчета. На расчет по СП значительное влияние оказывает характер переменной нагрузки (кратковременная или длительная).

Анализ учета влияния продольного изгиба для внецентренно-нагруженной колонны позволил сделать выводы о том, что при изменении интенсивности продольной переменной нагрузки наибольшее увеличение изгибающего момента получено при расчете по СП (сочетание без момента от горизонтальной нагрузки) или по СНБ (сочетание с моментом от горизонтальной нагрузки), наименьшее – по пособию к СП. Также отмечено заметное влияние определения жесткости сечения на величину критической силы при расчете по ТКП EN. При изменении интенсивности поперечной переменной нагрузки наибольшее увеличение изгибающего момента получено при расчете по СНБ, наименьшее – по пособию к СП.

УДК 629.735

### **Исследование строительных конструкций эскалаторной транспортной системы**

Минченя Т.П., Баранчик В.Г., Баешко С.И., Баранчик А.В., Руденков А.В.  
Белорусский национальный технический университет

Исследуемая эскалаторная транспортная система находится в четырехэтажном здании, имеющем прямоугольную конфигурацию в плане. Здание каркасное, выполнено в металлическом каркасе по рамно-связевой схеме. Сетка колонн в подвале –  $6,0 \times 12,0$  м, выше отметки  $+0,000$  –  $12,0 \times 12,0$  м. Колонны выполнены с центральной привязкой к разбивочным осям и имеют одноэтажную разрезку. Колонны металлические, имеют квадратное коробчатое сечение. Колонны выполнены из стального листа, объединенного при помощи сварки. Ригели здания имеют двутавровое сечение. Ригели сварные. По буквенным осям сопряжение ригелей (условный индекс б) с колоннами жесткое, таким образом, ригели и колонны образуют рамы в поперечном направлении здания. Рамные узлы колонн решены с помощью



вертикальных и горизонтальных накладок. Сопряжения ригелей (условный индекс а), расположенных вдоль цифровых осей, с колоннами шарнирное опирание ригелей на колонны устроено при помощи столика из равнобокого уголка. Опирание ригелей на столик происходит через опорное ребро. Ригели (условный индекс в) опираются на ригели (условный индекс б) через опорное ребро и поясные накладки образуя жесткий узел. Опирание железобетонного ребристого настила на ригели, для уменьшения строительной высоты, выполнено на дополнительные опорные конструкции ниже верхних поясов ригелей. Опорные конструкции подкреплены опорными ребрами. Опирание эскалаторных галерей на ригели осуществляется через стальные двутавровые балки. Эскалаторы опираются на стальные балки через резиновые прокладки. Рихтовка эскалаторов по высоте выполнена при помощи стальных прокладок. Следует отметить, что при монтаже произошло смещение одной из балок для опоры эскалатора. Для опирания эскалатора на верхний пояс балки было выполнено усиление. Схема установки эскалаторов параллельная. Расчетная пропускная способность эскалаторов – до 6000 чел. с первого на четвертый этаж. Нагрузки от внон. установленных эскалаторов составляют 6,4 кН в районе натяжной станции, – 7,1 кН в районе машинного помещения.

Выполненные натурные и теоретические исследования с элементами математического моделирования позволили провести модернизацию эскалаторной транспортной системы с использованием современных конструкций.

УДК 624.012.46

### **Сравнительный анализ методик расчета анкеровки ненапрягаемой арматуры по СНБ 5.03.01-02 и ТКП EN 1992-1-1-2009**

Хотько А.А.

Белорусский национальный технический университет

Одним из критериев надежности железобетонных конструкций является наличие надежной анкеровки арматуры (анкеровка арматуры на свободных опорах балок, анкеровка арматуры в местах теоретического обрыва стержней, длина стыков арматуры внахлестку, прочность заделки анкеров). Методика СНБ 5.03.01-02 для расчета анкеровки арматуры в железобетонных конструкциях построена более логично и обоснованно, чем методика расчета анкеровки по СНиП 2.03.01-84\*, и принципиально отличается от методики ТКП EN 1992-1-1-2009.

Расчет анкеровки растянутой арматуры согласно обоим действующим в РБ нормативным документам производится с использованием главного

параметра – базовой длины анкеровки ( $l_b$ ), определяемой из условия, при котором усилие в продольной арматуре воспринимается сопротивлением сцепления бетона с арматурой ( $f_{bd}$ ) по периметру стержня ( $U_s$ ) на длине анкеровки.

Несмотря на общее сходство методик расчета анкеровки по СНБ 5.03.01-02 и по ТКП EN 1992-1-1, между ними имеется ряд отличий, влияющих на конечное расчетное значение величины анкеровки. Базовая длина анкеровки по СНБ 5.03.01-02 определяется из условия, согласно которому напряжения сцепления по контакту бетона и арматуры не достигнут предельных значений вплоть до достижения в арматуре напряжений, равных расчетному сопротивлению арматуры ( $f_{yk}$ ). Таким образом, базовая длина анкеровки, согласно расчетной зависимости, не гарантирует надежность анкеровки при напряжениях в арматуре, равных физическому пределу текучести. Было бы логично в формуле для определения базовой длины анкеровки использовать расчетное сопротивление арматуры ( $f_{yd}$ ) с повышающим коэффициентом надежности по отношению к нормативному значению, что гарантировало бы использование арматуры в конструкциях вплоть до достижения предела ее текучести без нарушения анкеровки.

Результаты численных экспериментов подтверждают наличие больших запасов на расчетную длину анкеровки, определенную по методике СНБ 5.03.01-02 в отличие от методики ТКП EN 1992-1-1-2009. Это наталкивает на необходимость проведения дополнительных исследований анкеровки арматуры в железобетонных конструкциях с целью достоверной оценки ее надежности с учетом различных факторов.

# **Металлические и деревянные конструкции**

## Проверка общей устойчивости изгибаемых элементов по ТКП ЕН

Жабинский А.Н.

Белорусский национальный технический университет

Изгибаемые элементы могут выйти из работы вследствие потери ими общей устойчивости. Проверка устойчивости в общем случае выполняется с учетом начальных несовершенств и отклонений элемента при потере устойчивости плоской формы изгиба с помощью статического расчета.

Проверку устойчивости изгибаемых элементов постоянного сечения с двумя осями симметрии, не раскрепленных из плоскости действия изгибающего момента, следует выполнять по формуле

$$M_{Ed} \leq \chi_{LT} W_y f_y / \gamma_{M1},$$

где  $M_{Ed}$  – расчетное значение изгибающего момента;  $W_y$  – момент сопротивления, принимаемый в зависимости от класса поперечного сечения;  $\chi_{LT}$  – понижающий коэффициент при потере устойчивости плоской формы изгиба;  $f_y$  – предел текучести стали;  $\gamma_{M1}$  – частный коэффициент безопасности по устойчивости ( $\gamma_{M1} = 1$ ).

Понижающий коэффициент  $\chi_{LT}$  зависит от условной гибкости и кривой потери устойчивости. Кривая потери устойчивости определяется в зависимости от типа сечения, параметров сечения, оси, относительно которой определяется коэффициент, класса стали.

Условная гибкость элемента при определении устойчивости при изгибно-крутильной форме изгиба (для вычисления  $\chi_{LT}$ ) определяется по формуле

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{W_y f_y / M_{cr}},$$

где  $M_{cr}$  – критический момент потери устойчивости плоской формы изгиба с закручиванием в упругой стадии.

Величина  $M_{cr}$  определяется в зависимости от геометрических характеристик поперечного сечения брутто, условий загрузки, действительного распределения момента и раскрепления из плоскости действия изгибающего момента.

## Результаты исследования сотовых конструкций

Иванов В.А.

Белорусский национальный технический университет

В сотовой структуре панели в связи с ограничением свободы деформации при воздействии эксплуатационных (плюсовых) температур нарастают напряжения ( $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$ ,  $\tau_{xy}$ ) и деформации ( $u$ ,  $v$ ), которые могут быть причиной искажения геометрии ячеек, что в конечном счете приводит к короблению панелей и отслаиванию обшивок. Выполнены статические и температурные расчеты. Сотовый средний слой рассматривается как плоская конструкция, имеющая отверстия (многосвязный контур) и обладающая конструктивной ортотропной анизотропией в своей плоскости. Решение плоской задачи упругости предусматривает определение трех аналитических функций комплексных переменных.

Интегрируется неоднородное дифференциальное уравнение четвертого порядка с правой частью, которому удовлетворяет функция напряжений  $F$ .

$$\frac{1}{E_2} \cdot \frac{\partial^4 F}{\partial x^4} + \left( \frac{1}{G_{12}} - \frac{2\mu_{12}}{E_1} \right) \frac{\partial^4 F}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{1}{E_1} \cdot \frac{\partial^4 F}{\partial y^4} = -(\alpha_2 \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \alpha_1 \frac{\partial^2 T}{\partial y^2}),$$

где  $E_1$ ,  $E_2$  – модули упругости при сжатии (растяжении) по главным направлениям  $x$ ,  $G_{12}$  – модуль сдвига, характеризующий изменение углов между главными направлениями  $x$  и  $y$ ,  $\mu_{1,2}$  – коэффициент Пуассона, характеризующий расширение в направлении  $y$  при сжатии в направлении  $x$ ,  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  – коэффициенты линейного расширения по главным направлениям,  $T=T(x,y)$  – функция температур. Функция температур  $T$  удовлетворяет уравнению теплопроводности, которое для сотовой пластины имеет вид

$$K_{11} \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + K_{22} \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = 0, \text{ где } K_{ij} \text{ -- коэффициенты теплопроводности.}$$

Общее решение (1) складывается из общего решения однородного и частного решения неоднородного уравнений.

Практическая реализация задачи предусматривает моделирование отдельной сотовой ячейки и рассмотрение однозначных величин функций.

В результате эксперимента на сотовых пластинах при размере ячейки  $a=15$  мм и  $\rho=100$  кг/м<sup>3</sup>, величины напряжений  $\sigma_x=0,022$ ,  $\sigma_y=0,024$ ,  $\tau_{xy}=-0,191$  МПа и перемещения  $u=0,12$ ,  $v=0,48$  мм. Испытания проводились при  $t=+49,6^\circ\text{C}$ .

## Особенности расчета клеодощатых балок покрытия по европейским нормам

Оковитый А.В.

Белорусский национальный технический университет

Проанализированы особенности расчета клеодощатых двускатных балок покрытия переменной высоты сечения, нагруженных равномерной нагрузкой, по европейским нормам в соответствии с ТКП EN 1995-1-1-2009 по сравнению с национальными нормами (ТКП 45-5.05-146-2009).

У балок при расчете на прочность при скалывании учитывается влияние трещин уменьшением эффективной ширины сечения введением коэффициента к ширине сечения  $k_{cr} = 0,8$ . Национальными нормами влияние трещин не учитывается.

Европейскими нормами предусмотрен расчет на сдвиг при боковом кручении, отсутствующий в национальных нормах.

При расчете на устойчивость коэффициент  $k_{crit}$  учитывающий уменьшение прочности из-за бокового коробления, определяются по одному из трех выражений в зависимости от величины относительной гибкости  $\lambda_{rel,m}$ , учитывающей отношение прочности клееной древесины к критическому напряжению в балке. Это позволяет более точно выполнить расчет на устойчивость по сравнению с национальными нормами, по которым коэффициент устойчивости ( $k_{inst}$ ) определяется из одного выражения.

При расчете на жесткость конечные прогибы определяются суммированием прогибов от постоянной и временной (снеговой) характеристических нагрузок как при непосредственном их воздействии, так и с учетом ползучести материала с течением времени (введением коэффициента деформации  $k_{def}$ , назначаемый в зависимости от классов эксплуатации и длительности действия нагрузок). Это в более полной мере учитывает деформативность изгибаемого элемента под нагрузкой по сравнению с национальными нормами.

Сравнительный расчет балок при одинаковой нагрузке и близкими прочностными свойствами материалов по европейским и национальным нормам показал, что в обоих случаях сечение балок получается примерно одинаковым.

По европейским нормам при подборе сечения определяющими могут являться расчеты на прочность по нормальным и скалывающим напряжениям и по прогибам, по национальным нормам – как правило, расчет на прочность по нормальным напряжениям.

## Последовательность моделирования испытаний на сжатие холодногнутых тонкостенных стальных профилей

Старовойтов А.Ф.

Белорусский национальный технический университет

Моделирование с использованием метода конечных элементов является одной из наиболее эффективных альтернатив физическим испытаниям, которое способно сократить финансовые затраты и сроки проведения исследований.

Процесс моделирования испытания тонкостенных холодногнутых профилей на сжатие в среде ANSYS v12.1 включает в себя несколько последовательных этапов:

Создание трехмерной модели конструктивного элемента на основе номинальных геометрических параметров и упругой работы материалов.

Генерация сетки конечных элементов. Наиболее точные результаты расчетов достигаются при использовании конечных элементов SHELL181 и SOLSH190.

Задание граничных условий (шарнирных опор на концах профиля), нагружение конструктивного элемента единичной нагрузкой.

Линейный статический расчет форм потери устойчивости от единичной нагрузки.

Экспорт результатов расчета для последующего нелинейного анализа.

Определение геометрических параметров профиля с учетом начальных эквивалентных геометрических несовершенств (на основе результатов расчета форм потери устойчивости).

Задание упругопластических свойств стали с линейным углом напряжений в стадии самоупрочнения (см. рисунок 1).

Задание граничных условий, нагружение конструктивного элемента нагрузкой, превышающей предполагаемое значение критической нагрузки.

Геометрически и физически нелинейный статический расчет конструктивного элемента.

Анализ результатов расчета, определение значений контролируемых параметров. Статистическая обработка результатов.

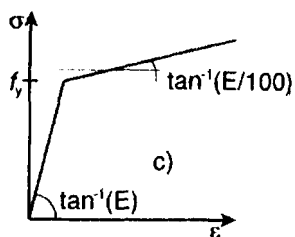


Рисунок 1 – Диаграмма работы стали

## Деревянная конструкция Масленицы

Згировский А.И., Згировский Д.И.

Белорусский национальный технический университет

6 марта 2011 года в Истринском районе Подмосковья гуляла Масленица. Кульминацией праздника по традиции стало сожжение самого большого в России чучела Зимы. Чучело Масленицы – деревянная конструкция, состоящая из трех частей: туловище деревянная башня, руки деревянные фермы, голова – фигурная деревянная панель, обитая фанерой.

Деревянная башня высотой 12,5 м, квадратная в плане со стороны основания 6 м. Башня состоит из пяти ярусов по 2.5 м. Стойки башни и нижняя обвязка из бруса сечением 150x150 мм. Пояса и решетка башки доски сечением 50x150 мм. В уровне поясов были предусмотрены перекрытия по балкам сечением 50x150 мм. Толщина настила 25 мм. Площадки перекрытия связаны между собой деревянными лестницами. Руки чучела Масленицы выполнены из двух деревянных ферм, элементы которых собирались из досок сечением 50x150 мм. Фермы - руки были установлены на верхний ярус фермы. Кроме того крайние концы ферм были стянуты стальными шпильками до размера 500 мм. Голова Масленицы собиралась по деревянному каркасу и была обшита фанерой толщиной 8 мм. Башня была смонтирована из двух блоков: нижнего и верхнего. Верхний блок монтировался вместе с фермами – руками. Монтаж блоков башни, а также головы осуществлялся при помощи автомобильного крана. Нижняя обвязка башни пригружалась бетонными блоками ФБС и примораживалась к грунту засыпкой снегом и последующей заливкой водой. Детальная проработка всех узлов конструкции, составление спецификации всех элементов, принятая схема монтажа конструкции, а также постоянный авторский надзор, позволили осуществить сборку и монтаж Масленицы за пять дней.

Для того чтобы Чучело Масленицы был полноценным, законченным объектом, деревянную конструкцию обшили тканью и разукрасили по мотивам эскизов Николая Бенуа в эскизах театральных костюмов для русских балетных сезонов в Париже.

В соответствии с предписанным регламентом регистрации в «Книге рекордов России», Масленицу обмерили вдоль и поперек. В результате были официально зафиксированы следующие рекордные параметры чучела: 1) Высота от основания до макушки – 14 м 50 см; 2) Высота от основания до конца луча – 15 м 30 см; 3) Периметр основания – 22 м 20 см; 4) Размах рук – 10 м 10 см.

Кульминацией праздничных гуляний по традиции стало сожжение чучела Масленицы. Долго сопротивлялся деревянный каркас огню.



## Автоматизация расчетов при экспертизе объектов производства фирмы ASTRON

Новиков В.Е., Лагун Ю.И.

Белорусский национальный технический университет

Фирма Astron проектирует и поставляет здания комплектной поставки, основу которых составляет рамно-связевый каркас. Основной несущий элемент каркаса – рама из сварных двутавров переменного по высоте сечения.

Расчет таких конструкций имеет ряд особенностей:

- 1) переменные по высоте сечения элементы рам требуют использования специальных трапециевидных стержневых конечных элементов (КЭ) tapered beam;
- 2) отсутствие методики расчета переменных по высоте сечения элементов рам требует интегральной оценки их несущей способности;
- 3) интегральная оценка требует проведения большого объема расчетов для многочисленных сечений элементов рам.

Авторами был разработан алгоритм и комплекс программ, решающие поставленные задачи (см. рисунок 1) с учетом требований СНиП II-23-81\*.

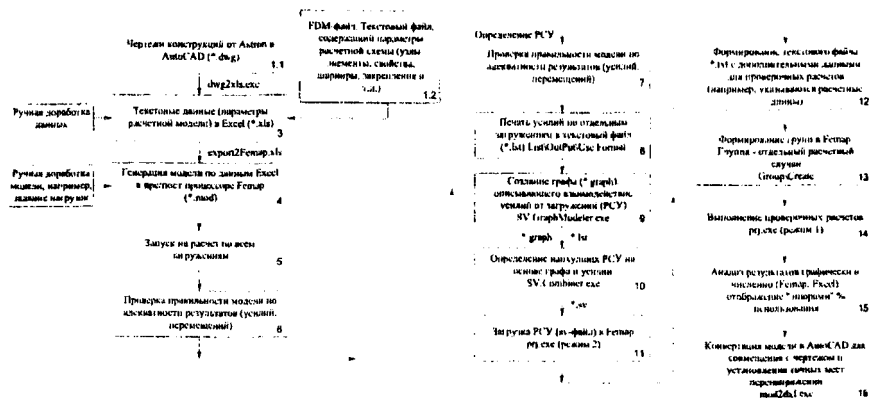


Рисунок 1 – Алгоритм расчета рамных конструкций переменного по высоте двутаврового сечения

Указанный комплекс программ позволяет в полуавтоматическом режиме выполнять экспертную оценку не только рамных конструкций, но и стальных конструкций любого очертания в соответствии со СНиП II-23-81\*.

**Анализ технических требований стран ЕС к проектированию,  
изготовлению и возведению строительных конструкций  
из алюминиевых сплавов**

Вербицкий А.Г.

Белорусский национальный технический университет

Бурное развитие алюминиевой промышленности в странах Западной Европы и Северной Америки, начиная с середины 70-х годов прошлого века, открыло новые перспективы в использовании сплавов алюминия в практике строительства жилых, общественных и производственных зданий и сооружений не только этих регионов, но и платежеспособных развивающихся государств.

Растущие темпы применения строительных конструкций из алюминиевых сплавов обусловлены их очевидными преимуществами по сравнению с более традиционными материалами, а также тенденцией к уменьшению разрыва в стоимости по отношению к сталям. Так, соотношение цен 1 м<sup>3</sup> этих материалов с 5,7 в 60-х годах прошлого века снизилось до 2,2. Недостаток этих сплавов компенсируется получением прессованных профилей с наиболее рациональным распределением материала в поперечном сечении.

В странах Европейского Союза создана стройная система технического нормирования и стандартизации в области проектирования, изготовления и возведения металлических конструкций, в том числе и из сплавов алюминия. Установлены требования к возведению алюминиевых элементов конструкций и самих конструкций, выполненных из листового, тонколистового и полосового проката, экструдированных элементов, холоднотянутых стержней и труб, поковок, отливок.

Эти требования независимо от типа и формы алюминиевых конструкций применяются к конструкциям при действии статических, а также усталостных нагрузок. Они учитывают классы исполнения, которые зависят от классов последствий. Классы последствий определены в EN 1990. Рекомендации по выбору класса исполнения в зависимости от класса последствий приведены в EN 1999-1-1:2007 Еврокод 9. Проектирование алюминиевых конструкций. Часть 1-1. Общие правила. Установлено четыре класса исполнения, для которых уровень требований повышается от EXC1–EXC4.

Результаты анализа технических требований стран ЕС к проектированию, изготовлению и возведению строительных конструкций из алюминиевых сплавов с учетом возможности импортозамещения и наращивания объемов строительства и реконструкции в Беларуси были использованы при разработке национальных стандартов Республики Беларусь.

## Несущая способность болтов, подверженных срезу или растяжению по СНиП II-23-81\* и ТКП ЕН 1993-1-8

Тищенко А.А.

Белорусский национальный технический университет

### СНиП II-23-81\*

Несущая способность болтов

- на срез:

$$N_b = R_{bs} \gamma_b A n_s ;$$

- на смятие:

$$N_b = R_{bp} \gamma_b d \sum t ;$$

- на растяжение:

$$N_s = R_n A_n ,$$

где  $R_{bs}$ ,  $R_{bp}$ ,  $R_n$  – расчетные сопротивления болтовых соединений;

$d$  – наружный диаметр стержня болта;

$A_n$  – площадь сечения болта нетто;

$A$  – расчетная площадь сечения стержня болта;

$\sum t$  – наименьшая суммарная толщина элементов, сминаемых в одном направлении;

$n_s$  – число расчетных срезов одного болта;

$\gamma_b$  – коэффициент условий работы соединения;

$\gamma_b = 1,0$  – соединения класса точности А;

$\gamma_b = 0,95$  – соединения класса точности В и С.

### ТКП ЕН 1993-1-8

Несущая способность болтов на срез:

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}} ,$$

где  $\gamma_{M2} = 1,25$ ;

коэффициент  $\alpha_v$ ;

а) если плоскость среза проходит через резьбовую часть болта ( $A = A_s$ , где  $A_s$  – площадь сечения болта нетто)  $\alpha_v = 0,5$ ; 0,6 – зависит от класса прочности;

б) если плоскость среза болта проходит через гладкую часть болта ( $A$  – поперечное сечение брутто)  $\alpha_v = 0,6$ .

Несущая способность на смятие

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_{ub} d t}{\gamma_{M2}} ;$$

где  $\alpha_b$  – наименьшее из  $\alpha_{b1}$  и 1,0;

а) вдоль усилия

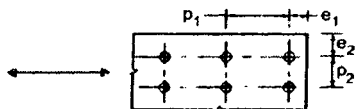
$$\text{для крайних болтов } \alpha_d = \frac{e_1}{3d_0} ;$$

$$\text{для средних болтов } \alpha_d = \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4} ;$$

б) поперек усилия  $k_1$  – наименьшее из:

$$\text{для крайних болтов } 2,8 \frac{e_2}{d_0} - 1,7 \text{ и } 2,5 ;$$

$$\text{для средних болтов } 1,4 \frac{p_2}{d_0} - 1,7 \text{ и } 2,5 ;$$

Рисунок 1. К определению  $k_1$ 

Несущая способность на растяжение:

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} .$$

где  $k_2 = 0,63$  – для болта с потайной головкой;  $k_2 = 0,9$  – в остальных случаях

## Основные принципы конструкционной надежности

Мартынов Ю.С., Надольский В.В.

Белорусский национальный технический университет

В основу действующих ТНПА по расчету стальных конструкций положен полувероятностный метод расчета по предельным состояниям. Эксплуатационные характеристики всей конструкции или её части описываются с учетом определенного набора предельных состояний, которые разделяют допустимые и недопустимые состояния конструкции. Природную изменчивость материалов и нагрузок, погрешности изготовления, идеализации расчетных схем, неточности моделей сопротивления и усилий учитывают путем применения системы частных коэффициентов, которые так же должны обеспечивать требуемый уровень надежности строительных конструкций.

До введения международных норм ISO2394 и EN1990 на территории Республики Беларусь отсутствовали ТНПА отражающие нормируемые целевые показатели надежности, такие как допустимые вероятности отказа или индексы надежности. Принятие этих документов позволяет принимать обоснованные вероятностным расчетом частные коэффициенты с учетом требуемого уровня надежности.

Появился ряд вопросов требующих решения:

- какой уровень надежности обеспечивает существующая система ТНПА, действующая на территории Республики Беларусь;
- какой уровень надежности для территории Республики Беларусь является необходимым с точки зрения социальных и экономических последствий наступления предельного состояния;
- необходимость принятия так называемых «Национально устанавливаемые параметры», действующих в системе Европейских норм проектирования.

Национально устанавливаемые параметры – это в первую очередь элементы надежности, такие как допустимые вероятности отказов при определенных предельных состояниях и, как следствие, система частных коэффициентов, а также комбинации нагрузок и расчетные процедуры, по которым допускается выбор в Европейских нормах проектирования.

Теория конструкционной надежности основывается на вероятностных моделях этих неопределенностей и обеспечивает методы определения вероятности наступления предельного состояния, т.е. того что конструкция удовлетворяет или не удовлетворяет заданным к ней требованиям.

**Структура и анализ СТБ EN 14509 «Несущие теплоизоляционные панели заводского изготовления с двухсторонними металлическими обшивками. Технические условия»**

Згировский А.И.

Белорусский национальный технический университет

В Республике Беларусь планируется ввести Европейский стандарт EN 14509 «Несущие теплоизоляционные панели заводского изготовления с двухсторонними металлическими обшивками. Технические условия» устанавливает требования к сэндвич-панелям предназначенным в следующих областях применения: кровли и кровельные покрытия; наружные стены и обшивки стен; перегородки и подвесные потолки внутри зданий.

В соответствии с EN материалами, применяемыми в среднем изоляционном слое, являются жесткий полиуретан, полистирол, пенофенопласт, пеностекло и минеральная вата. Таким образом, этот стандарт является универсальным и распространяется на все панели. Стандарт распространяется также на панели для применения в складах-холодильниках. Кроме технических условий, методов испытания по определению показателей материала, методов испытания панелей приводится метод расчета панелей.

Предельное состояние несущей способности панели определяют по следующим критическим видам разрушения: текучесть обшивки панели; местная потеря устойчивости обшивки панели; разрушение при сдвиге среднего слоя; разрушение при сдвиге профилированной обшивки; разрушение при сжатии среднего слоя на опоре; разрушение панелей в точках крепления к конструкции.

Нормальное функционирование панелей при эксплуатационных нагрузках обеспечивается расчетом предельного состояния эксплуатационной пригодности. Предельное состояние эксплуатационной пригодности характеризуется одним из следующих состояний: текучесть обшивки панели без последующего разрушения; местная потеря устойчивости обшивки панели без последующего разрушения; разрушение при сдвиге среднего слоя; разрушение соединения между обшивкой и средним слоем; достижение установленного предела прогиба.

Постоянные нагрузки, учитываемые в расчете, должны включать: собственный вес панели; вес элементов конструкций и устройств, оказывающих нагрузку на панель; постоянные деформации, например, из-за температур. Переменные нагрузки должны включать: снеговые нагрузки; ветровые нагрузки; монтажные нагрузки; климатические воздействия.

## К вопросу определения ветровых нагрузок на здания и сооружения различного типа

Рябов А.Г.

Белорусский национальный технический университет

Ветер – динамическая нагрузка, так как скорость его всё время меняется. Для большинства сооружений ветровая нагрузка является одной из основных.

Только ясное физическое представление о действии ветра на сооружения, для познания которого привлечены и смежные научные дисциплины, в частности прикладная климатология, аэромеханика, математическая статистика, теория колебаний, может быть гарантией правильного расчёта сооружений.

Наряду с типичными зданиями и сооружениями существуют и такие, которые нельзя рассчитать на действие ветровой нагрузки по отечественным нормам. Примерами таких сооружений могут служить высотные сооружения нестандартной формы, здания на стадии строительства, здания полукрытого типа, уникальные сооружения и т.д. Для решения таких задач необходимо проводить анализ расчётов различных методик. Только тогда можно выбрать оптимальный метод, либо создать свой комбинированный.

Причиной написания доклада послужило здание полукрытого типа. Оно имеет стеновые панели на половину своей высоты. Т.е. имеет свою степень проницаемости. Несущим элементом сооружения является рама попеременной жёсткости. Элементы покрытия – балки двутаврового сечения, на которые укладывается профилированный настил.

Такой тип сооружения не рассматривается в СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия». Поэтому для его расчёта на действие ветра рассматривались различные методики расчётов по СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия» и ТКП EN 1991-1-4-2009 «Ветровые воздействия». Результаты расчётов показали, что использования отечественных норм даёт большой запас прочности по отношению к европейским нормам.

По ходу работы были представлены алгоритмы расчётов зданий и сооружений на действие ветра с учётом динамической составляющей по СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия» и ТКП EN 1991-1-4-2009 «Ветровые воздействия». На их основе проведены сравнения расчётов и были выявлены основные достоинства и недостатки СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия» и ТКП EN 1991-1-4-2009 «Ветровые воздействия». Составлена сводная таблица результатов расчётов и достоинств и недостатков обоих методов расчётов.

УДК. 624.011.078

**К вопросу конструирования карнизного узла клеодошатай  
деревянной рамы из прямолинейных элементов на стальных  
цилиндрических нагелях**

Фомичев В.Ф., Ильючик В.В.

Белорусский национальный технический университет

Рассмотрены основные положения конструирования карнизного узла клеодошатай рамы по национальному нормативному документу ТКП 45-5.05-146-2009 (02250), действующему на альтернативной основе ТКП EN 1995-1-1-2009 (02250), идентичного Европейским нормам – EN 1995-1-1, и СНиП II-25-80.

Особенности расчета карнизного узла клеодошатай рамы из прямолинейных элементов по СНиП, ТКП и по ТКП EN

**СНиП, ТКП**

- в расчете учитывается передача только изгибающего момента;
- методика расчета узла в пособии к СНиП II-25-80 разработана только для нагелей, расставленных по одной окружности;
- методика расчета приведена для нагеля  $d=20$  мм;
- угловые деформации соединения в узле не рассматриваются.

**ТКП EN**

- в расчете учитываются все внутренние усилия в элементах;
- допускается расстановка нагелей по одной и двум окружностям (более не рационально) с введением дополнительного коэффициента  $k=0.85$ ;
- возможно использование нагелей различного диаметра;
- определяются угловые деформаций соединения.

**Выводы**

1. Несущая способность одного стального цилиндрического нагеля рассчитанная по ТКП EN больше на 23% и на 46%, чем по ТКП и СНиП соответственно.
2. Трудоемкость при проектировании карнизного узла по ТКП EN в 4-8 раз больше, чем по ТКП и СНиП.
3. При использовании болтов вместо нагелей несущая способность одной связи, за счет наличия шайб и гаек, возрастает на 12,5% согласно ТКП EN.

**Мониторинг конструкций вантового покрытия «Минск-Арена»  
при эксплуатационных нагрузках**

Башкевич И.В.

Белорусский национальный технический университет

Многофункциональная спортивно-зрелищная арена цилиндрического объема на 15000 зрителей комплекса «Минск-Арена» рассчитана на проведение соревнований и учебно-тренировочного процесса по более чем 25 видам спорта, а также концертов, эстрадно-цирковых шоу. Диаметр вантового покрытия – 116,0 м, диаметр внутренних металлических колец в осях упоров вант – 12,0 м. Количество вантовых ферм 48 шт. Несущие ванты фирмы «Freyssinet» состоят из 27 прядей сечением  $A_n = 4050 \text{ мм}^2$ ; стабилизирующие ванты – из 7 прядей сечением  $A_c = 1050 \text{ мм}^2$ .

Одним из важных инструментов обеспечения безопасной работы сооружения является мониторинг конструкций вантовой системы покрытия. Наиболее ответственными элементами вантового покрытия являются несущие и стабилизирующие ванты, а также центральные металлические кольца. Для осуществления технического мониторинга вантового покрытия использованы следующие методы:

1. Инструментальный геодезический контроль перемещений центральных металлических колец для получения интегральной характеристики работы вантового покрытия.

2. Инструментальный контроль усилий в несущих и стабилизирующих вантах с использованием датчиков усилий, разработанных французскими фирмами «Freyssinet» и «Advitam». Датчики установлены в процессе монтажа вантовых ферм на одной из прядей каждой четвертой как несущей, так и стабилизирующей вант.

3. Инструментальный контроль деформаций и напряжений в наиболее напряженных элементах центрального нижнего металлического кольца с использованием струнных датчиков Института прикладной физики НАН Беларуси. На нижнем металлическом кольце установлены 32 датчика.

Для контроля за уровнем напряженного состояния вант и металлического кольца установлены предупредительные и предельные границы. Предупредительные границы усилий в несущих вантах и напряжений в полках нижнего металлического кольца превышают наибольшие расчетные величины при нормативной эксплуатационной нагрузке на 20%, а предельные границы соответствуют наибольшим расчетным величинам при расчетной нагрузке с коэффициентом надежности по назначению  $\gamma_n=1,2$ .



# **Технология бетона и строительные материалы**

Повидайко В.Г.

Белорусский национальный технический университет

Несмотря на то, что фосфогипсовые отходы по содержанию дигидрата сульфата кальция (более 95 %) относятся к сырью первого сорта использовать их непосредственно в производстве гипсовых вяжущих и изделий без предварительной отмывки и нейтрализации не представляется возможным. Обусловлено это тем, что содержащиеся в небольшом количестве (1,5 – 2,0 %) примеси соединений фтора и ортофосфорной кислоты, существенно изменяют свойства фосфогипса при получении из него вяжущего. Такое вяжущее имеет нестабильные сроки схватывания и низкие прочностные показатели. При введении в технологический процесс переработки фосфогипса дополнительных операций по отмывке и нейтрализации требуется соответственно использовать дополнительно дорогостоящее технологическое оборудование, что приводит к удорожанию готовой продукции. Для получения конкурентоспособных фосфогипсовых изделий необходимо разрабатывать малооперационные и энергосберегающие технологические процессы.

Проведены исследования по разработке композиций и технологии производства фосфогипсовых стеновых изделий по энергосберегающей технологии, исключаяющей такие дорогостоящие и энергоемкие процессы, как отмывка фосфогипса, обжиг и сушка. В качестве исходного сырья использовали фосфогипс-дигидрат Гомельского химического завода. В качестве нейтрализующих добавок опробованы: известь, мел, поташ, гидроксиды калия, натрия и другие добавки. Наиболее эффективной нейтрализующей добавкой является гашеная известь, которая связывает остатки ортофосфорной кислоты и соединений фтора в труднорастворимые соединения. В сырьевую смесь вводили добавки повышающие водостойкость и прочность фосфогипсового композиционного материала и подвергали механоактивации в дисковых или цилиндрических истирающих устройствах. В процессе механоактивации происходит разрушение крупных дефектных кристаллических агрегатов фосфогипса и перераспределение добавок по всему объему. Содержание фосфогипса в сырьевой смеси составляло 77...83 %. Формование изделий осуществляли путем кратковременной вибрации (5...10с). Фосфогипсовые стеновые изделия имеют среднюю плотность 1463...1721 кг/м<sup>3</sup>, предел прочности при сжатии 2,5...4,0 МПа и рекомендуются для устройства наружных и внутренних ограждающих конструкций, преимущественно в малоэтажном строительстве.

## Морозостойкость вибропрессованных изделий

Якимович.В.Д., Федорович П.Л., Сорокин Д.И.  
Белорусский национальный технический университет

В настоящее время большим спросом в строительной отрасли пользуются элементы благоустройства, а именно плиты бетонные тротуарные и камни бетонные бортовые. Большинство из них изготавливается методом вибропрессования. Так как эксплуатация данных изделий происходит в агрессивных средах (использование реагентов-антиобледенителей, попеременное замораживание-оттаивание, насыщение-высушивание), то требования к продукции очень высоки (морозостойкость F250, класс бетона по прочности на сжатие от B22.5, прочность при растяжении на изгиб от  $R_{bt}2.8$ , водопоглощение не более 6% для мелкозернистого бетона и т.д.).

Изготовление изделий способом вибропрессования имеет свои особенности, и, в частности, низкое  $В/Ц \approx 0,3$ , т.к. при большем количестве воды происходит налипание бетона на пуансоны. Но изготовление изделий с низким  $В/Ц$  отрицательно влияет на структуру бетонной смеси, т.к. изделия получаются неоднородными по структуре. Пористость изделий в одной и той же партии может кардинально отличаться друг от друга, что в свою очередь негативно сказывается на проницаемости бетона изделий. А, следовательно, приводит к снижению морозостойкости.

Повышением однородности бетона изделий может способствовать применение бетонной смеси с  $В/Ц > 0,3$ , но необходимо избежать налипания бетона на пуансоны. Это возможно сделать следующими способами:

- 1) Разогрев пуансона (температура на поверхности пуансона будет верхний слой бетонной смеси, а следовательно снижать  $В/Ц$ )
- 2) Применение добавок в бетоне
- 3) Обработка пуансона различными смазками, снижающими адгезию
- 4) Вибрирующий пуансон

В итоге будет получено:

- 1) Повысится однородность бетона
- 2) Будет получена структура с равномерно-распределенной мелкой пористостью
- 3) Возрастет прочность (до 30%)
- 4) Снизится водопоглощение
- 5) Увеличится морозостойкость
- 6) Возможно снижение расхода цемента

## Объекты интеллектуальной собственности в результатах НИР

Бортницкая М. Г.

Белорусский национальный технический университет

Творческий потенциал способен сделать значительный вклад в инновационный процесс, но только в том случае, если он опирается на юридически надежную охрану объектов интеллектуальной собственности и их продуманную коммерциализацию. В соответствии с проектом Стратегии Республики Беларусь в сфере интеллектуальной собственности на 2011-2015 гг. (далее Стратегия) одним из направлений реализации государственной политики в сфере интеллектуальной собственности является «совершенствование работы в области управления интеллектуальной собственностью на ведомственном (отраслевом) уровне, в учреждениях науки и образования, организациях творческой и торгово-промышленной сфер». Однако, кроме обеспечения роста количества охраняемых субъектами Республики Беларусь объектов интеллектуальной собственности необходимо повышать и эффективности патентования. Как отмечено в Стратегии, отечественными субъектами поддерживаются в силе менее 40 % выданных патентов, что объясняется общей восприимчивостью реального сектора к инновациям, отсутствием развитой инфраструктуры, содействующей коммерциализации интеллектуальной собственности, а также готовностью конкретного изобретения к промышленному использованию и его соответствия актуальным потребностям производства. В процессе реализации государственных научно-технических программ создаются объекты интеллектуальной собственности, но их доля в общем количестве поданных заявок составляет около 10 %, что ни в коей мере не отражает реальный вклад государства в научно-техническое развитие страны. В соответствии с проектом Стратегии к 2020 году количество заявок на охрану созданных в рамках реализации государственных научно-технических программ объектов промышленной собственности должно составлять не менее 30 % от общего числа поданных в Национальный центр интеллектуальной собственности заявок на соответствующие объекты. Все это еще раз подчеркивает необходимость более тщательного проведения патентных исследований на ранних этапах выполнения государственных научно-технических программ, а также продуманную тактику патентования создаваемых объектов интеллектуальной собственности.

Литература:

Стратегия Республики Беларусь в сфере интеллектуальной собственности на 2011 – 2020 годы (проект).

**Влияние углеродных наноматериалов на прочностные характеристики мелкозернистого бетона**

Рябчиков П.В., Самцов П.П.

Белорусский национальный технический университет

Среди прочностных характеристик бетонов основополагающей является прочность на сжатие, по которой устанавливают класс бетона. Дополнительными являются прочность на растяжение – осевое (одноосное) и растяжение при изгибе, а также прочность бетона на срез.

В НИИЛ БиСМ БНТУ были проведены исследования влияния углеродных наноматериалов (УНМ) на прочностные свойства мелкозернистого (цементно-песчаного Ц:П = 1:3; В/Ц = 0,36-0,40) бетона. Оценивая полученные результаты испытаний прочности мелкозернистого бетона на растяжение при изгибе и раскалывании следует отметить более значительный прирост прочности на растяжение раскалыванием (до 15...30 %) в сравнении с изгибом (до 6...7 % при равной (0,05 %) дозировке УНМ).

Это может свидетельствовать в пользу концепции «наноармирования» наноструктуры цементного камня протяженными волокнообразными составляющими вещества УНМ. В случае «зашемления» их между гидрокристаллами клинкерных минералов в цементном камне они обеспечивают восприятие части нагрузки от растягивающих усилий и повышают его трещиностойкость и, как следствие, прочность на растяжение.

В случае изгиба эффект ниже потому, что усилия растяжения воспринимает часть сечения нижней зоны образца и, кроме того, значительнее деформации в растянутой зоне сечения, чем в случае раскалывания.

Рост прочности мелкозернистого бетона на сжатие также может быть объяснен наноармированием наноструктуры цементного камня. Поскольку разрушение бетона под действием нагрузки сжатия происходит при превышении предела его прочности на растяжение в плоскости, перпендикулярной направлению приложения сжимающей нагрузки. По экспериментальным данным положительный эффект роста прочности на сжатие составляет для ряда случаев до 10...20 % (после пропаривания образцов) и до 11 % через 28 сут нормально-влажностного твердения. Эти значения прироста прочности на сжатие превышают прирост его прочности на растяжение при изгибе и уступают данным по прочности на осевое (одноосное) растяжение при раскалывании.

Здесь нет противоречия концепции «наноармирования». Наоборот, эти данные являются следствием физической сути одной из составляющих вероятного влияния вещества УНМ на физико-технические свойства затвердевшего цементного камня и бетона.

**Эксплуатационные свойства (водопоглощение) высокопрочного бетона с добавками углеродных наноматериалов**

Рябчиков П.В.

Белорусский национальный технический университет

Водопоглощение бетона – это характеристика открытой капиллярной пористости материала. Ее объем и размеры сечения капилляров определяют важнейшие эксплуатационные характеристики бетона: морозо-, коррозионную стойкость, и др. От этих свойств зависит эксплуатационная надежность и долговечность бетонных и железобетонных изделий и конструкций. Поэтому снижение водопоглощения бетона является положительным фактором, отражающим рост его плотности и, соответственно, непроницаемости для агрессивных реагентов, воды, газов. Одновременно повышение плотности бетона сопровождается ростом его прочности и упругих свойств, т.к. снижается количество (или уменьшается сечение) пор, которые под нагрузкой играют роль «концентраторов» напряжений и являются местами зарождения трещин, развитие которых под действием нагрузок приводит к разрушению материала.

Водопоглощение по массе бетона определяли по ГОСТ 12730.3-78 на образцах-кубах 70х70х70мм.

Анализируя полученные результаты можно сказать следующее:

Во-первых, установлена непосредственная взаимосвязь величины водопоглощения бетона и его плотности в зависимости от величины водоцементного отношения. Снижение  $(В/Ц)_6$  с ростом прочности при условии качественного уплотнения обеспечивает рост плотности бетона, и, соответственно, снижение его водопоглощения.

Во-вторых, абсолютные значения водопоглощения образцов высокопрочного бетона, составившие (1,5...2,0)% по массе, свидетельствуют о высокой плотности материала, что является предпосылкой их эксплуатационной надежности и долговечности.

В - третьих, установлена общая тенденция устойчивого роста плотности бетона (снижения водопоглощения) под влиянием вещества УНМ.

Кажущееся незначительным в бетоне (для стдельных составов относительное снижение водопоглощения по массе составило 2,0 %) соответствует снижению объема открытой (сообщающейся) пористости цементного камня (его объем в бетоне этих составов ~ 0.375...0,39 м<sup>3</sup>) примерно на 5...6%. Фактически, означенное снижение пористости цементного камня в бетоне обеспечивается за счет увеличения объема новообразований, под влиянием вещества УНМ при соответствующем снижении объема пор в цементном камне.

## Реологические свойства бетонных смесей и их изменение при вибровоздействии

Бондарович А.И., Рудык А.В., Чикулаев Г.С.  
Белорусский национальный технический университет

Реологическая модель поведения бетонной смеси может быть описана следующим образом: при небольших напряжениях сдвига сохраняется неразрушенная структура бетонной смеси, которая имеет максимальный показатель вязкости. С повышением напряжения сдвига до значений критического уровня начинается разрушение структуры, которое продолжается до полного разрушения при предельном напряжении и минимальном значении вязкости.

При вибрировании бетонной смеси ее начальная структура разрушается, внутреннее трение и силы сцепления уменьшаются до минимума и предельное напряжение сдвига становится очень малым.

С повышением содержания и крупности заполнителя и уменьшением фактора В/Ц (что соответствует повышению жесткости смеси) в системе не только повышается вязкое трение, но и возникает внутреннее сухое трение.

Определяющую роль на реологические свойства бетонных смесей оказывает объемная концентрация заполнителя (особенно крупного). Вязкость структурных систем возрастает с увеличением объемной концентрации и изменением формы частиц.

Управление реологическими и технологическими свойствами бетонных смесей достигается несколькими приемами: добавлением воды или пластифицирующих добавок, обеспечивающее снижение предельного напряжения сдвига системы; формирование более подвижной системы упаковки частиц, снижения предельного напряжения сдвига и повышения текучести бетонной смеси за счет подбора прерывистой гранулометрии заполнителя.

Влияние динамических параметров воздействия на бетонные смеси показывает преимущественное влияние частоты и ускорения колебательного процесса. С увеличением этих параметров вибровязкость системы снижается.

Использование фракционированного заполнителя показало, что с увеличением ускорения колебаний и крупности частиц наблюдается снижение вибровязкости. Переход на мелкую фракцию заполнителя при непрерывной гранулометрии, как правило, приводит к заметному росту вибровязкости. Значительное влияние на реологические свойства смесей оказывает и крупность заполнителя.

### Влияние водоцементного отношения на подвижность цементно-песчаного раствора с добавкой суперпластификатора

Якимович В.Д., Попова Н.В., Синькевич О.С.

Белорусский национальный технический университет

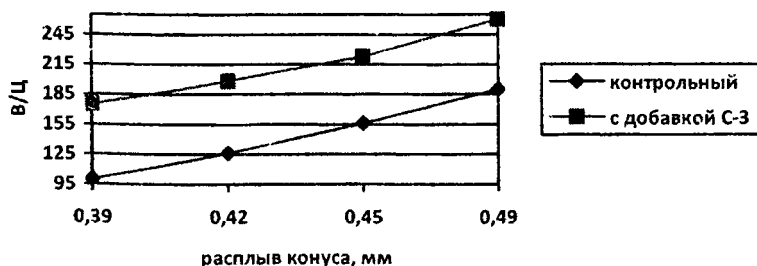
При изготовлении бетонных и железобетонных изделий из высокопрочного бетона основной необходимостью является получение подвижных смесей. Эффективным регулятором подвижности бетонных смесей являются добавки пластификаторов и суперпластификаторов. Введение добавок позволяет значительно повысить подвижность бетонной смеси и уменьшает ее водопотребность, тем самым позволяя приготовить бетонные смеси равной подвижности при меньших расходах воды и цемента.

Нами проведен эксперимент по определению влияния водоцементного отношения на подвижность цементно-песчаного раствора с добавкой суперпластификатором С-3 (0,6%) и без добавки.

Полученные результаты представлены в таблице 1 и на графике зависимости В/Ц от распыла конуса.

Таблица 1

В/Ц	распыл конуса, мм	
	контрольный	С-3 (0,6%)
0,39	100	175
0,42	126	198
0,45	156	223
0,49	190	260



Как видно из результатов эксперимента, при увеличении водоцементного отношения введение добавки суперпластификатора не влияет на относительное увеличение подвижности.



## **Пенополистирол в системах утепления зданий**

Красулина Л.В., Пашкевич Е.Н.

Белорусский национальный технический университет

Системы утепления в основном используют для теплоизоляции как новых, так и существующих вертикальных ограждающих конструкций зданий. Применение систем утепления позволяет решить одновременно две задачи: увеличить долговечность зданий и сооружений и увеличить сопротивление теплопередаче наружного ограждения.

Существующие варианты утепления отличаются как конструктивными решениями, так и используемыми материалами. Физико-технические свойства теплоизоляционных материалов оказывают определяющее влияние на теплотехническую эффективность и эксплуатационную надежность конструкций.

Для повышения термического сопротивления наружного утепления необходимо использовать материалы с низкими значениями теплопроводности. Именно от этого показателя напрямую зависит сопротивление теплопередаче.

Одним из часто применяемых в системах утепления материалов, имеющих низкие значения теплопроводности, является пенополистирол. Этот материал на 95-98 % состоит из газовой составляющей, что и обеспечивает его высокие теплоизоляционные способности.

Результаты исследований теплопроводности пенополистирола, изготовленного на предприятиях Республики Беларусь, показали что, в основном, полученные значения соответствуют требованиям нормативных документов (СТБ 1437-2004).

В последнее время некоторые предприятия для изготовления пенополистирольных плит стали использовать материал NEOPOR, разработанный фирмой BASF SE (Германия). При производстве этого материала в исходное сырье добавляют графит. Графит отражает тепловое излучение и тем самым улучшает теплоизоляционные свойства пенополистирольных плит. Утеплитель из NEOPOR не содержит фреона. Поры утеплителя заполнены воздухом. Исследовали теплопроводность изделий с плотностью от 15 кг/м<sup>3</sup> до 35 кг/м<sup>3</sup> на базе материала NEOPOR. Анализ результатов показал, что значения теплопроводности уменьшились на 15 % - 20 % для каждой из испытанных плотностей.

Полученные результаты позволяют утверждать, что этот материал обладает более высокими теплоизолирующими свойствами по сравнению с обычным пенополистиролом.

## **Метрологические характеристики стандартных образцов для калибровки дизькометрических влагомеров**

Ковшар С.Н., Петруняк С.П., Костеневич А.Л.

Белорусский национальный технический университет

Одним из направлений калибровочной деятельности в настоящее время являются работы по метрологическому обеспечению в сфере, непосредственно не включенной в область законодательной метрологии. Это обусловлено тем, что данная деятельность, проводимая в разных субъектах хозяйствования (на государственных предприятиях, в НИИ и в частных фирмах) соответствующими метрологическими службами, способствует повышению качества выпускаемой продукции и увеличению конкурентоспособности.

Инициатором работы в области метрологического обеспечения выступают в данном случае сами субъекты хозяйствования.

Становление нового вида метрологической деятельности связано с определенными трудностями методического и технического характера. Это в первую очередь касается в обеспеченности процесса калибровки стандартными образцами. Определенную трудность вызывает изготовление образцов из таких строительных материалов, как бетон, раствор, керамические и силикатные материалы. Так как невозможно обеспечить изготовление двух образцов, которые полностью были бы идентичны по прочности, структурным, теплофизическим и другим характеристикам, это приводит к выводу о том, что для калибровки приборов применяемых для неразрушающего контроля строительных материалов целесообразно отказаться от использования образцов строительных материалов, а использовать для калибровки так называемые стандартные образцы. Так, например, при калибровке влагомеров для контроля влажности строительных материалов в качестве такой характеристики служит диэлектрическая проницаемость, по изменению значения которой и определяют влажность. В работе показана возможность и перспективность использования стандартных образцов для калибровки дизькометрических влагомеров.

Разработана методика определения метрологических характеристик стандартных образцов для калибровки дизькометрических влагомеров. Представлены результаты определения метрологических характеристик стандартных образцов для калибровки влагомеров при контроле влажности тяжелого бетона, строительного раствора, керамического и силикатного кирпича. Проведена оценка неопределенности при калибровке влагомеров с использованием стандартных образцов.

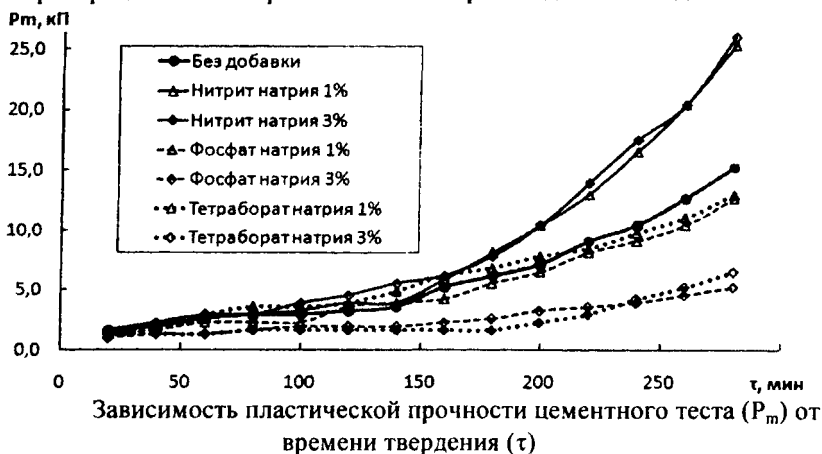
## Структурообразование цементного камня с добавками-ингибиторами коррозии стали

Голшани М., Рубан А.С.

Белорусский национальный технический университет

Одно из основных направлений повышения коррозионной стойкости стальной арматуры железобетонных конструкций – введение в бетонную смесь добавок ингибиторов коррозии стали. Их влияние на коррозионное состояние стали общеизвестно. Однако процессы структурообразования цементного теста с такими добавками изучены недостаточно.

В лаборатории НИИЛ БиСМ БНТУ проведено комплексное исследование некоторых широко используемых добавок ингибиторов коррозии стали (нитрит, фосфат и тетраборат натрия), включая и влияние их вида и содержания (1 и 3 % от массы цемента) на изменение пластической прочности цементного теста. Пластическую прочность системы «цемент – вода» (рис.) определяли рычажно-коническим пластометром конструкции МГУ. В опытах использован бездобавочный портландцемент производства РУП «БЦЗ», относительное водосодержание теста составляло  $1,65 \cdot K_{НГ}$ . Замеры предельного напряжения сдвига производились каждые 20 мин.



Как следует из анализа кривых, нитрит натрия является достаточно эффективным ускорителем твердения цементного теста, в то время как фосфат и тетраборат натрия при малых дозировках (1 %) практически нейтральны, а при больших (3 %) – явные замедлители процессов структурообразования. И это необходимо учитывать при проектировании составов и режимов твердения бетона.

## Особенности расчета минералогического состава портландцемента для производства асбестоцементных изделий

Дзэбьева Л.Б., Александров Р.С.

Белорусский национальный технический университет

Портландцемент для асбестоцементных изделий помимо хорошего сцепления с асбестовым волокном должен быстро гидратироваться, но не препятствовать при этом отделению воды из формовочных масс при их отфильтровывании. Для этого дисперсность используемых цементов, должна находиться в пределах 2200-3200 см<sup>2</sup>/г, и в них не допускаются активные минеральные добавки [1]. Портландцемент должен быть изготовлен на основе клинкера нормированного минералогического состава: C<sub>3</sub>S - не менее 52%, CaO – не более 1%, MgO – не более 5%, R<sub>2</sub>O – не более 1%. Главные ограничения касаются содержания трехкальциевого алюмината C<sub>3</sub>A, содержание которого должно быть не менее 3% и не более 9% [1]. C<sub>3</sub>A является наиболее быстро гидратирующимся минералом клинкера, но повышенное его содержание будет препятствовать водоотдаче формовочной гидромассы при ее отфильтровывании, поскольку C<sub>3</sub>A обладает повышенной водоудерживающей способностью, связывая при гидратации большое количество воды по реакции  $3CaO \cdot Al_2O_3 + 6H_2O = 3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 6H_2O$ , формируя рыхлые объемные структуры высокодисперсного гидроалюмината кальция. Кроме того, превышение содержания C<sub>3</sub>A повлечет за собой снижение морозостойкости и прочности асбестоцементных изделий. Поэтому важно контролировать содержание C<sub>3</sub>A в портландцементе, что можно осуществить расчетным путем, получив предварительно данные о химическом составе цемента [1].

Для этого надо вначале из общего количества Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> вычесть ту его часть, которая содержится в C<sub>4</sub>AF. Это можно сделать, рассчитав соотношение Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в этом минерале, исходя из соотношения молярных масс MAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 102 и MFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 160, тогда массовая доля Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, связанного в C<sub>4</sub>AF определится как  $\frac{102}{160} = 0,64Fe_2O_3$ .

Количество C<sub>3</sub>A, формирующееся из единицы массы Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, можно рассчитать из соотношения их молярных масс:  $M3CaO \cdot Al_2O_3 / MAl_2O_3 = 270/102 = 2,65$ . В итоге процентное содержание трехкальциевого алюмината в клинкере конкретного химического состава рассчитывается как  $3CaO \cdot Al_2O_3 = 2,65 (Al_2O_3 - 0,64Fe_2O_3)$ , где Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – процентное содержание в клинкере соответствующих оксидов.

### Литература

1. СТБ 1239-2000. Портландцемент для производства асбестоцементных изделий. Технические условия.

## Пресс-вакуумная установка для изготовления образцов цементного камня и бетона

Гушин С.В., Карнилович Д.В.

Белорусский национальный технический университет

Одним из наиболее перспективных направлений в начале XXI века в области строительного материаловедения является создание материалов с принципиально новыми характеристиками (прочность на сжатие около 200 МПа; модуль упругости в зависимости от вида заполнителей – 50 - 80 ГПа; коэффициент истираемости – 1,3; диффузия хлор-ионов –  $0,02 \times 10^{-12}$  м<sup>2</sup>/с). Этого можно добиться посредством совершенствования традиционной технологии «сухого формования»: использование воздушных и гидравлических вяжущих, введение дисперсного армирования, минеральных добавок, разработка системы прогнозирования технологии и свойств материалов.

Основываясь на разработках различных ученых, создана пресс-вакуумная установка для изготовления образцов цементного камня и бетона, принципиальная схема которой представлена ниже на рисунке 1.

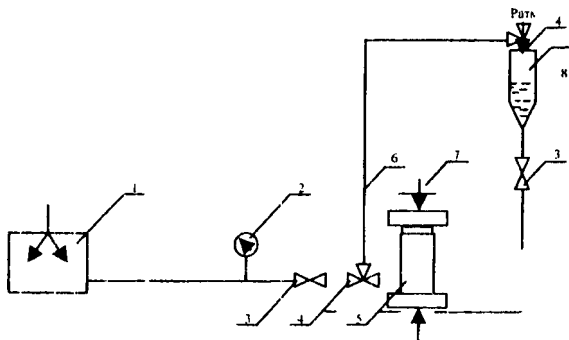


Рисунок 1-Принципиальная схема пресс-вакуумной установки для изготовления образцов:

1 – насос вакуумный; 2 – вакуумметр; 3 – кран проходной; 4 – кран трехходовой; 5 – форма для изготовления образцов (внутренний диаметр 50 мм для образцов цементного камня, 100 мм – для образцов бетона); 6 – шланг гибкие; 7 – пресс гидравлический; 8 – емкость для жидкости.

Прессование сухого порошка вяжущего (или крупнозернистой смеси) проводится с одновременным вакуумированием ( $P_{\text{ваз}} = -0,099$  МПа) и последующей пропиткой жидкостью. Установка апробирована и ведется работа по изготовлению образцов цементного камня и бетона.

**Полистиролфибропенобетон – эффективный теплоизоляционный материал пониженной средней плотности**

Галузо О.Г., Романов Д.В., Статкевич И.И.

Белорусский национальный технический университет

В научно-исследовательской и испытательной лаборатории «Бетоны и строительные материалы» Белорусского национального технического университета проводится работа по разработке технологии изготовления и исследованию физико-технических свойств особо легкого теплоизоляционного полистиролфибропенобетона для монолитного заполнения несъемной опалубки или плитного утеплителя для малоэтажного строительства домов.

Изготовление полистиролфибропенобетона проводили в две стадии. Готовили раствор минерального вяжущего и отдельно пену в пеногенераторе. Смешивали цементный раствор с пеной и затем доводили смесь в мешалке до однородного состояния.

На следующей стадии в пенобетонную смесь вводили предварительно увлажненный заполнитель. При введении в пенобетонную смесь зерен фракции 5...10 мм полистирольного пенопласта, полученных путем дробления отходов пенополистирольных изделий, и армирующих волокон (фибры) получили нерасслаиваемую полистиролфибропенобетонную смесь. Полистиролфибропенобетон имеет равномерную структуру средней плотностью 146...171 кг/м<sup>3</sup>, прочностью на сжатие 0,10...0,15 МПа, что превышает по прочности на изгиб в среднем в 2,3 раза для полистиролбетона сопоставимой средней плотности. Коэффициент теплопроводности такого эффективного теплоизоляционного материала соответствует 0,055 Вт/(м °С). Расход цемента на 1м<sup>3</sup> полистиролфибропенобетона марки по средней плотности 150 незначительный. Водопоглощение по объему за 48 часов - 19,1...21,5 %, что свидетельствует о наличии большого количества закрытых пор в материале. После 7 суточного насыщения в воде водопоглощение полистиролфибропенобетона достигло 22,3%. Но через 48 часов после нахождения на воздухе при температуре окружающей среды (20±5)°С и относительной влажности воздуха (55±5)% остаточное количество воды в материале составило 2,4% по объему, что свидетельствует о хорошей влагоотдаче этого материала.

Проведенные исследования показали возможность получения особо легкого полистиролфибропенобетона при незначительном расходе цемента, обладающего высокой прочностью при изгибе и низкой теплопроводностью, что позволяет считать его эффективным теплоизоляционным материалом.

**Эколого-технологические параметры применения шлако-бетонных композиций в дорожном строительстве**

Бусел А.В., Калыска А.О.

Белорусский национальный технический университет

Электросталеплавильные шлаки Белорусского металлургического завода (БМЗ) применяются в дорожном строительстве. В частности, при устройстве оснований взамен щебня из натурального камня. Несмотря на это, объем шлаков в отвале постоянно растет. В настоящее время ведутся исследования, направленные на применение шлако-бетонных композиций в дорожном строительстве, в которых будут использоваться вяжущие свойства шлаков. Это позволит увеличить объемы утилизации отходов и освободить из-под отвалов ценные сельскохозяйственные земли.

Важный момент в применении шлаков, на который следует обращать внимание, это наличие в них тяжелых металлов. При контакте с атмосферными осадками и грунтовыми водами возникает вероятность их распространения и попадания в биологические цепочки, в том числе в организм человека. Была проведена работа, цель которой заключалась в исследовании проб шлака БМЗ и самоотверждающей смеси на его основе на предмет загрязнения жидких сред ионами тяжелых металлов.

Жидкость после контакта со шлаком подвергалась анализу на предмет изменения pH, общей минерализации и оценки миграции тяжелых металлов методом инверсионной амперометрии. В результате было выяснено, что при контакте образцов шлака БМЗ с жидкими средами имеет место переход в них ионов цинка, кадмия свинца и меди. При этом результаты показали, что имеется определенная зависимость между начальным значением pH водной среды и величиной насыщения ее мигрирующими веществами. Результаты, полученные для проб самоотверждающей смеси свидетельствуют о, хотя и небольшом, но существенном уменьшении количества мигрировавших загрязнителей. Это можно объяснить тем, что при гидратации шлаков возникают нерастворимые новообразования, которые консервируют в своей структуре часть тяжелых металлов. Шлаки БМЗ относятся к 4 классу опасности (малоопасные), однако, как установлено в ходе эксперимента, при контакте с водной средой из них могут мигрировать тяжелые металлы в количестве, достаточном для образования растворов с превышением ПДК. Поэтому целесообразно осуществлять лабораторный контроль свойств данного отхода при использовании его в качестве сырья для устройства дорожных конструкций. Поэтому была разработана специальная методика оценки степени миграции ионов тяжелых металлов, в водную среду.

## Исследование активаторов электросталеплавильных шлаков

Калыска А.О., Недвецкий Е.С.

Белорусский национальный технический университет

Сходство состава сталеплавильных шлаков Белорусского металлургического завода (БМЗ) с составом портландцемента обуславливают его гидравлическую активность. Однако, при затворении шлака водой величина прочности и скорость ее набора недостаточны для строительных целей. Поэтому были проведены работы по изучению возможности активации вяжущих свойств шлака БМЗ путем затворения их водными растворами некоторых солей и щелочей.

Порядок проведения эксперимента следующий. Шлак просеивали через сито 1,25 мм. Фракцию, прошедшую через сито, затворяли исследуемым раствором, подбирая минимально необходимое для удобного формования отношение шлак/затворитель. Полученное тесто помещали в формы с размером ячеек 20x20x20 мм. Уплотнение производили штыкованием металлическим стержнем. Первые двое суток образцы хранили на воздухе, далее твердение происходило в эксикаторе. Контрольные образцы были затворены чистой водопродной водой. Основные результаты испытаний приведены в таблице.

добавка	% от $m_{\text{шлака}}$	возраст, сут				прирост прочности к 28 сут., %
		7	14	21	28	
		прочность, МПа				
контрольный	-	0,60	1,10	1,16	1,28	0
CaCl <sub>2</sub>	5	2,39	5,71	4,53	3,37	163
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> +NaOH	5	-	2,43	4,22	4,48	250
KOH	5	1,14	2,63	5,40	5,73	348
KOH	5	1,83	1,90	3,18	3,05	138
Сода	5	2,00	2,58	2,93	4,18	227
Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	$\rho=1122$	1,60	1,75	1,99	1,74	36
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	1,13	3,39	2,47-	1,88	2,63	105
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	1,82	4,33	4,53	5,44	5,45	326
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	1,88	3,18	2,78	-	3,74	192
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	2,5	2,74	3,45	-	5,48	328

\* в строках с одинаковой добавкой и одинаковым ее расходом большие значения прочности соответствуют меньшему расходу воды

Полученные данные свидетельствуют о возможности значительно (в 2 и более раз) повысить прочность камня на основе измельченного сталеплавильного шлака БМЗ. Это означает, что данный шлак возможно применять не только в качестве инертного материала, но и использовать его потенциальные вяжущие свойства, например, для получения самоотверждающихся смесей при устройстве слоев дорожных одежд.



## Особенности применения углеродных наноматериалов в конструкционно-теплоизоляционных пенобетонах

Батяновский Э.И., Мордич М.М., Галузо Г.С.

Белорусский национальный технический университет

Первичной задачей исследований является определение оптимального вида УНМ позволяющего получать наиболее значимый эффект в пенобетоне. Однако, выявление оптимального типа УНМ для пенобетона, это зависящий от влияния различных фактов комплексный процесс, заключающийся не только в установлении конкретного типа УНМ (УНМ-ПХР, УНМ-суспензия, УНМ-пленка и т.д.).

При исследовании влияния сухого УНМ на свойства пенобетона введение УНМ различной дозировки производили с водным раствором химических добавок. Опытные образцы изготавливались по стандартной технологии двух стадийного производства пенобетона. Отдельно друг от друга приготавливался рабочий раствор пенообразователя (РРП) и растворная часть пенобетона (цементное тесто с минеральными добавками) при  $V/T=0,3$ . Оказалось, что ввод в пенобетонную смесь сухого вещества УНМ ведет к снижению прочности затвердевшего пенобетона как в раннем (7 суток), так и в проектном (28 суток). Аналогичные результаты наблюдались на образцах пенобетона при изменении  $V/T=0,35...0,5$ . При этом с увеличением расхода УНМ наблюдается резкое снижение прочности пенобетона при равных средних плотностях. Оценка изменений средней плотности затвердевшего пенобетона показала, что с увеличением дозировки УНМ возрастает и средняя плотность пенобетона с выраженными дефектами структуры бетона, количество которых возрастает с увеличением дозировки УНМ.

На основании результатов поисковых экспериментов с введением сухих порошкообразных УНМ был сделан вывод о необходимости проверки варианта их введения в пенобетон в виде водной дисперсии. После выявления положительной тенденции при введении водных дисперсий УНМ были проведены исследования по выявлению оптимального типа нанодобавки. Оказалось, что УНМ-ПХР обеспечивает достижение наибольшего прироста прочности на сжатие (53,3%) без изменения средней плотности пенобетона.

Исходя из результатов эксперимента, дальнейшие исследования проводились на данном типе УНМ с установлением наиболее оптимальной дозировки добавки. Установление наиболее оптимального расхода УНМ проводили при расходах УНМ от 0,01 до 0,1% от массы цемента. Наибольший прирост прочности на сжатие установлено при расходе УНМ

0,025% от массы цемента. Таким образом, наиболее эффективным для пенобетона является УНМ-ПХР в виде водной дисперсии с расходом УНМ равным 0,025% от массы цемента.

УДК 666.972

### **Механизм и кинетика твердения цементного камня с ускоряющими добавками**

Батяновский Э.И., Гуриненко Н.С.

Белорусский национальный технический университет

Механизм воздействия химических добавок–ускорителей твердения на процессы гидратации, схватывания и твердения цемента представляет собой комплекс физико-химических явлений [1-2], в результате которых возрастает темп и сокращается время перехода цементного теста из вязкопластичного в камневидное состояние, повышаются плотность и прочность цементного камня и бетона в целом.

На сегодняшний день в научной литературе представлено большое количество исследований, которые объясняют механизмы влияния ускорителей твердения на рост прочности цементного камня. Причем каждый автор отстаивает свою точку зрения и считает ее единственно верной. Будь то ускорение за счет эффекта «пептизации», либо связывание  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  с эффектом ускорения растворения  $\text{C}_3\text{S}$  и  $\text{C}_2\text{S}$ , или – реакции с алюминатами и ферритами с образованием сложных солей – соединений при повышении плотности, прочности и стойкости к воздействиям структуры цементного камня или других отдельно взятых вариантов физико-химического воздействия вещества добавки–ускорителя на кинетику взаимодействия твердеющего цемента с водой. Данный подход, т.е. действие добавки, как «моно» эффект представляется нам не продуктивным.

На наш взгляд более рациональны представления о влиянии добавок–ускорителей твердения как о комплексном процессе, в котором сочетается множество форм воздействия, включая пептизацию, повышение растворимости клинкерных минералов, уплотнение за счет образования новых фаз в совокупности. При этом превалирующий эффект связан со свойствами химического вещества конкретной добавки, что по существу показано в работах Ратинова – Розенберг [2].

На сегодняшний день одним из самых эффективных ускорителей все ещё остается хлористый кальций, далее следуют соли сульфатов и нитратов. В планируемых экспериментах нами будет делаться попытка реализовать идею усиления сульфата натрия алюминатами.

## Факторы, влияющие на технологические свойства керамзитопенобетона

Галузо Г.С., Потапова И.Л., Мордич М.М.

Основновополагающим технологическим свойством керамзитопенобетона является подвижность. Испытания по определению подвижности смеси замеряли по показателям растекаемости (РК) и осадки (ОК) конуса по стандартным методикам. За контрольный состав приняли керамзитопенобетон со средней плотностью D600 с расходом керамзитового гравия 0,6..1,0 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>3</sup> бетона. Результаты исследований подвижности керамзитопенобетона в зависимости от объемного содержания крупного заполнителя приведены в таблице 1.

Таблица 1. Показатели подвижности керамзитопенобетона, в зависимости от расхода керамзитового гравия.

Наименование показателя	Контрольный (пенобетон)	Расход керамзитового гравия, м <sup>3</sup>				
		0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
РК, см	61	43	37	29	27	-
ОК, см	-	23	23	18	15	12

Из анализа данных следует, что при расходе керамзитового гравия более 0,6 м<sup>3</sup> наблюдается изменение подвижности бетонной смеси, характеризующее не растекаемостью, а осадкой конуса. Для повышения подвижности керамзитопенобетона, имеющего повышенное содержание заполнителя в составе использовали гипер-пластификатор "Стахемент-2000" с расходом равным 0,5% от массы цемента (таблица 2).

Таблица 2

Наименование показателя	Контрольный	Расход керамзитового гравия, м <sup>3</sup>				
		0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
РК, см	83	65	59	49	41	32

Применение данной пластифицирующей добавки позволило получить высокоподвижную керамзитопенобетонную смесь, без следов расслоения, даже при высоком объемном содержании заполнителя. Исходя из этого, оценку подвижности производили по показателю растекаемости конуса (РК). Зависимость подвижности от расхода керамзитового гравия указывает на то, что изменение подвижности для обоих видов пластификатора происходит по одному и тому же закону.

# **Экономика строительства**

## Продуктивное рабочее время

Холопик В.М., Гусева Л.П.

Белорусский национальный технический университет

В соответствии с кодексом работник обязан полностью использовать установленную законодательством продолжительность рабочего времени для выполнения своих обязанностей, а наниматель должен создавать условия для полного использования рабочего времени.

На практике перечисленные требования оказываются недостижимыми. Явочное рабочее время удается работникам использовать лишь частично. Значительные потери рабочего времени, как правило, составляющие 30-40%, а порой достигающие 50-60% от явочного фонда рабочего времени, являются реальностью строительного производства. Часть явочного фонда рабочего времени, которое удается использовать для производства продукции, составляет величину продуктивного рабочего времени.

Потери рабочего времени можно классифицировать по следующим причинам: организационные, физиологические, мотивационные.

Организационные причины обуславливают потери рабочего времени, связанные с неполной загрузкой бригад рабочих по их возможностям, с несвоевременным предоставлением фронта работ, с недостаточным обеспечением всеми видами производственных ресурсов, выделения финансовых средств, готовности инженерной инфраструктуры.

Физиологические причины обуславливают потери рабочего времени, связанные с увеличением периода вработываемости, снижения темпа работ, увеличения сверхнормативного отдыха и обусловлены условиями труда.

Мотивационные причины вызывают потери рабочего времени в связи с отсутствием материальной и моральной заинтересованности работника полностью раскрыть свой производственный потенциал.

Организационные и физиологические причины вызывают потери рабочего времени, обусловленные внешними производственными факторами, не зависящими от воли работника и снижающими его возможности. Мотивационные причины формируют в сознании работника определенные желания по поводу своей производственной деятельности, реализовывать полностью или частично свои возможности.

В связи с выше изложенным, понятие продуктивного рабочего времени определено в следующей редакции.

Продуктивное рабочее время – это часть явочного фонда рабочего времени, которое работник может и хочет потратить на эффективную производственную деятельность.

## Проблемы повышения продуктивного рабочего времени

Холопик В.М., Бикчентаева Д.С.

Белорусский национальный технический университет

Проблемы повышения продуктивного рабочего времени в прошлом и в настоящем являются задачами, которые до сих пор в полной мере не решены. Повышение величины продуктивного рабочего времени связаны с сокращением потерь рабочего времени. Поиски путей решения проблем сокращения потерь рабочего времени велись по многим направлениям. Обобщая отечественный и зарубежный опыт, можно сформулировать ряд главных принципов эффективного использования рабочего времени и на этой основе сформировать производственные факторы, обеспечивающие сокращение потерь рабочего времени.

Принципы сокращения потерь рабочего времени работника при осуществлении производственной деятельности включают:

### **Организационные:**

- Загрузку работника в соответствии с его возможностями;
- Непрерывность работы работника;
- Сбалансированность производственной деятельности работника.

### **Физиологические:**

- Специализацию труда работника;
- Сохранение работоспособности работника.

### **Мотивационные:**

- Обеспечение напряженности труда работника;
- Материальное стимулирование труда работника;
- Моральное стимулирование труда работника.

Эффективность производственной деятельности работника по производительности труда зависит от того, в какой мере удается сформировать производственные факторы, удовлетворяющие перечисленным принципам сокращения потерь рабочего времени. Формирование производственных факторов, удовлетворяющих принципам сокращения потерь рабочего времени, возможно лишь на основе использования определенной совокупности методов, обеспечивающих достижение цели по каждому принципу.

Производственные факторы включают нормативные документы, содержащие мероприятия по обеспечению высокопроизводительного труда и алгоритмы решения производственных задач путем расчетов и моделирования производственной деятельности, организации документооборота, обеспечивающего достижение поставленных целей по каждому отдельному принципу и их совокупности.

**Концепции логистики в управлении  
материальными потоками**

Мойсак О.И.

Белорусский национальный технический университет

Система взглядов на рационализацию хозяйственной деятельности путем оптимизации потоковых процессов является основной концепцией логистики.

Материальные потоки образуются в результате транспортировки, складирования и выполнения других материальных операций с запасами - начиная с первичного источника вплоть до конечного потребителя.

Логистическая концепция предполагает такую организацию и управление материальными потоками, которая приводит к интеграции всех участников строительства. Таким образом, требуется максимальная горизонтальная интеграция предприятий посредством логистической цепи «закупки – производство – сбыт», через которую проходят материальные и другие потоки. Процессы производства и распределения запасов необходимо изучать в единстве движения и использования.

Анализ управления издержками производства показывает, что основные резервы имеются в развитии логистических составляющих. По оценке специалистов в снабжении они составляют 50 процентов, в сбыте – 40 процентов, в производстве – 10 процентов.

Для организации материальных потоков в рамках производственной деятельности возможно применять и концепции *MRP*, *MRPII*, *ERP*, *KANBAN*, *SCM* и др.

В международной практике широко получила развитие концепция логистического аутсорсинга, которая заключается в передаче части или всех логистических функций логистическим организациям или провайдерам логистических услуг.

Использование концепции логистики является одним из основных направлений деятельности предприятий Республики Беларусь по совершенствованию планирования, реализации и контролю за материальными потоками.

Особенно актуально данное направление для предприятий строительной отрасли по ресурсосбережению и снижению издержек на строительство зданий и сооружений.

Применение концепции логистики позволит оптимизировать Республике Беларусь перемещение ресурсов и продукции на внутреннем и мировом рынке, а также интегрировать в мировую экономическую систему на основе принципов логистики.

**Формирование организаций инфраструктуры поддержки  
инновационного предпринимательства  
(на примере Удмуртской Республики)**

Мохначева Е.С.

Камский институт гуманитарных и инженерных технологий (Россия)

Особую роль в создании организаций инфраструктуры в Удмуртской Республике играет Удмуртский государственный фонд поддержки малого предпринимательства, учредителем которого является Правительство Удмуртской Республики.

За годы своей деятельности этот фонд в соответствии с Республиканской целевой программой по государственной поддержке и развитию малого предпринимательства в Удмуртской Республике участвовал в формировании ряда организаций инфраструктуры поддержки малого предпринимательства как регионального, так и муниципального уровня: автономной некоммерческой организацией «Республиканский центр содействия развитию предпринимательства и страхового рынка в Удмуртской Республике», автономной некоммерческой организации «Региональный научно-технологический парк «Удмуртия» (Технопарк «Удмуртия», муниципальных фондов поддержки малого предпринимательства в городах Глазов, Воткинск, Сарапул и в районных центрах Игра, Ува, автономного учреждения Удмуртской Республики «Республиканский бизнес-инкубатор» и ряда других. Сегодня благодаря деятельности муниципальных фондов, общественных объединений и бизнес – инкубаторов в Удмуртии осуществляется не только финансовая, но и консалтинговая и имущественная помощь инновационному бизнесу.

В рамках реализации предпринимательской стратегии Ижевского государственного технического университета (далее ИжГТУ) с 2006 года ведет деятельность студенческий бизнес-инкубатор. Функционирующее с 1993 года первое негосударственное образовательное учреждение высшего образования в Удмуртской Республике - Камский институт гуманитарных и инженерных технологий – планирует создание технопарка и построить отдельный корпус.

В настоящее время прорабатывается технико-экономическое обоснование создания Технопарка Удмуртской Республики, который будет координировать согласованные действия функционирующих объектов инновационной инфраструктуры республики.

Таким образом, за годы рыночных преобразований в Удмуртии создана и развивается сеть организаций инфраструктуры поддержки субъектов инновационного предпринимательства.



**Оценка объемов инвестиций на прединвестиционной стадии  
на основе советского опыта**

Подлесский А.В.

Белорусский национальный технический университет

История вопроса свидетельствует о том, что эффективности использования капитальных вложений всегда уделялось повышенное внимание во все периоды существования бывшего СССР.

Одним из путей повышения эффективности инвестиций в те годы являлось планирование централизованных капитальных вложений и их экономическое регулирование. Еще на предпроектной стадии в целях предварительной оценки стоимости строительства, разработки и обоснования планов капитальных вложений использовались нормы и нормативные показатели удельных капитальных вложений, которые обосновывали потребность в капитальных вложениях для отдельных предприятий на единицу проектной мощности, с учетом тенденций научно-технического прогресса.

Сегодня, в условиях отсутствия единого методологического подхода по оценке объема капитальных вложений на ранних этапах реализации инвестиционных проектов, заказчики часто используют удельные нормативы капитальных вложений, разработанные в советскую эпоху.

На текущий момент существуют нормативы, разработанные на тринадцатую пятилетку в 1990 году. Используя данный норматив, заказчик получит предварительную стоимость своего проекта в ценах 1990 года. После чего, воспользовавшись соответствующим коэффициентом пересчета в цены 1991 года (Письмо Госстроя СССР от 06.09.1990 № 14-Д «Об индексах изменения стоимости строительно-монтажных работ и прочих работ и затрат в строительстве»), он получает возможность применить к полученному объему инвестиций в ценах 1991 года индексы изменения стоимости строительно-монтажных работ, ежемесячно публикуемые Минстройархитектуры. Тем самым привести предварительную стоимость объекта к текущему уровню цен. Использование такого подхода позволяет снизить трудоемкость расчетов на предварительных стадиях.

Однако следует брать во внимание тот факт, что нормативные показатели удельных капитальных вложений были исчислены ранее, в условиях стабильности цен на сырье и материалы, стоимости выполняемых строительно-монтажных работ, а так же не учитывают научно-технического прогресса, прошедшего со времен разработки данных показателей.

## Сущность капитальных вложений

Подлесский А.В.

Белорусский национальный технический университет

Постоянным и неисчерпаемым источником роста общественной производительности труда является научно-технический прогресс и использование новейших разработок в технологии производства.

Инвестиции — долгосрочные вложения капитала с целью получения дохода. В зависимости от предмета вложения средств инвестиции делятся на: реальные и финансовые.

Капитальные вложения — инвестирование в создание и воспроизводство основных фондов предприятия; затраты, в результате которых происходит увеличение основных средств (строительные работы, монтажные работы, приобретение оборудования, закладка и выращивание многолетних насаждений).

Путем капитальных вложений создаются основные фонды. Их размер, структура и размещение создают базу, которая существенно влияет на объем продукции, ее качество и ассортимент, на возможности дальнейшего развития производства. Освоенные капитальные вложения, как правило, используются в течение длительного времени: здания служат 20—100 лет, машины и оборудование — 3—10 и более лет. Т. о., основные фонды в значительной степени характеризуют состояние техники и технологии на момент осуществления капитальных вложений. Неблагоприятное осуществление капитальных вложений может неблагоприятно сказаться на техническом развитии и совершенствовании технологии, поскольку в будущем могут потребоваться значительные средства на реконструкцию и модернизацию основных фондов.

Опираясь на экономическую теорию можно сказать, что понятие капитальное вложение является по своей сути разновидностью реальных инвестиций. Так же к реальным инвестициям относят вклады в основной капитал, в нематериальные и материально производственные активы. В этом свете сущность капитальных вложений является частью инвестиций в основной капитал. Получается любое вложение технических и финансовых ресурсов в формирование и регенерацию основных фондов является по своей сущности — капитальным вложением.

На уровне предприятия капитальные вложения являются необходимым условием его существования. Пренебрегая ими, фирма может увеличить свои прибыли в краткосрочном периоде, но в долгосрочном периоде это приведет к потере прибыли, неспособности фирмы конкурировать на рынке.

**Особенности формирования стоимости проектных работ  
по реконструкции и модернизации промышленных объектов**

Корбан Л.К., Иванова П.П., Щербак Д.С.

Белорусский национальный технический университет

Порядок определения стоимости разработки проектной документации на реконструкцию, модернизацию промышленных предприятий дается в «Общих указаниях по применению сборников базовых цен на разработку градостроительной документации, выполнение комплексных научных изысканий по недвижимым историко-культурным ценностям и документации проектного обеспечения инвестиционного процесса в строительстве».

Цена разработки проектной документации на реконструкцию, модернизацию действующих предприятий, цехов, зданий, сооружений и инженерных коммуникаций определяется по ценам Сборников базовых цен исходя из значения основного показателя проектируемого объекта, которое должно быть достигнуто в результате его реконструкции, модернизации, с применением повышающего коэффициента в размере до 1,3.

**Для определения стоимости разработки документации при реконструкции, модернизации действующих предприятий, цехов, зданий, сооружений и инженерных коммуникаций к базовой цене применяются следующие коэффициенты:**

- коэффициент, учитывающий объем проектных работ по сравнению с новым строительством (сохранения без изменения конструктивных элементов зданий, сооружений и систем их инженерного обеспечения, и др.);
- коэффициент, учитывающий осуществление реконструкции объекта.
- коэффициент технической сложности проектирования по отраслям промышленности (табл. 2.66 СБЦ 20-2008, перечисленные коэффициенты в приказе МАиС от 15.02.2011 № 35);
- коэффициент на импортное технологическое оборудование
- при параллельном проектировании применяется коэффициент 1,15
- корректирующий коэффициент, учитывающий разработку раздела «Энергоэффективность» (табл. 4.4 СБЦ 20-2008).

Следует иметь в виду, что при применении нескольких коэффициентов на различные факторы проектирования общий коэффициент рассчитывается путем перемножения коэффициентов, произведение которых не должно превышать 1,6 (кроме отраслевых коэффициентов и коэффициента до 1,3 на импортное технологическое оборудование).

## Договорная цена в строительстве: проблемы и решения

Корбан Л.К., Самаль Н.К., Романовская Е.В.

Белорусский национальный технический университет

Изменения методики формирования договорной цены, произошедшие с 1999 по 2010 годы, были связаны с предлагаемыми методами определения цены заказчика, цены предложения подрядчика (базисно-индексный, ресурсный, ресурсно-индексный методы) и порядком формирования договорной цены.

В последней редакции договорной цены (Постановление Совмина от 19.02.2010 г. № 241) дано новое ее определение. Это цена, определяемая по результатам проведения подрядных торгов или переговоров на основании цены предложения подрядчика – победителя торгов или претендента, участвующего в переговорах. Цена предложения подрядчика – цена подрядных работ и затрат, определяемая подрядными организациями – претендентами на получение строительного заказа на дату принятия решения о проведении торгов или переговоров. Таким образом понятие договорная (контрактная) цена официально используется не только в случае проведения торгов, но и переговоров.

В Концепции совершенствования ценообразования в строительстве, утвержденной Постановлением коллегии МАиС РБ от 15.05.2008 №166 предлагаются следующие этапы формирования договорной цены.

1. Разработка проектно-сметной документации и формирование сметной стоимости строительства в «базисном» и «текущем» уровне цен (базисно-индексный метод).
2. Проведение подрядных торгов и формирования цены предложения подрядчиком (ресурсный или ресурсно-индексный методы).
3. Формирование твердой (ст. 663 Гражданского кодекса) договорной (контрактной) цены и заключения договора строительного подряда с победителем конкурса (подрядных торгов) – основной этап.
4. Расчеты между заказчиком и подрядчиком в пределах сформированной твердой договорной (контрактной) цены.

В 2011 году Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь предложило новый подход к совершенствованию ценообразования в строительстве, который предполагает обязательную привязку индекса стоимости СМР к индексу-дефлятору ВВП, применение фиксированных цен, ресурсного метода формирования цен при строительстве жилья, обеспечение формирования твердой цены на дату заключения контракта, разработку проектно-сметной документации в действующих ценах.

### Специфика развития строительной отрасли

Валицкий С.В., Голубова Н.А.

Белорусский национальный технический университет

По данным национального статистического комитета о социально-экономическом развитии Республики Беларусь в строительстве в 2009 году насчитывалось 6 157 организаций, в том числе с численностью работников до 50 человек 4 877, или 79,2%. Если рассматривать статистические данные в динамике (см. таблицу), то очевидно, что рост количества строительных организаций связан в первую очередь с увеличением малых организаций с численностью работников до 50 человек.

Годы	Число строительных организаций, всего	в том числе с численность работников до 50 человек	уд. вес организаций с численность работников до 50 человек
1991	3345	354	10,58%
1995	2903	1428	49,2%
2000	3968	2773	69,88%
2005	4520	337	74,71%
2009	6157	4877	79,21%

В структуре строительных организаций наибольший удельный вес приходится на организации частной формы собственности (91,6%). Государственных организаций в 2009 году зафиксировано всего 7,6%, иностранных организаций 0,8%. среди малых организаций с численностью работников до 50 человек организаций частной формы собственности 97,44%.

К строительным организациям относятся все общестроительные и специализированные организации, включая ремонтно-строительные организации, тресты (управления) механизации, домостроительные комбинаты, пусконаладочные организации и др.

В стоимость подрядных работ включаются работы по новому строительству, реконструкции, модернизации, реставрации, по капитальному и текущему ремонту и другие подрядные работы (пусконаладочные, гидронамывные, вскрышные, культуртехнические и т.д.). Объем подрядных работ, выполняемых строительными организациями государственной формы собственности составляет 27,3%, а другие организации в целом соответственно 72,7%. То есть, если рассматривать строительную отрасль в целом, то можно отметить, что здесь активно развивается малый и средний бизнес. Количество малых организаций и объемы выполняемых ими работ постоянно растут.

## Конкуренция на строительном рынке Республики Беларусь

Валицкий С.В., Голубова Н.А.

Белорусский национальный технический университет

Решение любой организации относительно цены и объемов производства меняются в зависимости от характера отрасли, в которой она действует. Чрезвычайно важно понимать модель рынка, поскольку это определяет характер действий, которые необходимо предпринимать для успешной конкуренции. В рамках некоторых моделей рынка конкуренция практически невозможна, тогда как на других конкурентная борьба может носить специфический характер. Экономисты различают 4 довольно несхожие рыночные ситуации: чистая конкуренция, монополистическая конкуренция, олигополия, чистая монополия. Если рассматривать строительный комплекс Республики Беларусь, то по отдельным видам работ, на разных объектах можно наблюдать проявления различных видов конкуренции.

В Республике Беларусь насчитывается порядка шести тысяч сто пятидесяти семи строительных организаций, из которых 79,2 процента организаций имеют списочную численность работников менее 50 человек. Количество малых строительных организаций увеличивается с каждым годом, что характеризует строительство как высококонкурентную отрасль. В борьбе за строительные подряды при строительстве крупных объектов чаще всего побеждают крупные строительные организации, имеющие большой штат работников, строительную технику, подсобное производство.

Но строительство, как сфера деятельности специфична, так как включает в себя огромное количество различных видов работ, для выполнения которых требуется специализированная подготовка кадров, техника, и организация производства. Поэтому при строительстве каждого объекта участвуют десятки различных организаций и на отдельных, узко специализированных рынках можно наблюдать практически монопольное и олигополистическое разделение рынка.

В то же время такой огромный рынок, как частный сектор практически полностью занят малыми строительными организациями и индивидуальными предпринимателями. За счет более высоких накладных расходов, ставок прибыли и налогов строительные организации практически не в состоянии конкурировать на этом рынке с предпринимателями, так как уровень доходов населения и стоимость строительных работ делают каждого заказчика очень чувствительным именно к ценовому фактору предложения.

**Оценка экономической эффективности конструктивных решений  
в строительстве**

Голубова О.С., Конаш К.В.

Белорусский национальный технический университет

Специфика строительной сферы деятельности заключается в сложной организационной системе взаимодействия субъектов хозяйствования в строительстве. В строительстве объектов выделяют 2 стадии проектирование и строительство. Проектированием, разработкой проектно-сметной документации в строительстве занимаются проектные организации, которые разрабатывают архитектурно-строительный проект, составляют сетную документацию. В связи с тем, что вариантная проработка проектных решений требует дополнительных затрат и, как следствие практически не используется заказчиком, оптимизация выбора конструктивных решений проектируемого объекта ложится на плечи самого проектировщика и органов государственной экспертизы.

Однако, по специфике своей работы проектировщики мало имеют информации и практически не владеют текущими ценами на строительные материалы, слабо знают текущую (рыночную) стоимость отдельных видов работ. Работники сметных отделов проектных организаций подбирают расценки, формируют стоимость работ в базисном уровне цен, которые не всегда отражают реальный уровень затрат на производство. Кроме того, каждый сметчик рассчитывает стоимость отдельных видов работ и конечная стоимость строительства, формируемая на последнем этапе проектирования просто констатирует результат суммирования затрат по всем разделам проекта. В этом случае заказчик, не удовлетворенный стоимостью строительства запроектированного объекта просто вынужден или платить за разработку нового проекта или смириться с полученным результатом. Сама организация проектирования и определения стоимости строительства объекта не предполагает экономического обоснования выбора конструктивного проектного решения.

Оценкой экономической эффективности проектных решений сегодня практически не занимается ни одна организация, что приводит к большим финансовым потерям как на уровне отдельных инвесторов. Так и на уровне государства в целом в результате многие крупные инвестиционные проекты в Республике Беларусь осуществляются по зарубежным проектам, зарубежными организациями, белорусские проектные и строительные организации становятся неконкурентоспособными на зарубежных рынках, так как не могут дать обоснованного ценового предложения, не занимаются проблемами оптимизации расходов на строительство.

**Девелоперская деятельность в строительстве**

Голубова О.С., Давидович А.В., Шестак О.В.

Белорусский национальный технический университет

Выступая в качестве важнейшего направления реальных инвестиций, реализация проектов девелопмента является не только способом умножения богатства собственника (источником для получения дохода девелопером), но и оказывает реальное влияние на экономические процессы в регионе и государстве, доходы бюджета, социальные отношения в обществе. Само слово девелопмент (development) в его первичном значении переводится как развитие. Девелопмент означает развитие сферы строительной недвижимости, проведение строительных, инженерных и иных преобразований недвижимого имущества, ведущих к качественным изменениям в земле, зданиях и сооружениях. Девелопментом занимаются компании, которые инвестируют средства в строительство и/или руководят данным процессом.

Управление проектами – особая область менеджмента, применение которой дает ощутимые результаты. Профессионалы в этой области высоко ценятся, а сама методология управления проектами стала фактическим стандартом управления во многих организациях и применяется в той или иной степени практически во всех крупных корпорациях. Суть девелопмента как процесса заключается в управлении инвестиционным проектом в сфере недвижимости, который включает:

- поиск экономически эффективного проекта;
- получение всех необходимых разрешений на его реализацию от соответствующих органов власти;
- определение условий привлечения инвестиций, разработка механизма их привлечения и форм их возврата, оценка эффективности инвестиций;
- поиск и привлечение инвесторов;
- отбор подрядчиков, финансирование их деятельности и контроль за их работой, приемка выполненных строительно-монтажных работ;
- реализацию созданного объекта недвижимости или передачу его в эксплуатацию заказчику.

В деятельности девелопера основными являются финансово-экономические аспекты: выбор коммерчески состоятельного проекта, привлечение инвестиций, обеспечение финансовой устойчивости проекта. Финансовая схема крупных девелоперских проектов обычно представляет собой сложную комбинацию собственных средств девелопера, привлеченных инвестиций, банковских кредитов и предарендных платежей от будущих арендаторов.



**Особенности современной жилищной политики.**

**Льготное кредитование**

Винокурова Н.Е., Лях Ю.В.

Белорусский национальный технический университет

Одним из способов решения квартирного вопроса является аренда жилья, но кому хочется всю жизнь жить на съемной квартире? Следовательно, возникает вопрос о приобретении собственного жилья. Самый простой способ – покупка квартиры. Но где у молодой семьи деньги на ее приобретение? Остается один путь – это строительство квартиры.

**1) созданием организаций граждан- застройщиков:**

– *жилищно-строительный потребительский кооператив (ЖСПК).*

Застройщики вступают в ЖСПК, выплачивают взносы, сообща выбирают правление и решают вопросы строительства и последующей эксплуатации и управления;

– *молодежный жилой комплекс* – организация граждан-застройщиков, начавших строительство многоквартирного дома (комплекса домов) в возрасте до 31 года, осуществляющая строительство, обслуживание, ремонт этого дома;

– *коллектив индивидуальных застройщиков* – организация граждан-застройщиков лично участвующих в строительстве.

**2) с помощью долевого строительства** – вид строительства, при котором строительные и инвестиционные организации привлекают средства дольщиков для строительства объектов.

Рядом нормативных актов определяется порядок учета граждан, нуждающихся в улучшении жилищных условий и предоставление льготных кредитов на строительство (реконструкцию) или приобретение жилых помещений.

Условно, показатели, на которые следует обращать прежде всего внимание при выборе варианта кредита и банка, можно разделить на две группы: показатели, по которым банк оценивает потенциального клиента: условия, которые оценивает и может выбрать кредитор-получатель.

Показатели, по которым банк оценивает потенциального клиента: статус и возраст кредитор-получателя; платежеспособность и сумма возможного кредита; кредитная история; гарантии кредитор-получателя по возврату кредита банку; требования к поручителям; страхование.

Условия, которые оценивает и может выбрать кредитор-получатель:

размер кредита и срок кредита; процентные ставки и ежемесячные платежи по кредиту.

**Правовое обеспечение режима on-line ведения бизнеса**

Винокурова Н.Е., Лях Ю.В.

Белорусский национальный технический университет

На сегодняшний день в нормативно-правовой базе Беларуси, касающейся Интернет-торговли, существуют несколько нормативных документов, ее регламентирующую. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 15 января 2009г. №31 «Об утверждении правил осуществления розничной торговли по образцам» регламентирует следующее. Интернет-магазином называется сайт субъекта торговли, содержащий соответствующую требованиям законодательства информацию о субъекте торговли и товарах, размещенный на сервере на территории Республики Беларусь, доменное имя которого зарегистрировано в установленном порядке в доменном адресном пространстве национального сегмента сети Интернет. В соответствии с Постановлением регистрация доменного имени сайта подтверждается документом, выдаваемым в установленном порядке Государственным центром безопасности информации при Президенте Республики Беларусь (далее - ГЦБИ). В соответствии с подп. 7.10-1 Указа Президента Республики Беларусь от 28.11.2000 N 639 ГЦБИ действительно организует и проводит работы по технической защите информации, администрированию и регистрации имен в национальном сегменте сети Интернет.

Порядок регистрации доменных имен второго уровня в национальном сегменте сети Интернет (зоне BY) приводится на Интернет-сайте [www.tld.by/rules\\_new.html](http://www.tld.by/rules_new.html), где, кстати, и можно инициировать процедуру регистрации доменного имени. В соответствии с этими правилами координирующим органом по регистрации и делегированию доменов второго уровня в зоне BY является ГЦБИ в соответствии с решением, подтвержденным соответствующей записью в базе данных ccTLD головных международных организаций по назначению адресов и имен в сети Интернет - ICANN и IANA. Порядком регистрации доменных имен определены и требования к этим именам, так доменное имя должно содержать не менее 2 (двух) символов латинского алфавита и / или цифр, а также не должно начинаться или заканчиваться дефисом.

После инициирования процедуры электронной регистрации доменных имен выполняются следующие действия: проводится проверка предлагаемого доменного имени на предмет доступности для регистрации по средствам поискового сервиса на сервере технического регистратора, взаимодействующего с центральной базой данных зоны BY; проводятся.

## Капитальный ремонт жилья в Беларуси в первом десятилетии

Воложинец В.В.

Белорусский национальный технический университет

В 2000 году, из-за недофинансирования, на капитальный ремонт обобщественного жилищного фонда понадобилось бы более 300 лет. За прошедшие десять лет этот срок сократился до 115 лет, что почти в шесть раз превышает нормативный период эксплуатации жилых домов первых массовых серий без проведения капитального ремонта (20 лет).

Накопившийся за последние 20 лет недоремонт жилья равен 90,3 млн. м<sup>2</sup>. Его ликвидация потребует увеличения удельных затрат на проведение капитального ремонта жилых домов на 41 процент при увеличении срока их эксплуатации с 20 до 30 лет или на 4,1 процента за каждый год просрочки.

Для жилых домов, общей площадью 90,3 млн. м<sup>2</sup> просрочка 30-летнего межремонтного периода в среднем составляет 10 лет, а для всего обобщественного жилищного фонда - 5,7 года, что эквивалентно удорожанию (в базисных ценах 1991 г.) капремонта жилья по отношению к нормативной стоимости в 2011 году на 23,4 процента на каждый квадратный метр общей площади.

Если удастся довести объемы капремонта жилья к 2015 году до 5 млн. м<sup>2</sup>, то недоремонт, который дополнительно накопится в текущем пятилетии составит примерно 11 млн. м<sup>2</sup>, а удорожание капремонта в 2015 году - 32,7 процента. Если процесс растянется до 2020 года, то к существующему недоремонту добавится 20 млн. м<sup>2</sup>, а удорожание капремонта жилья достигнет 42,7 процента в расчете на каждый квадратный метр общей площади.

Если же жилые дома будут простаивать без капитального ремонта по 40 и более лет, то это чревато превращением планового капитального ремонта в аварийный, удельная стоимость которого может вштыгнуть приблизиться или даже превысить стоимость нового строительства жилых домов типовых потребительских качеств.

Немалую проблему представляет наращивание мощностей ремонтно-строительных организаций страны в ближайшие 5 лет не менее, чем в три раза. Однако только это позволит снизить для среднестатистического белорусского многоквартирного дома срок ожидания капитального ремонта со 115 до 30 лет.

Глубоко социальный характер проблемы капитального ремонта жилья заслуживает создания единой государственной программы воспроизводства (а не нового строительства) жилищного фонда страны.

## Анализ рисков участников долевого строительства

Чиж А.П., Щуровская Т.В.

Белорусский национальный технический университет

Долевое строительство – это всегда риски. А в случае привлечения средств дольщиков, когда еще ведется работа над проектом, когда не совсем ясно, что это будет за объект, пройдет ли проект экспертизу и вообще получит ли заказчик разрешение на строительство, эти риски существенно увеличиваются.

Долевое строительство в Беларуси регламентируется Указом Президента Республики Беларусь от 15 июня 2008 года № 396 «О долевом строительстве многоквартирных жилых домов» с последующими изменениями и дополнениями.

Основные риски участия в долевом строительстве - это вероятность «замораживания» строительства жилого дома, а также необоснованного роста цены на квартиру. Следует внимательно выбирать застройщика. Другой важный момент после выбора застройщика - заключение договора создания объектов долевого строительства.

Текст договора должен обязательно содержать сведения о предмете договора, а также подробное описание квартиры, с указанием всех деталей - подъезд, этаж, количество комнат, строительный адрес жилого дома, условный номер квартиры, ее стоимость на момент заключения договора, срок передачи квартиры инвестору, срок окончания строительства жилого дома.

В договоре должны быть четко зафиксированы срок окончания строительства, дата предоставления дольщику квартиры по акту приема-передачи, срок предоставления пакета документов для регистрации прав собственности на квартиру.

В договоре также должны быть предусмотрены все возможные конфликтные ситуации и определены механизмы их разрешения, прописаны основания расторжения договора до истечения установленного срока его исполнения, порядок возврата денежных средств дольщику в случае неисполнения обязательства или расторжения договора до истечения срока, ответственность сторон за неисполнение или ненадлежащее исполнение обязательств.

Если квартира была построена с существенным нарушением качества, дольщик по своему выбору вправе потребовать от застройщика либо бесплатного устранения недостатков в разумный срок, либо возмещения своих расходов по устранению недостатков, либо расторжения договора и возврата денежных средств, причем с индексацией.

## Особенности рынков с асимметричной информацией (на примере рынка образовательных услуг)

Рак А.В.

Белорусский национальный технический университет

Развитие высшего образования в нашей стране обусловлено рядом новых факторов, что свидетельствует о трансформации системы высшего образования в направлении создания рынка образовательных услуг. Рынок образовательных услуг, как и рынок страхования или труда, является рынком с асимметрией информации. Под информационной асимметрией на рынке высшего образования понимается неравномерное распределение знаний между субъектами рынка о качестве образовательных услуг, о востребованности специалиста данной специальности на рынке труда. Спрос на образовательном рынке со стороны абитуриентов ориентирован не на реальные потребности экономики, а на их представлениях о престижности данной профессии, возможности карьерного роста и других субъективных факторах. Ориентация вузов, прежде всего негосударственных, на структуру спроса и недостаточный учет изменений структуры народнохозяйственного комплекса Республики Беларусь привели к несбалансированности рынка труда и рынка образовательных услуг. В частности, это проявляется в переизбытке специалистов экономического и юридического профиля.

Важной мерой борьбы с асимметрией информации на рынке образовательных услуг и рынке труда являются рыночные сигналы. Сигналы позволяют преодолеть или снизить влияние таких проблем, как неблагоприятный отбор и моральный риск. Обычно среди сигналов указывают репутацию, стандартизацию, цену и гарантии. Основными компонентами, из которых складывается репутация вуза, являются масштабы деятельности и квалифицированность кадрового состава, темпы роста образовательного учреждения и спрос на его услуги. Еще один из рыночных сигналов – стандартизация. Осуществляя подготовку по определенной специальности, вуз обязан предоставлять услуги в объемах, предусмотренными государственными стандартами. Однако качество образовательной услуги трудно оценить, поскольку оно проявляется не в момент приобретения, а в процессе потребления, и потребитель не получает гарантий, что сможет использовать полученные знания в трудовой деятельности. Отсюда, с учетом потребности инновационного развития нашей экономики необходимо существенное обновление содержания высшего образования, сертификация образовательных услуг на соответствие международным стандартам ИСО 9001.

## **Нормативные плановые накопления по мелиоративно-строительным работам**

Шепелевич В.С.

Белорусский национальный технический университет

Согласно Государственной программе «Сохранение и использование мелиорированных земель на 2011-2015 годы», утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 31.08.2010 г. № 1262 в 2015 году планируется увеличение объемов работ в 2,3 раза к объему финансирования 2010 года.

Имеющийся в мелиоративных организациях парк машин и механизмов не может обеспечить выполнение в полном объеме мероприятий, предусмотренных Государственной программой.

Для технического переоснащения мелиоративных организаций предлагается направить 497,3 млрд. рублей.

Существующие сметные величины нормативов плановых накоплений (96,4 процента), а также накладных расходов (101,8 процента) не компенсируют в полной мере фактических затрат на эти статьи расходов мелиоративных организаций и являются основными факторами низкого уровня рентабельности мелиоративных организаций за январь-сентябрь 2010 года всего в 1,7 процента. Чистая прибыль составила 1,9 млрд. рублей, из которой для фонда накопления зарезервировано только 693 млн. рублей.

Износ активной части основных производственных фондов на 1 ноября 2010 года составил 41,6 процента.

Размер отчислений в фонд накопления за 2010-2012 годы прогнозируется в размере всего 28,6 млрд. рублей при нормативной рентабельности в 8,5 процентов. Среднее значение ежегодного размера фонда накопления составит всего 9,5 млрд. рублей.

Ежегодное возмещение средств, выделяемых для технического переоснащения мелиоративных организаций, планируется в размере около 62 млрд. рублей (497,3 млрд. рублей / 8 лет).

Возмещаемые амортизационные отчисления, предусмотренные в сметных нормах затрат на эксплуатацию машин и механизмов, составляют не более 2,6 % от общей стоимости мелиоративных работ и компенсируют около 16,6 млрд. рублей в год. Оставшаяся часть в ежегодном размере 45,4 млрд. рублей должна покрываться за счет сметного норматива фонда накопления. Для этого необходимо повысить сметные нормы плановых накоплений в 1,8 раза с 96,4 процента до 173,5 процентов от сметной заработной платы рабочих и машинистов.

**Методики экспертной оценки финансового состояния  
строительной организации**

Водоносова Т.Н., Протасеня Ю.Е.

Белорусский национальный технический университет

К общим недостаткам кризис-прогнозных моделей относится то, что они не учитывают жизненный цикл, отраслевую принадлежность и размер предприятия; приведенные коэффициенты индивидуальны для каждого государства и отрасли; в моделях важное значение играет рыночная стоимость акций, которая не может быть определена в Республике Беларусь; модели констатируют текущее финансовое состояние, лишены возможности его динамичного прогнозирования; не учитывают некоторые важные показатели, специфические для белорусского рынка; дают возможность определить вероятность приближения лишь стадии кризиса предприятия и не позволяют прогнозировать другие фазы его жизненного цикла; используют показатели, отличающиеся высокой положительной или отрицательной корреляцией или функциональной зависимостью между собой, что приводит к ненужному усложнению этих моделей; несопоставимость факторов, генерирующих угрозу банкротства; уменьшение статистической надежности результатов при составлении прогнозов относительно отдаленного будущего; наличие серых зон.

Препятствием к полноценному использованию зарубежных и российских кризис-прогнозных моделей на строительных предприятиях Республики Беларусь является: недоказанная применимость рассчитанных коэффициентов для строительных организаций Республики Беларусь; различия в темпах инфляции в Республике Беларусь; иные циклы макро- и микроэкономики, другие уровни фондо-, энерго- и трудоемкости производства, производительности труда, иное налогообложение; высокая чувствительность к искажению исходных данных как по субъективным, так и по объективным причинам; проблема обеспечения связанности и непротиворечивости различных показателей; неучтенные финансовые потоки, недостоверность информации о финансовом состоянии анализируемых предприятий; неразвитость фондового рынка; низкая деловая активность; нестабильность нормативной базы банкротства белорусских предприятий; влияние на факт признания предприятия банкротом многих факторов, не поддающихся учету.

Таким образом, возникает необходимость усовершенствования существующих кризис-прогнозных моделей в направлении расширения учетных факторов и адаптации их к белорусским строительным предприятиям.

## Критериальная оценка экономического состояния строительного предприятия

Водоносова Т.Н., Новикова Н.В.

Белорусский национальный технический университет

Среди множества подходов к оценке финансового состояния можно выделить жестко формализованный подход, регламентированный Инструкцией по анализу и контролю за финансовым состоянием субъектов предпринимательской деятельности. методiku комплексного экономического анализа, которая может быть представлена двухстадийной схемой оценки, и подходы, основанные на применении кризис-прогнозных моделей.

Каждый из указанных подходов имеет серьезные недостатки. Первые два, несмотря на жесткую регламентацию оценки, большой объем расчетных характеристик, требуют тщательной экспертизы полученных результатов с целью уточнения качества финансового состояния. Применение кризис-прогнозных моделей позволяет избежать от этих трудностей. Нами была проведена экономическая оценка 14 предприятий строительной отрасли Республики Беларусь методами двухстадийного финансового анализа, а также при помощи кризис-прогнозных методик. Проведенные расчеты показали, что американские, европейские, а также российские модели не совсем достоверно оценивают качество финансового состояния анализируемых предприятий. На основании выборки показателей по рассматриваемым предприятиям за три года, нами была построена оригинальная кризис-прогнозная модель критерия К:

$$K = 4,64X_1 - 9,02X_2 + 1,69X_3 + 9,19X_4 + 0,47X_5 - 13,6X_6 + 26,8X_7 + 9,3,$$

где  $X_1$  – коэффициент годности основных средств,  $X_2$  – коэффициент покрытия обязательств,  $X_3$  – коэффициент подвижности (отношение оборотных активов к внеоборотным);  $X_4$  – коэффициент структуры капитала (отношение привлеченного капитала к собственному);  $X_5$  – оборачиваемость авансированного капитала;  $X_6$  – рентабельность продаж по балансовой прибыли,  $X_7$  – рентабельность авансированного капитала по чистой прибыли.

Оценка значимости характеристик приведенной кризис-прогнозной модели показала, что наиболее значимые в ней характеристики – коэффициент годности, коэффициент покрытия обязательств, коэффициент оборачиваемости, что может послужить основанием для дальнейшего сокращения модели. Предстоит также дальнейшее совершенствование критерия в направлении выделения зон качественной оценки.



**Об оценке эффективности внедрения и применения ERP систем**

Новикова Н.В.

Белорусский государственный университет

Мир переживает бум развития и применения корпоративных информационных систем или ERP-систем. Информатизация становится в ряд равноправных бизнес-проектов, а значит, на всех стадиях планирования и учета рассчитывается и контролируется финансовый результат. Оценка экономической эффективности информационных систем означает сопоставление результатов использования информационной системы с затратами на ее внедрение и эксплуатацию.

Для расчета эффективности применяются такие коэффициенты, как:

- ◆ Совокупная стоимость владения (TCO – Total Cost of Ownership)
- ◆ Показатель возврата инвестиций (ROI – Return On Investment)
- ◆ Анализ эффективности затрат (CBA – Cost Benefits Analisis).

При расчете TCO учитываются как первоначальные затраты на внедрение, так и все последующие затраты на эксплуатацию и т. п. Недостаток использования этого показателя заключается в том, что расчет только TCO не дает полного представления о целесообразности использования системы: чем больше пользователей работают в единой системе и чем сложнее бизнес-процессы, тем выше будет TCO. Однако польза от установки подобной системы будет значительно выше. Поэтому необходимо учитывать не только затраты, но и выгоды от внедрения ERP-системы, которые определяются с помощью показателя возврата инвестиций (ROI). Этот коэффициент позволяет оценить рентабельность вложений в покупку и внедрение ERP-системы и рассчитывается по формуле

$$ROI = \frac{(\text{Прирост доходов} - TCO) \times 100\%}{TCO}$$

Однако многие выгоды от использования ERP-системы на стадии принятия решения о выборе системы нельзя оценить в количественном выражении. В таких ситуациях для оценки эффективности внедрения системы целесообразно проводить анализ выгоды затрат. Этот метод основывается на сравнение двух альтернативных вариантов. При оценке предполагаемой эффективности внедрения ERP-системы рассматриваются варианты работы, как с использованием системы, так и без ее применения. При этом подсчитываются возможные потери в случае, если проект внедрения не будет реализован. В зависимости стратегических целей и задач предприятие может выбирать свои показатели эффективности.

**Анализ стоимости жизненного цикла скважинных  
водозаборов подземных вод**

Гуринович А.Д., Богуш Е.А.

Белорусский национальный технический университет

В цивилизованных странах анализ стоимости жизненного цикла (LCC) сооружений является самым востребованным инструментом для выбора оптимального и наиболее экономически эффективного варианта их нового строительства, модернизации и реконструкции. Действующие международные стандарты регламентируют порядок проведения экономических расчетов LCC (ISO 14040, AS/NZS 4536, ASTM E 917-02, DVGW W 618).

Метод LCC учитывает первоначальные затраты, в том числе капитальные вложения, затраты на монтаж и наладку оборудования, будущие расходы на электроэнергию, эксплуатационные расходы, расходы на техническое обслуживание, затраты на текущий и капитальные ремонты, замены и ликвидацию за время жизни сооружений.

В настоящее время с резким ростом издержек на эксплуатацию и техническое обслуживание коммунальных систем водного хозяйства важным становятся задачи выбора оптимального варианта (с максимумом чистой экономии) из числа альтернативных проектов, которых отличают начальные и эксплуатационные затраты. Инвестиционные затраты в общей стоимости LCC часто составляют менее 30%.

Продолжительность жизни скважинных водозаборов составляет от 30 до 100 лет. Первоначальные капитальные вложения на его строительство являются высокими и последующие затраты, связанные с ликвидацией скважин, их реабилитацией и переоценкой запасов подземных вод, могут оказывать существенное влияние на стоимость жизненного цикла водозабора.

Перед началом LCCA, должны быть созданы как минимум три варианта совершенно разных и жизнеспособных проекта.

Метод LCC обеспечивает значительно лучшую оценку долгосрочной экономической эффективности проекта, чем используемые ныне экономические методы, которые используют только первоначальные капитальные затраты или операционные расходы на краткосрочный периоде.

Препятствия к применению концепции LCC к водозаборам подземных вод является отсутствие доступа к достоверной стоимости и срока службы элементов водозабора и отсутствие общепринятой методологии расчета LCC, которая должна иметь статус ТНПА.

## Классификация потерь воды в наружных системах водоснабжения

Хмель Е.В.

Белорусский национальный технический университет

Проблема потерь воды является актуальной не только в Республике Беларусь, но и во всем мире, поскольку потери являются причиной перерасхода воды и электроэнергии, увеличения затрат на техническую эксплуатацию элементов водоснабжения и перебоев в водоснабжении, что в конечном итоге приводит к увеличению себестоимости воды.

В зависимости от уровня проектирования и строительства, протяженности и глубины заложения водопроводной сети, грунтовых условий основания под трубы, состава и технического состояния элементов системы водоснабжения, времени и условий эксплуатации, количества арматуры и давления в сети потери воды могут составлять 10% – 50% от нормативной величины водопотребления.

Минимизация потерь воды напрямую связана с их классификацией. Обобщая отечественные и зарубежные опыт можно выделить три основных вида потерь воды:

- неизбежные потери;
- утечки воды вследствие повреждений, неисправностей (аварий);
- самовольное подключение к системе водоснабжения.

Неизбежные потери отражают количество воды, просачивающееся через технически исправные элементы водоснабжения, и являются неотъемлемой составляющей водоснабжения. Для каждой системы водоснабжения характерна своя величина неизбежных потерь воды, которую можно установить по данным гидравлических испытаний за последние три года или по СНБ 4.01.01-03 «Водоснабжение питьевое. Общие положения и требования».

Утечки воды вследствие повреждений, неисправностей (аварий) в системе водоснабжения по характеру обнаружения можно разделить на видимые, которые можно выявить ходе выполнения технической эксплуатации элементов системы водоснабжения, и скрытые, фиксируемые только приборами учета расхода воды (водомерами).

Отдельным видом потерь воды является самовольное подключение потребителей к системе водоснабжения, отражающее величину незаконного забора воды из системы водоснабжения.

Постоянный контроль за величиной водопотребления, количеством водопотребителей и направлениями расходования воды для определения размера и причин возникновения потерь является основным условием минимизации всех видов потерь воды.

## **Особенности формирования себестоимости воды на предприятиях АПК**

Хмель Е.В.

Белорусский национальный технический университет

Вода является неотъемлемым компонентом для функционирования предприятий АПК и производства сельскохозяйственной продукции.

В ходе анализа деятельности предприятий АПК произведенного автором было выявлено, что затраты на водоснабжение на этих предприятиях включают в себя следующие элементы затрат: амортизационные отчисления, электроэнергия, топливо, заработная плата, материалы и прочие расходы. Такое деление затрат используется и на предприятиях ЖКХ (ВКХ), обеспечивающих предприятия и население водой питьевого качества для удовлетворения питьевых, хозяйственных, производственных нужд и тушения пожаров.

Однако между этими предприятиями есть существенная особенность -- предприятия АПК не могут самостоятельно в полном объеме осуществлять эксплуатацию своих наружных систем водоснабжения из-за отсутствия необходимых технических средств и специалистов, поскольку их основная цель заключается в производстве сельскохозяйственной продукции.

Поскольку предприятия АПК для осуществления эффективной эксплуатации систем водоснабжения вынуждены обращаться к специализированным предприятиям для планирования и минимизации затрат на водоснабжение им необходимо в качестве отдельного элемента затрат выделить выплаты специализированным предприятиям и затраты на выполнение работ по эксплуатации систем водоснабжения собственными силами.

Величина выплат специализированным предприятиям определяется ими самостоятельно и зависит от утвержденных расценок и транспортных затрат, которые в зависимости от удаленности элемента водоснабжения от производственной базы предприятия увеличиваются. Затраты на выполнение работ по эксплуатации систем водоснабжения собственными силами должны рассчитываться исходя из затраты на оплату труда, эксплуатацию технических средств, материалы транспортных и накладных расходов.

Такой подход к формированию себестоимости воды позволит предприятиям АПК снизить затраты на водоснабжение за счет проведения мониторинга цен на работы по технической эксплуатации систем водоснабжения и выбора оптимального исполнителя работ.

## **Повышение инвестиционной функции амортизации**

Гусева Л.П., Штакал В.Ф.

Белорусский национальный технический университет

Рассматривая внутренний инвестиционный потенциал предприятия, в первую очередь подразумевают размер получаемой прибыли, а затем размер амортизационных фондов. Внутренний инвестиционный потенциал определяет удельный вес отчислений от общей прибыли в фонд накопления предприятия.

Двадцатилетний опыт экономических преобразований в Республике Беларусь не позволил накопить внутренние инвестиционные ресурсы достаточные для обновления основных фондов белорусских предприятий. Достиженные в последние годы темпы обновления основных фондов получены в первую очередь за счет кредитов банков. Несмотря на осуществляемую в последнее десятилетие новую государственную амортизационную политику, доля амортизации в объёме внутренних источников финансирования инвестиционной деятельности не увеличилась и составляет в лучшем случае 20-25%.

Проводимые с 01.01.2011 года изменения в амортизационной политике, направленные на повышение инвестиционной функции амортизации и сближение законодательства Республики Беларусь с принципами международных стандартов финансовой отчетности, безусловно, заслуживают положительной оценки.

Вместе с тем необходимо отметить, что данные изменения должны рассматриваться как промежуточные на пути либерализации механизма начисления и использования амортизации. Главной проблемой, на наш взгляд, является определение сбалансированности интересов государства и собственников предприятия, что определяется, в первую очередь, выбором механизма начисления (свободное или нормативное) и использования (свободное или регулируемое).

Исключение из инструкции по амортизации механизма формирования и использования амортизационных фондов не должно привести к уменьшению амортизационных отчислений используемых в качестве источника финансирования инвестиций. С этой целью на предприятиях целесообразно создавать вместо амортизационного фонда инвестиционный фонд, в который направлять кроме прибыли и амортизационных отчислений другие внутренние инвестиционные ресурсы. Рассмотренные в статье подходы к совершенствованию амортизационной политики будут способствовать более быстрому решению проблемы воспроизводства основных фондов организаций.

Большакова И.В.

Белорусский государственный университет

Современные системы оптимального управления финансовыми активами разрабатываются в рамках различных модификаций моделей Марковица-Тобина-Шарпа. Базовым в современной теории инвестиций считается предложенный Марковицем подход определения оптимального портфеля активов и пассивов, учитывающий такие характеристики секторов инвестирования как доходность и риск неблагоприятного изменения котировок. С момента выхода работ Марковица-Тобина-Шарпа теория оптимального управления инвестициями оформилась в мощное научное направление с десятками монографий, рядом научных журналов и тысячами статей. Большинство задач портфельной теории есть частные случаи оптимизационных задач распределения ресурсов. Например, в моей работе в модель Марковица-Тобина были добавлены новые дискретные переменные, а квадратичная функция рисков в виду трудности построения исторических рядов данных была заменена ограничениями диверсификации рисков, которые задавали полиматриод, т.е. в портфельной задаче однородный полиматриод (бюджетное ограничение) заменялся полиматриодом диверсификации риска.

Иногда в моделях оптимизации портфеля используют правила теории неопределенности. Так, числовое значение доходности в каждом финансовом секторе может быть заменено нечетким числом, что отразит более реальный характер поставленной задачи. В стандартной модели Марковица риск оценивается в евклидовой метрике (по среднеквадратичному отклонению). Рассмотрены также другие дискретные модели, например, в которых риск оценивается в метрике Минковского, т.е. отклонение есть сумма абсолютных значений. Суть модели в полуабсолютной метрике – выбрать оптимальный портфель так, чтобы минимизировать сумму потерь в неудачные для инвестора моменты времени, а мерой риска в метрике Чебышева служит доход портфеля в самый неудачный период времени исторического ряда.

С математической точки зрения такие оптимизационные модели относятся к классу задач квадратичного программирования с линейными ограничениями или к классу задач линейного программирования с квадратичным ограничением, допускающих при определенных ограничениях явные решения и являющихся к настоящему времени наиболее изученным классом. Расчетные формулы легко и наглядно программируются в компьютерной системе “Mathematica”.

**О взаиморасчетах при монтаже оборудования**

Брудер И.К., Брудер С.Л., Игнатенко Г.Н.

Белорусский национальный технический университет

В соответствии с правилами заключения и исполнения договоров строительного подряда, обязательным условием договора является распределение обязанностей между заказчиком и подрядчиком, в том числе по обеспечению объекта оборудованием. Поставка оборудования, как правило, осуществляется заказчиком. Вместе с тем, условиями подрядных торгов и договором строительного подряда может быть предусмотрено, что комплектация объектов соответствующим оборудованием возлагается на подрядчика. Сметная стоимость оборудования определяется исходя из отпускных цен предприятий-изготовителей на основании сборника цен на оборудование. Стоимость оборудования в текущих ценах оплачивается заказчиком с учетом затрат, связанных с приобретением оборудования и определяется в процентном соотношении от отпускной цены изготовителя в следующих размерах:

стоимость запасных частей - до 2%;

затраты на тару, упаковку, реквизит - до 2%;

транспортные затраты - до 4%;

затраты по комплектации в случае некомплектной поставки - до 1%;

услуги сторонних организаций при их наличии - до 1%;

заготовительно-складские расходы - до 1,2%.

При этом, в случае использования сметного лимита по статье «Оборудование» (11,2% стоимости оборудования) при соответствующем обосновании заказчиком может быть произведена оплата дополнительных расходов, связанных с поставкой оборудования, за счет непредвиденных затрат. Стоимость оборудования, поставленного и смонтированного подрядчиком, включается заказчиком в объем капитальных вложений и не учитывается в выполненном объеме подрядных работ. Такое оборудование оплачивается подрядчику по отдельному счету или включается в справку формы С-3 по монтажу оборудования после определения итоговой стоимости монтажных работ.

При поставке оборудования заказчиком его стоимость в формах С-2, С-3 не учитывается. Базой для начисления и уплаты налогов является не сама стоимость оборудования, а разница между ценой реализации оборудования и ценой его приобретения. Порядок учета оборудования и отражения его в бухгалтерском учете предусмотрен Инструкцией о порядке определения стоимости объекта строительства в бухгалтерском учете.

## Дефектный акт в строительстве

Брудер И.К., Брудер С.Л., Игнатенко Г.Н.

Белорусский национальный технический университет

Дефектный акт составляется для обоснования принятия решения о проведении текущего или капитального ремонта и служит исходным документом для составления сметы на проведение ремонтных работ хозяйственным или подрядным способом.

Акт составляется комиссией, состоящей из руководителя подразделения, ответственного за эксплуатацию обследуемого объекта, представителей технических служб предприятия.

В случае если заказчику известен подрядчик, который будет выполнять работы на объекте, то в состав комиссии может быть включен представитель подрядчика.

Комиссия обследует предполагаемый объект ремонта и фиксирует в дефектном акте все установленные при визуальном обследовании недостатки состояния объекта.

Исходя из установленных дефектов, их места нахождения, площади и объема, комиссия принимает решения об объеме, сроках и видах предполагаемых работ, необходимых для устранения выявленных недостатков.

При проведении предприятием текущего ремонта дефектный акт, составленный согласно сметным нормам и правилам подсчета объемов работ, является достаточным основанием для составления сметы на ремонт. При этом не требуется составления проектной документации, требующей обязательного заключения вневедомственной экспертизы.

В случаях, когда на основании перечня необходимых работ принимается решение о проведении капитального ремонта, дефектный акт является исходным документом для оформления технического задания на проектирование.

Если же дефектный акт составляется профильным предприятием или в состав комиссии входит представитель подрядчика, то в графе «Примечание» указывается номер единичной расценки в соответствии со сборниками ресурсно-сметных норм.

В соответствующих строках дефектного акта в произвольной форме указывается перечень факторов, подтверждающих наличие стесненных и усложненных условий производства работ и особенности технологии ведения работ с применением грузоподъемных механизмов, электрических люлек, автовышек и другие сведения, необходимые для определения сметной стоимости работ.



## **Определение стоимости строительства объектов в текущем уровне цен**

Сидоров А.Н., Воробей Л.М.

Белорусский национальный технический университет

В целях внедрения в практику строительства неизменных договорных (контрактных) цен, являющихся наиболее эффективным и действенным механизмом. Министерством архитектуры и строительства Республики Беларусь подготовлен проект Указа Президента Республики Беларусь «О совершенствовании порядка определения стоимости строительства объектов, внесении дополнения и изменения и признании утратившим силу отдельных положений указа Президента Республики Беларусь», которым предусмотрено, что сметная документация на строительство объектов, независимо от источников финансирования, определяется на основании нормативов расхода ресурсов и (или) укрупненных нормативов стоимости строительства объекта, объектов-аналогов.

При этом сметная стоимость строительства объекта утверждается в текущих ценах (на дату начала выполнения строительно-монтажных работ, определяемую заказчиком, с учетом нормативной продолжительности строительства) с применением прогнозных индексов-дефляторов ВВП, утверждаемых в установленном порядке сроком не менее чем на 5 лет.

Также внесен проект постановления Совета министров Республики Беларусь «Об утверждении положения о порядке формирования неизменной договорной (контрактной) цены при строительстве объектов и признании утратившими силу отдельных положений постановлений совета министров Республики Беларусь», который предусматривает формирование договорной (контрактной) цены по результатам проведения торгов (аукционов) ресурсным методом, с применением прогнозных индексов-дефляторов ВВП, утверждаемых в установленном порядке сроком не менее чем на 5 лет.

Учитывая изложенное, Минстройархитектуры рекомендует:

- определение стоимости объектов строительства осуществлять в текущем уровне цен;
- дать указания подведомственным организациям (проектным, подрядным, организациям, выступающим заказчиками) определять и указывать в заключаемых договорах стоимость объекта строительства в текущем уровне цен;
- рассчитывать финансово-экономические показатели по объекту строительства, исходя из его стоимости, определенной в текущем уровне цен.

**Совершенствование системы ценообразования в строительстве.  
Опыт ФРГ**

Мартынов С.А.  
НИАП «Стройэкомика»

В Германии используется основной вариант сравнительного подхода, а именно анализ реальных результатов состоявшихся подрядных торгов по объектам строительства или отдельным видам работ, сходным с предполагаемой строительной продукцией, т.е. анализ первичного рынка подрядных работ. Такой анализ осуществляется на разных уровнях – как по объектам в целом, так и по составляющим элементам (структура DIN 276), и по видам выполняемых работ. Единая иерархическая 3-х уровневая структура ценовых групп-подгрупп позволяет проводить сравнительный анализ, как приблизительный, так и более детальный, осуществлять выбор аналогичного объекта, не добиваясь полного сходства параметрических характеристик. Разукрупнение по ценовым подгруппам DIN и видам работ, позволяет точно определить стоимость отдельных элементов, взятых из ценовых сборников по разным аналогичным объектам, и «сконструировать» стоимость нового строящегося объекта, опираясь не на нормативы в базисном уровне цен, а на данные о реальной рыночной стоимости таких элементов. Влияние фактора времени удается учесть наличием постоянно действующего мониторинга ценовой информации о построенных объектах и заключенных контрактах.

Сравнительные методы комбинируются с методами затратного подхода. При этом основным является метод разбивки по компонентам, когда стоимость всего здания рассчитывается как сумма стоимостей его отдельных строительных компонентов – фундаментов, стен, перекрытий и т.п. Разбивка по компонентам в Германии происходит по ценовым группам 300 и 400 согласно DIN 276 и 277, а так же по видам работ. Перспективность применения сравнительных методов ценообразования в строительстве очевидна. Главные преимущества – формирование стоимости на основе актуальной рыночной информации; относительно не высокая трудоемкость определения цены нового объекта, её соответствие реальной рыночной конъюнктуре. Для использования такого подхода требуется организация мониторинга ценовой информации о построенных объектах и формирование их банка данных. Следует разработать единую методологическую систему технико-экономических параметров объектов строительства и дать их точное определение. После этого, составить структуру ценовых групп и подгрупп (компонентов), по которым будет рассчитываться стоимость каждого строительного объекта.

**Организация строительства  
и управление  
недвижимостью**

**Формирование энергосберегающих организационно-технологических решений**

Лозовский А.А.

Белорусский национальный технический университет

Проблема рационального использования топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) остается актуальной на протяжении уже нескольких лет. В настоящее время потенциал энергосбережения в строительстве оценивается достаточно высоким. Энергосбережение в строительном производстве позволит сократить расход ТЭР, снизить энергоемкость строительных работ и повысить энергоэффективность строительства в целом. Работа в этом направлении должна проводиться комплексно, учитывая особенности строительного производства и основываться на инновационных подходах. Методы системотехники позволяют детально исследовать сложный процесс энергопотребления в строительном производстве, рассматривая и анализируя его как систему с оптимизацией по заданным критериям эффективности. Используя системотехнический подход можно выделить комплекс энергосберегающих организационно-технологических мероприятий, реализуемых на всех стадиях инвестиционного цикла:

- группа М1 — мероприятия, реализуемые при выборе объемно-планировочных и конструктивных схем объектов строительства;
- группа М2 — мероприятия, реализуемые при календарном планировании строительства объектов;
- группа М3 — мероприятия, реализуемые в процессе организационно-технологической подготовки строительства;
- группа М4 — мероприятия, реализуемые в процессе производства строительных работ;
- группа М5 — инновационные мероприятия;
- группа Мп — прочие мероприятия.

Энергосбережение в строительном производстве можно проводить за счет формирования и реализации плана энергосберегающих мероприятий. Для каждого конкретного строительного объекта и организации в целом выбор энергосберегающих организационно-технологических решений, включенных в план, должен осуществляться на основе результатов энергетического обследования — энергоаудита. Неотъемлемой частью работы по повышению энергоэффективности строительных работ является мониторинг расхода ТЭР, который позволяет выявить факторы нерационального расходования энергоресурсов, установить их причину и определять удельный расход ТЭР, выраженный в количестве условного топлива отнесенного к измерителю продукции (кг у. т. / УЕ СМР).

Лозовский А.А.

Белорусский национальный технический университет

Современная система управления недвижимостью в Беларуси имеет ряд своих особенностей и причин, усложняющих данную деятельность. Одна из главных проблем развития системы управления недвижимостью связана с законодательной базой, регулирующей рыночные отношения в сфере недвижимости.

Одна сторона проблемы заключается в несовершенствовании управления недвижимостью местными органами власти. Местные исполкомы разделяют функции, как собственника объекта недвижимости, так и законодательного органа, регулирующего деятельность в сфере недвижимости. Другая состоит в том, что местные органы власти осуществляют свою хозяйственную деятельность по управлению недвижимостью в рамках ограниченности правового поля. В настоящее время пока еще не создан четкий механизм взаимодействия и взаимоувязки хозяйственных и административных функций муниципальных служб.

Действующее законодательство, в т.ч. Земельный кодекс Республики Беларусь не способствует обеспечению эффективного управления земельным фондом местными органами власти: в соответствии со статьей 20 Земельного кодекса Республики Беларусь, перечень прав, предоставленных исполнительным и распределительным органам г. Минска, является достаточно ограниченным и не отвечающим требованиям развития рыночных отношений. Как свидетельствует мировой опыт, одним из главных условий повышения эффективности управления в т.ч. и недвижимостью является децентрализация управленческих функций. Система регулирования земельных отношений низшего (местного) уровня на высоком (правительственном) уровне не обеспечивает достижения требуемых показателей. Государственное управление недвижимостью не позволяет реализовать весь потенциал от ее использования. Для улучшения существующего климата в области управления недвижимостью необходимо создать нормальные конкурентоспособные условия для развития других форм собственности и управления объектами недвижимости. Это позволит выявить наиболее оптимальные варианты собственности и управления недвижимостью для различных объектов, создаст необходимые предпосылки для улучшения качества оказываемых услуг, что позволит эффективно реализовать свои интересы и гарантии защиты их прав и собственности.

Гушель О.И.

Белорусский национальный технический университет

Мотивация сотрудников является одним из самых главных вопросов руководителей и менеджеров по персоналу.

Создавая систему мотивации сотрудников организации, важно решить, что должно стать основой - опорой на систему поощрений или наказаний. Становится очевидным, что компании, которые разработали и внедрили систему штрафных санкций при минимуме поощрений, переживают определенный кризис. Даже опытные психологи, а не только руководители, не могут спрогнозировать поведение наказанного сотрудника. По мнению специалистов, в 96 % случаев наказывается не тот, кто это заслужил. Основные проблемы в строительстве - плохо организованное рабочее место, низкий уровень планирования работ, применение устаревшего оборудования, несовершенство нормирования труда и т.д. И устранение этих недостатков - задача руководителей, а не исполнителей.

В строительных организациях в основном применяются экономические и нематериальные стимулы. Однако существующий зачастую субъективизм в оценке результатов работы сотрудников (отсутствие количественных показателей такой оценки, а также стимулирование личной преданности) делает иногда зарплату демотивирующим фактором. По данным "ЦНИИпроект" (РФ), сотрудничающим с более, чем 490 организациями, значительная часть увольнений по собственному желанию (более 65%) связаны с не сложившимися отношениями с непосредственным начальником, который абсолютно не владеет навыками мотивационного управленческого общения. В соответствии с "теорией когнитивного диссонанса", если заставить работника силой выполнять нужную для организации работу, его действия не будут эффективными. По некоторым оценкам собственные цели 89 % работников не имеют ничего общего с целями организации.

Для создания среды, в которой работнику выгодно будет достигать целей организации, необходимо научиться использовать мотивационное руководство, оплату, как основной побудительный механизм. Кроме того целесообразно составить карту показателей, которые нужно достичь. Для каждого показателя следует установить плановый (в соответствии с планом) и базовый уровень - значение, начиная с которого идет выплата мотивационной составляющей.

**Оценка научно-технического развития уровня автоматизированных систем управления как мера эффективности создаваемых систем**

Пикус Д.М., Минеев Р.А.

Белорусский национальный технический университет

Известно, что автоматизированные системы управления (АСУ) могут иметь различные структурные характеристики, такие, как степень централизации, степень специализации, характеризующие эффективность АСУ, и такие, как экономическая эффективность, надежность, оперативность, научно-технический уровень (НТУ).

Большое значение имеет показатель научно-технического уровня, который представляет интегральную оценку соответствия качества АСУ поставленным задачам ее функционирования или выявленным тенденциям научно-технического прогресса и определяется следующими взаимосвязанными показателями: уровнем организации производства и труда предприятия - объекта автоматизации; системотехническим уровнем обработки данных; уровнем охвата автоматизацией задач управления и уровнем экономического потенциала системы.

К основным целям оценки НТУ АСУ относят: получение прогнозируемых оценок развития АСУ; планирование уровня системы; управление процессом разработки и внедрения; оценка эффективности функционирования; определение направления дальнейшего развития.

Под оценкой научно-технического развития уровня АСУ, как меры эффективности создаваемых систем, понимают процесс выбора стратегии развития автоматизации и степень выполнения АСУ своего основного назначения в зависимости от видов и перспективности используемых ресурсов, что имеет большое значение для планирования и управления разработкой и внедрением АСУ. А сам показатель оценки уровня АСУ выражается в баллах от 0 до +10 и получается в результате определения показателя системотехнического уровня путем последовательного суммирования балльных оценок факторов, взятых с соответствующими весами, умножения его на показатель, оценивающий экономический уровень, и суммирования с показателями уровня охвата автоматизацией задач управления, уровня использования трудовых ресурсов и уровня качества продукции.

Выявленная важность показателя научно-технического уровня АСУ определяет необходимость его расчета, что послужит получению оценки развития, эффективности функционирования и определения направления дальнейшего развития АСУ – программного комплекса для определения затрат в строительстве (ПК "SMR-W"), разработанного в НИЛ ИнТС.

**Аспекты организации технологической и производственных практик студентов**

Игнатенко Г.Н.

Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Организация строительства и управление недвижимостью» СФ все виды практик студентов (ознакомительная, технологическая, производственные, преддипломная) организуются и проводятся в соответствии с «Положением о порядке организации, проведения, подведения итогов и материального обеспечения практики студентов высших учебных заведений Республики Беларусь» утвержденных Постановлением СМ Республики Беларусь от 03.06.2010г. № 860.

Продолжительность и содержание практик регламентируются разработанными кафедрой программами, учитывающими требования законодательства, образовательных стандартов высшего образования, типовых учебных планов, учебных планов по специальностям.

Практика студентов по кафедре организуется на основании договоров, заключаемых с организациями Республики Беларусь независимо от их формы собственности, соответствующими профилю специальности. Основными местами практики являются строительные организации г. Минска: (МАПИД, тресты № 1, 4, 7, 35 и др.). Всеми видами практик по кафедре охвачено порядка 320 студентов ежегодно.

Организация и проведение практики включает подготовку методического обеспечения, выдачу индивидуальных заданий, определение (поиск мест) мест практики (что весьма затруднительно при индивидуальном характере практики) заключении договоров, проведении вводного инструктажа по ТБ, прием дифференцированного зачета по практике.

На весь комплекс мероприятий по проведению производственной практики предусмотрено 2 часа учебной нагрузки на студента, что исключает действенный контроль сотрудниками кафедры за прохождением практики студентами.

Положением предусматривается участие служб университета (УМУ, факультета) в организации и проведении практики.

На деле это участие сводится к визированию и подписанию приказа о направлении на практику, подготовленного кафедрой.

Утвержденный ректоратом норматив определен на группу и не учитывает организационно-производственной структуры строительства, а, следовательно, и индивидуального характера (один студент - один объект) мест практики студентов строительного профиля.



**Некоторые проблемы разработки и применения  
организационно-технологической документации  
и снижения затрат энергоресурсов**

Зайко Н.И.

Белорусский национальный технический университет

Предметом исследования является эффективность разработки и применения организационно-технологической документации в современных условиях с целью снижения затрат энергоресурсов.

Многими исследователями решение проблемы снижения затрат энергоресурсов, как правило, в основном сводится к поиску путей, обеспечивающих экономию только электрической энергии.

Но, по большому счету, под энергоресурсами следует понимать всю совокупность материальных ценностей, обеспечивающих работу транспорта, строительных машин и механизмов и создающих нормальные условия для работников и выполнения работ (нефть и вся продукция переработки нефти, газ и продукция из него, вода, электроэнергия, тепловая энергия, дрова, торф, и многое другое).

Известно, что доля затрат на эксплуатацию строительных машин и механизмов, транспорта в общей сметной стоимости строительства объектов может достигать до 20% (из которых до 5% затраты на энергоресурсы), а учитывая, что общий годовой объем по республике около 5–6 млрд. \$ (в том числе примерно 300 млн. \$ затраты на энергоресурсы), то актуальность решения проблемы снижения энергоресурсов на этапе строительства объектов не вызывает сомнения. Важнейшим направлением поиска путей снижения затрат энергоресурсов в строительном производстве является совершенствование методологических приемов и подходов к разработке организационно-технологической документации на строительство объектов.

Достижение надлежащего уровня календарного планирования и организации строительной площадки является комплексной проблемой. Ее решение зависит от состояния нормативно – методической базы, своевременной и качественной проектной и организационно технологической подготовки строительства, включая разработку проектов организации строительства (ПОС) и производства строительных работ (ППР).

Строительство во всем мире, в том числе и в республике Беларусь, регламентируется системой нормативных документов, предопределяющих весь процесс разработки необходимых для осуществления строительства документов и сам ход строительства объектов.

**Статистическое регулирование качества изготовления  
строительных конструкций**

Максвитис Г.Э.

Белорусский национальный технический университет

Методическим средством статистического регулирования качества конструкций являются контрольные карты, с помощью которых отражаются процессы выполнения производственных операций.

Для оценки качества изделий могут использоваться два вида контрольных карт, которые составляются по неизмеримым и измеримым признакам параметров качества.

Процесс построения контрольных таблиц частот дефектов согласуется с анализом технологического режима выполненных производственных операций. Исходными материалами статистического регулирования качества являются результаты текущего или оперативного обследования строительных конструкций и соответствующих элементов производства.

Методически таблицы частот составляются в следующем порядке:

1. С помощью аналитической группировки выполняется разбиение накопленных значений на упорядоченные классы дефектов, близких по размерности. Объем выборки охваченных обследованиями принимается с учетом конкретных производственных условий и ограничивается по времени кратным одной смене.

Длина ( $d$ ) и число ( $k$ ) интервалов градации результатов измерений задается в зависимости от общего количества выявленных дефектов ( $n$ ) и размаха измерений ( $R$ ).

2. Наносятся штриховые отметки, соответствующие абсолютной частоте выявленных измерений по каждому интервалу и заполняются массивы относительных данных.

3. По стандартным зависимостям математической статистики для каждой серии обследований качества определяются средние размеры дефектов, среднеквадратичное отклонение, а также верхняя и нижняя границы контрольной области возможного колебания средних значений.

4. К серийным таблицам частот дефектов составляются содержательные таблицы (описания) технологического режима изготовления конструкций.

5. По согласованным данным таблиц частот и технологических таблиц принимаются меры, направленные на регулирование производственных процессов изготовления конструкций.

**Особенности проведения подрядных торгов на территории  
Республики Беларусь**

Штурбина Е.В.

Белорусский национальный технический университет

Основной целью проведения подрядных торгов является обеспечение эффективного расходования средств республиканского и (или) местных бюджетов, государственных целевых бюджетных фондов, государственных внебюджетных фондов, внешних государственных займов и кредитов банков Республики Беларусь под гарантии Правительства Республики Беларусь, а также устранения возможных нарушений при организации закупок для государственных нужд.

В Республике Беларусь практика проведения торгов начала внедряться в 90-х гг. прошлого столетия. Принятый в 1998 г. Гражданский Кодекс Республики Беларусь содержит общие нормы, относящиеся к общим правилам конкурсного размещения заказов: понятия и виды торгов, организаторы торгов (ст.417); порядок организации и проведения торгов, заключение по их результатам договора (ст.418); последствия нарушения правил проведения торгов, т.е. признания их недействительными (ст.419). В последующие годы законодательство о торгах развивалось с учетом приведенных общих норм, содержащихся в Гражданском Кодексе.

Организация и проведение подрядных торгов на объекты, работы, услуги и товар порождают много вопросов, которые до настоящего времени не разрешены. Во-первых, объективная оценка конкурсных предложений претендентов при определении победителей подрядных торгов. Во-вторых, проведение мониторинга для объективной оценки претендентов с учетом предыдущего опыта и объективного отражения исходных данных. В-третьих, качество и сроки разработки проектной документации, при которых иногда невозможно получить оптимальное проектное решение и качественную документацию, без чего вряд ли можно рассчитывать на победу в подрядных торгах.

Положение о проведении торгов распространяется как на государственных заказчиков, так и на других юридических лиц, на конкурсной и договорной основе наделенных правами размещения подрядных заказов на закупки (услуги) для государственных нужд.

Размещение заказов на торгах должно обеспечивать справедливую конкуренцию. В связи с этим, лица, имеющие статус участника подрядных торгов, не должны иметь непосредственную организационно-правовую и финансовую зависимость друг от друга, выраженную в форме актов учредительства, финансового участия.

**Развитие системы технических нормативных правовых актов  
в Республике Беларусь**

Трушкевич А.И.

Белорусский национальный технический университет

Архитектурная и градостроительная деятельность регламентируется законодательством Республики Беларусь, государственными нормами, правилами и стандартами, устанавливающими требования к проектированию, проведению инженерных изысканий, строительномонтажных работ, эксплуатации зданий и объектов инженерной инфраструктуры. Совокупность взаимосвязанных технических нормативных правовых актов (ТНПА) по всем направлениям строительной деятельности отражена в Национальном комплексе технических нормативных правовых актов в области архитектуры и строительства.

Важнейшие цели развития системы ТНПА:

- приведение нормативного обеспечения всех этапов жизненного цикла строительной продукции к современным требованиям, например, разработка технических кодексов установившейся практики взамен действовавших десятилетия СНиП и СНБ в организации проектирования и строительства, в определении продолжительности строительства и т.д;
- разработка нормативных документов, обеспечивающих проектно-строительную деятельность в рамках Таможенного союза и ЕврАзЭС.

Перед отечественной строительной отраслью стоит задача интеграции в мировую и в первую очередь европейскую экономику. С этой целью для сближения практик проектирования и строительства, принятых в Беларуси и Евросоюзе, с 2010 г. вводятся нормы и стандарты проектирования, идентичные европейским, получившим название Eurocodes. Открывается путь в нашу республику западного инвестора, проектировщика и строителя, которые смогут работать у нас без ограничений и повышается конкурентоспособность наших товаров и услуг.

Для обеспечения безопасности и качества возводимых зданий и сооружений в 2010 г. был принят Технический регламент Республики Беларусь «Здания и сооружения, строительные материалы и изделия. Безопасность» (ТР 2009/013/ВУ). ТР устанавливает требования к сооружениям, проектной документации, строительным материалам и изделиям, а также выполненным строительным работам. Реализация этих требований достигается путем обязательной сертификации. Полная ясность применения ТР будет определена с принятием его новой редакции.

## Применение потокового программирования для задач АСУ в строительстве

Богомолов И.И.

Белорусский национальный технический университет

Современное состояние информационных технологий позволяет успешно решать большинство задач, возникающих при организации и управлении строительным производством. Однако это требует от разработчиков и даже заказчиков программного обеспечения знания основ теории алгоритмов, графов и потоках в сетях.

Большинство из известных оптимизационных задач были сформулированы в терминах линейного программирования. Они были успешно решены еще до широкого применения компьютеров. Но практика показала, что эти задачи удобней и целесообразней формулировать в терминах распределения потоков на графах. Это объясняется, прежде всего, повсеместным использованием вычислительной техники для решения этих задач, а также последними достижениями в теории вычислительных потоковых методов. Алгоритмы решения, на основе этих методов, легко переносятся на язык ЭВМ. Эти алгоритмы во много раз производительнее (чем алгоритмы на основе линейного программирования), что позволяет решать реальные производственные задачи практически любой размерности. Здесь может возникнуть вопрос: «Ведь алгоритмы уже написаны, их можно использовать, зачем нам вникать в их суть?». Ответ очевиден – ни один метод не может быть использован в «чистом» виде для практических нужд. Например, сетевые транспортные модели, благодаря своим универсальным свойствам, могут легко выйти за границы линейных, если, скажем, нужно учесть реальный порядок оплаты транспортных услуг, которые за своей природе нелинейны. а для адаптации метода нужны твердые знания на уровне построения сетей, а на их основе и алгоритмов.

Другими важными ответвлениями задачи о потоке минимальной стоимости являются задачи о кратчайшем пути и максимальном потоке. Классический поиск кратчайшего пути может быть легко дополнен сравнением затрат на авто- и железнодорожные перевозки. Задача о максимальном потоке, помимо поиска критического пути, может легко дополниться специфическими ограничениями конкретной организации.

Автору удалось довести указанные задачи потокового программирования до реальных программ в СУБД и внедрения их на производстве.

## Роль календарного планирования и плановой дисциплины в сокращении сроков строительства

Сеничева Ж.Ф.

Белорусский национальный технический университет

Календарные планы в современном строительстве выполняют ряд функций: определяют технологическую последовательность выполнения работ; устанавливают сроки их выполнения; координируют работу всех исполнителей; на их основе планируется потребление и поставка всех ресурсов; являются инструментом контроля за ходом ведения работ и анализа сложившейся ситуации. В результате анализа принимаются оперативные управленческие решения.

Наиболее эффективным является применение сетевых графиков, т.к. они четко устанавливают зависимости работ, сроки их начала и окончания (в линейных графиках эти сроки «плавающие», не закрепленные зависимостями).

Анализ практики последних лет показывает, что в погоне за сроками строительства объекта часто работы ведут с отступлением от календарных планов и нарушением технологической последовательности выполнения работ. Например, выполняют штукатурные работы параллельно с возведением коробки на данной захватке до того как выполнены кровельные работы, столярные и черновые специальные работы. Это ухудшает качество штукатурных работ, т.к. они подвергаются воздействию осадков и колебанию температур, что в свою очередь снижает потребительские свойства строительной продукции на стадии эксплуатации (возникновении грибка и др.) Ресурс сокращения сроков строительства лежит в строгом следовании календарным планам, как это принято в мировой практике, в сокращении внутрисменных и целосменных постоев, в четкой организации производства, т.е. в плановой дисциплине. Конечно, качество разработки календарных планов зависит от квалификации и опыта разработчиков. В настоящее время, когда есть ограничения некоторых ресурсов (например, цемента) важна оптимизация графиков не только по критерию «время», а также по ресурсам - материалам, денежным средствам. Календарные графики можно корректировать в ходе строительства по выдвигаемым критериям и следовать им.

Необходимо менять отношение исполнителей к плановым документам как к строго регламентирующим ход выполнения работ. Это повысит качество создаваемой продукции и позволит соблюдать установленные сроки строительства.

**Стратегия развития инновационной деятельности при реализации программ жилищного строительства в Республике Беларусь**

Юрковец А.В.

Белорусский национальный технический университет

Инновационная деятельность предприятий строительного комплекса Республики Беларусь должна быть ориентирована на научно-технический прогресс, использование его результатов для повышения эффективности создания строительной продукции.

На современном этапе экономического развития особое внимание уделяется повышению уровня комфортности и эксплуатационных характеристик жилья. Проектно-планировочные параметры жилья приблизились к некоторому рациональному уровню. Так, в Минске возникла необходимость в модернизации строительства крупнопанельных 5—19-этажных многосекционных домов по типовым проектам (серии: М-464, М-111-90).

В строительстве процесс трансфера технологий обладает специфическими особенностями, обусловленными необходимостью его организации на двух уровнях. Первый уровень трансфера обеспечивает процессы перестройки внутри одной системы строительного производства. При этом инновационное изменение первоначально возникает в одном из звеньев технологической цепочки, например, изготовление монолитных эркеров.

В дальнейшем возникает необходимость распространения инновации в силу технологической зависимости на другие звенья одного предприятия. Второй уровень трансфера вызван необходимостью распространения инновации для использования другими предприятиями, производящими такую же строительную продукцию.

Основной целью внедрения инноваций являются повышение уровня качества строительства, снижение издержек при создании и эксплуатации строительной продукции, что невозможно без использования прогрессивных технологий и объемно-планировочных решений.

Учитывая тенденции развития жилищного строительства в Республике Беларусь, при формировании инвестиционных программ на период до 2015 г. необходимо в общем объеме строительства жилья в крупных городах республики увеличить долю каркасного домостроения, что обосновано результатами, полученными при проведении SWOT-анализа технико-экономических показателей несущих каркасов зданий для различных известных конструктивных схем на указанный период.

## Некоторые аспекты оценки эффективности проектов коммерческой недвижимости

Юрковец А.В.

Белорусский национальный технический университет

В последнее время в Республике Беларусь интенсивно развивается рынок коммерческой недвижимости: строятся бизнес-центры различных классов, торгово-развлекательные центры, логистические терминалы и другие аналогичные объекты. При разработке проектов на стадии анализа наиболее эффективного использования (НЭИ) объектов недвижимости коммерческого класса важным моментом является определение критериев эффективности, таких как: чистый дисконтированный доход, внутренняя норма доходности, срок окупаемости, индекс доходности. К сожалению, в белорусской практике оценки вопросу анализа НЭИ уделяется недостаточное внимание.

В большинстве практических оценок недвижимости, существующее использование принимается за НЭИ, что приводит к значительным ошибкам в определении стоимости. Трудности корректного применения расчета НЭИ обусловлены также не развитостью информационных баз и аналитических исследований применительно к рынкам коммерческой недвижимости, что приводит в некоторых случаях к неоправданным финансовым потерям при проектировании и строительстве объектов. Наиболее приемлемым методом проведения оценки эффективности проектов коммерческой недвижимости является анализ чувствительности. Цель анализа – установить уровень влияния отдельных варьирующих факторов на финансовые показатели инвестиционного проекта. Его инструментарий позволяет оценить потенциальное воздействие риска на эффективность проекта.

При анализе чувствительности инвестиционные критерии определяются для широкого диапазона исходных условий. В ходе исследования чувствительности проекта обычно целесообразно рассматривать такие параметры, как: цена продукции (услуги), темп инфляции, объем инвестиций, переменные и постоянные издержки, процентная ставка по кредиту и др. При этом, оценка чувствительности проекта начинается с наиболее важных факторов, которые соответствуют пессимистическому и оптимистическому сценариям. Только после этого возможно установить влияние изменений отдельных параметров на уровень эффективности проекта. Таким образом, при оценке проекта коммерческой недвижимости анализ чувствительности - основной фактор.



## Влияние проектных решений на возведение и эксплуатацию жилых зданий

Минеев Р.А., Пикус Д.М.

Белорусский национальный технический университет

Каждое здание или сооружение представляет собой сложный и дорогостоящий объект, состоящий из многих конструктивных элементов, систем инженерного оборудования, выполняющих определенные функции и обладающих установленными эксплуатационными качествами.

Как известно, здание или сооружение от “идеи до ключа” имеет четыре основных этапа: проектирование, строительство, техническую эксплуатацию в течение его жизненного цикла и его ликвидацию. Каждый этап имеет влияние на последующий с определенной степенью воздействия, причём на техническую эксплуатацию самый значительный. Неверно принятое проектное решение в части применения тех или иных строительных материалов, конструкций, изделий; расчет конструктивных схем, непродуманные принятые технологические и организационные решения при возведении здания, приводят к возникновению существенных дефектов и к нарушению эксплуатационных характеристик жилых зданий.

К основным причинам систематических дефектов необходимо отнести использование некачественных материалов либо использование материалов не по назначению. Не принятые во внимание инженерные изыскания, климатические условия, ориентация по сторонам света, техногенные воздействия, прогноз по изменению режима грунтовых вод приводят к ухудшению эксплуатационных характеристик жилых зданий. Недоработки такого типа являются следствием недостаточных познаний нормативных требований и ограниченность в финансировании либо стремление к удешевлению того или иного объекта, что приводит к достаточно быстрому несоответствию к нормативным требованиям эксплуатации здания. Кроме того, зачастую отсутствие регулярных осмотров и принятия мер по устранению несоответствий эксплуатирующими организациями приводит к износу конструктивных элементов и ограждающих конструкций, выходу из строя систем инженерного оборудования.

Осуществление не формальных мероприятий по контролю качества строительных материалов, изделий и конструкций, соответствие размерам, комплектности, техническим условиям, технологически грамотно выполненным отдельным операциям, законченным комплексам работ, что имеет влияние на качество объекта в целом и на его эксплуатационные характеристики.

**Автоматизация работы секретаря  
Государственной экзаменационной комиссии в ходе подготовки  
и проведения Государственного экзамена по специальности**

Пасько Ю.А.

Белорусский национальный технический университет

Предпосылки к автоматизации работы секретаря Государственной экзаменационной комиссии (далее – Секретарь ГЭК) в ходе подготовки и проведения Государственного экзамена по специальности и написанию настоящих тезисов нам представляются следующими:

– значительная доля ручного труда в деятельности Секретаря ГЭК в ходе подготовки и проведения Государственного экзамена по специальности;

– несложная формализация задач, позволяющая выработать алгоритмы действий Секретаря ГЭК с целью реализации некоторых из выполняемых им функций с использованием компьютера;

– заблаговременная наработка на кафедрах (в деканатах) при выполнении иных задач и наличие в электронном виде информации, необходимой для генерирования как необходимых для работы Государственной экзаменационной комиссии (далее – ГЭК) документов, так и отчетных документов ГЭК;

– наличие возможностей офисного программного обеспечения на уровне реализуемых в них функций, позволяющих выполнить предлагаемую автоматизацию работы Секретаря ГЭК (далее – Автоматизация).

Минимальные требования к оборудованию автоматизированного рабочего места Секретаря ГЭК (далее – АРМ):

- компьютер в конфигурации:
  - процессор Pentium III;
  - ОЗУ 256 Мб;
  - HDD 40 Gb.
  - операционная система Windows;
- офисный пакет MS Office 2003;
- принтер любого типа формфактора А4.

Предлагаемое решение позволяет Секретарю ГЭК в течение 2 часов подготовить и вывести на печать уведомления членам ГЭК, оценочные ведомости и протоколы ГЭК в объеме до 100 студентов. Это позволяет своевременно и без нарушения регламента и процедуры выполнения работы экзаменационной комиссии подготовить и оформить отчетные документы.

## **Анализ современного рынка недвижимости в Республике Беларусь**

Земляков Г.В.

Белорусский национальный технический университет

После начавшегося в 2009 г. мирового экономического кризиса белорусский девелопмент оказался в непростой ситуации, возникшей под влиянием кризисных трендов.

В начале 2010 года на рынке недвижимости основными игроками были инвесторы, которые хотели перенять активы, в наибольшей степени подвергшиеся кризису, чтобы либо их перепродать, либо развивать, но с учетом минимальных затрат на вход в проект. Многие пытались решить свои проблемы через схему долевого строительства. Оживить ситуацию на рынке девелопмента во второй половине 2010 года помогла возвращающаяся возможность привлечь в проекты заемные ресурсы – в виде банковских кредитов застройщикам или особых партнерских программ кредитования.

Необходимо отметить, что прошедший 2010 год был непростым и в тоже время стал в знаковым для рынка недвижимости в Беларуси, за это время произошло ряд существенным событий, которые коренным образом изменили подходы девелоперов к реализации проектов и поведение покупателей.

Со стороны покупателей, несмотря на то, что главным критерием выбора по-прежнему осталась цена, существенно выросло значение и понимание качественных преимуществ объекта. Сегодня покупателю есть из чего выбрать на рынке недвижимости, и он в своем выборе стал более разборчив, более информирован и более требователен.

Значительные изменения произошли и в поведении девелоперов. Прежде всего, речь идет о более вдумчивом подходе к определению целесообразности различных функций в многофункциональных проектах, соотношению площадей и вопросам финансирования. По-новому девелоперами начали восприниматься вопросы маркетинга и сервиса. Это говорит о повышении профессионализма девелоперов, что, несомненно, позитивно отразится на развитии рынка в целом.

Еще одной важной особенностью развития и управления недвижимостью в Беларуси стало стремление игроков рынка к объединению. Так, в ноябре 2010 года была озвучена идея о необходимости создания Ассоциации застройщиков. Ее основная задача развитие социального партнерства государства и бизнеса в области решения вопросов, связанных с реализацией проектов на рынке недвижимости.

# **Архитектура зданий и сооружений**

**Архитектура банковских зданий в Беларуси**

Сергачев С.А.

Белорусский национальный технический университет

В предреволюционные годы развитие экономики и увеличение объемов денежных операций потребовали строительства нового для Беларуси типа общественных зданий – банковских: Витебский и Могилевский поземельно-крестьянские банки и др. В стилевом отношении они ориентированы на использовавшиеся тогда мотивы модерна, псевдорусского стиля и неоклассицизма, сохраняя в планировке прежнее для административных зданий решение – коридорную схему.

Архитектура авангарда сделала банковские здания объектами, где архитекторы смогли реально экспериментировать. Среди первых объектов авангардного направления в архитектуре советской Беларуси были здания Белкоммунбанка и Госбанка в Минске, отделения Госбанка в Дзержинске и др. Ведущими композиционными элементами в банках стали пространства операционных залов, позволявшие реализовывать финансовые операции фактически с демонстрацией массовости клиентуры. В западных областях Беларуси в 1920–30-е гг. в архитектуре банков проявления авангардных направлений (Гродно) реализовывались параллельно с неоклассической стилистикой (Пинск, Брест, Барановичи).

Архитектура банков послевоенного времени, в частности Белорусского республиканского банка в Минске, развивая сложившиеся планировочные схемы, все же в большей мере стремилась соответствовать представлениям о монументальности и торжественности.

Внимание к архитектуре банковских зданий сохранялось и в последующем, так как учитывалась значимость их представительской функции. Здание “Белвнешторгбанка” в Минске, в котором впервые в белорусской архитектуре реализована тема атриума, раскрывавшего коммуникационные пространства, было признано в числе лучших достижений советской архитектуры 1980-х гг. Стремление лидировать поддержано в 1990–2000-е гг. архитектурой многих новых зданий банков: “Минсккомплексбанк” и “Минскбизнесбанк” в Минске и филиал “Приобранка” в Лиде, банки по ул. Мицкевича в Гродно, в Щучине, здания “Приорбанка” в Могилеве и Пинске и др. Современные направления развития архитектуры банковских зданий Беларуси также ориентированы на поиск оригинальных решений, которые должны реализовать новые технологии банковского дела, новые стилевые художественные направления, инновационные возможности современных строительных технологий и новое отношение к банковскому делу общества.

**Архитектура технологии High-end**

Гаврикова Г.М.

Белорусский национальный технический университет

Когда речь идет о высоких технологиях, имеются в виду информационные технологии на базе числа наноуровня.

Технологии High-end базируются на погружении численных технологий в модельный процесс, то есть определяются методы и средства решения поставленных задач в среде единого структурного закона формализации информации. Логика соотношения числа и графика обеспечивают бесконфликтное погружение поставленной задачи в численное поле. В этих условиях создается совмещенный алгоритм операционного процесса с технологическим выходом реализации в пределах значений  $10^{-30} \leq \text{ТП} \leq 1030$ , где ТП – это технологический потенциал оперирования. Тогда технологии разработки Soft-продукта становятся технологиями его реализации.

Эволюционный процесс преобразования алгоритма в совмещенной среде оперирования определяет переход математических абстракций в область архитектурного формотворчества, что позволяет управлять циклическим процессом взаимодействия  $n$ -мерных аппроксимированных многообразий в конкретных условиях функционирования архитектурного объекта. Психология архитектурного творчества реформирует математические аналоговые системы в эстетически полноценный информационный продукт.

Отсюда зодчество как система начинает работать на качественное расширение человеческого сознания востребованием эстетической информации. Это случай, когда художественная интуиция раскрывает сложный математический код.

И еще факт, не менее важный для исследователя, факт эстетического освоения информационного поля. Сигнально-настраивающий фон процесса формализации информационной массы из ориентированных конечномерных многообразий психологически квалифицируется и генетически определяется как чувство природной красоты.

Здесь и только здесь необходимо искать средства выражения формальной красоты как осмысленного творчества Совершенства. Творчество – это, в первую очередь, осмысленный имплицативный процесс получения тавтологического результата. Тавтологичный результат характеризуется стационарностью, тогда эволюция самоподобного преобразования идеи, концепции приобретает характер самосовершенствования.

## Теоретические воззрения Иосифа Лангбарда

Чернатов В.М.

Белорусский национальный технический университет

Среди выдающихся мастеров белорусского искусства XX в., кю уникальными архитектурными произведениями внес весомый вклад в становление и развитие архитектуры Беларуси, наиболее известен И. I Лангбард (1882–1951). Исключительность его состоит в том, что он замечательный зодчий, новатор-практик, выдающийся педагог. И как показывают новые архивные открытия – теоретик архитектуры.

Возможно, что первые шаги, направленные на сохранение своеобразия национального белорусского искусства и архитектуры, уже отчетливо прослеживаются в его письме на имя председателя Союза архитекторов БССР Воинова А.П., датированном 1942 г. В этом послании зодчий излагал свою точку зрения на проблему архитектурно-художественной деятельности в Беларуси на послевоенный период.

В 1947 г. И. Лангбард, готовясь к IV конференции Союза архитекторов БССР, подготовил доклад на тему «Архитектурное наследие Белоруссии по созданию памятников архитектуры, увековечивающих нашу эпоху». В этом докладе мастер в развернутой форме излагал свои теоретические взгляды о путях дальнейшего развития национальной архитектуры – своеобразное завещание зодчего молодым белорусским архитекторам.

С момента написания доклада прошло более полувека, однако многие положения не устарели и в настоящее время. В круг интересов И. Лангбарда входило архитектурное прошлое Беларуси, отсеченное и забракованное в 1930-е годы. Зодчий активно взялся за «разминирование», реабилитацию осужденного на забвение национального архитектурного наследия. При этом он уловил позитивные подвижки возрождения культурно-исторических традиций.

Одной из особенностей белорусской архитектуры является то, что в Беларуси было крайне ограничено разнообразие строительных материалов, и это непосредственно отразилось на развитии форм белорусской архитектуры. Теоретический материал доклада способствовал информационному расширению «банка данных» о национальном архитектурном наследии. Доклад так и не был прочитан, однако сохранившиеся архивные материалы по праву являются составной частью художественного наследия великого зодчего, вписавшего яркую страницу в историю мировой и европейской культуры.

## Критерии преемственности в архитектуре при реконструкции

Ситникова И.О.

Белорусский национальный технический университет

Цель любого исследования в области архитектуры – помочь сделать правильный выбор направления проектирования, постановки творческих задач в специфических условиях сочетания исторических и современных архитектурных форм в целях достижения единства и гармонии архитектурного облика площади, улицы, квартала.

Преемственность – принятие чего-либо от кого-либо и решение вопросов преемственности в архитектуре – от общего к частному: от выявления роли и значения здания в ансамбле – к выбору направления реконструкции.

Главной эстетической задачей реконструкции в исторических зонах наших городов является преемственное развитие гармонии и выразительности архитектурного облика, неповторимости и своеобразия объектов реконструкции.

Каждое здание рассматривается не изолированно, а как элемент системы, внутренние связи которой определяют характер и особенности и композиции, и стилевой специфики архитектурного объекта. Процесс изменения архитектурной системы во времени происходит как за счет различного положения архитектурных объемов и форм в пространстве, так и за счет смены характера архитектурных форм различных эпох.

Отсюда один из основных критериев преемственности:

– сохранение принципа взаимодействия реконструируемого здания в ансамбле. Это значит, что здание если взаимодействовало с другими в ансамбле по принципу, например, активного композиционного взаимодействия, – то этот принцип взаимодействия должен остаться и в проектном решении будущего ансамбля. Тогда преемственность в ансамбле соблюдена, иначе – нет.

Следующим критерием преемственности является сохранение морфоструктуры или морфоособенностей здания. Например, надстройки и пристройки должны быть структурно связаны с прежней конструктивной схемы.

Еще одним важным критерием преемственности является сохранение основных стилистических характеристик, т.е. в реконструкции здания остаются «местные» характерные стилистические характеристики, элементы знаковой системы, которые могут находиться как в самом реконструируемом здании, так и в соседствующих зданиях.



**Многоэтажные дома с деревянным каркасом**

Рак Т.А.

Белорусский национальный технический университет

С развитием современных инновационных технологий деревянное домостроения во многих странах постепенно становится нормой многоэтажное деревянное строительство.

Опыт США и Канады, где строительство многоэтажных деревянных домов традиционно, показывает, что деревянный каркас является экономически и экологически целесообразным решением для строительства зданий высотой до пяти этажей. В Европе поворотным моментом в развитии деревянного домостроения стал проект Timber Frame 2000, посвященный исследованию экономической обоснованности строительства многоэтажных деревянных зданий, их долговечности прочности и пожаробезопасности.

Одним из разделов проекта была программа «Многоэтажное деревянное строительство». По этой программе была разработана принципы проектирования легких деревянных каркасных конструкций адаптированных для многоэтажного строительства и удовлетворяющих требованиям пожарной безопасности, звукоизоляции, технологии индустриального производства, ветровой устойчивости, экономии энергии, влагонепроницаемости, архитектурным качествам и сроку службы в северных странах. В 1996-2000 гг. в скандинавских странах было построено 15 экспериментальных жилых домов высотой три-пять этажей.

По результатам проекта и программы экспериментального строительства в большинстве европейских стран были изменены строительные и пожарные нормы и разработаны современные подходы к возведению многоэтажных жилых домов с деревянными конструкциями.

Основные архитектурные особенности проектирования деревянных многоквартирных домов касаются требований по сегментации зданий на отдельные пожарные секции, устройству фасадов с размещением панорамными окнами участков с невоспламеняющимися материалами, применению автоматически закрывающихся огнезащитных окон и жалюзи, использованию фасадных спринклерных систем.

Построенные в Европе в последнее десятилетие многоэтажные жилые дома с деревянным каркасом показали возможности создания разнообразных архитектурно-образных решений. Активное строительство в европейских странах экономичных и экологичных многоэтажных домов с деревянным каркасом показывает необходимость и целесообразности развития деревянного многоэтажного домостроения в нашей стране.

## Особенности развития архитектуры физкультурно-оздоровительных сооружений агрогородков

Горунович Г.В.

Белорусский национальный технический университет

Создано около 1500 сельских поселений нового типа – агрогородков, в которых условия жизни приближены к городским, что несет как положительные, так и отрицательные моменты. Ритм жизни ускоряется, ручной труд заменяется механическим, а недостаточная физическая активность влияет на здоровье. Оптимальная физическая деятельность благоприятно сказывается на качестве жизни, работоспособности, биологическом возрасте человека, замедляет темпы его старения, а значит, повышает его работоспособность.

Хочется обратить особое внимание на развитие объектов физкультуры и спорта в сельских населенных пунктах. За время реализации программы развития села 2005-2010 гг. в Республике Беларусь было построено физкультурно-оздоровительных объектов: в Гомельской обл. – 73, Минской обл. – 34, Гродненской обл. – 23, Брестской обл. – 21, Витебской обл. – 20, Могилевской обл. – 10. Отремонтировано и реконструировано спортивных объектов: в Минской обл. – 162, в Брестской обл. – 145, в Витебской обл. – 115, в Гродненской обл. – 117, в Гомельской обл. – 115, в Могилевской обл. – 44.

Фактически можно констатировать, что сегодня строительство вновь возводимых объектов не так активно развивается, как ремонт и реконструкция существующих. Объясняется сложившаяся ситуация финансированием, нехваткой разработанных проектов и возможностью быстрого получения результата производя ремонт.

В настоящее время в архитектуре, как в новых оздоровительных объектах, так и в реконструируемых сооружениях, прослеживается тенденция создания минимально необходимых условий для занятий без использования новых прогрессивных планировочных и конструктивных решений.

Сложившаяся ситуация говорит о необходимости создания типологии физкультурно-оздоровительных сооружений для сельских населенных пунктов с учетом различных ситуаций, запросов и региональных особенностей.

Цифры пока еще не говорят о большой динамике развития физкультурно-оздоровительных сооружений в агрогородках, но уже положен кирпичик в фундамент здорового образа жизни на селе.

**Приемы создания информационно-коммуникационного пространства  
для физически ослабленных лиц**

Лазовская Н.А.

Белорусский национальный технический университет

Понятие «информационно-коммуникационное пространство» (ИКП) относительно потребностей физически ослабленных лиц (ФОЛ) обычно рассматривается в контексте «инвалид – компьютер». Безусловно компьютерные технологии открывают новые возможности для реабилитации, получения образования, работы и социализации ФОЛ, в том числе инвалидов (виртуализация рабочих мест, дистанционное обучение, общение), но вместе с тем предметно-пространственное окружение (ФОЛ) оказывается значительно более сжатым, а реальный мир – виртуальным. Неполноценность существующей безбарьерной среды, в том числе систем ориентации и получения информации, ограничивает социальную активность ФОЛ и возможность вести независимый образ жизни.

Предлагается рассмотреть ИКП в триаде «ФОЛ – универсальная архитектурная среда – информация /коммуникация».

Здоровый человек получает информацию при помощи обозначающих предупреждающих и стимулирующих знаков посредством зрения, слуха, осязания, обоняния, вкуса, положения в пространстве. У ФОЛ один или несколько рецепторов могут быть ослаблены или нарушены. Проектирование систем и средств ориентации в пространстве и получения информации должно основываться на принципах универсального дизайна в основе философии которого лежит идея создания среды, продуктов и услуг «полезных всем» и с учетом особенностей восприятия окружающего мира ФОЛ.

Приемы создания ИКП для ФОЛ:

- проектирование комплексной системы информирования (визуальной, звуковой, тактильной) в доступном для ФОЛ формате с использованием технологий (в т.ч. компьютерных), учитывающих разнообразный спектр возможных нарушений;
- использование понятных и/или общепринятых в международной практике знаков и символов, языка жестов, азбуки Брайля, цветового кодирования;
- создание непрерывной системы информирования;
- обеспечение доступности, безопасности, удобства и эффективности при пользовании системами информирования, призванные сократить физическую усталость, напряжение и сэкономить время.

## Процессы формообразования в современной архитектуре

Шайкова О.В.

Белорусский национальный технический университет

В настоящий момент зарождаются новые принципы построения современной архитектуры. Совершенствовать внешний вид и ускорить, а также, облегчить строительство позволяет технический прогресс с множеством новейших материалов и технологий. В данном случае на грани архитектурной этике балансируют важнейшие составляющие процесса формообразования в современной архитектуре:

- это тренд, который стремится полностью соответствовать новым требованиям современной жизни человека, и обуславливается быстрым темпом развития в области строительства и идейным содержанием архитектора с последующим воплощением задуманного в реальность;

- это признание достоинств к реализованным проектам, которые отображают формообразование архитектуры, но не предполагают нарушения в сложившихся принципах;

- это социальный аспект формообразования благоприятной архитектурной среды, который связан с проектированием здорового влияния общества на отдельных его членов путём применения архитектурно-пространственных средств и выражается в чувстве социальной принадлежности;

- это композиционный прием, который отображает развитие идей архитектурного пространства и определяет предварительно такие факторы как динамика восприятия, движение формы, изменение природной и исторической среды;

В более подробном и тщательном изучении о разнообразных направлениях архитектурно-пространственной среды воздействия новых материалов и достижений в области строительства на веками сложившиеся архитектурные правила и в целом на формообразование современной архитектуры.

Путем совершенствования профессиональной деятельности архитектора перспектива развития формообразования архитектуры в XXI веке, будет отображать высоким духовно-содержательным и материальным широтам нашего цивилизованного общества.

Сегодня умение грамотно продолжать архитектурную эволюцию, не разделять объекты современной архитектуры новыми формообразующими, композиционными, стилистическими правилами, является важным в развитии принципов архитектуры.

Грунтуючыся на аналізе і супастаўленні планіровачных схем храмаў мінулага і сучаснага намі прапануецца наступная дыферэнцыяльна-будынкаў царкваў паводле: формы, структуры, кампазіцыі плана, колькасці нэфаў і слупоў.

**Форма плана** сучасных праваслаўных храмаў, а менавіта малітоўныя залы, прадстаўлена 5 асноўнымі тыпамі: 1) квадратны; 2) прамавугольны; 3) крыжовы; 4) круглы; 5) шматвугольны.

У кожнага з тыпаў ёсць адмысловае семантычнае значэнне. Бажыня, якая мае ў аснове крыж, стала асновай для стварэння крыжова-купальнага тыпа храма, які ў найвялікшай ступені канцэнтраваны ў св. багаслоўскую канцэпцыю праваслаўнай царквы.

Асноўную масу культавых пабудоў Беларусі складаюць храмы прамавугольнай, крыжовай і квадратнай формай плану.

**Структура плана** сучасных праваслаўных храмаў дае прыклады 1-2 і 4 і шматчастковых пабудоў. За частку прымаюцца такія планіровачныя элементы як: а) апсіда, малітоўная зала, трапеза, бабінец (асноўныя); б) рызніца, панамарка, хрысцільня і г.д. (дадатковыя).

**Кампазіцыя** планаў сучасных праваслаўных храмаў прадстаўлена двума асноўнымі варыянтамі, цэнтрычным і прадольна-восевым, для якіх характэрна сіметрыя; і адным дадатковым – нерэгулярным, які вылучаецца асіметрычнасцю.

Для цэнтрычнага рашэння ўласціва статычнасць плана і развіццё па вертыкальнай восі. Прадольна-восевую кампазіцыю характарызуюць дынамізм і развіццё па восі захад-усход. Для храмаў з нерэгулярнай кампазіцыяй характэрна экспрэсія, дамінуюць рашэнні з развіццём па вертыкальнай восі.

**Колькасць нэфаў** сучасных праваслаўных храмаў – 1, 3 і 5. Як правіла дадзеная характарыстыка адлюстроўвае геаметрычныя памеры пабудовы ўмяшчальнасць, з павелічэннем якіх узрастае колькасць нэфаў.

Другая, не менш важная якасць, якая ўплывае на колькасць нэфаў – узровень рэпрэзентатыўнасці будынка.

**Колькасць слупоў наоса** сучасных праваслаўных храмаў прадстаўлена 5 асноўнымі тыпамі: бесслуповы, двухслуповы, чатырохслуповы, шасціслуповы, васьміслуповы. Тэндэнцыя павелічэння колькасці слупоў сведчыць аб павелічэнні памераў і колькасці нэфаў храма, пашырэнні структуры.

**Анкетирование как метод оптимизации архитектурной деятельности, направленной на ликвидацию ЧС**

Би Синь

Белорусский национальный технический университет

Анкетирование проводилось через 8 месяцев после землетрясения в провинции Сычуань, отнесенного по установленной в Китае шкале к наивысшему уровню стихийных бедствий. Вопросы анкет ориентированы на оценку эффективности архитектурной деятельности при ликвидации последствий стихийных бедствий (ЛПСБ) и оптимальности примененных архитектурно-конструктивных решений. Респонденты были разделены на две группы: специалисты и пострадавшие. Это позволило оценивать эффективность архитектурных решений, использованных на двух стадиях ЛПСБ: при создании временных лагерей (ВЛ) и объектов в них и в процессе их эксплуатации. Специалисты – представители органов управления архитектурной деятельностью и представители проектных организаций в городах Меньян, Пиндиншань. Анкетирование (респонденты-специалисты) предшествовало натурному обследованию ВЛ, частично (респонденты-пострадавшие) проводилось параллельно с обследованием. Ответы специалистов показали:

- номенклатура зданий и сооружений в ВЛ не всегда соответствовала нормативному документу, определявшему разработку проектной документации;

- здания и сооружения в ВЛ не полной мере соответствуют проектному решению;

- конкретные условия предопределяли размещение и размеры запроектированных зданий, что требовало присутствия архитекторов при их монтаже, но это не всегда выполнялось.

Анализ фактов бытового уклада респондентов-пострадавших (жителей ВЛ в Меньяне) и, соответственно, анализа опыта эксплуатации объектов ВЛ содействовали оценке эффективности использованных архитектурно-строительных решений. Респонденты-пострадавшие с учетом демографической ситуации были разделены на 3 группы (семьи из 1 человека, из 2-3 человек и из 5 и более человек).

Анкетирование содействовало разработке алгоритма архитектурной деятельности при ЛПСБ, конкретизации целей реагирования архитектурной деятельностью на чрезвычайные ситуации и определению средств архитектуры, обеспечивающих спасательные и восстановительные работы.

## Хозяйственные постройки в сельской местности Китая

Фан Джинионг

Белорусский национальный технический университет

Процессы преобразования сельского образа жизни в Китае влияют на типологию зданий и сооружений, традиционно возводившихся крестьянами. Формирование компактных планировочных структур сельских населенных пунктов требует уменьшения размеров дворов усадеб. Значение хозяйственных построек снижается, что создает предпосылки для повышения комфорта среды проживания и композиционной значимости жилого дома. Типы хозяйственных построек в сельской местности Китая можно разделить на 3 группы:

– постройки для содержания домашних животных (мелкий скот, птицы и т.д.);

– бытовые постройки (туалет, кухня, кормокухня, мастерская и т. д.) Эти постройки, кроме туалета, часто получают своеобразные архитектурные решения, так как располагаются напротив жилища и рядом с воротами. Туалет обычно пристраивается к жилому дому или к другим строениям;

– постройки для хранения продуктов, инструментов и кормов (погреб, сарай, кладовые).

Хозяйственные постройки занимают порой до 1/3 площади земельного участка двора усадьбы. Прослеживается тенденция сокращения размеров этих строений и поиска экономичных вариантов за счет блокировки (бытовые постройки и постройки для хранения продуктов, инструментов и кормов). Постройки для содержания домашних животных, как правило, выносят в специальные зоны. Это ликвидирует раздробленность архитектурных форм, создает более масштабные архитектурно-художественные образы сельского населенного пункта.

Среди построек бытового назначения появились новые для сельской местности здания: гараж, ванная комната в виде отдельного сооружения. Некоторые ранее обязательные постройки (погреб, курятник, сарай и т. д.) могут не строиться. Более свободный двор усадьбы обеспечивает развитие функций отдыха и бытовой деятельности. Повышают комфорт проживания инновационные технологии, направленные на экологичность и экономичность инженерного обеспечения (метантенк – устройство для анаэробного брожения жидких органических отходов с целью получения метана, который используется в качестве топлива). Местонахождение емкости метантенка под землей, ближе к кухне или при блокировании с теплицей, влияет на размещение других строений на участке.

## Дворец водных видов спорта в Бресте

Смолина Л.В.

Белорусский национальный технический университет

Дворец водных видов спорта (ДВВС) – уникальный для Беларуси спортивный объект, состоящий из двух зданий. Одно из них – непосредственно ДВВС трехэтажный объем с цокольным этажом размерами 125 x 90 м с четырьмя бассейнами для проведения соревнований по плаванию, прыжкам в воду, синхронному плаванию и водному поло, а также с сопутствующими помещениями. Во втором здании разместились областной диспансер спортивной медицины, связанный переходной галереей с основным зданием. Направление лечебного процесса – травматология и мониторинг состояния здоровья спортсменов.

При совмещении многих функций в одном здании возникли новые требования к архитектуре, усложнились приемы решения задач, и, как следствие, возник новый тип зданий, обеспечивающий положительные результаты в эксплуатации. Комбинации бассейнов различных параметров в ДВВС обеспечили повышение пропускной способности объекта: 2 бассейна 50 x 25 м: 10 дорожек (длина дорожек 50 м) и 20 дорожек (длина дорожки 25 м); бассейн для прыжков 25 x 25 м: вышка с платформами для прыжков и 4 трамплина (1 и 3 м), а также 1 платформа высотой 1 м; бассейн 25 x 11 м; ванна для обучения плаванию 10 x 6 м.

Максимальное количество занимающихся 272 человека, что существенно больше, чем в бассейнах прежних лет строительства при одновременном предоставлении возможности заниматься плаванием людям разной степени подготовки и разного возраста. Для маломобильных групп населения предусмотрено устройство пандусов, специальных подъемников на перепадах высот, лифтов к зрительским местам.

Появление в спортивном сооружении сопутствующих функций отразилось на его планировочной структуре и на внешнем виде, что проявилось в разнообразии форм объема. ДВВС – здание со сложно организованным внутренним пространством – высота залов 6 м, 10 м, 15,3 м. Для реализации своих намерений человек в таком интерьере должен проанализировать пространственные связи и сформировать их в свою пространственную концепцию. В связи с этим эстетическая сторона внутреннего пространства стала важным фактором. Функциональная организация ДВВС ориентирована на формирование пространства, которое создает специфическую эмоциональную среду, способствующую интенсификации общественной деятельности, возникновению контактов посетителей, обеспечению условий для отдыха и развлечений.



**Малозэтажная застройка: возможности первых этажей,  
эксплуатируемая кровля**

Рондель В.Р.

ОАО «Институт « Минскгражданпроект»

Малозэтажная жилая застройка в системе жилого района может быть точечной, блокированной, секционно-квартальной, ячеистой и структурной. Этот тип застройки позволяет организовывать сомасштабную человеку ступенчатость жизненной среды от эксплуатируемых зеленых крыш, веранд-лоджий (домашних садиков), приквартирных террас на солнечной стороне, дворовых территорий для общего пользования, до общих рекреационных зон жилого района. Постепенно стирается функциональная грань между жилой и общественной застройкой комбинируя эти две функции в одном здании и их комплексах. 1-ые и цокольные этажи, как правило, занимают торгово-офисные помещения, гаражи и квартиры с территорией общего пользования. Неудобство проживания на 1-ых этажах очевидно, но исправимо, если приподнять примыкающую площадку к квартире, организовав личное пространство палисадника, отгородившись цветниками, кустами, деревьями с мангалом или барбекю, собственными качелями, надувным бассейном и даже персональной песочницей, а зимой и елкой, и снежной бабой. Дворик на дворе дает новые возможности для проживания на 1-ых этажах, включая эксплуатируемую террасу в общую площадь с понижающим коэффициентом 0,3. На примере проектируемой малозэтажной застройки жилого района «Лебяжий» в г. Минске, происходит мягкое перетекание эксплуатируемых кровель, озелененных террас в зону общего пользования двора, квартала и центральной рекреационной части жилого района. Все эти элементы озеленения с игровыми устройствами и площадками для отдыха сопровождаются водным благоустройством. Так же как человеческая одежда, «одежда» зданий регламентируется общепринятыми нормативами на тепло, воздухопроницаемость, светопрозрачность, долговечность и безопасность. Необходимо законодательно поставить застройщиков в такие условия, чтобы стоимость квадратного метра напрямую зависела бы от инноваций типа «стена-фильтр», рекуперация с теплоутилизацией, очистка воды, сбор дождевой воды, использование солнечной, биотермальной и ветровой энергии, применение органических материалов в системе утепления эксплуатируемых зеленых крыш. Все эти составляющие ландшафтно-средового подхода к проектированию зданий необходимы для ее энергоэффективности и особой привлекательности.

## Традиции и инновации в функционально-образном решении современного иконостаса

Черкасова М.С.

Белорусский национальный технический университет

Практически все православные храмы сейчас имеют круглогодичный цикл богослужений и не разделяются на холодные (богослужения только летом) и теплые (богослужения круглый год). Это обеспечивается выполнением установленных технических нормам и стандартов инженерного обеспечения с учетом сложившихся канонов православных храмов. Оптимальный подбор материалов, инженерных систем позволяет сократить затраты на строительство и эксплуатацию здания.

Современные системы отопления, вентиляции, освещения, пожаротушения соответствуют высоким эстетическим требованиям и сочетаются с православными канонами, не мешая служению. Отопить помещение, высота которого, порой, более 10 м достаточно сложно. Наиболее это обеспечивает лучевая система отопления с контурами теплых полов (храмы Всехсвятского прихода в Минске) – экономична, долговечна и, при необходимости, несложно реконструируется. Покрытие пола должно быть высокой износоустойчивости (плиты из натурального камня или керамическая плитка типа «ГРЕС»). Сохранение тепла обеспечивает применение современных вариантов утепления наружных стен. Сложно решаются вопросы утепления в храмах из деревянных конструкций.

Традиционно крупные храмы имели верхнее освещение с небольшими оконными проемами, что содействовало сохранению тепла. Сейчас храмы получают большие площади остекления, что делает актуальным вопросы долговечности окон, правильной их установки и простоты эксплуатации, а также сохранения художественных образов православной архитектуры в связи с использованием, порой, сложного и не всегда соответствующего храму рисунка заполнения оконного проема.

В решении интерьера храма многое определяют материалы иконостаса и отделки стен. Широко разнообразие современных иконостасов: деревянные, фаянсовые, фарфоровые, из натурального камня. При использовании деревянных иконостасов особого внимания требует обеспечение пожарной безопасности (обязательна обработка огнестойкими и антикоррозионными составами). Пример фаянсового иконостаса находится в Доме Милосердия, иконостас из натурального камня можно увидеть в нижнем храме в честь Покрова Пресвятой Богородицы по проспекту Победителей в Минске. В традиционной православной архитектуре Беларуси в иконостасах такие материалы неизвестны.

## Современная типология жилищ специального типа

Рак Т.А., Кривко Д. Н.

Белорусский национальный технический университет

Социально-экономические изменения последних десятилетий значительно повлияли на образ и уклад жизни людей. Семьи изменились по составу: традиционные семьи, состоящие из нескольких поколений уступают место новым малым семьям. Типологическая структура жилого фонда должна адекватно реагировать на увеличение в структуре населения доли пожилых людей, одиночек и малых семей. На жилищном рынке наряду с домами общего типа должно присутствовать жилище, предназначенное для проживания этих социально-демографических групп населения.

Современное жилище специального типа представляет собой жилые комплексы, в структуру которых входят блоки с жилыми ячейками и общественные помещения для социально-бытового обслуживания и совместной досуговой деятельности жильцов. Функциональные программы специального жилища формируются с учетом баланса между приватностью проживания и поощрением жильцов к социальной активности.

Анализ структуры жилищного фонда и изучение планировки жилищ специальных типов показали, что наиболее развита типология жилищ для пожилых. В США и ряде европейских стран, где давно сложились культурные нормы к самостоятельному проживанию пожилых людей, многоквартирные дома, специально построенные для старшей возрастной группы населения, составляют часть открытого жилищного фонда.

Среди зарубежных жилищ для пожилых могут быть выделены такие типы как: жилые блоки для пожилых, интегрированные в обычный жилой дом; размещаемые в реконструированных домах; дома, строящиеся специально для постоянного проживания только пожилых людей; жилые комплексы для пожилых с функциями опеки; жилище для нескольких поколений (с включением в жилой комплекс блоков для пожилых и для молодых, которые ухаживают за пожилыми); комплексы санаторно-гостиничного типа для временного проживания; жилые комплексы, построенные при крупных медицинских центрах; и даже жилые комплексы для пожилых воспитывающих ребенка.

В типологический ряд специальных жилищ для молодежи входят студенческие общежития и жилые дома, предназначенные для совместного проживания студентов разных вузов; жилые дома с

квартирами для семейных студентов; общежития для молодых специалистов; молодежные жилые комплексы; хостелы; малогабаритное жилье для малосемейных.

УДК 725.57

## **Структурные элементы пространственно-цветовой среды дошкольных учреждений**

Молокович Г. Е.

Белорусский национальный технический университет

Цветопропространственная среда детских дошкольных учреждений (ДДУ) содержит в себе эмоциональную составляющую. Это требует структуризации цветопропространственной среды и использования инновационных решений в её создании.

Предметно-пространственный каркас помещений детских дошкольных учреждений цветопропространственной среды представляет собой компоновку структурных элементов.

Структурные элементы находятся в постоянном взаимодействии и обладают пространственной мобильностью.

Процесс создания цветопропространственной среды ДДУ должен основываться на максимальной включенности определяющих её структурных элементов во взаимодействие. Структурные элементы цветопропространственной среды могут быть различны по материализации цветового носителя. Их значения варьируют в пределах определённых признаков: статичности, динамичности, степени взаимопроникновения, хроматического и ахроматического содержания, цикличности, характера изменчивости, вида цветового носителя, пластики поверхности, пространственной совместимости.

Определяя цветопропространственную среду как систему, обладающую закономерностями, можно оперировать значениями структурных элементов.

Функциональное зонирование детских дошкольных учреждений определяет соответствие цветопропространственной среды виду деятельности детей и эмоциональному содержанию и требует расширения диапазона представлений пространства для детей.

При проектировании, моделирование эмоциональной составляющей детских дошкольных учреждений в соотношении с возможностями структурных элементов цветопропространственной среды, позволит создавать разноуровневую цветовую среду, решающую задачи восприятия и развития детей дошкольного возраста.

**Применение архитектурно-строительных элементов  
при реконструкции панельных жилых домов**

Захаркина Г.И.

Полоцкий государственный университет

Исследование вопросов реконструкции жилых и общественных зданий как одного из путей реализации градостроительной политики показало, что планирование мероприятий по реконструкции городской застройки осуществляется с целью поддержания долговечности жилищного фонда, приведения его в соответствие с требованиями современных нормативно-технических документов и требований повышения качества среды обитания горожан и внешнего архитектурного облика населенных пунктов.

Реконструкция застройки городов осуществляется как на основе плана комплексной реконструкции, который включает мероприятия по улучшению архитектурно-строительных и технико-экономических показателей городской застройки, так и на основе выборочной реконструкции отдельных жилых и общественных зданий, которая не требует осуществления всего состава мероприятий по преобразованию инженерной, транспортной и социальной инфраструктуры территории.

Выбор определенного способа реконструкции здания диктуется его физическим состоянием, моральным старением, расположением здания в жилом массиве, его историческим и ландшафтным окружением и, наконец, теми задачами, которые предполагается решить в процессе реконструкции.

На современном этапе концептуальной основой реконструкции жилых зданий массовой застройки является разработка и создание высокотехнологичных гибких технологий, которые базируются на использовании принципиально новых объемных элементов заводского производства вместо вышедших из строя конструкций.

В результате проведенного исследования разработаны и запатентованы фасадные архитектурно-строительные элементы из металла: эркеры, балконы, мансардные окна.

Использование авторских разработок устройства навесного эркера и легких конструкций, подвесного балкона из металлических профилей и мансардных окон позволит увеличить продолжительность инсоляции, уровень освещенности в комнатах, модернизировать архитектурно-пластическое решение фасадов реконструируемых зданий и разнообразить пластику мансардных крыш.

# **Промышленная архитектура и конструкции**

## Перспективы развития одноэтажного производственного здания

Морозова Е.Б.

Белорусский национальный технический университет

Типология объемных объектов промышленной архитектуры – зданий и сооружений, достаточно ограничена. Здесь существует несколько типов, которые устойчивы во времени и на протяжении трехсотлетнего периода развития промышленной архитектуры развивались за счет своих видоизменений.

Одним из таких типов является здание с организацией производственного пространства в одной плоскости, или одноэтажное здание. Уже более ста лет этот тип является приоритетным в промышленном строительстве: в европейской практике он составляет 80% от всех возводимых объектов, в отечественной практике – 70%. Сегодня тип одноэтажного здания, как и другие типы промышленной архитектуры, подвергается неизбежной трансформации.

И первым явлением в этом процессе стало формирование новой разновидности типа – боксового здания. Оно начало складываться еще в 1970-х гг. на основе пролетного подтипа, но окончательно оформилось к концу 20 в. Здание боксового подтипа имеет следующие характеристики: форму параллелепипеда, плоское покрытие, свободное пространство внутри, высокую степень технологической оснащенности. Этот подтип был разработан для новой электронной промышленности, однако впоследствии стал широко использоваться и в других отраслях. В виду простой формы и высокого уровня применяемых технических элементов данный подтип в зарубежной практике получил название – совершенный ящик (cool box). Его архитектурно-художественная выразительность достигается совершенством пропорций, качеством и высокой технологичностью строительных материалов, конструкций и инженерного оборудования.

Сегодня одноэтажное здание имеет наибольшее по сравнению с другими типами производственных зданий количество разновидностей. Появление нового подтипа, тем не менее, не вытеснило уже существующие здесь подтипы. Общей тенденцией развития для них стали универсальность использования, предполагающая ослабление зависимости от отрасли производства. В этом проявляются современные тенденции развития промышленной архитектуры – тотальная унификация производственного пространства и его адекватность не технологическому процессу, а его будущим изменениям.

**Предложения по дополнению перечня объектов исторического наследия промышленной архитектуры**

Залесская Г.Л.

Белорусский национальный технический университет

Апробация методики, направленной на установление аутентичности, оценку значимости наследия и ранжирование объекта в зависимости от степени совпадения критериев, позволила выявить наиболее ценные для истории и культуры Беларуси конца XVIII – начала XX в. производственные объекты.

К внесению в Государственный список историко-культурных ценностей Республики Беларусь рекомендованы:

1. здание бывшего чугунолитейного завода (1770 г.) в д. Вишнево Воложинского р-на Минской обл. (ул. Первомайская);
2. здание бывшего меднолитейного завода (1810 г.) в д. Вишнево Воложинского р-на Минской обл. (ул. Заречная);
3. здание бывшего сахарного завода (1860 г.) в д. Поречье Пинского р-на Минской обл.;
4. здание бывшей водонапорной башни (1896 г.) в г. Слоним Гродненской обл. (ул. Пушкина);
5. железнодорожные мастерские (1870-е) в г. Минск (ул. Железнодорожная);
6. здание бывшей льнопрядильной фабрики «Двина» (1900 г.) в г. Витебск (ул. Горького),
7. железнодорожные депо с мастерскими (1909 г.) в г. Волковыск Гродненской обл. (ул. Октябрьская).

Кроме того, подтверждена высокая историко-культурная ценность ряда объектов производственного назначения, а именно: бумажной фабрики в Добруше (1870-е гг.), пивоваренного завода в Минске (1873 г.), водонапорных башен в Гродно (конец XIX в.), включенных в настоящие время в Государственный список историко-культурных ценностей Республики Беларусь.

Также рекомендуется поставить на учет и взять под охрану местными властями объекты со значительной историко-культурной ценностью, а именно здание бывшего пожарного депо (1896 г.) в г. Слоним Гродненской обл. (ул. Коммунистическая) и винокуренный завод (начало XX в.) в д. Жодишки Сморгонского р-на Гродненской обл., пороховые склады Бобруйской крепости (середина XIX в.) в г. Бобруйск Могилёвской области.



**Архитектурно-типологическая характеристика объектов хранения индивидуального автотранспорта в крупных городах Беларуси**

Манкевич С.В.

Белорусский национальный технический университет

Решение проблемы хранения индивидуального автотранспорта в городах республики предполагает оптимизацию объемно-планировочных решений гаражей-стоянок. Особенного внимания требуют здания и сооружения для многоуровневого хранения автомобилей, возведение которых значительно повышает эффективность использования городских территорий. Проведен архитектурно-типологический анализ многоуровневых гаражей-стоянок, возведенных в крупных городах Беларуси, и даны предложения по расширению номенклатуры данных объектов.

Большинство многоуровневых гаражей-стоянок в крупных городах Беларуси – надземные, отдельно стоящие, рамповые, манежного типа. При реорганизации территорий городов они возводятся, как правило, в структуре смешанной застройки, формируемой при упорядочении производственных и примагистральных зон. В ряде случаев объекты данного типа формируются на свободных участках жилых районов, вблизи общественных центров, мест отдыха, спортивных сооружений. Надземные пристроенные и встроенные многоуровневые рамповые гаражи-стоянки создаются, как правило, в высокоплотной застройке центральных зон городов, при комплексной реконструкции их территорий.

Отдельные многоуровневые подземные гаражи-стоянки проектируются под площадями и новыми жилыми комплексами г. Минска и городов областных центров республики. Но в целом этот широко используемый за рубежом способ хранения индивидуального автотранспорта остается недостаточно востребованными в отечественной практике. Не применяются технологии механизированной и автоматизированной парковки автомашин. В рамках научно-исследовательской работы и учебного проектирования на архитектурном факультете БНТУ даны предложения по комплексной организации систем хранения индивидуального автотранспорта в районах смешанной застройки г. Минска 1960-80-х гг. строительства. Номенклатура объектов расширена за счет включения в нее подземных гаражей-стоянок, размещаемых под улицами, проездами, хозяйственными и спортивными площадками, а также пристроенных и отдельно стоящих блоков механизированных гаражей. Разработаны объемно-планировочные решения механизированных гаражей-стоянок.

## Вопросы аэрации при реконструкции застройки городов

Шуляковская Н.Н.

Белорусский национальный технический университет

Учет ветровых условий имеет большое значение при проектировании городской среды: ветер должен рассеивать вредности, выбрасываемые промышленными предприятиями, смешивать их с массами чистого воздуха и относить потоки дыма, газов и пыли в сторону от жилой застройки. Практические методы расчета аэрации основываются на определении повторяемости и скорости ветра по направлениям в характерных точках территории, а также моделировании, основанном на аэродинамическом подобии ветровых воздействий на здания.

На основании расчетов выполняются проектные варианты застройки, которые затем сопоставляются по санитарно-гигиеническим и технико-экономическим показателям. Окончательный выбор варианта архитектурно-планировочной организации среды производится на основе комплексного учета всех совместно действующих факторов: природно-климатических (инсоляция, аэрация, рельеф), художественно-композиционных, функциональных и экономических.

Застройка микрорайонов 1960-80 гг. в Республике Беларусь не удовлетворяет современным требованиям к жилой среде. В то же время она достаточно распространена в белорусских городах, как крупных, так средних и малых. Она занимает до 30% городских территорий и, что очень важно, находится в центральных и переходных зонах городов, имеющих высокую стоимость земли. Эти обстоятельства обусловили широкое привлечение такой застройки в реконструктивную деятельность. В соответствии с принятыми государственными документами сегодня планируется разместить до 40% всех объемов нового жилищного строительства на застроенных территориях. Планируемая реконструкция притягивает за собой изменения архитектурно-градостроительных характеристик застройки на рассматриваемых территориях, что может нарушить качества проживания с точки зрения аэрации на рассматриваемой территории.

Аэрационный режим при уплотнении смешанной застройки может быть обеспечен за счет внесения изменений в математическую модель учета ветровых воздействий на здания и на внутреннее пространство между зданиями. Их изменение будет зависеть от новых архитектурно-планировочных решений рассматриваемой застройки.

## Индустриальное домостроение Минска

Журавская Т.С., Фомичева Н.М.

Белорусский национальный технический университет

В Республике Беларусь большое внимание уделяется строительству качественного и, в то же время, достаточно дешевого жилья. Этим требованиям в большей степени отвечают полносборные здания, возводимые из элементов заводского изготовления, т.к. их стоимость как минимум на 15-30% ниже стоимости зданий других конструктивно-технологических систем. Существенным фактором является также возможность возведения таких зданий в сжатые сроки.

Большая часть социальных многоэтажных жилых домов возводится из панелей или объемно-пространственных блоков крупными домостроительными комбинатами г. Минска.

В настоящее время крупнопанельное домостроение составляет 21,5 % от общего объема жилищного строительства. Дальнейшее развитие крупнопанельного домостроения целесообразно при внедрении новых конструктивно-технологических систем, дающих возможность не только гибкой планировки внутренних пространств зданий, но и снижения материалоемкости при их возведении, а также эксплуатационного энергопотребления. Разработанные в последние годы перспективные конструктивные решения зданий, сочетающие наружные стеновые панели с внутренним каркасом из-за недостатка финансовых средств в настоящее время не реализуются.

Объемно-блочное домостроение также переживает период модернизации. ОАО «Минский домостроительный комбинат» разработал модернизированные объемные блоки, конструктивно отличающиеся от выпускаемых сегодня блоков типа «колпак» с точечной передачей усилий.

Новый объемный блок будет иметь те же габаритные размеры, но толщина стен увеличится на 4 см. Передача усилий будет осуществляться по четырем сторонам, что позволит увеличить несущую способность блоков и возводить здания высотой до 16 этажей (вместо 12 для серии 3А ОПБ). Кроме того, в новом же блоке полом будет служить потолок нижележащей комнаты толщиной 140 мм. Это позволит увеличить высоту помещений с 2,55 до 2,6 м. За счет ликвидации круглых углов изменится внутреннее пространство комнат.

Дальнейшее совершенствование крупнопанельного и объемно-блочного домостроения возможно при условии модернизации технологического оборудования домостроительных комбинатов и совершенствовании конструктивно-технологических систем.

## Стальные балки в покрытиях производственных зданий

Токарева Н.А., Фомичева Н.М.

Белорусский национальный технический университет

В последние годы при возведении производственных объектов все чаще в качестве несущих конструкций покрытия используют стальные балки. Лучшую технико-экономическую эффективность и меньшую металлоемкость имеют двутавровые балки. Толщина стенки балки серьезно влияет на ее экономическую эффективность. При малой толщине стенки для обеспечения местной устойчивости требуется постановка большого количества ребер жесткости.

В связи с этим все большее распространение получают балки с гофрированной стенкой и балки с перфорированной стенкой.

Балки с гофрированной стенкой производят на автоматизированных линиях заводов металлоконструкций, что позволяет качественно сваривать гофрированный стальной лист стенки толщиной 2-3 мм с полками толщиной 8-30 мм. Такие балки имеют меньший расход металла и трудоемкость изготовления благодаря уменьшению толщины стенки и исключению значительного числа ребер жесткости.

Длина фрагментов гофрированных балок может достигать 16 м. Из таких элементов могут быть образованы как прямолинейные балки пролетом до 30 м, так и арочные конструкции.

Другим прогрессивным направлением повышения эффективности двутавровых прокатных профилей является создание балок с перфорированной стенкой, которые могут быть получены из прокатных широкополочных двутавров, несущая способность которых в полтора раза превышает несущую способность исходных прокатных двутавров. Перфорированные балки могут иметь шестигранные, восьмигранные, синусоидальные или круглые отверстия, могут быть одно- и двускатными, с уклоном как верхнего, так и нижнего пояса.

Балки из перфорированных двутавров получили достаточно широкое применение в качестве несущих конструкций покрытий и в ряде случаев составляют конкуренцию решетчатым конструкциям. Расход металла в таких балках на 20...30% меньше, чем в обычных прокатных балках, при одновременном снижении стоимости на 10...18%.

Качественное защитное покрытие различных цветов и привлекательный внешний вид таких конструкций дает большие возможности для творческой фантазии архитекторов.

На кафедре подготовлен графический материал, позволяющий использовать эти конструкции в курсовом и дипломном проектировании.

**Монолитные каркасно-этажерочные системы в несущем остове  
многоэтажных общественных и промышленных зданий**

Корзун С.И.

Белорусский национальный технический университет

В общественных и особенно промышленных зданиях часто требуется предусматривать укрупнённую сетку колонн каркаса. При пролёте и шаге колонн до 7 м можно применять в качестве несущего остова этих зданий монолитную каркасно-этажерочную систему с поэтажными плоскими дисками плит перекрытий толщиной 160 - 240 мм и более в зависимости от воспринимаемой нагрузки и размеров пролёта.

Плиты дисков перекрытий могут быть однослойными или слоистыми. Для устройства слоистых плит перекрытий на потолочной опалубке раскладывают легкобетонные блоки-плиты таким образом, чтобы между ними получались взаимно перпендикулярные зазоры-промежутки. Эти зазоры армируют и заполняют уплотняемой бетонной смесью. После затвердения бетонной смеси потолочную опалубку убирают и в результате получается монолитная железобетонная ребристая плита, межрёберные объёмы которой заполнены легкобетонными блоками-плитами.

При пролёте и шаге более 7 м применяют монолитные системы с поэтажными ребристыми дисками перекрытий, состоящими из главных и второстепенных балок-рёбер и плит между ними. Размеры главных балок принимают: высота от 1/16 до 1/12 величины перекрываемых пролёта или шага, а ширина от 1/2 до 2/3 высоты балок. Второстепенные балки устраивают с шагом от 1,5 до 3,0 м и более и их размеры составляют от 1/2 до 2/3 и более размеров главных балок.

Для устройства монолитных ребристых дисков перекрытий желательно применять универсальную потолочную опалубку, или же на потолочной опалубке раскладывают с зазорами-промежутками легкобетонные блоки-плиты нужных размеров в плане и по высоте. Размеры промежутков, зазоров и легкобетонных блоков-плит зависят от размеров главных и второстепенных балок-рёбер дисков перекрытий. Для снижения величины изгибаемых моментов в крайних продольных пролётах можно устраивать консольные выносы дисков перекрытий за наружные колонны.

Монолитный каркасно-этажерочный остов применим и для универсальных многоэтажных промышленных зданий, так как устройство опирающихся на монолитные колонны монолитных железобетонных балок-стенок или рамно-раскосных ферм технологически не затруднительно из-за простоты форм составляющих их элементов.

## Особенности реконструкции кварталов промышленной застройки городского центра

Сысоева О. И.

Белорусский национальный технический университет

В соответствии с требованиями времени необходима трансформация промышленных территорий городского центра, которые сформировались исторически на основе существовавшей практики размещения производства и территориального развития городов.

Особенностью кварталов промышленной застройки центра является смешанное функциональное использование территории. Появление других функций произошло при вытеснении производства по экономическим причинам, из-за реализации градостроительных требований по уплотнению застройки центра, на некоторых промышленных кварталах изначально строились жилые здания и общественные объекты, обслуживающие производство. Внутри кварталов смешанного использования отсутствуют выраженные планировочные и пространственно-композиционные взаимосвязи между промышленными и гражданскими объектами. На примагистральных территориях интенсивного освоения вдоль главных магистралей и на площадях города сформирован фронт ансамблевой промышленной застройки. внутрь квартала обращены тылы предприятий.

При реконструкции с учетом особенностей планировочной структуры и качества архитектуры застройки важно создавать новые открытые пространства с объектами общего пользования, новые пешеходные и транспортные связи между объектами различного функционального назначения. Освоение внутреннего пространства кварталов позволяет развивать рентабельное производство в условиях недостатка свободных площадей, выносить социальные объекты промышленных предприятий в зоны общего пользования. Целесообразным представляется планировочное членение крупных кварталов с промышленной застройкой для облегчения формирования доступности внутрь кварталов и приведения их параметров в соответствие со сложившейся архитектурно-пространственной структурой застройки центра. Однако при упорядочении архитектурно невыразительной застройки предприятий и отчуждении неэффективно используемых участков представляется целесообразным размещение на них много функциональных объектов общественного назначения, которые могут проектироваться без ориентации на стилистическое единство со сложившейся промышленной застройкой и играть роль знаковых, доминантных элементов квартала.

## Проектирование энергоэффективных зданий в Беларуси: шаг вперед

Пинчук С.Г.

Белорусский национальный технический университет

Масштабно продолжающееся в Республике Беларусь утепление ограждающих элементов существующих зданий и закономерное постоянное повышение нормативных теплотехнических характеристик вновь возводимых объектов должны достигнуть своего логического завершения – формирования новой для нас системы «жизнедеятельности» здания, основанной на приточно-вытяжной вентиляции с теплообменным процессом передачи тепла выходящего воздуха приточному.

Рассматривая здание как единую энергетическую систему, исследуются пути адаптации объемно-планировочной структуры дома к интегрированию в нее новейших технологий и принципов энергоэффективности. Массовое применение солнечных коллекторов, по крайней мере, для нужд горячего водоснабжения в летний период и для нашей Республики уже бесспорно пришло. Дальнейшее развитие проектирования будет неразрывно связано со скорейшим внедрением систем теплоснабжения жилых домов на основе теплонасосных установок начиная от самой простой и экономичной, наиболее распространенной и лидирующих по объему применения тепловых насосов странах (типа «воздух – вода»), утилизирующих низкопотенциальную энергию окружающей среды и тепла земли совместно с низкотемпературными системами отопления.

Для эффективной утилизации низкопотенциального тепла местных регенеративных источников энергии в климатических условиях Беларуси успешно могут применяться «бивалентные системы» энергообеспечения с определением наиболее оптимальных соотношений доли выработки энергии каждой из составляющих системы.

Удельные расходы на отопление и вентиляцию зданий более экономичных чем нормативные (класс 3) должны отвечать требованиям введенного несколько месяцев тому назад ТКП 45-2.04-196-2010 по тепловой защите зданий, предъявляемым к классам энергоэффективности для жилых домов 1-3 этажности («с низким потреблением энергии» (2 класс) и, как более высокой ступени, «энергоэффективным зданиям» (1 класс).

Реализация домов 1 и 2 классов энергоэффективности создает предпосылки для формирования и появления первого «пассивного дома» на территории нашей республики.

## Функциональное зонирование зданий пассажи́рских терминалов

Жаркевич Д.В.

Белорусский национальный технический университет

Здание пассажирского терминала, исходя из своего основного назначения, должно быть компактным и независимым. Функциональная организация пассажирского терминала должна соответствовать требованиям всех групп потребителей – пассажиров, персонала, администрации, транспортных компаний.

Главной особенностью пассажирских терминалов, влияющей на их функциональную организацию, является взаимодействие нескольких видов транспорта в одном архитектурном объеме. Соответственно сходные помещения, обслуживающие различные виды транспорта (кассы, залы ожидания, санузлы и пр.), объединяются вместе, либо кооперируются в одном помещении.

Основой функциональной организации пассажирского терминала являются состав и взаимное расположение функциональных зон:

- зоны обслуживания пассажиров;
- зоны дополнительного обслуживания пассажиров;
- транспортной зоны;
- общественной зоны;
- служебной (административной) зоны.

Зона обслуживания пассажиров включает в себя вестибюль, кассовые столы, залы ожидания, комнаты для пассажиров с детьми, кассы билетные и багажные, справочные бюро, камеры хранения ручной клади.

Зона дополнительного обслуживания пассажиров – помещения для посетителей предприятий общественного питания, буфетные стойки, медицинские пункты, отделения связи, торговые киоски и пр.

Транспортная зона – это посадочные платформы всех видов транспорта, транспортные пути, паркинги и стоянки автомобилей.

Общественная зона включает в себя функции, не связанные или опосредованно с обслуживанием пассажиров – гостиницы, бизнес-центры, банки, помещения культурно-просветительских и религиозных мероприятий и т.п.

Служебная зона включает в себя административные и технические помещения различного назначения: связанные с обслуживанием пассажиров (система обслуживания багажа) и помещения только технического назначения (насосные, вентиляционные, электрошитовые, трансформаторные подстанции и пр.).



**Территориальная организация мест хранения автотранспорта  
в зонах смешанной застройки крупных городов Беларуси**

Демьянович Н.С.

Белорусский национальный технический университет

Проблема организации мест для парковки автомобилей в городах республики остается актуальной, несмотря на меры, принимаемые по ее решению. Так, в Минске обеспеченность местами временного хранения автомобилей составляет в среднем по городу 22% (от 51,3% в центральной зоне до 6,7% на юго-востоке), обеспеченность местами постоянного хранения – 34%.

Для снятия остроты проблемы разработана и реализуется схема размещения гаражей в г. Минске, в соответствии с которой на перспективу до 2015 г. потребность города в местах для хранения автомобилей будет обеспечена. Значительная часть объектов хранения автотранспорта разместится на реконструируемых территориях, в структуре смешанной застройки.

Была изучена организация мест хранения автотранспорта в таких крупных городах Беларуси как Минск, Могилев, Витебск, Гродно, Брест, Гомель.

Исследование установило, что формирование сети мест хранения автотранспорта в городах Беларуси шло однотипно и сегодня характеризуется схожестью градостроительных и объемно-планировочных решений, а так же близкими количественными показателями. Исторически развиваясь в одинаковых социально-экономических условиях, города республики сегодня имеют не только схожие радиально-кольцевые и полукольцевые транспортные структуры, схожее размещение мест хранения автотранспорта в планах, но и значительно возросло количество автомобилей, требующее решений по размещению их мест хранения.

В результате исследования удалось установить, что динамика развития индивидуального легкового автомобильного транспорта в городах Беларуси примерно одинакова, как и уровень автомобилизации населения.

Существующая комбинированная схема размещения мест хранения автотранспорта в городах Республики позволит затронуть проблему хранения автомобилей применительно ко всем зонам городов. А так как все три зоны характеризуются различной плотностью застройки, то оптимальные варианты размещения и хранения автотранспорта неразрывно связываются с основными типами автостоянок, возможными для строительства в той или иной зоне.

**Вопросы инсоляции при реконструкции застройки городов**

Миндюк Е.Г.

Белорусский национальный технический университет

Архитектура зданий жилой и общественной сферы приобретает новые черты: увеличивается этажность, изменяется геометрия планов, расширяются используемые площади. Нехватка площадей для нового строительства при постоянном удорожании земли вызывает необходимость уплотнения застройки, в которой преобладают жилые помещения, а также помещения офисов, торговых и других общественных учреждений, где человек находится продолжительное время и выполняет определенную зрительную работу. Существенным недостатком уплотнения застройки является нарушение нормативных показателей естественного освещения и инсоляции помещений, определяющих качества жизни горожан и их состояние здоровья. Коэффициент естественной освещенности (КЕО) служит определяющей величиной светового комфорта. Поэтому целесообразно оценить влияние уплотнения застройки на световую среду именно в данных помещениях. Инсоляция является важным фактором, оказывающим оздоровительное влияние на среду обитания человека, и должна быть использована в жилых, общественных зданиях и на территории жилой застройки. Требования к облучению поверхностей и пространств, прямыми солнечными лучами (инсоляции) предъявляются при размещении объектов, в проектах планировки и застройки микрорайонов и кварталов, проектов строительства и реконструкции отдельных зданий и сооружений и при осуществлении надзора за строящимися и действующими объектами. Выполнение требований норм инсоляции достигается размещением и ориентацией зданий по сторонам горизонта, а также их объемно-планировочными решениями. Нормирование времени инсоляции напрямую отражается на плотности застройки. Чем меньше нормируемое время инсоляции - тем плотнее допускается застройка.

При реконструкции и при строительстве новых строений, нормы требуют выполнения условий инсоляции, как для объектов существующей застройки, так и для возникающих новых градостроительных объектов. Чтобы реконструкция старых кварталов была экономически целесообразна, необходимо повышать эффективность использования территории и, находить такие пути и методы преобразования кварталов, которые обеспечат максимально возможное использование жилого фонда и всей инфраструктуры, сокращение потерь жилой площади при модернизации домов и компенсацию их новым строительством.

## Принципы архитектурно-планировочного включения производственных объектов в городскую структуру

Рачкевич Т.Е.

Белорусский национальный политехнический университет

В современной градостроительной практике многочисленны примеры формирования смешанной застройки, включающей производственные объекты. Анализ зарубежного опыта реконструкции территорий, таких как район Хафен-сити в Гамбурге, район Пасила в Хельсинки, территории вокзала Аустерлиц и прилегающих к нему территорий в Париже и другие позволяют сделать вывод о том, что формирование территорий смешанной застройки с включением в них производственных объектов обогащает городскую среду, делают ее более разнообразной функционально и эстетически.

Основными принципами архитектурно-планировочного включения производственных объектов в смешанную застройку городов являются

- принцип повышения эффективности использования городских территорий;
- принцип планировочной интеграции;
- принцип раскрытия производственных объектов во внешнюю среду;
- принцип цельности архитектурно-композиционного формирования территорий.

Реализация принципа повышения эффективности использования городских территорий осуществляется путем уплотнения существующей застройки, создания надстроек, пристроек к зданиям как гражданского, так и производственного назначения, формирования новых объектов, при условии выполнения санитарно-гигиенических и инженерно-технических требований.

Принцип планировочной интеграции реализуется посредством размещения в зонах смешанной застройки небольших по площади и экологически безопасных, не требующих значительных грузоперевозок предприятий и является социально эффективным.

Принцип раскрытия производственных объектов во внешнюю среду обеспечивается формированием связей – визуальных, транспортно-пешеходных, доступом к социальным структурам предприятий. Реализация этого принципа сопровождается развитием контактно-стыковых зон.

Принцип целостности архитектурно-композиционного формирования территорий реализуется путем согласования пространственных масштабов разнофункциональных элементов смешанной застройки.

# **Теория и история архитектуры**

**«Кирпичный стиль» в архитектуре городской жилой застройки  
Беларуси второй половины XIX - начала XX вв.**

Асташенок Л.С.

Белорусский национальный технический университет

«Кирпичный стиль» в большинстве европейских стран развивался в границах периода историзма и эклектики второй половины XIX в. и только предвещал рационалистическое течение в архитектуре модерна. В фасадах зданий произвольно сочетались мотивы разностильного декора, восходящего к романским, готическим, византийским прототипам. С помощью кирпича и фигурной кладки на фасадах зданий создавались причудливые орнаменты карнизов, тяг, наличников и порталов. Распространение «кирпичного» стиля также было связано с расширением строительства заводов, складов, казарм, сооружений, обслуживавших железные дороги, и т. д. поскольку уменьшение расходов на возведение и эксплуатацию таких зданий имело решающее значение.

В 1850 -1910-х годах в городах Беларуси было построено большое количество домов в «кирпичном» стиле. Купцы и предприниматели сооружали в этом стиле производственные и торговые здания, надворные постройки. Поэтому он также получил название «казенного» или «фабричного». Что касается жилищ, то наиболее состоятельные домовладельцы продолжали строить для себя пышные особняки с оштукатуренными фасадами в полюбившихся им эклектических формах. Менее состоятельные купцы, мещане, чиновники вынуждены были строить не столь дорогие кирпичные дома, но также требовали их украшения традиционными классическими, а затем и другими модными формами. «Кирпичный» стиль в городах получил широкое распространение, приобрел многообразные формы, иногда затрудняющие отнесение архитектурных решений к тому или иному стилю.

В формах эклектики в городах Беларуси было построено много домов (№11 на ул. Куйбышева, №1 на ул. Советской в г. Бресте, №4 на ул. Смоленской, №13 на ул. Революционной в г. Витебске и др.). Все они украшены различными типами сандриков с колоннами или кронштейнами, наличниками, пилястрами, поясками, карнизами. Отличаются высоким качеством кладки, тески и подгонки кирпичей различной формы. В отделке эклектичных по своей сущности фасадов использованы криволинейные формы модерна, замковые камни, лепные детали и другие атрибуты разных стилей.

## Пути развития православной архитектуры Беларуси

Балуненко И.И.

Белорусский национальный технический университет

1. Современные православные храмы Беларуси отличаются спорными с точки зрения эстетики решениями облика и пренебрежением психологическими характеристиками интерьера. Это связано с узким пониманием архитектором и заказчиком православной традиции как стиля церквей-«муравьевок» конца XIX в. Не учитывается история развития белорусской православной архитектуры, а традиция интерпретируется как консервативный, раз и навсегда решенный шаблон. В нормативных документах, регулирующих проектирование православных храмов (ТКП 45-3.02-83-2007) в силу их специфики даны лишь конкретные рекомендации, не освещена обусловленность элементов пространственной и символической структур храма особенностями православного богослужения и православного опыта трансценденции. В результате, вместо осознанного проектирования культового объекта архитектор механически копирует уже существующие, проверенные временем образцы.

2. Для осознанного проектирования православных храмов архитектору необходимо знать, каким образом особенности православного богослужения влияют на облик храма, иметь представление о предпочтительном психологическом воздействии интерьера храма на прихожан.

3. Одним из путей увеличения разнообразия типов современных православных храмов может стать обращение к местным традициям храмового зодчества: особенность храмовой архитектуры Беларуси заключается в многочисленности прижившихся в разные эпохи стилей – от интерпретации византийского до органичного заимствования приемов и методов храмовой архитектуры Западной Европы, наблюдаемого как в униатских, так и в православных храмах Беларуси.

4. Многообразие исторических типов православных храмов Беларуси, наложение одного стиля другим на протяжении истории, указывают на развитие храмовой архитектуры. Гонения на православную церковь во времена Советского Союза не позволили отразить в облике православного храма новшества XX в. Исторические примеры синтеза западноевропейской храмовой архитектуры и местных традиций указывают на возможность использования такого опыта при проектировании современных храмов.

**Лабиринты и их изображения в храмовых сооружениях готики**

Будыко Н.С., Кулецкая Д.В., Мусалева М.В.

Белорусский национальный технический университет

В церковных сооружениях Франции эпохи готики часто встречаются изображения лабиринтов. Располагаются они в разных местах: на полу церкви, на сводах, на стенах, на колоннах. Подобные лабиринты встречаются в храмах XII-XVI вв. почти всех стран Западной Европы.

Изображение лабиринта относится к числу самых ранних абстрактных символов, обнаруженных в художественном творчестве людей, он получил распространение в примитивном искусстве практически всех стран.

Много лабиринтов сохранилось в Италии, Англии, Скандинавии. Настоящий расцвет лабиринтов в эпоху готики наблюдался во Франции. Лабиринты в интерьере храмов северных городов: Шартра, Амьена, Оксерра, Сент-Омера и др. получили широкую известность. Самый крупный из сохранившихся лабиринтов находится в Шартре – его диаметр около 13 м, самые маленькие имеют десяток сантиметров в диаметре. При большой вариабельности решений лабиринтов их объединяет единство в концептуальном подходе, декоративном и планировочном решении. Однако расположение лабиринта в храме, взаимоотношение с другими структурными элементами, соотношение его чисел, символов и размеров не нашли однозначного ответа у специалистов.

Практически все церковные лабиринты Франции делятся по географическому признаку. К югу от Парижа в епархии г. Санс (Шартр-Санс, Оксерр) они имеют форму круга с декоративно выделенным центром; севернее и восточнее Парижа в епархии г. Реймс (Амьен, Аррас-Реймс) - вид восьмигранника, как с декоративно выделенным центром, так и без него. В Сент-Омере (севернее Парижа) найден уникальный лабиринт в виде извилистой тропы, заключенной в квадрат. Единый подход отличает лабиринты в монастырях: все они располагаются в местах, доступных для обозрения только духовным лицам.

В соборе г. Оксерр сохранилось описание XIV в. в использовании лабиринта для проведения символической игры-танца в день Пасхи. Храмовые лабиринты Франции имеют много общего с лабиринтами Италии и Англии: в них часто присутствует тема дома Дедала с о. Крит, мифологические сюжеты, тексты отцов Церкви. Изображения лабиринта использовали и в элементах декора. Есть предположения, что иногда лабиринт являл собой вычислительные таблицы и календари для мирян, т.е. исполнял одновременно декоративную и образовательную функции. Единого мнения о назначении лабиринтов пока выработано.

**Воссоздание планировочной структуры раннего Витебска**

Кишик Ю.Н.

Белорусский национальный технический университет

Характерные особенности планировочной структуры раннесредневековых городов накладывают отпечаток на все последующие периоды их развития. В качестве опорного чертежа для предстоящего исследования был выбран архивный план Витебска 1801 г. Ретроспективный метод воссоздания первоначальной планировочной структуры был использован для выявления механизма формирования структуры каждого из самостоятельных районов Витебска. Исследование показало, что Задвинье обладало такими характерными элементами, как северный и южный массивы заселения, торговая площадь в виде удлиненного треугольника, курганный могильник, несколько сменявших друг друга основных дорог, направленных к месту переправы через Западную Двину, и множество местных проездов к берегу реки. На территории Взгорья обнаружены следы града на Плоской горе, открытого селища на краю верхнего плато над Двиной, первоначального торгового предполья града и сложившейся позднее торговой площади в виде удлиненного треугольника в южной оконечности района, племенного языческого святилища на Лысой горе, могильника на Остро-Спасской горе, а также развитой сети полевых дорог, связывавших все опорные узлы. На планировку Заручавья оказала влияние своеобразная торгово-складская зона, сложившаяся возле переправы через Западную Двину с целью перевалки грузов и отправки торговых обозов по расходящимся веером трем торговым трактам. Ядро зарождавшегося Витебска формировалось на острове, омываемом водами Двины, Витьбы и ручьев Дуная и Пилатова. На горе Ломиха существовал град-убежище еще балтского населения. В X в. крепость была перестроена, заселения вокруг нее стали развиваться как посад древнейшего Витебска, а район Задунавья функционировал в городском комплексе как открытое селище, подобно аналогичному планировочному элементу на Взгорье. Таким образом, планировочная структура раннего Витебска формировалась на основе нескольких самостоятельных в функциональном и ландшафтном отношении городских районов. Объединяющим центром стала крепость на Замковой горе, расположенная необычно в чаше природного амфитеатра. На нее были направлены оси речных долин и линии основных водоразделов. Формируемая планировочная структура обладала яркой индивидуальностью и располагала выразительными возможностями для ее объемной реализации в раннесредневековый и средневековый периоды.



**Из истории архитектурной мысли Беларуси второй половины  
XIX- начала XX веков**

Кожар Н.В.

Белорусский национальный технический университет

Во второй половине XIX в. на современных белорусских землях получил развитие новый этап архитектуры – «эклектика». Переход от робкого копирования отдельных «древних» форм к сознательному воспроизведению их «чистоты» означал переход на позиции эклектизма.

Предпосылки архитектуры эклектики сформировались в теории на рубеже XVIII -XIX столетий. Они связаны с предромантическими течениями и романтизмом, сопровождавшими процессом распада нормативной доктрины классицизма. Разделение в теории эклектики утилитарных и художественных аспектов архитектуры, необходимость разработки новых типов зданий предопределили и невозможность сохранения классицистических композиционных приемов. Суть периода определяет признание равнозначности всех эпох в зодчестве. Поэтому, несмотря на внешне выраженную борьбу сторонников различных «неостилей», их объединяет общность миропонимания. В своих концепциях все они последовательно опирались на историзм, дающий представления об истории как непрерывно развивающемся процессе, из которого можно черпать примеры для подражания. Произошли изменения и в трактовке основных составляющих понятия «архитектура». В классицизме существовала иерархическая система соподчинения полезного и прекрасного. Во всех теориях периода эклектики устанавливающих соотношения утилитарной и эстетической сторон архитектуры, на первое место выступили проблемы стиля. На второе – проблемы общественной миссии архитектуры.

В целом в региональной архитектурной науке второй половины XIX начала XX вв. можно выделить 3 этапа: - в 1850-1860 г архитектурные концепции были связаны с идеями просветительства; в 1870 –е –1980-е гг. – с романтическими веяниями, символизмом; в 1895-1910-е гг. в архитектуре господствовал модерн, задачей которого являлась «гуманизация жилой среды посредством искусства» в изменившихся социальных и экономических условиях.

Прерванные Первой мировой войной попытки создания теоретических основ «современной архитектуры» возобновились в Беларуси уже в советское время.

**Архитектурно-композиционные особенности католических монастырей Беларуси XVII–XVIII вв.**

Колосовская А.Н.

Белорусский национальный технический университет

В период XVII–XVIII вв. отмечается небывалый подъем орденской архитектуры, формировавшейся в архитектурно-художественной системе барокко, а со второй половины XVIII в. – классицизма.

Наиболее активное строительство монастырей велось в центрах городов на главных магистралях. Компонировка комплексов определялась общепринятой системой организации монашеских обителей, в контексте специфики каждого монашеского ордена, и подчинялась представлениям местных зодчих, особенностям климата и уровню развития строительной техники. Размещение сопредельных сооружений, составляющих застройку монастыря, представляет систему объемно-планировочных форм, направленную на создание внутреннего пространства (claustrum). Как правило, местоположение гражданских сооружений в застройке монастыря находилось в непосредственной зависимости от культового объекта, являвшегося центром посещения и архитектурной доминантой, определяющего направление и место для возведения гражданских строений (школа, театр, аптека, госпиталь, бурса, богадельня и др.).

Храмы монастырей, занимали центральное место в городской структуре, становясь визуальными ориентирами с выраженной вертикалью башен (Полоцкая Парадная (Корпусная) площадь, Минский Верхний горсад и др.). Размеры храмов при компактном плане были небольшими относительно европейских прототипов. Особое значение в облике здания отводилось наиболее декорированному главному фасаду. В композиционном решении следует выделить здания храмов с многоуровневыми башнями, по ярусам уменьшенными в сечении. При решении боковых фасадов храмов и прочих монастырских зданий, в качестве объединяющего композиционного приема, использовалось чередование выступающих из плоскости стен боковых фасадов ступенчатых пиллястр и оконных проемов. Интерьеры храмов решались по традиционно-конфессиональной схеме организации литургического пространства. Декоративное убранство барокко, отличалось богатством архитектурных форм и деталей: резным декором, обилием скульптурных форм, живописных полотен и церковной утвари.

В целом основные сооружения, входящие в состав монастырской застройки, объединяются на основе символического, архитектурно-стилистического и пропорционально-метрического сходства.

**Архитектурное решение входа в православных храмах  
Беларуси XI – XVI вв.**

Лаврецкий Г.А.

Белорусский национальный технический университет

Архитектурные особенности как древнерусских, так и памятников ВКЛ на территории Беларуси стали доступны для изучения после археологических и комплексных научных исследований. В результате накоплен материал, позволяющий предположить сосуществование нескольких строительных культур на всех этапах развития православного церковного зодчества. С развитием образной системы византийского храма и его переосмыслением в XI – XII вв. в древнерусской архитектуре были отработаны решения в разработке элементов, связанных единой христологической программой. В основе архитектурно-пластического решения входа в храм лежат несколько принципов: богословский (теофания символика), литургический, функциональный (в том числе и оборонительная функция). При этом реализуется и эстетическая программа.

При всей монументальности архитектурного облика Софийского собора и возведенных столетием позже масштабных сооружений в Детинце, на Рву, в Борисоглебском и Спасском монастырях, Борисоглебском в Новогрудке, пластическая разработка входа осталась довольно сдержанной. Сравнительно небольшие храмы XII в. обладают большим разнообразием. Некоторые из них имеют входы с довольно простыми профилями, в то время как входы Борисоглебской церкви в Гродно и Благовещенской в Витебске можно рассматривать как своеобразные порталы. Во входе Благовещенской церкви также решается проблема обороны. Двери открываются вовнутрь помещения и усилены конструкцией «ручья». Кроме того, ось входа смещена относительно продольной оси храма, что связано с комплексным решением размещения лестницы в левой части западной стены с выходом на хоры по оси храма.

Конструкцию «ручья», немного усложненную, имеет и вход в Михайловскую церковь в Сынковичах (перестройка XVI в. на основе более раннего сооружения). Наиболее развитый в архитектурно-пластическом отношении вход имеет церковь Рождества Богородицы в Мурованке. Готический по характеру портал стал неотъемлемой составляющей частью образа церкви, возведенной на основе небольшого крепостного сооружения. Такое решение в дальнейшем оказало влияние на развитие входного узла в Благовещенской церкви в Супрасле и формирование в белорусской архитектуре группы храмов-крепостей.

## Преимственность православной строительной культуры в униатской архитектуре

Ожешковская И.Н.

Белорусский национальный технический университет

Белорусская культовая архитектура развивалась в направлении синтеза церковных канонов византийско-русских и западноевропейских традиций. На первом этапе после заключения Брестской унии 1596г. для богослужения по новому обряду использовались существующие православные церкви. Они вместе с приходами передавались под управление униатским священникам. При этом более древние православные святыни, возведенные в раннее время, начиная от древнерусского периода XII в. и заканчивая гошкой начала XVI в., перестраивались под новые требования униатского храма.

Изменение конфессиональной принадлежности храма приводило к целому ряду комплексных перестроек с целью его приспособления под новые литургические требования и согласно общестилевому развитию церковной архитектуры. Нередко при этом происходила полная утрата первоначального аутентичного облика храма. Немногие из сохранившихся инвентарей переданных униатам древних православных монастырей и приходов дают возможность проследить о постепенных преобразованиях, связанных с изменением ритуала и символики католическими элементами.

Изменениям подвергались в первую очередь интерьеры, нередко значительная перестройка касалась и внешнего облика храма (например, Борисоглебская церковь в Новогрудке, Благовещенская церковь в Витебске, Софийский собор в Полоцке и др.). Новые представления об облике униатского храма совпадали, как правило, с тенденциями, характерными для развития католической архитектуры конца XVI – начала XVII вв. Появление в композиции главного фасада двух башен, треугольного фронтона и других элементов внешнего и внутреннего декора было свойственно костелам ВКЛ периода барокко.

Архитектура униатских храмов с момента своего официального провозглашения имела в своем арсенале целый комплекс художественных и конструктивных средств, развившихся в недрах православного и католического зодчества. Синтез указанных черт стал в последующем веке началом формирования униатской архитектуры, основанной на двухвекторном процессе развития белорусской архитектуры XIV.- XVI вв.

**Архитектурно планировочная организация современных православных духовных центров**

Панченко Т.А.

Брестский государственный технический университет

Совокупность современных православных духовных центров Беларуси составляют комплексы, основанные в различные исторические периоды. Была изучены и проанализированы архитектурные решения группы православных духовных центров Беларуси, проекты которых созданы в последние годы. Функциональную основу этих комплексов составляют различные формы образовательной, просветительской и (иной) миссионерской деятельности.

В составе православного монастыря находятся один или несколько храмов, имеющих различное назначение (собор, церковь, часовня и т.п.). Это зальные, крестовокупольные и крестовокупольные базиликальные храмы разной вместимости. С храмовыми сооружениями пространственно связана трапезная, что обусловлено положениями устава и жилые корпуса. Вокруг них формируются ряды соответствующих вспомогательных и хозяйственных сооружений. В планировочном отношении жилые корпуса келий имеют коридорную либо галерейную структуру. Для обеспечения хранения продуктов, материалов и т.п. предусматриваются складские помещения различной площади, располагаемые смежно с производственными помещениями. Храм приходского духовного центра может представлять собой либо отдельное стоящее сооружение, занимая пространственный центр участка, либо быть встроенным в общий объём центра. Здания и сооружения для осуществления приходской деятельности размещаются вокруг храма либо по периметру участка. Возможно также их размещение в непосредственной связи с храмом через галереи или в одном здании с храмом (в том случае, когда церковь встроена в общий объём центра). В отличие от приходского, духовно-просветительский центр имеет больший объём и номенклатуру функций. Поэтому, на его территории необходимо обеспечить функционирование различных видов миссионерской образовательной, производственной и т.п. деятельности.

В целом можно сказать, что ПДЦ административно-управленческого назначения не имеют сложной планировочной организации, тогда как ПДЦ духовно-просветительского назначения (духовно-просветительские и приходские центры и т.п.) имеют разветвлённую планировочную структуру, основанную на их полифункциональном использовании.

**Композиционно-пространственные решения алтарей  
в католических храмах виленской епархии 17–18 вв.**

Радзевич И.Р.

Белорусский национальный технический университет

Визуальные эффекты в интерьерах католических храмов всегда играли первостепенную роль. Однако мастера на разных территориях Речи Посполитой не создавали единых, образцовых пространств в интерьере костела вплоть до середины XVIII в.. На территории виленской епархии было рассмотрено 19 объектов, многие из которых были непрерывно действующими. Используя метод сравнительного анализа, выявились основные объемно-пространственные типы зданий и, соответственно, объемно-пространственные композиции алтарей:

I) Однонефный зальный храм с абсидой. В этой схеме можно различить два вида размещения алтарей в объеме здания. Первый – кулисный, когда главный алтарь, размещенный в абсиде, создает вместе с угловыми алтарями своеобразную сцену. При этом угловые алтари могут быть размещены параллельно главному или под углом, еще более подчеркивая единую композицию. Такими примерами могут быть костелы в Ишелне, Комяях, Германовичах, Быстрице, Вишневе. Вторая схема расстановки такая же, но ввиду других пропорций объема здания и алтарей они визуально не создают целостной объемно-композиционной схемы. В основном это касается деревянных костелов в Дудах и Гудогае. Таких объектов насчитывается 9 (всего на территории Беларуси 24).

II). Трехнефная базилика с главным алтарем в глубине абсиды; боковыми, завершающими боковые нефы, и приколонными, либо без них (костелы в Друе, Василишках, Гольшанах). Это в подавляющем большинстве каменные храмы. Таких объектов насчитывается 5 (всего на территории Беларуси 15).

III) Двухчастный главный алтарь с перегородкой. Характерен для ордена бернардинцев. (Будслав, Ивье). Всего на территории Беларуси 4 объекта.

IV) Зальный однонефный объем без абсиды, с главным алтарем у апсидальной стены (каменные костелы в Кривичах, Костеневичах, Шеметово).

Провинциальная архитектура ВКЛ была гораздо проще и скромнее относительно других территорий Речи Посполитой. Отсутствие материалов, таких как мрамор, песчаник и алебастр, вносило свои коррективы. В результате наступило упрощение архитектурных форм и деталей.

**Свято-Елисеевский Лавришевский монастырь**

Сергачева Г.А.

Белорусский национальный технический университет

Лавра – название самых крупных мужских православных монастырей (Киево-Печерская, Псково-Печерская, Троицко-Сергиева). На территории Беларуси тоже когда-то была Лавра – Свято-Елисеевский монастырь, основанный, согласно летописным источникам, в 1225 г.

Преподобный Елисей, который до этого занимал высокую должность при дворе князя Миндовга, удалился в пустынную местность между “Литвою и Новым городом” (территория Новогрудского района) и вместе с православным монахом Лаврентием основал скит, который стал прирастать монахами и со временем превратился в православный монастырь. В 1250 г. монаха Лаврентия убил бесноватый послушник, который чудесным образом исцелился, прикоснувшись к его телу. Монах Лаврентий впоследствии был причислен к лику святых за многие случаи исцеления и другие чудесные явления. Монастырь же стал известным центром православия и культуры. Вблизи монастыря возникла деревня Лавришево. В этом монастыре было написано Лавришевское евангелие. В 1553 г. монастырь разрушили, восстановление началось в 1775 г., при этом монастырь был преобразован в униатский и просуществовал до 1836 г., когда униатство в Российской империи было ликвидировано.

Восстановление Святого места в начале XX в. прервала Первая мировая война, все строения Лавришевского подворья были уничтожены. В 1993 г. начался новый этап восстановления Лавришевского монастыря. В настоящее время построен храм Елисея Лавришевского – небольшое здание с выделенной в самостоятельный объем колокольной над входом. Своеобразно решен вход в храм: металлические столбы, поддерживающие деревянный фронтон крыльца, на фоне белых оштукатуренных стен. Виноградные лозы, обвивающие металлические столбы, изящно выполнены в техникековки и являются как бы напоминанием о райских кущах.

Особую историко-культурную ценность для монастыря имеет установленный на храме крест, сохранившийся от предшествовавшей деревянной церкви. Второе по значению здание монастыря – трапезная, в виде остекленного павильона с крутой вальмовой крышей, увенчанной главкой. Небольшой домик в глубине территории – жилище монахов и послушников, включает кухню и мастерскую. Заложен фундамент будущего главного храма монастыря. Рядом с ним установлен бронзовый памятник Елисею Лавришевскому.

## Научно-исследовательская работа студентов-архитекторов и особенности ее реализации на младших курсах

Тарасова Г.Г.

Белорусский национальный технический университет

Подготовка будущей элиты возможна только при раннем приобщении студентов к исследовательской работе. Именно она позволяет воспитывать творческий подход и рациональное мышление. Научно-исследовательская работа студентов может осуществляться как дополняющая учебный процесс, так и параллельно ему. В первом случае студенты участвуют в научных конференциях. При этом основной задачей является выход за рамки программы обучения, индивидуализации процесса обучения и создания предпосылок для дальнейших исследований. Второй уровень — это научная профессионализация студентов с привлечением к научным исследованиям, проводимых на кафедре.

Работа на кафедре «Теория и история архитектуры» ориентирована на первый уровень научных исследований, что связано со спецификой начальной профессиональной подготовки и начинается уже на первом курсе. В начале учебного года студентов информируют о возможности участия в научной конференции, привлекая к работе всех желающих. Тема формулируется не сразу — студенту предоставляется возможность самому подумать, собрать некоторую информацию, а затем, после обсуждения с преподавателем определяется область и предмет исследования.

Из собранного материала проводится отбор нужной информации, что для студента бывает весьма затруднительно, так как нужно уметь отделить главное от второстепенного. На помощь приходит преподаватель, предлагая план и структуру работы. Одновременно продумывается иллюстративная часть, которая в логической последовательности отражает содержание и выводы. В черновом варианте преподаватель прсверяет работу, вносит поправки, а затем обсуждает ее со студентами, пытаясь вывести беседу на творческий диалог. Накануне конференции проводится репетиция выступления с отработкой дикции, интонацией и т.д.

Приобщенные с первого курса, студенты могут продолжить исследовательскую работу на протяжении дальнейшей учебы, а затем в магистратуре и аспирантуре.

Таким образом, «институт СНТО» является мощным резервом в улучшении качества профессиональной подготовки студентов, в привитии вкуса к исследовательской работе и ориентации на дальнейшую научную работу. Поэтому научно-исследовательской работе студентов надо уделять внимания не меньше, чем аудиторным занятиям.



**Замок в Быхове**

Трацевский В.В..

Белорусский национальный технический университет

В конце XVI- нач. XVIIв Быхов превращается в одну из мощнейших крепостей Поднепровья. Быхов (Старый Быхов) известен с 1430 года, во владение Великого князя Сведригайло. Последующими владельцами были Друцкий-Зубровицкий, Гоштольд, Великий князь Сигизмунд I. С 1556г владельцами стали Хадкевичи. В 1590г. Я.Хадкевич получил королевскую грамоту на строительство каменного замка, который к 1619г. был возведен. Новый владелец Лев Сапега продолжил совершенствовать замок и укрепления города. В результате возник интересный ансамбль, в котором проявились европейские ренессансные принципы фортификационного зодчества (планировочная структура тщательно изучена Ю.В.Чантурия).

Замок (77x100м) располагается на высоком берегу поймы Днепра. Отдельные корпуса замка образовали большой замкнутый двор в форме перекошенного квадрата. Главный корпус расположен вдоль кромки поймы (восток). С северной стороны была выстроена крепостная стена. С южной одна часть застройки имела каменный корпус, другая – деревянный. С западной стороны располагалась проезжая башня и два корпуса: к Северу каменный, а к Югу – деревянный. Углы фланкировали восьмиугольные башни. Главный (дворцовый) корпус имеет две восьмиугольные башни: одну в центре со стороны реки (центр композиции) и другую - в южном конце корпуса.

Во второй половине XVII-XVIIIв. дворцово-замковый комплекс приобрел черты барокко. Главный фасад получил новое решение. К нему была пристроена двухэтажная галерея с наружными лестницами. Башня имела подвал и четыре этажа, завершена куполом с башенкой. В XIX в башня понизилась до уровня карниза дворца. Планировка дворца анфиладная.

Полукольцевая линия обороны города была построена Л. Сапегой. Это были земляные валы с бастионами и рвом. Центром композиции города был замок. Однако от города он был отделен рвом с подъемным мостом. Перед замком простиралась площадь, которая разделяла город на две части. Такое решение было обусловлено фортификационными требованиями. Кроме того она использовалась для занятий гарнизона. Неприступность города и замка в XVII-XVIIIв. подтверждается тем, что он с успехом выдержал осады. В 1648г. замок не смогли взять казаки Ф.Гаркуши, выдержал он длительную осаду в 1655г. войск гетмана И. Золоторенко. В 1659 г. месячная осада русских войск не увенчалась успехом. Ансамбль сохранился частично, но может быть с успехом отреставрирован.

## Латитудинальные храмы Сирии IV – VII вв.

Харма Усама Мохаммед

Белорусский национальный технический университет

Восточная монастырская архитектурная концепция особенно ярко проявилась в типе латитудинальных церквей (от лат. *latitudo* — ширина; т. е. здания, пространство которых растянуто вширь, в противоположность к протяженному по продольной оси архитектурному типу базилики), особенно распространенных в Месопотамии. Латитудинальная церковь делится на три основные части: растянутое вширь главное помещение для молящихся, к которому примыкает со стороны входа открытый портик, а с противоположной стороны — алтарь, состоящий из среднего помещения с апсидой, в котором находится престол, и двумя дополнительными помещениями по сторонам.

При сравнении со столичной строительной традицией очевиден контраст между тонкими стенами Софии Константинопольской, совершенно незначительными по сравнению с ее гигантским внутренним пространством, и толстыми массивными стенами сирийских церквей. Они прямо сжимают внутреннее пространство, кажущееся тесным по сравнению с такой мощной оболочкой. Внутреннее пространство сирийских церквей резко отделено толстыми стенами от окружающего и замыкается в себе. Это подчеркивается почти полным отсутствием наружных световых пролетов. Если они и присутствуют, то они очень малы и помещены высоко под сводами на коротких сторонах главного зала. Вместе с тем пространство сирийских латитудинальных церквей расчленяется на ряд ячеек, совершенно замкнутых в себе и отделенных друг от друга толстыми, массивными стенами. Очевиден контраст между сирийским замкнутым и разъединенным внутренним пространством и интерьером Софии.

Сирийская церковь напоминает древнюю архитектуру Междуречья, в частности, дворец Саргона в Хорсабаде, в котором вся внутренность делится на отдельные, совершенно замкнутые помещения, перекрытые полуцилиндрическими сводами, опирающимися на толстые стены. При входе в храм свободное пространство открывается направо и налево, а впереди и сзади — растянутые вширь стенки. В середине задней стены ничем не выделенный пролет, а в середине передней стены вход в главную часть алтаря, богато разукрашенный и этим сильно выделенный. Безусловно, можно говорить об антропологическом принципе, который учитывается при возведении христианского храма.

**Планировочное развитие г. Полоцка в IX – XVI вв.**

Филиппенко Я.Д.

Белорусский национальный технический университет

Систематизированное изучение планировочного развития Полоцка IX – XVI веков практически не производилось. Сведения первоисточников по этому периоду весьма разрознены и немногочисленны. Но на их основе, а также имеющихся иконографических источников и предыдущих узконаправленных исследований, удалось провести анализ развития городской структуры в этот период.

В ходе анализа были выявлены три основных этапа планировочного развития Полоцка в IX – XVI вв. Дифференциация происходила на основе топографического различия, изменения планировочной структуры, развития фортификационных сооружений и т.д.

Первым из выделенных этапов является самый ранний, период основания и развития Полоцкого княжества (IX – X вв.). Городище того времени находилось на берегу Полоты – это обнесенный деревянными стенами, обведенный валом и рвом град-детинец площадью всего 1 гектар, а так же неукрепленный околный город. Судя по раскопкам, древнейший Полоцк был разрушен и сожжен, возможно, князем Владимиром в 980 году.

Второй этап можно хронологически обозначить XI – XIII вв. Городской детинец в то время располагался уже на левом берегу Полоты, при слиянии в Западную Двину. В конце XI – нач. XII вв. из сравнительно небольших городища и селища Полоцк превратился в крупный город, где жило около 10 тысяч человек. В 1044-1066 гг. на детинце была возведена полоцкая София. Там же, возле Софийского собора поднялся княжий деревянный терем на 2 этажа с широкой галереей-сенями, со светлицами, опочивальнями и палатой не менее чем на сотню гостей.

Третий этап включает XIV – XVI вв. В XIV веке территориальный рост города практически останавливается. В это время возникают только небольшие поселения на левом берегу Двины. В 1498 году Полоцк получил Магдебургское право, что способствовало его росту. В это же время, похоже, Софийский собор подвергся перестройке. Из семикупольного он превратился в пятибашенный храм. Наиболее сильно укреплен Полоцк был в начале XVI в. В 1501 г. были обновлены укрепления Верхнего замка и возведены фортификации вокруг Великого и Заполоцкого посадов, укрепленные рвами и валами. Согласно Полоцкой ревизии 1552 г. в Верхнем замке было 9 башен (деревянных) и 204 стены.

## Замок в Несвиже и его окружение

Савельев Д.В.

Белорусский национальный технический университет

Со времени строительства замка Радзивиллов, одновременно велись работы по строительству каменно-земляной крепости города по аналогии с идеальными городами Европы, имевших к тому же и сакральное значение: по углам крепости располагались культовые комплексы с садами и прудами.

Городские укрепления возводились по староитальянской системе фортификации. Все стороны городской крепости имели земляные куртины и бастионы за исключением южного каменного бастиона с костелом и коллегиумом Иезуитов. Было возведено пять брамных башен: Замковая, Слуцкая, Клецкая, Виленская и Минская. Наиболее укрепленными были Виленская, Клецкая, Минская. Оборонность остальных (Слуцкая, Замковая) поддерживалась за счет водной преграды. Интересной являлась Минская брама. Сделанная автором реконструкция плана этой башни показывает, что она имела размеры примерно 10X10м, разделенная на первом уровне на две части: проезд с правой стороны и помещениями для обороны с левой. За башней примыкал небольшой прямоугольный двор, имеющий боковой выход на улицу, идущей вдоль монастыря. Такой фортификационный прием позволял эффективнее обороняться в случае прорыва неприятеля через брамную башню.

К настоящему времени сохранились Замковая башня (без Замковой брамы) и Слуцкая брама, часть юго-восточной куртины с бастионом, а также часть водной системы в юго-западной и северо-западных частях бывшей крепости. Следует также отметить, что с момента утраты крепостными укреплениями своих оборонительных функций прошло не менее 200 лет, и это привело к накоплению культурного слоя вокруг от 1 метра и выше, что несомненно искажает наше восприятие даже сохранившихся объектов. Также отсутствие четких регламентов охраны территории бывшей крепости приводят к застройке мест бывшего расположения крепостных сооружений, а также территорий примыкающих к крепости, что в будущем осложнит их музеефикацию и использование в туристических целях.

Дальнейшее археологическое выявление и изучение сооружений бывшей городской крепости позволило бы значительно расширить наши научные познания о фортификации и истории города и увеличить туристический потенциал Несвижа.

## Художественный образ в архитектуре

Марченкова И.А.

Белорусский национальный технический университет

Художественный образ – это сложный и целостный мир идей, различных ассоциаций, оттенков настроений и чувств. В соответствии с этим раскрыть художественный образ в архитектуре – значит проникнуть в многообразие жизненных, художественных идей, целостности строения архитектурного произведения во всей его сложности.

Художественный образ требует рассмотрения в трех аспектах, раскрывающих его специфику: 1) как художественное обобщение, 2) как художественная целостность с развитой структурой и 3) как некоторая образно-эмоциональная определенность.

Несомненно, поиск художественного образа в архитектуре должен строиться на фундаменте целесообразного решения практических задач в органической связи с формированием пространства, а также с особенностями конструктивно-технологических систем. Но одновременно художественный образ выступает и как самостоятельное начало архитектурного формообразования. Это во многом определяется спецификой объекта: для одних более важна эстетическая мысль, для других – конструктивный замысел.

Архитектура выступает в жизни результатом не только художественного отражения действительности, но и самой этой действительностью. Развитие индивидуальных образов возможно на основе единых конструктивных систем. Архитектурные образы зачастую символизируют жизненные процессы. Символизация образа присуща разным периодам истории архитектуры и разным культурам, где они приобретали характер традиции. В этом случае особую роль приобретают различные ассоциативные аналогии, скрытые в форме черты традиций, все то, что пробуждает в человеке необходимые эмоции, рождает образы-воспоминания.

Для понимания знаковых механизмов формирования художественного образа особенно важны принципы целостности и системности образа. Разумеется, изменение художественной культуры в нашу эпоху приводят к изменениям художественного мышления и восприятия. Эти возможности поиска художественных образов не должны заслонять от нас материальной организации архитектурных объектов, а также того, что отсутствие здравого смысла в художественных образах не означает отсутствия здравого смысла в организации жизни.

# **Дизайн архитектурной среды**

## К вопросу об адресном проектировании жилого интерьера

Агранович-Пономарева Е.С., Жарновецка Я.С.\*, Мазаник А.В.  
Политехника Белостокска, Белосток\*  
Белорусский национальный технический университет

В период с 2004 по 2008 г.г. в рамках договора о сотрудничестве между архитектурными факультетами Политехники Белостокской и Белорусского национального технического университета выполнялась совместная научная работа. Результатом совместной работы стала монография «Ребенок в мире взрослых. Создание интерьера с учетом психологических особенностей человека» (Rozprawy Naukowe Nr 16: OWPB, Bialystok, 2009).

Книга содержит результаты исследований и справочный материал: таблицы с примерами интерьеров, раскрывающих характеристики комфортности архитектурной среды для представителей разных типов восприятия, хромотипов, темпераментов и для людей с разными типами ограничения возможностей; анкеты для определения психотипов; антропометрические показатели детей и молодежи; примеры оборудования и устройств для реабилитации детей с нарушениями опорно-двигательного аппарата, слуха, зрения.

Результаты исследования позволили построить и внедрить в учебный процесс обеих школ две программы по проектированию интерьеров: комнаты студенческого общежития и квартиры с учетом психологических особенностей потребителей. Рабочие программы были построены по двухступенчатой системе и включали блоки предпроектного анализа и проектных материалов. Блок предпроектного анализа строится на использовании методики определения психотипов для создания эскиза «идеального» интерьера персональной комнаты. Затем проводится анализ интерьера для выявления использованных метапрограмм, эргономической обоснованности решения, предпочтений к цвету, примененным геометрическим формам и т.п. Проектный блок включает построение функциональной программы и формирование интерьера.

Продолженная работа показала, что сотрудничество между вузами сопредельных государств способно принести пользу как науке, так и образованию, проверить методику, сравнить результаты, наметить пути дальнейших исследований. Результаты работы предполагают использовать в учебном процессе и дальнейших исследованиях по названной теме – договор о совместной работе преподавателей архитектурных школ Белостока и Минска пролонгирован на 2010-2012 г.г.

## **Некоторые аспекты работы в технике смальтовой мозаики**

Ивановская Д.А.

Белорусский национальный технический университет

Техника монументальной живописи мозаика обладает особой красотой, а так же долговечностью. В последнее время в Беларуси, в основном в связи с возрождением православных храмов, мозаика используется все чаще. Существует спрос на работу наших художников мозаичистов и за рубежом. Несмотря на существующую литературу об этой технике, ощущается нехватка изданий обобщающих мировой опыт, а также изданий, ориентированных непосредственно на практиков. Как правило, в исследованиях затрагивающих мозаику, рассматриваются тенденции ее художественно-стилевого развития, отдельные авторы и произведения, вопросы технологии и реставрации. Существует так же и чисто рекламная продукция компаний выпускающих смальту, где кратко описываются некоторые закономерности и технологии кладки.

В докладе, на базе исследований искусствоведов и практического опыта работы мозаичных мастерских Свято-Елисаветинского монастыря города Минска, анализируются закономерности, которые необходимо учитывать на практике и, в первую очередь, в культовой архитектуре. Красота мозаики во многом строится на ряде характеристик свойственных используемому материалу, а так же на его гармоничной связи с архитектурной средой.

Среди особенностей материала следует учитывать ритм создаваемый кубиками смальты, графией (линиями из смальты), фактуры и др. Не следует стараться из мозаики сделать роспись и др. Связь с архитектурой предполагает учет того, что произведение, прежде всего, является ее частью. Работа не должна быть чрезмерно яркой, либо темной (особенно при больших размерах). Не следует вводить много оттенков в обозначении одного цвета, так как издали это читается т.н. «грязью». В изображаемых объектах для их лучшего восприятия следует использовать обводную линию. Мозаичная композиция должна учитывать ритмы архитектуры. Идея здания, например если это церковь, то это тело Христа. Если существует значительная дистанция от зрителя, то размер модуля может быть увеличен. Фоновые линии, состоящие из рядов смальты, должны «держат» плоскость стены, т. е. оптически не усиливать, а устранять ее возможные погрешности. Эти и ряд других приемов помогают создавать в этой технике гармоничные произведения.



**Монументальное vs. общественное: особенности существования  
скульптуры в городской среде**

Войницкий П. В.

Белорусский национальный технический университет

В отечественном художественном дискурсе, касающемся городской скульптуры, традиционно присутствует понятие «монументальность». Стандартные определения монументальной скульптуры предполагают «величественность, масштабность образа» и «утверждение определенного официального общественного идеала». Однако данный термин, происходящий от значительного размера произведений, больше не является рабочим для интернациональных критики и практики. Ныне международная терминология фиксируется на социальной функции арт-объектов в урбанистической среде, что отражают текущие концепты «общественной скульптуры» («public sculpture») и «общественного искусства» («public art»).

Тема «общественного» в искусстве получила раскрытие усилиями немецкого художника Йозефа Бойса (1921–1986). В 1978 году им была сформулирована концепция социальной скульптуры, основой которой стал антропологический принцип. Следуя Бойсу – любое позитивное социальное действие является скульптурой, также, впрочем, как и любой человек является художником. Более того, сам процесс образования, по словам Бойса, «...становится подобным формовке скульптуры. Человек нуждается в том, чтобы быть сформированным правильным образом. А это значит, что его следует вылепить. Он должен быть вылеплен полностью сверху донизу». Бойс не разделял свои творческие стратегии на художественные, общественные и политические, считая, что занимается, прежде всего, искусством. Тем не менее, в его акциях и лекциях «общественная» компонента зачастую доминативна.

Творчество Йозефа Бойса предвосхищает новейшую стадию эволюции общественной скульптуры – «искусство в сфере общественных интересов». Идеи художника развивают ряд современных теоретиков и практиков, таких как Мивон Квон, Ричард Серра, Кишишоф Водичко. Учебная программа предмета «Скульптура и объемно-пластическое моделирование», разработанная и внедряемая на кафедре Дизайна архитектурной среды учитывает «общественную» специфику существования скульптуры в городской среде, позволяя студентам получить опыт работы с актуальной скульптурной проблематикой.

**Формирование экологического сознания у студентов специальности  
«Архитектурный дизайн»**

Шидловская Л.А.

Белорусский национальный технический университет

Важнейшая роль в решении современных экологических проблем отведена экологическому образованию, экологизации профессиональной деятельности будущих специалистов вне зависимости от их профессиональной принадлежности. Одна из важнейших проблем экологического образования будущих специалистов (формирование у них навыков, отношений, ценностей, мотивации к личному участию в решении экологических проблем для улучшения качества среды жизнедеятельности) остается более чем актуальной. Особая роль в этом процессе принадлежит современному феномену дизайна и непосредственно специалисту-дизайнеру. При понимании феномена дизайна как проектирования предметной, вещной среды бытия человека, необычайно возрастает его значение в формировании экологической компетентности личности, проектировании качества жизни человека. Подготовка дизайнеров, их профессиональное становление и экологическая компетентность становятся первостепенными в образовательной практике.

Существует множество отраслей дизайна: технический дизайн (эстетическое и эргономическое проектирование производственных пространств), арт-дизайн и дизайн среды, включающий в себя различные направления художественно-проектной деятельности, связанной с разработкой предметного окружения человека, систем визуальной коммуникации и информации, организацией жизни и деятельности человека на функциональных и рациональных началах (дизайн интерьеров, дизайн мебели). Основная направленность деятельности дизайнера – производство красивого, удобного и понятного потребителю продукта, «второй природы», основанное на художественно-образных моделях, функциональном анализе, стилизации и компоновке, изучении психологии масс, а также на современных знаниях о культуре, окружающей среде и ее защите.

Таким образом, современное понимание дизайна включает в себя широкий диапазон проектных дисциплин, охватывающих все области человеческой жизнедеятельности, ее культурные, нравственные и социальные аспекты. Но прежде всего, дизайн – это гармонизация окружающей среды, путь к целостному мировоззрению, восприятию мира и осознанию своего места в нем.

## Развитие проблемы «торговый объект - фирменный стиль»

Дашкевич О.В.

Белорусский национальный технический университет

Дизайн-проект потребительского пространства торгового объекта должен представлять собой комплексное решение интерьерера, экстерьерера, прилегающей территории и системы визуальных коммуникаций с использованием фирменного стиля. Он должен включать план с расстановкой оборудования, план потолков и светильников, напольного покрытия, цветовое решение и отделку стен, дизайн-проект входа, отделку и цветовое решение фасадов, а также ландшафтный дизайн, включая разработку элементов благоустройства, проекта освещения и т.д. Всё это должно проектироваться в единстве с дизайном носителей системы визуальных коммуникаций и представлять собой единую образную систему.

Основными принципами формирования потребительского пространства торговых объектов с использованием фирменного стиля являются:

- принцип функционального зонирования и комплексного подхода на разных уровнях проектирования потребительского пространства магазина (функционально-планировочной организации, объёмно-пространственного решения, дизайн-проекта интерьера, экстерьера, прилегающей территории и системы визуальных коммуникаций). Грамотное архитектурно-планировочное решение потребительского пространства фирменного магазина должно: не допускать пересечения пешеходных и транспортных путей; правильно распределять покупательские потоки как внутри, так и снаружи; выделять зоны подъезда и разгрузки грузового транспорта парковок для легковых автомобилей и стоянок для велосипедов; выделять зону для отдыха и детские площадки, используя озеленение и элементы ландшафтного дизайна; выделять зону для выносной и сезонной торговли торговых автоматов, отдельно стоящих витрин и т.д.; определять точки размещения носителей системы визуальных коммуникаций с учётом функционального зонирования территории, объёмно-пространственного решения здания магазина;

- принцип учёта пространственных условий восприятия на всех уровнях архитектурного проектирования;

- принцип структурирования и иерархии в системе визуальных коммуникаций;

- принцип гармонизации проектного решения.

## Перформанс в современной скульптуре

Бищотко Л. Г.

Белорусский национальный технический университет

С конца 19 начала 20 века в искусстве выделяется "предметность" - произведение искусства это то, что находится "здесь и сейчас". Эта самая предметность и дала толчок к развитию новой скульптуры. В первой половине 20 века скульптурные объекты представляли собой абстракцию, господство формы и материала. Произведение искусства не указывало ни на что, кроме себя. Со второй половины 20 века происходит нарастание смыслов, расширение арсенала художника и методов создания. Скульптура возвращается к своему изначальному назначению - быть олицетворением культа своего времени. А сейчас скульптура вполне может являться частью инсталляции, перформанса, а так же в ходу "живые скульптуры".

Перформанс интересен тем, что объектом творчества у него становится не создаваемое художником произведение, а он сам: и главным оказывается не результат его работы, а процесс этой работы. Поэтому перформанс-арт правильнее считать не авангардом визуального искусства, а совершенно другим типом творческой деятельности.

Перформансы могут выражать совершенно различные эстетические программы. В "концептуальном" перформансе важно документирование события и фиксация разрыва между этим документом и реальностью; в "антропологическом" - телесное участие художника, иногда саморазрушительное, и физическое присутствие зрителя, иногда сознательно сделанное дискомфортным для него. Для заинтересованного зрителя суть перформанса должна сводиться к попытке поймать эмоциональное состояние художника в момент показа. На основании подобной мысли можно составлять и некую шкалу оценки качества перформанса (а ведь зачастую выделить среди выступлений хорошее или плохое бывает непросто, ввиду чрезмерной концентрации "странности" в происходящем).

Итак, как же произведение искусства заявляет о себе?! Теперь вызывает интерес, когда перформанс является скульптурой? Когда изображение является скульптурой? А когда скульптура – это перформанс? Это основные, хоть возможно и банальные вопросы. Тем не менее, я считаю, что кое-что новое можно выяснить, но задавая эти вопросы не в ключе составления классификаций и обращения к истории, а ввиду новых художественных практик.

## Цветовой дизайн как одна из современных тенденций развития архитектурного дизайна

Литвинова А.А.

Белорусский национальный технический университет

Архитектурный дизайн своей целью ставит создание более комфортной, эстетически значимой, экологически целесообразной среды обитания человека. Одна из динамично развивающихся тенденций архитектурного дизайна – это цветовой дизайн.

Цветовой дизайн – как самостоятельное средство формирования архитектурной среды, своей целью ставит создание гармоничных пространственных структур. При этом он опирается на основополагающие принципы теории цветовой гармонии. Выбранный тип цветовой гармонии, уникальность цветокомпозиционного замысла позволяют превратить рядовой городской интерьер в средовой ансамбль, привнести эффект новизны и создать условия для эмоциональной разгрузки.

С помощью средств цветового дизайна, возможно, сохранить исходные черты проектируемого объекта (архитектурного, архитектурно-дизайнерского, градостроительного, ландшафтного) или его трансформировать, выявить характер метроритмических отношений, усилить их или ослабить, сохранить или изменить его тектоническую выраженность, его масштабный строй.

Одна из наиболее заметных тенденций современного цветового дизайна – использование суперграфики. Суперграфика – контрастное сопоставление цветографической темы и первоначальной формы, самостоятельность полихромии относительно геометрии формы или пространства. Применение суперграфики мы видим в архитектурной колористике, в ландшафтном дизайне, особенно в геопластике, в монументально-декоративном искусстве, в современной скульптуре.

Цвет, как важная составляющая интерактивной архитектуры и интерактивного дизайна, интерактивного искусства, решает не только композиционные, эстетические задачи, но и расширяет спектр способов коммуникации потребителей среды, повышает качество информации.

Синтез светового дизайна с цветовым дизайном позволяет повысить эмоциональную и динамическую колористическую составляющую архитектурного пространства. Взаимодействие разноспектрального, особенно хроматического света с полихромной материальной средой играет важную роль в создании новых художественных образов и необходимой психологической атмосферы в пространстве.

## Ландшафтный дизайн как средство архитектурно-дизайнерской реконструкции

Козакова Е.Г.

Белорусский национальный технический университет

Архитектурно-дизайнерская реконструкция предполагает комплексное использование методов и средств архитектурного дизайна. Ландшафтный дизайн выступает здесь как мера сохранения экологической устойчивости, формирования благоприятной, психоэмоционально комфортной, эстетически полноценной среды обитания человека. Рассмотрение ландшафтного дизайна в качестве средства предотвращения дальнейшей деградации городской среды связывается, в первую очередь, с преодолением таких ее недостатков, как функциональная неупорядоченность и эстетическая невыразительность путем рационального использования возможностей природных компонентов. Существует большое множество способов использования элементов живой природы для формирования разнообразной и эмоционально насыщенной окружающей среды.

Средства ландшафтного дизайна очень разнообразны. Выделим основные: геопластика, наземная суперграфика, вертикальное и декоративное озеленение, архитектурно-дизайнерские формы и садовая мебель, скульптура в ландшафте («скульптура в пленэре», «парковая скульптура»), водные устройства. Моделирование поверхности направлено на эстетизацию форм рельефа, при котором сознательно подчеркиваются его наиболее характерные и живописные природные черты и создание новых, часто геометрических форм искусственного рельефа (*landscape sculpture*), в котором четко выражено участие художника, скульптора, архитектора. Наземная суперграфика позволяет превратить покрытие в произведение искусства и тем самым создать сильный композиционный акцент в наиболее ответственных местах города. Природные элементы, особенно растения и вода, вносят динамику в композицию городских пространств.

Важную роль играет временной фактор, так как ландшафтная основа и детали постоянно изменяются по законам природы и в результате деятельности человека. Это свидетельствует о том, что вечно живую проблему синтеза искусств можно обогатить архитектурно-ландшафтными, ландшафтно-дизайнерскими концепциями, а также решить средствами этих развивающихся областей архитектуры и дизайна. Одна из целей архитектурно-ландшафтной реконструкции городского пространства придать ему разнообразие и узнаваемость, создать определенный эмоциональный образ – «дух места».

**Методика преподавания дисциплины  
«Графический дизайн и визуальные коммуникации»**

Ерёменко Л.Ю.

Белорусский национальный технический университет

«Графический дизайн и визуальные коммуникации» представляет собой лекционный и практический курс для студентов специальности «Архитектурный дизайн». Целями и задачами курса является ознакомить студентов с понятием фирменного стиля в различных вариантах и уровнях его воплощения. Актуальность курса подтверждается тем, что в настоящее время работа архитектора тесно связана с решением вопросов дизайна, в том числе, визуальных коммуникаций (информации, навигации и рекламы).

Основной принцип предлагаемой методики – средовой и комплексный подходы в проектировании. Цель – научить студентов проектировать систему визуальных коммуникаций для определённого потребительского пространства с учётом его назначения, объёмно-планировочной и функциональной организации, а также характера потребительской аудитории.

Задачи новой дисциплины: обозначить понятие системы визуальных коммуникаций, раскрыть суть и особенности каждой из её составляющих информации, навигации, рекламы; определить понятие потребительского пространства, ознакомить с его типами и видами; определить понятие фирменного стиля в широком понимании применительно к формированию среды; ознакомить с различными средствами и приёмами дизайна используемыми в формировании потребительского пространства на основе отечественного и зарубежного опыта.

Курс предлагается формировать из лекционной (основные понятия и определения) и практической (клаузура) частей. Форма отчётности курсовой проект. Проекту должно предшествовать предпроектное исследование, касающееся изучения характера пространства и потребительской аудитории, и в соответствии с этим определение целей и задач системы визуальных коммуникаций. На основе этого предлагается выбрать подходящие с точки зрения пространства и аудитории виды и типы носителей навигации, информации и рекламы, разработать схему и размещения, предложить оптимальные размеры и формы. Следующий этап курсового проектирования – разработка фирменного стиля и предложение вариантов его применения.

Данная методика направлена на более глубокое понимание взаимосвязей архитектуры и дизайна.

## Приемы ландшафтной реновации исторических комплексов на примере Ноегебойде, Австрия

Сидоренко М.В.

Белорусский национальный технический университет

Исторические объекты ландшафтной архитектуры являются ценным культурным достоянием каждой нации. Реновация таких объектов позволяет максимально сохранить исторический ландшафт, организовать это пространство в соответствии с запросами времени.

Ноегебойде – дворцово-парковый комплекс периода Возрождения (1569-1573 гг.). Планировочную структуру комплекса составлял дворец, расположенный между двумя садами – Нижним и Верхним. По ряду причин проведение комплексной реконструкции всего комплекса представляется невозможным. Был предложен проект ландшафтной реновации территории Нижнего сада, в котором использовались следующие приемы:

- 1 Использование исторического планировочного модуля (квадрата) соответствующего геометрии цветочного партера периода Возрождения. Проектом реновации предложено планировочное решение в основу которого положена система 18 квадратов размером 21х21 м.
- 2 Создание устойчивых признаков места – возвращение "духа места" через тематику детских игровых комплексов (используются изображения животных, напоминающих о зверинце), водных устройств (обращают к фонтанам цветочных партеров), растений, соответствующих времени существования комплекса (тюльпаны и летние цветочные растения).
- 3 Сохранение открытых пространств, характерных для исторического облика Нижнего сада – открытых участков игровых площадок, лугового газона, цветочных композиций.
- 4 Функциональная адаптация территории для нужд современных пользователей – создаваемая ландшафтная среда предназначена для ее рекреационного использования жителями прилегающего жилого района.
- 5 Индивидуализация ландшафтного облика через концептуальное прочтение территории – в основу планировочного решения проекта реновации положена тематика волны (в Нижнем саду располагался подвосток), которая легла в основу всех элементов нового сада (дорожки, участки насаждений, водные устройства).



## Оранжереи в исторических парках Австрии

Сидоренко М.В.

Белорусский национальный технический университет

Появление первых оранжерей в Европе было предопределено великими географическими открытиями XVI- XVII столетий.

Расцвет строительства оранжерей в Австрии пришелся на XVIII -XIX столетия. В Вене и других крупных городах Австрийской империи был построен ряд значимых барочных дворцово-парковых ансамблей Шенбрунн, Бельведер, Лихтенштейн, Аугартен, Дворец Траутсон, Дворец Хоф, Дворец Эстерхази, Мирабель, Хельбрунн. Непременным атрибутом регулярного парка периода барокко становится оранжерея. Ее размещение и композиционное значение определяется размером парка и существующими ландшафтными условиями.

В ходе исследования выявлено, что в крупных парках оранжереи планировочно не привязывались к главной оси ансамблей, располагались обособленно и часто имели свой собственный регулярный сад. В малых городских ансамблях, таких как Дворец Траутсон в Вене, оранжерея могла завершать главную ось. Оранжереи этого периода строились как дома померанцев со сплошной крышей и крупными окнами на фасадах.

В садах и парках XIX столетия расположение оранжерей определялось экспозицией и рельефом местности. Оранжерея с регулярным стилобатом вписывалась в свободную планировку парка. В саду Бурггартен в Вене оранжерея отделена от живописного сада террасой с балюстрадой скульптурами, фонтаном с каскадом и лестницами. Стилобат оранжереи Дворца Эстерхази в Айзенштате организовывается по регулярному принципу – террасы с округлыми водоемами, газонными и цветочными партерами, топиарными формами, крытой каштановой аллеей у подножия. В парке Дворца Лихтенштейн в Вене небольшая оранжерея спереди располагалась в северо-западном углу парка рядом с огородом.

После перепланировки XIX столетия новая оранжерея расположилась на главной оси ансамбля у подножия Бельведера. Ее внутреннее пространство устраивается в виде мини сада, с имитациями скал и гротов с водопадами, фонтанами, экзотическими растениями и представителями фауны. По конструкции это были либо дома померанцев, либо современные постройки со стальным каркасом и стеклянной крышей.

# **Градостроительство и ландшафтная архитектура**

**Учет градостроительного окружения  
в композиционных решениях объектов, предлагаемых  
к строительству в Минске**

Вашкевич В.В.

Белорусский национальный технический университет

В условиях активного современного строительства в столице республики Беларусь особое значение приобретает преэстетичность композиционных решений проектируемых жилых и общественных зданий. Исследование демонстрационных материалов (компьютерных изображений, фотографий с макетов) выявляет отношение авторов предлагаемых объектов к прилегающей застройке и ландшафту.

Результаты анализа 138 видовых картин перспективной застройки Минска, опубликованных в открытой печати и сети Интернет, позволили свести всё разнообразие видовых картин к четырём следующим типам выявления проектируемых объектов и их окружения:

- проектируемый объект и его окружение показаны *детально* и в *достаточном объеме* (здания видны целиком) – возможно получить достаточно полное представление об общем композиционном решении путем сравнения детализации и цветового решения фасадов, высотности акцентов (12%);
- окружающая застройка и ландшафт показаны *обобщенно, уступают в детализации* предлагаемому объекту – возможно сопоставление общих габаритов застройки (высоты, протяженности) существующего и предлагаемого композиционного решения (12%);
- окружение проектируемого объекта показано *детально*, но *фрагментарно* – получить достаточно полное представление о совместном композиционном решении невозможно, так как окружающие здания и ландшафт показаны не полностью (22%);
- окружение проектируемого объекта *не показано* или *скрыто* графическими средствами (предлагаемое здание изображено с подсветкой в ночное или вечернее время, окружение не видно) – оценка совместного композиционного решения невозможна (54%).

Абсолютное преобладание видовых картин, в которых окружение не выявлено в достаточной степени, свидетельствует о том, что авторы в достаточной степени обращают внимание на преэстетичность композиционных решений.

## Особенности планировки Исфахана в первой половине XIX века

Джалали М.

Белорусский национальный технический университет

Актуальная задача истории и теории градостроительства – изучение процессов многовекового формирования поселений. Исфахан – один из наиболее крупных и древнейших городов Ирана и в целом евроазиатского региона. Проведенное исследование позволяет выделить следующие особенности планировочной структуры Исфахана в первой половине XIX в.

- Город сложился на равнинной местности, лишь с южной стороны к нему подступали горные склоны. Обширная городская территория обладала развитой гидрографической сетью.

- Планировка Исфахана относилась к перекрестному типу. Разнонаправленные группы улиц пересекались под различными углами. Однако и в этой запутанной сети наблюдалась ориентация коммуникаций к дворцу шаха.

- Общественным центром города являлось планировочное ядро – ансамбль шахского дворца с огромной прямоугольной площадью Нагш-э-Джахан. Весь комплекс разнообразных и разномасштабных сооружений был вписан в квадрат со слегка скошенным северо-западным углом. Многочисленные постройки, некоторые из которых примыкали к площади, в пределах западной части ансамбля распределялись по принципу снижения плотности своего размещения от площади к периферии.

- Комплекс сооружений шахского дворца и площади Нагш-э-Джахан размещался почти посередине застроенной городской территории, рассматриваемой до района садов Джолфа на юге города. Подобное центральное расположение политико-административного, торгового и композиционного планировочного ядра города встречается в градостроительстве Ирана и других государств сравнительно редко.

- Структура общественного центра Исфахана развивалась в основном в двух направлениях: северо-восточном, вдоль которого располагались торговые лавки и другие общественные здания, и восточном, соединявшем шахский дворец с цитаделью посредством торговой улицы с непрерывной общественной застройкой по обеим сторонам.

С северо-западной стороны от Исфахана раскинулись фруктовые рощи, которые отличали его от других больших городов. Несмотря на значительные различия, следует констатировать элементы общности средневековой планировки двух евроазиатских столиц – Исфахана и Москвы.

## Типология архитектурных объектов призрения физически ослабленных лиц

Иваницкая Е.В.

Белорусский национальный технический университет

В ходе исследования были рассмотрены теоретико-методологические и историографические проблемы создания специальной среды для лиц, не способных к самообслуживанию и самообеспечению. Также проведен анализ исторических (нач. XVIII - нач. XX в.) и современных (XX в. - нач. XXI в.) типов архитектурных сооружений для призрения физически ослабленных лиц (ФОЛ). На основе полученных данных была составлена типология таких объектов.

Исторические типы зданий могли находиться в ведении государства, церкви и частных благотворительных организаций. Основными типами богоугодных заведений при церковных приходах и соборах были богадельни, приюты, работные дома. Учреждениями, включавших в себя элементы медицинского обслуживания, были «гошпитали», богадельни при больницах, инвалидные дома, родовспомогательные заведения. К детским учреждениям относились воспитательные дома, дома сиротоспасительные, приюты для сирот, учебно-лечебных заведения. Отдельным типом архитектурных объектов для призрения ФОЛ были учреждения для постоянного пребывания престарелых и немощных: вдовьи дома, приюты для вдов и сирот, частные дома (эльберфельдская система). Для временного пребывания устраивались ночлежные дома, заведения дешевых и бесплатных квартир, а также дома трудолюбия.

Современные типы архитектурных объектов для призрения физически ослабленных лиц сохраняют отдельные характеристики исторических, но были значительно модернизированы и включают новые функции. Типологически их можно разделить на учреждения постоянного пребывания (дома-интернаты и специальные жилые комплексы для престарелых и инвалидов и др.) и временного пребывания (территориальные центры социального обслуживания, реабилитационные центры, дома ночного пребывания, хосписы и др.). Значительно расширилась типология детских учреждений, включающих не только функции проживания, но и образовательные, реабилитационные.

По результатам типологического анализа были выявлены проблемы и тенденции развития специальной среды для физически ослабленных лиц, которые будут использованы в диссертационном исследовании.

## Внеуличное передвижение населения в городах средней величины

Курсевич И.В.

Белорусский национальный технический университет

Люди всегда стремились придти к цели по наиболее кратчайшему пути. Эта тенденция усилилась к настоящему времени. Ввиду экологических проблем и безопасности движения вдоль улиц у людей возникают трудности при движении по внеуличным пешеходным путям. Выбирая кратчайшие пути, люди пересекают дворовые пространства, протаптывают дорожки на рекреационных территориях, переходят улицы в неразрешённых местах.

В больших и крупных городах разрабатываются и реализуются проекты по трассировке и обустройству пешеходных путей. В малых и средних городах эта проблема наиболее актуальна.

Изучение нормативных материалов, а также изучение реальных условий передвижения населения в малых и средних городах, позволило выделить следующие разновидности путей пешеходного передвижения людей: тротуары транспортных улиц, дорог и проездов; пешеходные пути на межуличных и внутриобъектных территориях; аллеи; бульвары; пешеходные улицы и площади; надземные, подземные пешеходные переходы через улицы, реки, овраги и т.д.

По обыкновению тротуары, аллеи и бульвары, а также переходы через улицы закладываются архитекторами в уличную сеть, где коммунальные службы поддерживают необходимый уровень комфорта. Что касается внеуличных пешеходных путей передвижения, то в известных автору научных трудах, посвященных этой проблеме, авторы изучали один из аспектов: физические параметры и безбарьерность среды, эстетическая привлекательность и психологический комфорт, информационное насыщение.

Комплексный системный подход к организации пешеходных путей практически отсутствует. Так все пути передвижения должны быть безбарьерными, иметь определённую эстетическую привлекательность и создавать психологический комфорт, быть наполненными элементами инженерного оборудования и информационного оповещения.

Целесообразно сделать вывод, что в каждом случае требуются свои способы трассировки и свои архитектурно-градостроительные средства обустройства путей передвижения, которые определяются градостроительскими факторами и условиями.

## Влияние поведенческих моделей на выбор методов архитектурных исследований

Мазаник А.В.

Белорусский национальный технический университет

Методика анализа и оценки архитектурного пространства весьма многообразна. Человек, организовывающий пространство вокруг себя, закладывает в свое творение определенный смысл с естественным желанием, чтобы этот смысл был правильно понят и принят другими людьми. Методы архитектурных исследований дифференцируются в зависимости от аспекта исследования, в зависимости от того, исследуются ли способы формирования архитектурной среды либо влияние среды на пользователя. Чаще всего методы архитектурных исследований, отобранные для проектирования, носят междисциплинарный характер и оперируют различными теоретическими моделями, в том числе поведенческими моделями человека.

В настоящее время в рамках договора о сотрудничестве между архитектурными факультетами Политехнической и Белорусского национального технического университета выполняется совместная научная работа, в рамках которой при отборе и группировке прикладных методик авторы отталкиваются от следующей классификации поведенческих моделей человека.

Механическая модель играет важную роль для поисков пропорциональных отношений, связывающих антропометрию, эргономику и эргодику. Перцептивно-познавательная модель базируется на положениях средовой психологии, изучающей протекающие в человеке процессы и его реакции на внешние воздействия. Модель человека исследователя позволяет построить вербальное описание наблюдаемой ситуации. Гуманистическая модель строится на стыке психологии, социологии и этики, изучая не только биологические основы человеческого поведения, но и моральные. Поведенческая модель ограничивает поле исследования наблюдениями над поведением людей в их физическом окружении. Экологическая модель рассматривает человека как часть сложной демозкосистемы.

Возможность связать отдельные модели между собой и исследовать поведение человека в различных пространственных условиях (и восприятии архитектурной среды) позволяет разнообразить методику архитектурных исследований, приобретающих комплексный характер, и добиваться более точных результатов.

## Сравнение отечественного и зарубежного опыта организации набережных

Нитиевская Е.Е., Науёкене В.Ю., Никулин К.А.  
Белорусский национальный технический университет

При проектировании набережных необходимо учитывать комплекс социальных, утилитарно-функциональных, эстетических и эргономических требований. Важной является задача создания комфортной городской среды, имеющей свой индивидуальный, запоминающийся художественный образ. Поэтому сравнение отечественных и зарубежных образцов позволяет не только изучить возможные ошибки, но и применить наиболее удачные варианты на практике.

Одна из главных задач при освоении прибрежных территорий – определение их функционального назначения с учетом ландшафтной и градостроительной ситуации. Возможное их использование: как место отдыха и детских игр в камерных уголках у воды; разделение досуга взрослых и детей; преобразование набережной в променад с различным функциональным насыщением; использование набережной в качестве места проведения культурных мероприятий, концертов; набережная как выставочная площадка и мастерская пластического искусства, место проведения мастер-классов для студентов художественных вузов.

Яркие зарубежные примеры (набережные в Германии, Японии, США) свидетельствуют о весьма успешных результатах организации набережных, в то время как потенциальные возможности набережных города Минска раскрыты не полностью.

Второй, не менее важной, задачей является применение экологически чистых, натуральных покрытий, создание специализированных настилов, а также сохранение природного ландшафта местности, о чем свидетельствуют примеры зарубежной практики ландшафтного дизайна, в то время, как белорусские ландшафтные архитекторы применяют чаще асфальт, крупно и мелкогабаритные плиты. Ярким положительным отечественным примером сохранения природного ландшафта прибрежных территорий является экологический парк «Качинка».

После анализа имеющегося материала, можно отметить, что потенциал отечественных прибрежных территорий в среде городской застройки раскрыт не полностью, в то время как зарубежные примеры свидетельствуют о максимальном использовании всех возможностей данных территорий, что приводит к эстетической привлекательности города, как для местных жителей, так и для туристов.



## Проектирование парков в городской урбанизированной среде

Нитиевская Е.Е.

Белорусский национальный технический университет

Постоянное обновление понятия "парк" стало очевидной реальностью для многих стран Европы. Парковое строительство стремительно эволюционирует и приносит всё более интересные концепции организации среды для отдыха в природном окружении. Произошли значительные изменения в традиционных подходах к созданию композиций парковых пространств, но при этом неизменным остаётся стремление постоянно расширять набор средств, помогающих добиться образной выразительности. Идет поиск оригинальных идей, которые обеспечивают максимальный эстетический эффект и одновременно сохраняют функциональный смысл паркового пространства, как например это происходит в Париже, справедливо называемом "лабораторией парков XXI века".

Большое значение при проектировании и реконструкции парков имеет ландшафтно-экологический подход, позволяющий принимать обоснованные решения с учетом целостности и устойчивости городской среды. Он дает возможность получить полную динамичную картину ландшафта, учитывая взаимодействие человека и природы, формировать так называемые «устойчивые ландшафты», позволяющие по максимуму использовать возможности окружающей среды, восстанавливать природные ресурсы и активно способствовать развитию экосистем.

Для отечественной практики проектирования парков в урбанизированной городской среде все эти тенденции также становятся актуальными. Так в Минске предпочитают в парках проектировать откосные, природные или бережные (один из последних парков, где почти вся береговая линия не проектирована в естественном рельефе, что дает возможность существовать и размножаться обитателям водного мира, – экологический парк "Кличка").

В качестве удачного примера можно привести недавно реализованный проект реконструкции «Парка Победы» в Минске на Комсомольском берегу. Сложной задачей являлось функциональное зонирование парка, связанное с сильной антропогенной, в том числе и рекреационной нагрузкой, выполнение функций экологического каркаса в составе водно-зеленого ландшафта вдоль реки Свислочь. Главной удачей проекта можно считать сохранение и восстановление объекта с активным вовлечением его в процесс формирования социально-культурного развития города.

## Пешеходные пространства жилых территорий

Протасова Ю. А., Рачкевич Т.Е.

Белорусский национальный технический университет

Взяв за основу микрорайон как планировочную единицу жилых территорий, проанализируем зависимость организации пешеходных пространств для жителей микрорайона от следующих параметров: расположение в плане города, размер микрорайона, его геометрия, рельеф территории, типы и приемы застройки.

Перечисленные параметры влияют на организацию транспортного обслуживания территории микрорайона: с трассировкой главных проездов (один или несколько) или без них. В зависимости от типа выстраивается система пешеходных пространств жилых территорий микрорайона.

Система пешеходных пространств должна включать многообразие форм организации (улицы, площади и т.п.) городской территории для комфортного и спокойного движения;

Системы пешеходных пространств различны по архитектурно-планировочной организации и могут включать следующие планировочные элементы, различные по функциональной нагрузке:

- линейные – улица-«коридор» (коммуникация), улица с курдонерами (коммуникация с местами отдыха),
- зональные – пешеходная рекреация с размещением в ней различных площадок отдыха взрослых, игр детей, спортивных площадок.

Закономерности размещения проектирования системы пешеходных пространств – это непрерывность, корреляция с транспортной системой и системой обслуживания, а также ориентация на природный каркас и композиционный замысел.

Насыщение каждого из элементов системы оборудованием, малыми архитектурными формами, зелеными насаждениями должно обеспечивать следующие требования, предъявляемые к пешеходным пространствам:

- безопасность,
- физический комфорт,
- экологический комфорт,
- психологический комфорт,
- социальный комфорт.

Изложенный алгоритм позволит разработать рекомендации по проектированию системы пешеходных пространств в жилых микрорайонах городов.

**Подготовка специалистов в области градостроительства  
в Королевском технологическом университете (Стокгольм, Швеция)**

Сысоева В.А.

Белорусский национальный технический университет

В рамках программы, организованной галереей современного искусства и архитектуры «Фабрикен» (Швеция), состоялось знакомство преподавателей кафедры «Градостроительство» БНТУ с коллегами с факультета градостроительства и районной планировки Королевского технологического университета (г. Стокгольм, Швеция). Была представлена магистерская программа «Устойчивое городское развитие и дизайн», разработанная для дальнейшей подготовки специалистов со степенью бакалавра в области архитектуры, градостроительства, географии, менеджмента недвижимости, средовой инженерии из Швеции, а также других стран. Данную программу красноречиво характеризуют целевые установки шведской архитектурной школы в целом – разработать новые концепции, инструменты и методики для устойчивого градостроительного развития.

Также были представлены три направления научных исследований проводимых на кафедре градостроительных и региональных наук шведскими учеными, которые весьма актуальны и также представляют научный интерес для градостроителей Беларуси:

- направление *градостроительство и дизайн*, изучающее градостроительные политики, процесс принятия решений при планировании, роль культуры в градостроительном развитии, социальную интеграции и градостроительный маркетинг;
- направление *региональная планировка и развитие*, с акцентом на региональных и мультирегиональных исследованиях, стратегиях регионального развития, сценарных технологиях проектирования, результатах крупномасштабных инвестиций в инфраструктуру, вопросах социального заказа, творчества и инноваций;
- направление *пространство, среда и действующие силы*, изучает социо-культурные аспекты планирования, значение и формы использования пространства, вопросы градостроительной политики и законодательства, взаимодействие всех видов акторов в области планирования и формирования городской среды.

В целом, подготовка специалистов в области градостроительства в Королевском технологическом университете характеризуется комплексным, мультидисциплинарным подходом и выделяется ориентацией на актуальные проблемы градостроительства в стране и мире.

**Типология туристских коридоров**

Тумашик Л.Б.

Белорусский национальный технический университет

Туристские коридоры различаются по значимости и интенсивности пассажиропотоков, ценности туристских ресурсов и насыщенности объектами туристско-экскурсионного показа, развитости туристской инфраструктуры. Выделяют туристские коридоры международного, национального, регионального значения, которые проходят, соответственно, через территории нескольких стран, одной страны или региона и обеспечивают связи между туристскими центрами, объектами и территориями.

Значимость туристских коридоров взаимосвязана с интенсивностью пассажиропотоков. Пассажиропотоки, проходящие по туристским коридорам международного значения, составляют более 10 тысяч автомобилей в сутки; национального значения – от 1000 до 10000 автомобилей в сутки; регионального значения – до тысячи автомобилей в сутки.

По ценности туристских ресурсов можно выделить коридоры, включающие: объекты и территории всемирного историко-культурного наследия; историко-культурные ценности национального значения; туристские объекты и территории регионального и местного значения.

По степени насыщенности объектами туристско-экскурсионного показа можно подразделить туристские коридоры на несколько типов: обладающие высоким туристским потенциалом (более 50 объектов туристско-экскурсионного показа на 100 км коридора); средним туристским потенциалом (от 10 до 50 объектов на 100 км коридора); низким туристским потенциалом (менее 10 объектов на 100 км коридора).

По степени развитости туристской инфраструктуры можно выделить туристские коридоры: с развитой туристской инфраструктурой (более 10 объектов и/или комплексов обслуживания туристов на 100 км туристского коридора); с относительно развитой инфраструктурой (от 3 до 10 объектов и/или комплексов обслуживания туристов на 100 км коридора); с мало развитой туристской инфраструктурой (менее 3 объектов и/или комплексов обслуживания туристов на 100 км туристского коридора). При определении степени развитости инфраструктуры туристских коридоров учитываются автозаправочные станции, станции технического обслуживания транспортных средств, гостиницы, кафе, рестораны, пункты быстрого питания, площадки отдыха и другие обособленно расположенные объекты и комплексы обслуживания туристов, расположенные в зоне придорожного обслуживания туристских трасс.

## Основные черты эволюции иранских городов до середины XIX в.

Чантурия Ю. В., Хеджазиния А.

Белорусский национальный технический университет

Рассмотрим некоторые особенности иранских городов, многие из которых были заложены две с половиной тысячи лет назад. В эпоху средневековья городские поселения служили социально-экономическими и культурными центрами. Они формировались на пересечениях торговых, караванных путей, часто занимали большую площадь и насчитывали сотни тысяч жителей. Наиболее крупными были Нишапур, Исфахан, Рей, Шираз. Городские поселения нуждались в защите, поэтому создавались оборонительные системы, представлявшие собой линии крепостных стен с башнями, часто на земляных валах, и обводненных или сухих рвов. В результате проведенного исследования выделены пять типов городских поселений.

К первому типу относились города без поясов укреплений, в которых пунктами обороны могли служить лишь укрепленные культовые комплексы или другие отдельно стоящие объекты /Анзали, Хамадан, Шуштер/. Второй тип – города с одним поясом укреплений, охватывающим всю территорию поселения /Астарабад, Бендер-Мескет, Буруджерд, Дезфуль, Керманшах, Шираз/. Третий тип включает города, где внешняя оборонительная линия сочеталась с обширной внутренней цитаделью, примыкавшей к наружному поясу укреплений или отдельно размещенной /Бендер-Бушехр, Бехшахр, Керман, Мешхед, Султанабад, Тегеран/. Отличительная черта поселений третьего и второго типов – окружение крепостными стенами всей городской застройки. Четвертый тип – города, полностью не охваченные крепостными стенами, но имеющие на своей территории один пояс оборонительных сооружений, включающий значительный городской район или несколько меньший, наподобие цитадели в городах третьего типа /Маранд, Гюльпайган, Сенендеж, Хамадан, Хой/. Пятый тип идентичен четвертому, но характеризуется двумя или тремя, часто концентрическими линиями укреплений /Ардабиль, Исфахан, Тебриз, Хорамабад, Язд/.

Был распространен особый тип населенных мест – военные поселения мощные отдельно стоящие крепости с гарнизоном. Они имели относительно небольшую территорию и были почти полностью лишены обычных прилегающих жилых предместий /крепости Аркеванская, Астаринская, Ленкоранская, Пир-Мохаммед-Шах/. Среди таких отдельно расположенных крепостей встречаются регулярные: пятибастионные, семибастионные, десятибастионные, а также с нерегулярной системой укреплений.

## Характерные черты планировочной организации Тегерана начала XIX века

Надилуий Н., Чантурия Ю.В.

Белорусский национальный технический университет

Тегеран можно охарактеризовать как город-крепость, поскольку почти весь город был окружен мощной оборонительной стеной. Местность, на которой размещалась селитьба и окружающие ее территории, имели относительно плоский рельеф. По городу и поблизости протекало несколько узких извилистых ручьев, некоторые из которых проходили под крепостной стеной. В первой половине XIX века в планировке Тегерана наблюдались следующие особенности.

Сочетание четкого прямоугольника крепостных стен и средневековой свободно сложившейся криволинейно-перекрестной уличной сети внутри него. Западная, северная и восточная стены имели легкие изломы, позволявшие несколько увеличить внутрикрепостную территорию. В системе извилистых улиц кварталы, будучи разнообразными по форме и размерам, незначительно отличались друг от друга по территории.

Наличие двух регулярных образований в системе криволинейных направлений: прямоугольная внутренняя крепость (Арк), примыкавшая короткой стороной к северной внешней стене и занимавшая существенную часть всей внутригородской территории, и рынок, представлявший собой большую группу постоянных дворов, разделенных прямыми улицами.

Важным элементом оборонительной системы Тегерана служили башни, очевидно, дозорного назначения. Они находились за пределами города на некотором расстоянии от крепостных ворот.

Общественным центром города являлась территория, занимаемая крепостью и рынком. Крепость, будучи важным звеном оборонительной системы, была многофункциональным градостроительным комплексом, главным элементом которого был шахский дворец.

На всей жилой территории на пересечениях улиц размещались группы общественных зданий – «микрообщественные центры». Удаленность перекрестков и, соответственно, «микроцентров» друг от друга составляла 120-200 м. В некоторых случаях «микрообщественный» центр дополнялся баней и водоемом или бассейном круглой или квадратной формы. На перекрестках не существовало площади как общественного пространства. В границах крепостных стен насчитывалось около 40 подобных «микрообщественных» центров. В рассматриваемый период происходит усложнение и развитие традиционной структуры и облика города.

## Планировочная структура города Друи как образец средневекового регулярного градостроительства

Януш А. П.

Белорусский национальный технический университет

Город в целом имел нерегулярную средневековую планировочную структуру, образовавшуюся в соответствии с рельефом местности и другими многообразными факторами развития населенного места. В самом обширном районе города – Сапезжине, сформировалась веерно-дуговая схема улиц. Основное веерное направление, будучи главной улицей Друи, трассировалась по водоразделу. Планировка района Старый город – также слабо выраженная веерно-дуговая, района Придруйск – прямоугольно-прямолинейная.

В XVI-XVII вв. для проведения реконструкции по принципам регулярности был выбран важнейший в градостроительном отношении участок. Очевидно, перепланировка затронула территорию, где и раньше находился социально значимый комплекс застройки, основная часть общественного центра города – полифункциональная главная площадь. Новая площадь правильных очертаний разместилась на главной городской коммуникации.

Абрис площади представлял собой приближающуюся к квадрату неправильную трапецию. При разбивке площади по регулярным правилам полностью использована уже существовавшая трасса главной улицы, а прямолинейные очертания получили западная, северная и восточная стороны площади. При этом западная и восточная стороны были параллельны, а северная прошла перпендикулярно им. От углов площади отходили пять улиц в виде продолжений ее сторон. Во внутреннем пространстве площади располагался значительный по размерам квадратный в плане корпус торговых рядов с обширным внутренним двором.

Кроме расширенного пространства, в том месте, где главная городская магистраль пересекает форум, с севера и востока от квадрата торговых лавок сформирована протяженная Г-образная зона, предназначенная для проведения ярмарок и иных общественных мероприятий. Такая пространственная форма обеспечивает угловую видимость доминирующего здания комплекса, возможность наилучшего визуального восприятия архитектурного объема торговых рядов с угла. В целом в структуре города наблюдалось взаимодействие, синтез стилевых планировочных приемов, т.к. готическая композиционная схема площади включала в себя ренессансные элементы.

**«Зелёная» архитектура будущего\***

Ефименко О.В., Куценко В.Г., Станкевич Е.Ю.  
Белорусский национальный технический университет

Ещё недавно люди жили в относительной гармонии с окружающей средой, но теперь современное строительство, связанное с экономией средств и высокой плотностью застройки стало приводить к гибели окружающего естественного ландшафта и серьёзным последствиям от изменений флоры и фауны окружающей среды. Однако современные технологии способствуют развитию «зелёной» архитектуры.

«Зелёные» крыши и фасады - это приёмы, способные немного приблизить гигантские мегаполисы к естественной красоте и чистоте природной среды. В наши дни "Сад на крыше" - одно из наиболее перспективных направлений современного строительства. Технология «зелёных» стен применяется во многих архитектурных проектах. Они повышают эстетическую привлекательность объекта и выполняют ряд утилитарных задач. Своей естественной формой, внешним видом, который меняется в зависимости от времени года, разнообразные растения придают зданиям привлекательность.

Кроме эстетической роли растения играют важную экологическую и защитную функции: очищают загазованный воздух городов, снижают запыленность и уровень шума, насыщают воздух кислородом, принимают на себя удары косого дождя, защищают строения от ветра и солнечных лучей. «Зелёные» крыши и фасады в настоящее время используются для озеленения городов. Также можно будет применять их и в городах будущего – экогородах.

Предполагается, что подобные системы будут функционировать отдельно от окружающей среды, т.е. полностью обеспечивать себя за счёт эффективных источников энергии (например, солнечных батарей) и полностью утилизировать свои отходы. Город полностью снабжен необходимым для обычной жизни: квартирами, коттеджами, торговыми центрами, а также всем комплексом сферы услуг. Существуют проекты наземных, подземных, наводных и даже подводных экогородов.

В настоящее время остро стоит вопрос о сохранности окружающей среды, и люди стараются, как можно бережнее относиться к природе. «Зелёная» архитектура способствует восстановлению природных условий, как одного из факторов комфортности проживания людей в городах, и сближает с природой человека, проживающего в мегаполисе.

*\*Работа выполнена под руководством Нитиевской Е.Е.*



**Планировочная организация Тебриза в XVIII-XIX вв.**

Шкроллахи Б.

Белорусский национальный технический университет

В первой половине XIX в. город Тебриз являлся самым крупным поселением Иранского Азербайджана. Город разместился на обширной равнине, которая с юга и северо-востока фланкировалась горными кряжами. Планировочная структура Тебриза принадлежала к нерегулярному типу средневекового происхождения. В целом город имел неправильную, близкую к овальной, конфигурацию. Внутри, посередине овала находился укрепленный оборонительной системой район, значительный по территории и почти круглый в плане. Вокруг него широким непрерывным поясом проходило кольцо “стратегических” открытых пространств. От этого планировочного ядра по всем направлениям радиально расходились основные и второстепенные коммуникации. Существовали здесь и поперечные улицы, что определяло систему улиц за пределами крепости как веерно-дуговую.

Некоторые особенности планировочной структуры в границах пояса укреплений заключались в следующем:

1. Планировка в целом являлась прямоугольно-прямолинейной тупиковой в северной части, или половине круга и перекрестной тупиковой в южной части.
2. В условиях нерегулярной структуры сформировались коммуникации городского значения – пересекающиеся широтный и меридиональный диаметры укрепленной территории, соединяющие между собой основные городские ворота.
3. В западной части крепости образовалась радиальная уличная сеть с геометрическим центром в виде площади.
4. Вдоль меридионального диаметра сложился огромный градостроительный комплекс общегородского центра, включавший торгово-культурный центр и цитадель на юге крепости.

**Реконструкция городских площадей в зарубежном градостроительстве**

Протасова Ю. А., Рачкевич Т.Е.

Белорусский национальный технический университет

Понятие «площадь» на протяжении многих веков менялось. В разные эпохи слово площадь обозначало разные понятия: агора, форум, пияцца, площадь и др. Однако первоначальное значение этого слова – пространство для общения.

Площадь всегда была «общественным пространством», местом проведения религиозных шествий, торговли, народных собраний, боев гладиаторов, празднеств, прогулок, военных парадов и др. В настоящее время с увеличением функциональных нагрузок и транспортных потоков площади превращаются в транспортные развязки.

В современном зарубежном градостроительстве площадь рассматривается как «комплексное, многофункциональное явление, компоненты которого (транспорт, пешеходы, высотные здания) образуют единое целое» /А. Невзоров/. При формировании и реконструкции площадей проектируются не только необходимые для функционирования площади общественные объекты, паркинги, но и пространства для общения людей.

При реконструкции площадей возводятся новые здания, уплотняются и насыщаются пешеходные пространства. Примерами такой реконструкции являются площадь перед Мезон-Карре в Неме (строительство современной художественной галереи), центральная площадь перед собором в Ульме (строительство музея), площадь Эрнста Тельмана в Москве (строительство торгового центра) и др.

Другой вариант реконструкции площадей – размещение в подземном уровне крупных общественных торговых центров (например, Манежная площадь в Москве, площадь Независимости в Киеве, площадь Независимости в Минске), тем самым пешеходное и транспортное движение изолируется друг от друга.

Наиболее простой вариант, когда при реконструкции под пространством площади располагают систему подземных парковок.

В современных городах формируются новые интересные по организации и архитектуре площади, где чаще всего используется разноуровневая организация пешеходно-транспортных потоков.

# **Рисунок, акварель и скульптура**

**Монументальное искусство и современные проблемы синтеза**

Витковская В.Г.

Белорусский национальный технический университет

Мозаики, сграффито, керамика, росписи активно входят в повседневную жизнь, создавая комплекс архитектуры и ландшафта в единый организм. В основе мирового наследия в области монументальной живописи лежат две противоположные системы ее построения. Одна из них – связана с восточной культурой (Древним Египтом, Грецией, Византией). Другая – с развитием Ренессанса. Эти системы принципиально различны. В первом случае живопись «рассказывает» о событиях в их динамической последовательности, позволяет совмещать разновременные эпизоды в одну сцену, не создавая иллюзии реального пространства. Эта живопись сохраняет плотность стены, частью которой становится и соразмерна масштабу зрителя. Противоположная этой системе – «западная», в основе которой лежит задача передать иллюзию реального пространства. Здесь используется перспективное построение композиции, трехмерность изображения. Масштаб изображения соотносится с элементами действительной архитектуры (портика, колонны и т.д.). Этот тип композиции требует четких рам, т.к. создает прорыв стены. Современное понимание принципа «перетекания» формы, обладающей неограниченным выбором конфигураций, которую обеспечивают бетон, металл, стекло, может вызывать необходимость увеличения пространства за счет создания иллюзорности средствами живописи или, наоборот, – утверждать единство архитектурной оболочки, в которой нет разграничения между стеной, перекрытием, опорой. В строгой и функциональной архитектуре хорошо воспринимается монументальная живопись орнаментального характера. В монументальном искусстве принцип крупной символической фигуры, окруженной мелкими сценами, позволяет воспринимать композицию с разных точек подхода к архитектурному объекту. Кафе, рестораны, зоны отдыха общественных зданий предполагают свободу выбора декора – это введение элементов сада, аквариума с дополнением произведениями искусства (гобелен, скульптура, эстамп), а также, использование «Театральной флористики». Большую роль в создании интерьера играет его органическая связь с экстерьером здания и окружающим ландшафтом. В здания вводятся водоемы, мощения, газоны, тенистые низкие мостики, ведущие переходы к островкам с растениями, легкие каркасные плафоны и т.д., которые позволяют окружающему пространству как бы войти в помещение и приблизить его к природе. Архитекторы и художники ищут новые пути и методы использования «естественного строительного материала», каким являются различные элементы природы.

**Стили и стилизация**

Чирко О.К.

Белорусский национальный технический университет

История искусств – это история высших достижений человечества, ценность которых не уменьшается с течением времени. Произведения искусства, созданные в разное время и в разных странах тесно связаны историей и духовной жизнью своей эпохи, не похожих друг на друга и поэтому возникает необходимость порядка и ясности в определении системы наиболее характерных признаков искусства разных эпох.

При всей живой изменчивости форм искусства, в пределах того или иного периода, всегда имелись относительно устойчивые художественные признаки – композиционные, пластические, колористические, ритмические и другие, определяющие стиль того, или иного времени.

Понятие стиль имеет много значений. В Древнем Риме так называлась заострённая палочка, которая служила для письма на покрытых тонким слоем воска табличках. Но у каждого свой почерк, и почерк стали называть стилем. В дальнейшем значение слова ещё более изменилось и стало обозначать самобытные черты творчества художника, которые отличают его произведения от творений других авторов

Однако произведения художников, творивших в одну эпоху, имеют много общих черт, поэтому понятие «стиль» стали употреблять и для обозначения общих черт, свойственных произведениям целой художественной эпохи.

Теоретическая определенность представлений о художественных стилях помогает в работе художников-монументалистов, архитекторов, художников-реставраторов, мастеров книжной иллюстрации. Отсюда вытекает необходимость изучения истории искусства и архитектуры с выделением определенных стилистических градаций.

Романский стиль, готика, ренессанс (возрождение), барокко, рококо, классицизм, романтизм, реализм, импрессионизм, модерн, символизм, модернизм.

Итак, если понятие «стиль» - это система наиболее характерных признаков искусства разных стран и эпох, то отсюда вытекает определение понятия «стилизовать»:

- 1) придать произведению признаки какого-либо стиля, в основных своих проявлениях;
- 2) придать изображению декоративную условность и выразительность.

## Особенности художественного мышления в творческом архитектурном рисунке

Драгун Ф.М.

Белорусский национальный технический университет

Творческий проектный рисунок имеет определённое значение в подготовке студентов-архитекторов по ряду представляемых задач в процессе формирования художественного мышления.

Выбор и организация пластической формы исходит из того идеала эстетического определения предметного мира, который стоит за выбранной архитектором системы художественно-проектного мышления. Выразительность образа достигается использованием зрительно-формальных элементов, которые способствуют созданию определённой духовной атмосферы. В практике архитектурного творчества композиционно-тектонический и образно-эмоциональный аспекты нерасторжимы. Изобразительная функция в творческом проектном рисунке сохраняется, хотя и подчинена функции конструктивной, предполагая решение проектных задач. Здесь по-новому активизируются как те компоненты образа, которые связаны с его предметной характеристикой (объём, конструкция, пространство, основной цвет), так и те, которые связаны с особенностями его восприятия и взаимодействия со средой.

Художественное мышление, формируемое в архитектурном рисунке, наряду с понятийным, логическим, является результатом совершенствования природённого мышления. Отличительной чертой художественного мышления является развитое восприятие и воображение, которое становится источником развития творческих способностей личности. Проектная деятельность, входящая во многие сферы человеческого сознания опирается на особый тип и особую культуру мышления и в первую очередь процесс творческого проектного рисунка в деятельности будущего архитектора базируется на интенсивном сознательном использовании приобретённых способностей к универсальному художественному мышлению.

Творческая индивидуальность будущего архитектора, проявляется в художественном проектном творчестве, в творческом проектном рисунке, графических архитектурных фантазиях. Ограничения на его художественное проектное мышление могут накладывать ценностные творческие установки проектной деятельности архитектора, связанные с его социальной ответственностью и жёсткими технологическими установками.

**Архитектурный рисунок.  
Умение видеть**

Киреев Н.В.

Белорусский национальный технический университет

Рисунок - базовая дисциплина в любой художественно-профессиональной деятельности: живописи, скульптуры, графики и архитектуры. В обучении рисунку, прежде всего, развивается объёмно-пространственное, образно-художественное и композиционное мышление. Важность владения рисунком в профессии архитектора выражается в умении уверенно и свободно выражать свою мысль наглядно графическими средствами в сочетании с другими дисциплинами, в возможности всестороннего осмысления и решения архитектурно-художественных, технологических, инженерных и конструктивно-строительных задач.

В основе подготовки архитектора лежит реалистический рисунок с натуры. Изображая существующий предметный мир во взаимодействии и пространстве, студенты в рисунке обретают важное средство в познании мира, действенного инструмента для решения различных творческих задач.

Студенты учатся наблюдать, анализировать, сравнивать размеры, определять ритмы движения, выделять характерное и подобное, положение предметов в пространстве, понимать взаимозависимость всех деталей и подчинённость их большой форме. Главная задача программы курса по рисунку связана с необходимостью решать сложные учебные задания по архитектурному проектированию и в дальнейшей творческой деятельности.

Процесс обучения рисунку требует достаточно много времени, целенаправленных усилий по освоению реалистического изображения предметов и их объёмной формы в пространстве и взаимодействии.

Сложность, во-первых, состоит в необходимости выработать специфическое мышление, взгляд на окружающий мир. И, во-вторых, в необходимости изучения и практического использования приёмов рисования, последовательности ведения работы над рисунком. В конечном итоге, обучаясь рисунку, студенты научаются видеть, ставить задачи, размышлять, анализируя все характерные её особенности, и изображать самое существенное в конструктивном строении её и взаимодействие с пространством.

## Роль скульптуры в формировании объёмно-пространственного мышления у студентов АФ БНТУ

Кондратьев Д.В.

Белорусский национальный технический университет

Архитектура – вид искусства, который наиболее сложен в сочетаниях своей индивидуальности и общественной значимости, нежели живопись, скульптура и рисунок. Всё, будь то линия или плоскость, пластика объёма или цвет – подчинено окружающему нас пространству, которое, по сути, является архитектурной средой. Безусловно, и то, что целое зависит от частей: и живопись, и скульптура обогащают архитектурное пространство, которое несёт на себе не только эстетическую, но и воспитательную функцию в формировании личности. Рисунок же следует отметить, как универсальный вид искусства, проявляющийся во всех видах визуализации человеческой мысли. Именно рисунок является основой изобразительных искусств.

Сопутствующим предметом в развитии будущих архитекторов немалую роль играет именно скульптура. Этот вид искусства позволяет студенту выйти за плоскость листа в трёхмерное пространство.

Когда моделируемый образ доступен для обзора со всех 360 градусов, проявляется дополнительная информация о поведении объёмов в пространстве, недоступная прежде. Для постепенного слияния полученного опыта при создании иллюзии объёма и пространства в плоскости листа и новыми знаниями о поведении трёхмерного объекта в окружающей его среде, познаваемые через пластическое моделирование, на кафедре «Рисунок, акварель и скульптура» АФ БНТУ разработана методика, состоящая из трёх этапов:

1. Знакомство с рельефом и закрепление знаний и навыков через последовательное усложнение заданий.
2. Соединение рельефной композиции с архитектурной средой экстерьера или интерьера.
3. Исполнение круглой скульптурной композиции. Размещение данной скульптуры в парковой или городской среде.

Скульптура, таким образом, приучает будущего архитектора видеть взаимосвязь различных объектов с ландшафтом, воздухом, друг с другом. Чувствовать сомасштабность предмета и человека. Особое внимание следует уделить вопросу макетирования. Моделирующий макет ученик начинает мыслить создаваемым пространством, впоследствии накладывая его словно кальку на реальную архитектурную среду.



**Баухаус и ВХУТЕМАС. Общие черты и различия  
в педагогических программах**

Аракчеева А.Б.

Белорусский национальный технический университет

Баухаус (1919 г. - 1933 г.) и ВХУТЕМАС (1920 г. - 1930 г.) были художественными учебными заведениями нового типа и одновременно средоточием новых устремлений в архитектуре, дизайне и изобразительном искусстве 20-х годов.

Обе школы возникли на базе уже имевшихся учреждений. В обоих случаях объединение художественных школ со школами прикладного искусства было не только организационным мероприятием, но и важным принципом новой художественно-педагогической программы. Единодушно был отвергнут тип традиционной Академии художеств.

При разработке новых организационных форм художественных школ их создатели исходили из принципа свободы искусства. Они полагали, что искусству нельзя научиться, можно только овладеть приемами мастерства. Лучшее место для этого – мастерская, в которой учитель работает вместе с учениками.

В процессе реформы высшей школы ВХУТЕМАС приобрел характер и структуру Высшей технической школы. Научные компоненты преподавания получили больший вес, чем в Баухаусе, хотя производственная работа оставалась одним из педагогических принципов.

В системе образования обеих школ, наряду с политехническим образованием, значительное место занимало научно обоснованное преподавание основ художественного формообразования.

В Баухаусе было введено предварительное обучение, развившееся впоследствии в новую форму художественного начального образования. Во ВХУТЕМАСе программа предусматривала создание подготовительного и испытательного отделения, получившего затем статус факультета. Впервые введенное в практику Баухаусом и ВХУТЕМАСом начальное художественное образование стало сегодня обязательной составной частью обучения.

Основной особенностью новой педагогической системы была мысль о синтезе: сведение различных видов искусства к единому произведению, придание художественной формы индустриальной продукции, связь искусства с общественной жизнью.

Вторая половина 20-х годов прошла в Баухаусе и ВХУТЕМАСе под знаком подлинной практической связи искусства с жизнью.

**Живопись в высшей архитектурной школе**

Тишков В.П.

Белорусский национальный технический университете

Архитектура создаваемая человеком в свою очередь создаёт человека – (его духовный облик). Каков этот духовный облик в немалой степени зависит от архитектора, его профессиональных качеств, культуры. Формирование архитектурной среды – многосторонний процесс. Он включает в себя широкий комплекс вопросов, в решении которых архитектору принадлежит ведущее место. Поэтому та ответственность, которая возлагается на высшую архитектурную школу, ставит перед ней необходимость совершенствования обучения студентов в этой области.

В системе дисциплин, участвующих в подготовке архитекторов, каждый учебный предмет имеет важное значение. Дисциплина «живопись», наряду с проектированием, рисунком и скульптурой, выполняет активную функцию в формировании творческих способностей и профессиональных навыков будущих архитекторов.

Учебная живопись в высшей архитектурной школе должна раскрывать студентам не только основные принципы, способы и приёмы построения реалистического изображения, но и давать основы понимания цветовой композиции в связи с проблемами синтеза архитектуры с изобразительным и декоративно-прикладным искусством, таким образом, вооружая будущих зодчих необходимой художественной культурой, знаниями и навыками.

Основные методические цели, которые должны преследовать композиционные задания по монументально-декоративной живописи следующие:

- 1) познакомить с основными её видами;
- 2) дать представление об основных принципах взаимодействия настенного декоративного изображения с архитектурой;
- 3) вооружить определёнными знаниями и навыками в организации композиционной структуры произведений монументально-декоративной живописи, выполняемых в технике, сграффито, мозаика и витраж;
- 4) подготовить к самостоятельной творческой работе в области проектирования произведений архитектуры с учётом проблем синтеза;
- 5) заложить основы для плодотворного сотрудничества будущих архитекторов с художниками-монументалистами в практических решениях синтеза, выдвигаемых современной архитектурно-строительной практикой.

Колосенцева А.Н.

Белорусский национальный технический университет

Графические способы изображения, являясь неотъемлемой частью архитектурного проектирования, постоянно меняются вместе с изменением самой архитектуры. Исторический и современный опыт показывает, что в процессе творчества графическое выражение архитектурного замысла часто оказывает влияние на самый замысел, что говорит о взаимодействии и единстве замысла и его выражения в графических методах изображения. Архитектору свойственно объемно-пространственное мышление. Особую роль в рисунке отводится пропорциям, масштабной соразмерности.

Главная особенность рисунка архитектора заключается в том, что в рисунке с натуры архитектор эстетически познает зримый мир в его целом, как мир тектонических закономерностей. Архитектурный рисунок имеет значение архитектурного творчества, как важный момент в процессе становления архитектурного образа и может быть самостоятельным произведением графики. Цвет для выявления архитектурного замысла служит целям выявления содержания и формы проектируемого объекта. Цвет обладает большой эмоциональной силой, воздействует непосредственно на наши чувства, создает впечатление, определяет звучание художественного образа, как средство моделирования формы и пространства, как средство выявления архитектурного замысла используют светотень. Светотень, линия, линейный контраст, линейный нюанс, штрих, цвет, а также технические приемы обусловлены спецификой архитектурного творчества.

Рассмотренные средства изображения приобретают художественные качества, когда вступают в определенные отношения друг с другом: линейно-тональные, светотеневые, цветовые контрасты и нюансы, соотношения величин, очертаний, форм, фактуры. Весь процесс обучения архитектора базируется на рисовании. В архитектуре рисунок присутствует с первых штрихов построения изображения и до завершения архитектурного проекта, ансамбля улицы, площади. Архитектору, прежде всего, необходимо выразить свой замысел в наглядно – образной форме, в процессе поиска художественного образа и новых конструктивных решений. Архитектор должен иметь должную базу хороших знаний, большого вкуса и, главное, умения.

**Анатомическое совершенствование в искусстве**

Кветковский А.А.

Белорусский национальный технический университет

В среде студентов бытует мнение, что рисунок – это не профилирующий предмет, а преподавательский состав, напротив, находится, в поиске новых идей, как заинтересовать большинство студентов не только в школярском изображении с натуры.

Следует постановка сверхзадачи: впечатление, которое производит на рисующего объект, претворить в образную форму выражения. Это означает не претворить, а не повторить. Существует один признак, объединяющий архитекторов, работающих с историческими стилями – все они прекрасные рисовальщики.

Наша задача – сделать студентов понимающими, владеющими широким спектром художественно-ремесленных навыков. Чтобы они понимали, что художественное произведение – и в форме обнаженной натуры – свидетельствует о том, что решающие этапы развития общества и искусства должны постоянно по-новому рассматривать человека и интерпретировать его. Возникают сомнения, к чему тогда канон пропорций фигуры, когда все может решать собственное мнение творца.

Экспериментировать в учении можно лишь владея мастерством. Творец, знающий правила (пропорция – одно из них), знает, где и как их можно обходить и нарушать. В искусстве, как и в других областях, экспериментирование – это корень роста. В сегодняшнем мире художественный отход от анатомической фигуры и ее традиционных особенностей не подрывает основ творчества. Эти принципы следующие:

- синтетическая форма «чувство-восприятие»
- кинестетическая форма физического рефлекса, вызываемая нерациональными физическими рефлексамии или нейро-мускульным возбуждением.
- криптестетическая форма сопереживания
- церебрестетическое, интеллектуально-логическая форма, обнаруживаемая через логически-мыслительный процесс.

# **Военное дело**

**Основные направления совершенствования  
правового регулирования организации и деятельности  
военно-судебной системы Республики Беларусь**

Адамюк О.И.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время уделяется недостаточно внимания совершенствованию правового регулирования организации и деятельности военно-судебной системы Республики Беларусь. В связи с этим впервые в Республике Беларусь нами было проведено комплексное историко-правовое исследование становления и развития военной юстиции Беларуси в период с 1917 по 2010 гг. Целью исследования являлось выявление характерных черт, особенностей и тенденций в историческом развитии органов военной юстиции Беларуси в период с 1917 г. по 2010 г. и выработка научно обоснованных предложений по совершенствованию правового регулирования их организации и деятельности.

В результате проведенного исследования предложены:

1. Историко-правовая модель становления и развития системы военно-судебных органов Беларуси, основанная на диалектической зависимости организации и деятельности института военной юстиции от процесса становления и поэтапного развития белорусской государственности, в соответствии с которой военная юстиция Беларуси в процессе своего поэтапного развития формировалась как существенный элемент системы обеспечения военной безопасности государства и постепенно становилась важным правовым институтом. Правовое регулирование организации и деятельности военной юстиции Беларуси всегда имело целью укрепление воинской дисциплины и боеспособности Вооруженных Сил и было направлено на ее централизацию, обеспечение соответствия организационной структуры военно-судебных органов численности и местам дислокации воинских частей.

2. Основные направления совершенствования правового регулирования организации и деятельности военно-судебной системы Республики Беларусь: регламентирование в отдельном законе порядка деятельности военных судов в особый период и закрепление выполнения ими специальных функций; развитие военных судов как независимого правового института защиты прав, свобод и законных интересов военнослужащих средствами судебной власти; наделение военных судов всей полнотой судебной власти в военной организации государства, повышение открытости для общества военно-судебной практики, укрепление доверия к органам военной юстиции как к органам правосудия.

## Оценка эффективности подготовки военных финансистов

Бармуцкий Р.И.

Белорусский национальный технический университет

Подготовка военных финансистов на военно-техническом факультете в БНТУ для финансовых органов требует определенной стабильности при экономических преобразованиях, при изменении социальных ценностей и формировании стратегии устойчивого функционирования финансового органа на основе плодотворных научно-технических перспективных идей его развития.

Необходимость создания системы эффективной подготовки военных специалистов финансовых органов, использующая широкий потенциал профессорско-преподавательского состава на всех его уровнях, является основополагающей концепцией инновационной стратегии устойчивого развития финансовой системы в Вооруженных Силах Республики Беларусь.

Одной из мер по качественному улучшению подготовки военных специалистов является создание методики прогнозирования эффективного и качественного обучения курсантов в БНТУ, что позволяет установить механизм изменения и корректировки подготовки, зависящий от влияния на нее определенных внешних и внутренних факторов.

При исследовании методики прогнозирования необходимо построить экономико-математическую модель эффективной подготовки специалистов методом экспертной оценки включающая основные четыре стадии:

сбор мнений экспертов осуществляется путем анкетного опроса;

формирование сводной матрицы рангов на основании анкет;

оценка средней степени согласованности мнений экспертов.

построение экономико-математической модели определения подготовки военного специалиста с учетом внешних факторов.

Разработанную методику используют с помощью подстановки значений в полученное уравнение регрессии. Полученную информацию можно использовать при разработке инновационной программы обучения военных финансистов на пути развития экономической модели Республики Беларусь.

Разработанная на основе предложенной методики модель подготовки специалистов была практически реализована в учебной практике и опробована на ряде научных конференциях и семинарах.

Она позволяет существенно повысить качества подготовки военных специалистов и сделать образовательный процесс практикоориентированным.

**Войны нового поколения**

Бартошевич А.В.

Белорусский национальный технический университет

Военная теория в отличие от практики застыла на уровне войн прошлого четвертого (обычная война) и пятого (ядерная война) поколений и медленно снимает с себя оковы прошлого. Сейчас в военной теории начались разработки и исследования, а в военной практике интенсивная проверка концепций войн очередного шестого поколения, к которым некоторые наиболее развитые страны могут быть готовы уже на рубеже 2010–2015 гг. Это действительно новое поколение войн, связанное со степенью развития государств, и оно в корне отличается от предыдущих четвертого и пятого поколений.

В войнах нового шестого поколения решающая роль будет отводиться уже не большому количеству сухопутных войск, не ядерному, а непилиотируемому высокоточному обычному ударному и оборонительному оружию, оружию на новых физических принципах, информационному оружию. Войны этого поколения будут кардинально отличаться от предыдущего четвертого еще и тем, что они будут вестись бесконтактным способом и вся мощь агрессора будет функционально направлена издалека лишь на безусловное поражение военных и экономических объектов противника путем одновременного нанесения мощнейших массированных ударов непилиотируемого высокоточного оружия различного базирования и информационных ударов по всей его инфраструктуре.

В войнах нового поколения, которые начнут в полной мере проявляться на рубеже 2010–2020 гг. более существенной станет зависимость вооруженных сил воюющих государств от их собственных экономических возможностей, чем от поражения их противником. К существующей классификации войн видимо придется добавить войны по степени развитости государств, участвующих в войне.

Таким образом, готовность государства к ведению войн нового шестого поколения на высоком технологическом уровне дает возможность уже сейчас предвидеть, что оно может позволить себе такую войну в отношении других государств, но не позволит другим в отношении себя самого. Военно-силовая составляющая государства, в отношении к войнам нового поколения, уже после 2015–2020 гг. будет являться ведущей, если не решающей, для его самоутверждения в качестве глобального лидера. Наиболее развитые и экономически благополучные страны будут стремиться оторваться в военно-технологической области так далеко, что для остальных это будет просто непреодолимо в обозримом будущем.



Безлюдько А.В.

Белорусский национальный технический университет

Возрастание роли применения информационных и коммуникационных технологий обусловлено глубокими переменами в жизни общества. Необходимость постоянной переподготовки и овладения новыми знаниями и навыками; быстрое внедрение новых научных достижений как в сферу экономики, так и в социальную сферу.

Происходящие изменения требуют от обучаемого обязательного владения основами применения информационных и коммуникационных технологий, которые начинают играть ключевую роль в создании и использовании новых знаний и навыков для военного образования, в том числе и в нашей республике.

На военно-техническом факультете в БНТУ разработана модель образовательной информационной среды и проведены эксперименты по применению разработанных средств для поддержки управляемой самостоятельной работы курсантов.

Достоинством системы является модульный принцип построения, позволяющий самостоятельно создавать и дополнять систему новыми модулями. Модули представляют комплексы изучаемых (программных) тем по дисциплинам. В системе реализовано три роли пользователя: администратор системы, инструктор (преподаватель) и курсант. Старший преподаватель контролирует регистрацию пользователей, осуществляет политику разграничения пользователей. Инструктор создает учебные курсы и их практическое использование в конкретных боевых условиях, осуществляет текущий и завершающий контроль усвоения курса. При этом используется 4 типа тестов: «да - нет», «множественный выбор», «открытые тесты», когда курсант записывает ответ на заданный вопрос в свободной форме, и, наконец, тесты-опросы.

По дисциплинам сформированы тесты ответов в режиме «усвоения», а также по 2–3 варианта решений по выполнению конкретных задач.

Курсанты в ходе самостоятельной работы по подготовке к групповым занятиям и упражнениям могли принимать различные варианты приведенных решений, несколько отличные друг от друга. Практика показала повышение эффективности такого обучения на 10–15 %, повышение активности работы курсантов, выработку ключевых компетенций в основных видах деятельности будущих офицеров.

Практика показала значительную эффективность таких форм обучения и более высокий уровень военно-профессиональной подготовки курсантов.

## Особенности применения межотраслевых нормативов численности в Вооруженных Силах

Большакова А.В.

Белорусский национальный технический университет

Законодательство дает полную свободу организациям, коими являются и воинские части, в вопросах нормирования труда. В соответствии с Трудовым кодексом Республики Беларусь нормы труда устанавливаются нанимателями с участием профсоюзов. В то же время государственные органы управления стали больше уделять внимания таким вопросам нормирования труда, как разработка единых подходов к оптимизации норм труда и разработка норм и нормативов затрат труда, имеющих межотраслевое и отраслевое применение.

Применительно к условиям различных отраслей экономики при использовании различных форм организации трудовых процессов принципы установления норм и нормативов отличаются. Особенности их установления должны отражаться в отраслевых методических рекомендациях. Нормативы численности для различных подразделений воинских частей устанавливаются ГОМУ. Они рассчитываются на основе специфики деятельности воинских формирований. Однако при определении некоторых нормативов численности следует руководствоваться методическими рекомендациями Министерства труда и социальной защиты (МТиСЗ).

При определении численности работников бухгалтерской службы целесообразно руководствоваться Межотраслевыми нормативами численности работников, занятых бухгалтерским учетом и финансовым обеспечением деятельности коммерческих организаций, утвержденными постановлением МТиСЗ от 14.11.2006 № 143. С целью установления норм затрат труда, определения трудоемкости выполняемых работ, расчета численности работников архивов разработаны Межотраслевые нормативы времени на работы, выполняемые работниками архивов организаций, утвержденные постановлением МТиСЗ от 22.03.2010 № 45, которые рекомендуются для применения в организациях различных форм собственности.

Воинская часть не является коммерческой, так как имеет все признаки бюджетной организации. Однако рассмотренные межотраслевые нормативы разработаны для коммерческих организаций и для применения их в ВС необходимо принимать во внимание специфику их деятельности, хотя принципы и подходы к установлению нормативов должны остаться едиными и неизменными. Это обеспечивает экономическое обоснование численности работников, основанное на принципах законности, экономической эффективности и социальной справедливости.

## Необходимость оптимизации организационной структуры финансовых органов воинских частей

Большакова А.В.

Белорусский национальный технический университет

Численность работников финансового органа воинской части указана в штате. Штат воинской части утверждается при ее формировании и пересматривается по мере необходимости.

За последние годы численность работников многих финансовых органов воинских частей претерпела изменение, и, как правило, не в сторону ее увеличения.

Имеющиеся нормативы численности работников финансовых органов воинских частей устарели и подлежат переработке и оптимизации. Однако в настоящее время в стране не только рассматривается вопрос о сокращении финансовых органов, но и создаются предпосылки пересмотра и оптимизации всей организационной структуры финансовых органов воинских формирований Министерства обороны.

Речь идет не только о количественном, но и о качественном составе. Ответы на эти и другие вопросы зависят не только от масштаба воинской части, количества личного состава в ней, но и от специфики ее деятельности. С процессами определения организационной структуры в рамках нормирования труда в тех или иных формах их проявления приходится периодически сталкиваться сотрудникам управленческого звена любой организации. В основном они заключаются в организационно-штатных мероприятиях, периодическое проведение которых неизбежно. Цель пересмотра и корректировки организационной структуры в любой организации, в том числе и в воинской части, являющейся по своей сути бюджетной организацией, – обеспечение эффективного использования производственного и трудового потенциала на основе проведения целенаправленной работы по снижению трудовых затрат в результате внедрения достижений науки и передового опыта, своевременного их отражения в нормах. Так, например, в 2008 году Научно-исследовательским институтом труда Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь были пересмотрены и скорректированы нормативы численности работников Главного управления строительства и эксплуатации Вооруженных Сил Республики Беларусь. Таким образом, возникла необходимость пересмотреть организационную структуру и финансовых органов воинских частей, то есть дать экономическое обоснование определения их организационной структуры, основанное на научных принципах законности, экономической эффективности и социальной справедливости.

Витковский А.М.

Белорусский национальный технический университет

Средства механизации земляных работ предназначены для выполнения задач по фортификационному оборудованию позиций, рубежей, районов, занимаемых войсками, районов развертывания пунктов управления, подготовке и содержанию путей движения и маневра войск. На сегодняшний день техническое состояние состоящей на вооружении землеройной и дорожной техники пока позволяет выполнять весь объем работ. Современный парк машин инженерного вооружения Вооруженных Сил Республики Беларусь укомплектован техникой производства Советского Союза.

Сложившаяся на сегодняшний день ситуация в Вооруженных Силах Республики Беларусь показала, что большие сложности возникают при поддержании работоспособного состояния землеройной техники из-за отсутствия запасных частей, производство которых прекращено.

Сегодня целью строительства и развития инженерных войск является дальнейший рост возможностей и способности соединений и воинских частей инженерных войск в любых условиях военно-политической и стратегической обстановки гарантированно выполнить задачи в соответствии с назначением.

Приоритеты при этом будут отданы модернизации существующих образцов и разработке новых современных с переходом на базовые шасси белорусского производства многофункциональных образцов землеройной техники, позволяющих сократить номенклатуру инженерной техники и обеспечить повышение защиты и живучести войск, а соответственно, и потенциальных возможностей по выполнению задач по назначению воинских частей.

Исходя из этого можно сделать вывод, что с использованием потенциала промышленности Республики Беларусь в тракторостроении и машиностроении можно выпускать необходимую землеройную инженерную технику для Вооруженных Сил Республики Беларусь в полном объеме удовлетворяющую всем необходимым тактико-техническим характеристикам.

Для механизации работ, требующих больших энергозатрат при выполнении задач инженерного обеспечения боя целесообразно применять специальные многофункциональные шасси с набором рабочего оборудования выпускаемых отечественных предприятиях МoA3, MA3, MT3 и M3KT.

Предприятия Беларуси в состоянии освоить выпуск землеройной техники соответствующими основными техническими характеристиками, согласованными с Министерством обороны Республики Беларусь.

**Техническое обеспечение  
боевых действий соединений**

Гаман М.И.

Белорусский национальный технический университет

Широкомасштабное применение высокоточного оружия и других новых средств вооруженной борьбы неизбежно привело к изменениям в характере общевойскового боя, в способах его подготовки и ведения.

Анализ влияния современных и перспективных средств поражения на характер общевойскового боя показывает, что в новых условиях главной его особенностью станет стирание в определенной мере граней между действиями войск в условиях применения ядерного оружия и действиями с применением только обычного оружия.

Эта особенность формируется на основе развития следующих характерных черт общевойскового боя:

решительность целей,

высокая напряженность,

скоротечность и динамичность боевых действий,

их наземно-воздушный характер,

одновременное мощное огневое воздействие на всю глубину построения сторон,

применение разнообразных способов выполнения боевых задач,

быстрый переход от одних видов действий к другим,

сложная радиоэлектронная обстановка.

Исходя из этого, воинские части и подразделения обр должны

обладать высоким уровнем огневых и ударных возможностей, подвижности, защищенности и живучести;

иметь эффективные средства для самостоятельной организации управления и связи в бою, всех видов обеспечения, в том числе и ТехО, подъема достаточных запасов боеприпасов, горючего и других материальных средств.

Опыт локальных войн и исследования показывают, что массовые потери военнослужащих, ВВТ и материальных средств приведёт к росту психологического воздействия на людей, к резкому изменению соотношения сил и средств сторон, возникновения кризисных ситуаций и вынужденному переходу от одного вида общевойскового боя к другому, увеличению объема мероприятий по техническому и тыловому обеспечению.

Успешное ведение современного боя невозможно без эффективного выполнения задач силами и средствами ТехО.

## **Проблемы организации восстановления ВВТ воинских частей и подразделений быстрого реагирования**

Гаман М.И., Безлюдько А.В.

Белорусский национальный технический университет

В современных условиях вопрос развёртывания воинских частей и подразделений быстрого реагирования имеет особую важность, так как, кто раньше сумеет, создать необходимую группировку войск (сил) на избранных направлениях, тот и будет иметь инициативу, а от этого, несомненно, будет зависеть успех ведения боевых действий в целом.

Основными проблемами восстановления ВВТ воинских частей и подразделений быстрого реагирования в ходе ведения боевых действий будут: восстановление ВВТ в отрыве от главных сил отдельной механизированной бригады, имеющимся составом сил и средств технического обеспечения; необходимость эвакуации большого количества повреждённых ВВТ на большие расстояния; не соответствие возможных темпов выхода из строя ВВТ, темпам возвращения в строй; невозможность развернуть ремонтно-восстановительные органы непосредственно в районах больших потерь ВВТ; отсутствие штатных сил и средств технической разведки в частях (подразделениях), вследствие чего, задачи разведки возлагаются на силы и средства ТехО, как дополнительные.

Решение проблем восстановления ВВТ воинских частей и подразделений быстрого реагирования напрямую зависит от следующего:

возможностей сил и средств технического обеспечения по восстановлению ВВТ;

создание эшелонированной системы восстановления по глубине и направлениям с выбором мест развёртывания сил и средств ТехО, обеспечивающих их необходимую живучесть и вместе с тем минимальные затраты времени на сосредоточение ремонтного фонда;

возвращение в строй неисправной и поврежденной боевой техники в ходе ведения боевых действий в объеме и темпе, максимально приближенным к объему и темпу выхода ее из строя;

повышение профессиональной подготовки личного состава ремонтных подразделений, совершенствование организационно-штатной структуры ремонтных подразделений.

Таким образом, только комплексный, научно обоснованный подход к построению и совершенствованию восстановления ВВТ позволит повысить эффективность сил и средств ТехО и как следствие, сохранение в ходе боевых действий боеспособности частей (подразделений) близкой к максимальной.

## Расчет силовых потоков автопоезда с бесступенчатым гибридным приводом ходовой системы прицепа

Горин Г.С., Зыбин О.Л., Сильченко А.А.  
Белорусский национальный технический университет

С целью импортозамещения гидропривода колес прицепа финской фирмы «SISU» в нашей работе предложена идея привода колес прицепа с помощью приставных электромотор – редукторов (ЭМП).

С их помощью преодолевают участки с низкими опорно-сцепными свойствами грунтов либо подъемы макрорельефа местности.

Для реализации предложенной идеи ЭМП должны иметь малые массу и габариты, сопоставимые с названными показателями гидропривода «SISU».

При расчетах использованы аппроксимационные характеристики колес, трансмиссии и ДВС.

Для расчета приняты:

КПД механической трансмиссии тягача  $\eta_{mp} = 0,93$ ,

КПД СЭОМП меньше  $\eta_{эт} = 0,65; 0,70; 0,75$ .

Анализировалась задача о рациональном распределении мощности двигателя с целью получения наибольших производительности  $N_{кр а max}$ , тягового КПД  $\eta_{а max}$ , максимальной проходимости  $\varphi_T = \varphi_{см}$  и наименьших потерь мощности на буксование агрегата  $N_{δmin}$ .

В тягово-энергетическом агрегате тяговое сопротивление преодолевается за счет тяги колес машины и прицепа

$$P_{кра} = P_{крТ} + P_{крпр},$$

где  $P_{крТ}$  и  $P_{крпр}$  – аппроксимационные зависимости в функции от  $\delta_T$  и  $\delta_{пр}$ . Далее путем перебора значений  $\delta_T$  и  $\delta_{пр}$  определяли массивы их сочетаний, соответствующие значениям тяговых сопротивлений в диапазоне  $P_{кра} = 5 \dots 30$  кН.

Рассчитанные значения мощности ТЭД достигали 10...15 кВт.

При удельной массе 5 кг/кВт рассчитанная масса ТЭД слишком велика. Реализация идеи станет возможной, если ТЭД будет работать в кратковременном режиме.

Таким требованиям могут удовлетворять, например, электростартеры «БАТЭ», имеющие тяговые реле, с помощью которого соединяют вращающийся якорь ТЭД с приводимыми колесами прицепа через волновой редуктор с передаточным числом  $i = 150$ .

Кроме того, для реализации предложена гибридная система питания СЭОМП, включающая два аккумулятора 6СТ-82 и конденсаторный микроплёночный накопитель энергии с емкостью 0,56 Ф.

**Гуманитарное разминирование.****Основные способы разминирования и инновационные методы поиска**

Григоренко С.В.

Белорусский национальный технический университет

Опыт локальных войн и вооруженных конфликтов последних десятилетий неопровержимо свидетельствует о применении мин и взрывоопасных предметов (ВОП) противоборствующими сторонами с неослабевающей интенсивностью. Мины и ВОП в настоящее время уже установлены в грунт или на его поверхности в 64 странах мира. По данным ООН их количество превышает 110 млн. единиц.

В рамках противоминной деятельности, при проведении операций по гуманитарному разминированию применяются три основных способа разминирования: ручное разминирование, с использованием собак минно-розыскной службы, с применением механических систем и средств разминирования. Ручное разминирование предполагает применение металлоискателей для обнаружения мин и ВОП, а также щупов и приспособлений для вскрытия земляного покрова и выемки грунта с целью проверки наличия мин и ВОП. Способ, основанный на использовании собак минно-розыскной службы, представляет собой систему, в которой собаки применяются в качестве основных средств обнаружения мин и ВОП. Этот способ при условии его правильного применения может быть более быстрым и эффективным, чем ручное разминирование, примерно на 200-700% в зависимости от условий разминирования.

Механические системы и средства разминирования применяются и предназначены для подрыва, уничтожения или удаления мин.

В настоящее время разрабатываются методы, которые применяются для определения местонахождения мин, которые выходят за рамки общих и технических решений. Выделим некоторые из них.

Поверхностный радиолокатор (геолокатор или георадар) предназначен для обнаружения в грунте и некоторых других средах металлических и диэлектрических предметов.

Инфракрасный детектор (ИК-детектор, тепловизор) регистрирует разницу температур между миной, ВОП и окружающим фоном.

Газовый хроматограф, позволяет не только обнаружить наличие в исследуемой пробе воздуха взрывчатое вещество, но и определить его тип. Портативный детектор паров – принцип работы его основан на методе спектрометрии подвижности ионов в электрическом поле.

Проводятся эксперименты с использованием других животных (крыс), а также насекомых (пчел, мух) для обнаружения взрывчатых веществ.



Дымарь Ю.Л.

Белорусский национальный технический университет

В соответствии с Программой переоснащения отдельных воинских частей Вооруженных Сил автомобильной техникой отечественного производства на укомплектование 15 ЗРБр ВВС и войск ПВО поставлено 67 ед. автомобилей МАЗ различных модификаций, из них:

по тактико-техническим характеристикам данные автомобили предназначались для замены устаревших автомобильных тягачей КрАЗ-2551(-255В), КрАЗ-260(-260В), которые использовались для перевозки технического имущества и личного состава огневых дивизионов С-300ПТ, буксировки вооружения на базе прицепа МАЗ-5224В.

В ходе освоения новых автомобилей командование и инженерно-техническому составу бригады совместно с руководством МАЗа предстояло решить ряд специфических задач. В данной работе показаны некоторые из них.

По взаимному соглашению между предприятием и командованием воинской части на Минском автомобильном заводе проведена подготовка офицеров – автомобилистов по учебнику особенностей устройства, правил эксплуатации автомобилей. После чего в воинской части были проведены сборы по переподготовке водителей на новые марки машин.

На период обкатки установлены ряд ограничений, которые были доведены до водителей и строго контролировались.

В гарантийный период эксплуатации, в соответствии с требованиями завода-изготовителя, техническое обслуживание автомобилей допускается проводить только на сервисных центрах МАЗа.

Было принято совместное решение о подготовке специалистов из состава ремонтного подразделения бригады на производственной базе «ССЦ МАЗ» с предоставлением допуска на право обслуживания и ремонта автомобилей МАЗ в ремонтных мастерских воинской части.

При организации и проведении работ ТО-1000 возникли определенные трудности по замене масел и смазок, а также сменными фильтрующими элементами, которые не идут по нормам снабжения Министра обороны.

Для их закупки довольствующими службами перечислены денежные средства.

В последующем, довольствующими службами были внесены дополнения в номы снабжения.

При буксировке вооружения потребовалось переоборудовать пневматические и электрические соединения на прицепах.

**Крах операции «Тайфун»: правда и вымыслы**

Жайворонок А.Б.

Белорусский национальный технический университет

30 сентября 1941 г. немецкие войска приступили к осуществлению операции «Тайфун» – началась битва за Москву.

Самые тяжелые дни Москвы начались с 15 октября 1941 г. Этим днем ГКО принял постановление об эвакуации столицы. Двести поездов и 80 тысяч грузовиков вывозили посольское и государственное имущество. Более полумиллиона москвичей рыли мерзлую землю, создавая оборонительные рубежи вокруг столицы.

Слухи о приближении немецких войск и решении правительства покинуть Москву порождали случаи беспорядочного бегства административных работников разного уровня. К сожалению архивной документации, грабежи брошенных магазинов. К сожалению, эти данные многими историками и журналистами в погоне за сенсациями сильно завышаются. Архивные источники убедительно доказывают, что никакой массовой паники в Москве не было, а акты мародерства достаточно быстро пресекались силами милиции и армии.

19 октября было подписано постановление ГКО о введении в Москве осадного положения. Нарушители порядка немедленно привлекались к ответственности. За два месяца действия этого постановления на месте было расстреляно 16 человек, 357 человек расстреляно по приговорам военного трибунала, осуждено на тюремное заключение на разные сроки 4741 человек. Беспорядки в Москве были пресечены, но столица не была при этом «залита кровью», как утверждают некоторые исследователи.

5 декабря 1941 г. в 3 часа ночи началось контрнаступление советских войск. Анализ сил и средств воюющих сторон показывает, что существовало их примерное равенство, но боевой дух наших войск, воля и талант полководцев решили исход сражения. Командованию Красной Армии удалось удачно выбрать момент перехода в контрнаступление и грамотно использовать дополнительные силы.

Большую роль в подъеме морально-политического духа советских людей сыграл военный парад, который прошел 7 ноября в Москве на Красной площади. Генерал В.В. Лукашев вспоминал: «Мы шли через Красную площадь по 24 человека в каждой шеренге. Нас предупредили, что «в случае бомбежки или обстрела с самолетов парад продолжается. Место упавшего занимает идущий позади, а равнения не терять ни в коем случае».

Битва под Москвой стала главным событием первого года Отечественной войны. Германский «блицкриг» был окончательно похоронен.

## Военная педагогика и психология в годы Великой Отечественной войны

Кобзаренко А.В.

Белорусский национальный технический университет

Военная психология и педагогика – это специфический компонент теории и практики военного дела.

К началу Великой Отечественной войны военной психологией и педагогикой был обоснован целый ряд фундаментальных теоретических положений и практических рекомендаций. Их реализация способствовала повышению боеспособности частей и подразделений, действенность которых подтвердила практика войны.

Великая Отечественная война не только повысила значимость ранее разрабатываемых психолого-педагогических положений, но и выдвинула перед военной психологией и педагогикой много сложных и ответственных проблем, связанных с потребностями фронта, которые необходимо было разрешать в короткие сроки.

Значительно расширилась и усложнилась сфера применения данных этой науки. Возникающие военно-психологические и военно-педагогические проблемы в большинстве случаев оперативно разрешались при разработке директивных документов по организации боевых действий и руководству ими, по содержанию, организации, методике боевой и политической подготовки, а также в повседневной боевой и учебно-воспитательной практике командиров и политработников.

На протяжении всей войны воспитательная работа с личным составом включала в себя элементы психологической подготовки.

В годы Великой Отечественной войны боевая учеба воинов была не только важнейшей сферой применения военной психологии, но и значительным фактором их дальнейшего развития.

Весь процесс подготовки личного состава проводился в соответствии с требованиями принципа «учить войска тому, что необходимо на войне».

Обучение воинов в учебных, запасных и резервных частях проводилось в тесной связи с формированием у них высоких морально-боевых качеств и психологической устойчивости. В действующей армии обучение личного состава было подчинено непосредственным боевым действиям.

Решая различные задачи прикладного характера, военная психология и педагогика развивались в годы войны по многим направлениям.

Опыт Великой Отечественной войны показал, что все офицеры должны иметь высокую психолого-педагогическую подготовку и целеустремленно готовить себя к учебно-воспитательной деятельности в условиях войны.

## Партизанская аптечка

Козел Д.А.

Белорусский национальный технический университет

С начала 1943 г. основным источником медицинского снабжения партизанских формирований стал Белорусский штаб партизанского движения. Одной из основных задач санитарной службы БШПД являлось обеспечение партизанских формирований медикаментами и медицинским имуществом. При этом работники санитарной службы руководствовались следующими установками: отдельным партизанам, направляемым в составе спецгрупп, выдавались индивидуальные аптечки, содержащие необходимый минимум для оказания первой помощи. В состав индивидуальной аптечки входило: индивидуальных пакетов – 2, настойка йода – 30.0, порошки от головной боли – 6 шт., от боли живота – 6 шт., от кашля – 6 шт., борный вазелин – 1 тюбик, риванол – 10 табл. [1, л. 67].

Небольшая группа в 5–7 человек обеспечивалась аптечкой № 1; более крупные группы, в состав которых включался медицинский работник – аптечкой № 2 и № 3. Аптечка № 1 была рассчитана на оказание медицинской помощи санинструктором. № 2 – фельдшером или медицинской сестрой, № 3 – врачебная, содержала необходимые медикаменты и инструментарий для работы квалифицированного фельдшера или врача.

Была разработана номенклатура аптечки № 4, упакованной в парашютном мешке, а когда командованием был поставлен вопрос о направлении в каждом самолете медикаментов в количестве 10–12 килограммов – аптечки № 5.

Стандартизация аптечек позволила санитарной службе штаба при ее ограниченном штате справиться с постоянно возрастающим количеством переправляемого за линию фронта медицинским имуществом и вести его учет.

Всего, по отчетным данным санитарной службы БШПД, за 1943 г и по 20 июня 1944 г. было отправлено в партизанские формирования Беларуси 44 318 кг медицинского имущества. В том числе: индивидуальных аптечек – 13 786 шт., аптечек №1 – 515 шт., аптечек №2 – 1 148 шт., аптечек №3 – 240 шт., аптечек №5 – 443 шт., наборов хирургических разных – 105 и др. [1, л. 55-56; 2, л. 78-79].

1. Отчет о работе санитарного отдела БШПД // Национальный архив Республики Беларусь. – Фонд 1450. – Оп. 3. – Д. 91.

2. Медико-санитарное обслуживание партизанских соединений БССР / Национальный Архив Республики Беларусь. – Фонд 1450. – Оп. 2. – Д. 1027.

## Некоторые особенности разработки дипломных проектов

Кондратьев С.В.

Белорусский национальный технический университет

Анализ практики, сложившейся при дипломном проектировании студентов по специальности 1-36 11 01-01 «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование» позволяет сформулировать некоторые методические положения организации дипломного проектирования курсантов военно-технического факультета данной специальности.

Тематика дипломного проектирования готовится ежегодно, централизованно, преподавателями военно-технического факультета.

Темы курсантам назначаются руководством кафедры.

Дипломный проект должен включать, по крайней мере, две части: военную, требующую разработки курсантом вопросов, находящихся в компетенции командира подразделения; инженерно-техническую, требующую разработки вопросов проектирования и эксплуатации машин.

Контроль за ходом выполнения дипломного проекта осуществляется основным научным руководителем – преподавателем военно-технического факультета, располагающим дисциплинарным ресурсом по оперативному корректированию хода выполнения дипломного проекта.

Тематика может развиваться по направлениям: разработка новых машин инженерного вооружения, модернизация рабочих органов машин, конструкций приводов рабочих органов и ходового оборудования на основе современных агрегатов, систем гидропневмоавтоматики, повышающих эффективность боевой работы подразделения; разработка машин инженерного вооружения на базе шасси производства Республики Беларусь; разработка баз механизации по ТО и ремонту машин инженерного вооружения, подбор и разработка технологического оборудования для обеспечения мероприятий по ТО и ремонту; разработка передвижных средств механизации, машин технической помощи.

Необходимо определить основные места дипломных практик, обеспечивающих специфику обучения, разработать необходимые методические материалы, регламентирующие проведение практик, объем и содержание дипломного проекта

Использование предлагаемого опыта разработки дипломных проектов предполагает активное руководство преподавателями кафедры всех этапов проектирования.

Практика показала, что именно эта дает полных и конкретный результат в работе курсантов над дипломными проектами, повышает его качество и практическую значимость.

Кондратьев С.В.

Белорусский национальный технический университет

Очистка хозяйственно-питьевой воды производится с помощью войсковых фильтровальных станций ВФС-2,5 и ВФС-10, находящиеся на вооружении в инженерных подразделениях полевого водоснабжения.

Хозяйственно-питьевая вода жестко регламентирована по качеству воды. Чтобы достичь при очистке воды высоких показателей в средствах очистки воды применяют осветление, обесцвечивание и устранение неприятных привкусов и запахов, обеззараживание, обезвреживание, дезактивацию.

**Осветление воды.** Для осветления воды используются различные процессы: отстаивание, пропускание через взвешенный осадок и фильтрация.

Вода в своем составе имеет механические и коллоидные примеси, которые находятся во взвешенной состоянии. Если механические примеси можно удалить простым отстаиванием, то коллоидные взвеси практически в осадок не выпадают, если не нарушится их агрегативная устойчивость.

**Обеззараживание воды.** Сущность обеззараживания заключается в уничтожении или устранении из воды бактерий, вызывающих заболевания. Для обеззараживания воды наибольшее применение нашли физико-химические методы: хлорирование, облучение бактерицидными лучами и фильтрование через пористые материалы. Наиболее распространенный и дешевый из них – хлорирование.

**Обезвреживание воды.** Разрушение и удаление из воды отравляющих и ядовитых веществ осуществляется с помощью химических реакций, некоторых физических факторов.

На станциях применяется универсальный метод, основанный на обработке воды хлорсодержащими реагентами и фильтрованием через активный уголь БАУ-МФ или КФГ-М.

В результате использования этих сорбентов устраняется большая часть отравляющих и ядовитых веществ.

**Дезактивация воды.** Радиоактивные вещества в воде могут находиться в виде взвешенных частиц и в растворе. Как правило, дезактивация воды обеспечивается применением основных процессов очистки воды: коагулирования, отстаивания и фильтрования через антрацитовую крошку, а также через уголь БАУ-МФ и КФГ-М.

В результате из воды почти полностью удаляются взвешенные радиоактивные частицы и в 2–3 раза снижается содержание растворенных радиоактивных веществ.

**Требования к подготовке военных инженеров**

Костко Ю.В.

Белорусский национальный технический университет

В современном бою значительно повысились требования к офицеру командиру.

Главные задачи высшей школы на современном этапе: готовить специалистов, способных видеть перспективы развития своей отрасли, быстро осваивать новую технику и умело ее применять; научить их квалифицированно решать задачи по организации порученной им работы и управлению коллективами, которые они будут возглавлять.

Всеми этими качествами, безусловно, должен обладать и офицер.

В целом общие требования к офицеру инженерных войск можно свести к следующим основным понятиям:

нужно готовить идейно убежденных, политически зрелых офицеров, которые должны быть примером беззаветной преданности и служения Родине;

необходимо привить офицерам чувство высокой дисциплинированности и исполнительности, собранность, честность и правдивость, готовность и способность точно выполнять приказы начальников;

надо выработать инициативу и самостоятельность, способность взять на себя ответственность за наиболее активные действия и решения, за исход боя и судьбы людей;

необходимо развивать в офицерах их командирскую волю и организаторские способности;

следует научить офицеров умело обучать и воспитывать подчиненных;

нужно привить им высокую общую и военно-техническую культуру.

Качества офицера инженерных войск, отвечающие этим требованиям, вырабатываются еще в период обучения курсантов в ВУЗе и затем совершенствуются в ходе служебной деятельности в войсках.

Одной из основных дисциплин, обеспечивающих выработку этих качеств, является тактико-специальная подготовка.

Выработка указанных компетенций и компетентностей необходимо рассматривать в четырех основных сферах деятельности будущих военных специалистов: организационно-боевой, технико-эксплуатационной, административно-управленческой и воспитательной (идеологической).

При этом компетентность рассматривается как способность офицера применять полученные компетенции адекватно складывающейся обстановке.

**Оценка эффективности военного образования**

Костко Ю.В.

Белорусский национальный технический университет

Выделяют четыре метода построения критериев эффективности обучения и соответствующие им четыре группы критериев.

Первую образуют критерии, возникающие в ходе логического анализа признаков, характерных для определенного класса явлений. Определяемые таким образом критерии можно назвать дедуктивными.

Вторая группа критериев возникает в процессе сбора информации об интересующем нас классе явлений от экспертов. Определяемые таким образом критерии называются оценками экспертов.

В третьей группе локализуются критерии, учитывающие род, число и качество результатов труда курсантов (выпускников). В отличие от двух предыдущих групп критериев, которые базируются на субъективной основе, третью группу образуют критерии объективные.

Четвертую группу образуют критерии, возникающие в ходе сложного статистического анализа итогов дидактического тестирования, результатов анкетирования и интервьюирования, анализа учебной документации и т.п. Критерии данного типа называются статистическими, они позволяют измерить определенные стороны исследуемого класса явлений.

Выделяемые критерии эффективности характеризуют результаты или итоги обучения. Представление эффективности обучения в военно-учебном заведении в категориях конечных результатов охватывает только одну сторону исследуемого процесса. Вторая сторона определяется критериями оценки качества обучения, которые обусловлены субъективными и организационно-техническими компонентами учебно-воспитательного процесса.

К наиболее часто используемым субъективным критериям относятся: уровень мотивации к учебе и отношение к ней курсантов, а также уровень интеллектуальных способностей курсантов.

В современных войсках управление приобретает новое качество, наряду с классическим, когда объектом управления является человек (машина), все большее значение приобретает управление ситуацией, в которой действуют эти объекты. А это процесс творческий. Поэтому важным критерием в военно-профессиональной подготовке офицеров становится «Творчество» – «креативность». Под военно-профессиональной креативностью следует понимать способность офицера творчески применять полученные компетенции и компетентности при решении стоящих задач как в боевой обстановке, так и в мирное время.



## Развитие систем приводов рабочих органов машин инженерного вооружения

Котлобай А.Я.

Белорусский национальный технический университет

При создании образцов военно-инженерной техники в 60-х, 70-х годах прошлого столетия предпочтение в системах отбора мощности двигателя на привод рабочих органов отдавалось использованию сложных механических систем при наличии небольшой гаммы гидравлической аппаратуры. Применяемые насосные агрегаты состоят из нескольких насосов, приводимых от раздаточной коробки, уменьшающей полезное пространство машины, созданной специально для данного изделия. Ремонтопригодность систем приводов низкая из-за малого числа изделий и отсутствия запасных частей.

Создание парка современных машин инженерного вооружения требует коренной модернизации систем отбора мощности двигателя базовой машины на привод рабочих органов.

Создание современной системы гидравлических приводов рабочего оборудования должно развиваться в направлении использования гидрообъемных передач на основе современной элементной базы ведущих мировых товаропроизводителей гидравлической аппаратуры, и формирования моноагрегатных насосных установок на базе использования многопоточных насосов и широкого применения объемных делителей потока рабочей жидкости насоса.

Применение делителей потока рабочей жидкости насоса в объемном многомоторном гидроприводе рабочих органов машин инженерного вооружения позволит отказаться от сложных раздаточных коробок, уменьшить удельный вес механических передач в кинематической цепи привода.

Автором разработан принцип деления потока рабочей жидкости насоса, состоящий в дискретной подаче фиксированных объемов рабочей жидкости последовательно по напорным магистралям потребителей, предложены технические решения дискретного гидрораспределителя.

Математическое моделирование работы дискретного гидрораспределителя в составе многомоторного гидропривода показало, что при одновременной работе нескольких гидравлических моторов от одного насоса дискретный гидрораспределитель исключает дифференциальную связь напорных магистралей гидравлических моторов – обеспечивает независимость нагрузочного режима работы контура данного гидравлического мотора от нагрузочных режимов контуров других гидравлических моторов в широком диапазоне изменения нагрузок.

## Создание машин инженерного вооружения

Котлобай А.Я.

Белорусский национальный технический университет

Одним из основных направлений создания машин инженерного вооружения (МИВ) является реализация модульного построения, предполагающая создание тягово-энергетического и тягово-транспортного модулей, агрегируемых с гаммой технологических модулей.

Учитывая сложившуюся структуру производства и парка автотракторной техники, природно-климатические условия и развитую сеть автомобильных дорог Республики Беларусь реализация тягово-энергетического и тягово-транспортного модулей может развиваться в направлении создания колесных систем с использованием серийно выпускаемых узлов и агрегатов.

Формирование облика тягово-энергетического и тягово-транспортного модулей может развиваться по ряду направлений:

- создания единого одноосного тягово-энергетического модуля, образующего МИВ различного назначения в составе гаммы технологических модулей. Тягово-энергетический модуль сочленяется шарнирно с технологическим модулем, имеющим свою ходовую часть, и обеспечивает отбор мощности энергетической установки на привод технологического и ходового оборудования;

- создание универсального тягово-транспортного модуля с числом ведущих осей от двух до трех, четырех, образующего МИВ различного назначения в составе прицепных, полуприцепных и навесных технологических модулей. Увеличение числа осей обеспечивает высокие тягово-сцепные качества, грузоподъемность и габариты по установке технологического оборудования. Тягово-транспортный модуль может оснащаться системой навески технологического оборудования, позволяющей использовать сменное рабочее оборудование для решения широкого круга боевых задач.

Для улучшения тягово-сцепных качеств тягово-транспортного и энергетического модулей может применяться сдвигание колес, показавшее высокую эффективность при создании энергонасыщенных тяговых машин.

Прицепной и полуприцепной технологический модуль оснащается собственным шасси, имеющим оптимальную конструкцию для выполнения заданных технологических операций, и собственной энергетической установкой, либо ходовое и рабочее оборудование подключается к системе отбора мощности силовой установки тягово-транспортного и энергетического модуля.

**О некоторых проблемах инженерного обеспечения  
боевых действий войск и путях их решения**

Кочетов О.В.

Белорусский национальный технический университет

Фортификационное оборудование (ФО) местности и система инженерных заграждений (СИЗ) в наибольшей степени влияют на обеспечение устойчивости и активности обороны. При выполнении данных задач имеет место ряд проблемных вопросов. Рассмотрим некоторые из них.

Опыт учений и научных исследований последних лет свидетельствуют о значительном увеличении объемов задач по ФО, а следовательно – и сроков на их выполнение, исходя из возросших пространственных масштабов действий войск (сил). С целью уменьшения времени на ФО позиций и районов силами и средствами воинских частей и подразделений, а также повышения эффективности ФО предлагается:

при заблаговременной подготовке обороны в угрожаемый период широко применять силы и средства территориальной обороны, при этом для организации работ по ФО позиций и районов создавать оперативные группы;

сплошную систему траншей и ходов сообщений оборудовать только в пределах взводных и ротных опорных пунктов;

на позициях отделений для всех штатных огневых средств иметь противосколочные перекрытия;

над окопами и укрытиями для боевой техники устраивать защитно-маскировочные экраны, для чего в каждой роте целесообразно иметь защитно-маскирующий комплект, включающей сборно-разборные конструкции экранов и маскировочные средства;

для обеспечения защиты личного состава в каждой роте целесообразно иметь модульный универсальный комплект конструкций промышленного изготовления, позволяющий возводить различные сооружения, начиная от козырьков и экранов и заканчивая сооружениями закрытого типа;

на позициях подразделений с целью обеспечения скрытого маневра и защиты танков, БМП от средств поражения противника устраивать земляные валы высотой 1,5 м, которые позволяют повысить защиту бронеобъектов в 1,2 – 1,25 и, кроме того, являются эффективными заграждениями;

При создании СИЗ одним из проблемных вопросов является содержание узлов заграждений и подготовленных к разрушению объектов, что требует задействования значительного количества инженерно-саперных подразделений из состава сил и средств оперативного объединения и передавать эти заграждения другим соединениям.

**Повышение качества подготовки военных специалистов**

Крицков И.Г.

Белорусский национальный технический университет

В ходе дальнейшего развития Вооруженных Сил одним из главных направлений деятельности является дальнейшее совершенствование военного образования, направленного, прежде всего на повышение качества готовящихся военных специалистов.

Повышение качества военнослужащего, как специалиста означает достижение нового уровня развития, при котором он приобретает новые характеристики и способности, удовлетворяющие современным потребностям.

Одним из основных направлений реформы системы военного образования является ориентация на подготовку специалистов в гражданских учреждениях образования Республики Беларусь.

Анализ подготовки специалистов на военных факультетах и кафедрах гражданских высших учебных заведений в новых условиях, позволяет выделить ряд проблемных вопросов, которые требуют исследования с целью решения таких задач повышения качества подготовки специалистов как:

- совершенствование системы довузовской подготовки абитуриентов к прохождению службы с участием в этом процессе военных факультетов;
- оптимизация системы профессионального отбора обучаемых – как первичного условия качества будущего военного специалиста;
- оптимизация организационно-штатной структуры образовательной системы;
- совершенствование управления качеством обучения и контроля;
- внесение изменений в программы и планы подготовки военных специалистов, с учетом увеличения практической направленности и обучения с опережением (т.е. учить тому, что будет необходимо данному специалисту на день выпуска при убытии в войска);
- повышение квалификации профессорско-преподавательского состава;
- совершенствование и внедрение новых форм и методов обучения, инновационных технологий в процесс обучения;
- совершенствование методики самостоятельной работы обучаемых.

Сегодня именно эти вопросы требуют проведения научных исследований с участием всех педагогических коллективов факультетов и кафедр, направленных на дальнейшее улучшение качества военных специалистов, готовящихся в гражданских учреждениях образования.

**Роль методического кабинета факультета в совершенствовании педагогических качеств преподавательского состава**

Лещинский Е.Л.

Белорусский национальный технический университет

Учебный кабинет организационно входит в состав учебной части военно-технического факультета в Белорусском национальном техническом университете.

*Учебный кабинет предназначен для:* изучения, обобщения, пропаганды и внедрения в учебный процесс передового опыта учебной, методической и научной работы ведущих ВУЗов страны, факультета, кафедр и лучших методистов; повышения квалификации и педагогического мастерства профессорско-преподавательского состава; оказания помощи в становлении начинающим и молодым преподавателям.

При учебном кабинете в течение учебного года проводятся занятия с начинающими, молодыми преподавателями и квалифицированным преподавательским составом. Для этого на факультете разработана и внедрена система подготовки и повышения квалификации молодых преподавателей рассчитанная на 5 лет.

Занятия проводятся, как правило, в форме педагогических семинаров, проводят их методисты учебной части, руководящий состав факультета и лучшие методисты кафедр

Исходя из их требований, одной из главных задач кабинета, является подготовка и переподготовка офицеров (квалифицированных специалистов с профессиональным высшим образованием), научно-педагогических и научных кадров высшей квалификации.

Система их подготовки включает:

перспективное планирование становления и повышения квалификации; активное участие в учебной, методической, научной, воспитательной работе;

организацию и проведение занятий с начинающими преподавателями;

индивидуальную работу с начинающими преподавателями;

самостоятельную работу по совершенствованию своего мастерства;

обучение на курсах повышения квалификации;

стажировку в войсках и участие в разного рода учениях для освоения передового опыта войск и использования его в интересах совершенствования своего профессионального уровня, методики обучения и воспитания курсантов. Таким образом, учебный кабинет военно-технического факультета в БНТУ играет позитивную роль в подготовке преподавательского состава, обучении и становлении молодых преподавателей.

## **Применение беспилотных летательных аппаратов для решения задач инженерной разведки**

Лобаты́й А.А., Карлович И.М.

Белорусский национальный технический университет

Перспективным направлением применения БЛА представляется решение задач инженерной разведки посредством мониторинга земной поверхности.

К таким задачам в первую очередь следует отнести:

определение характера и степени инженерного оборудования позиций и районов расположения противника;

установка места расположения, характер и типы заграждений и разрушений (при этом особое внимание обращается на обнаружение минно-взрывных заграждений);

определение наличия защитных и маскирующих свойств местности в расположении своих войск и противника;

определение наличия и состояния дорог, мостов и возможность их использования для войск;

определение проходимости местности вне дорог для боевой техники с учетом климатических и погодных условий;

определение характера водных преград и других препятствий, способов их преодоления;

определение местонахождения и состояния источников воды;

определение наличия местных строительных материалов и других средств, а также возможность их использования для инженерного обеспечения предстоящих боевых действий;

проводимые инженерные мероприятия по маскировке.

Для решения поставленных задач целесообразно использовать аппарат легкого класса (максимальная взлетная масса до 200 кг), способный патрулировать на высоте до 6 000 м в течение 10 и более часов на удалении до 100 км от наземной станции слежения. Основными критериями при выборе БЛА должны являться не летно-технические характеристики, а эффективность, низкая стоимость аппарата и его практичность в эксплуатации. Кроме того, необходимо обеспечить взлёт и посадку с шоссеиных дорог или грунтовых аэродромов.

Для решения задач инженерной разведки необходимо продолжительное патрулирование на высоте 2000–4000 метров для обеспечения обзора оптической системой больших площадей поверхности.

Высота патрулирования зависит от разрешающей способности тепловизионной и обычной камер.

## Тенденции развития средств инженерного вооружения и их боевого применения

Мазур Ю.В.

Белорусский национальный технический университет

В ходе проведенных комплексных учений Вооруженных Сил инженерные войска показали способность выполнять задачи инженерного обеспечения в условиях новых форм и методов вооруженной борьбы, продемонстрировали высокий уровень боевой подготовки, полевой выучки. Тенденции развития вооруженной борьбы сделали средства огневого поражения более точными и мощными, что требует сокращения времени на выполнение задач. На основе осмысления этих факторов можно сделать вывод, что главным направлением развития инженерных войск Вооруженных Сил Республики Беларусь на ближайшие годы является повышение уровня технической оснащенности частей и подразделений. Для достижения поставленной цели необходимо определить перспективы развития и модернизации средств инженерного вооружения. Приоритетными направлениями развития средств инженерного вооружения мы видим: модернизацию существующих образцов с целью повышения их эффективности и надежности, переход на базовые шасси белорусского производства; создание многофункциональных средств инженерного вооружения, позволяющих сократить их номенклатуру; решение проблемы эффективной противоминной защиты войск. В военно-технической политике мы видим следующие тенденции развития средств инженерного вооружения:

- модернизация существующих, с целью повышения их боевой эффективности и надежности;
- создание принципиально новых, многофункциональных образцов и комплексов, предназначенных для инженерного обеспечения войск;
- оптимизация, прежде всего сокращение, номенклатуры средств инженерного вооружения и переход на базовые шасси и комплектующие отечественного производства;
- отбор и доработка средств производственно-технического назначения, отвечающих современным требованиям к использованию в войсках;
- использование техники двойного назначения.

Модернизация в ряде случаев наиболее целесообразный способ повышения технической оснащенности войск, так как позволяет при минимальном финансировании в короткие сроки создавать практически новые образцы инженерной техники. Огромная работа проводится по созданию и укомплектованию войск новыми средствами инженерного вооружения как отечественного так и зарубежного производства.

## Учет психофизиологического состояния оператора в работе системы автоматического управления

Макаров В.В., Усов А.К.

Белорусский национальный технический университет

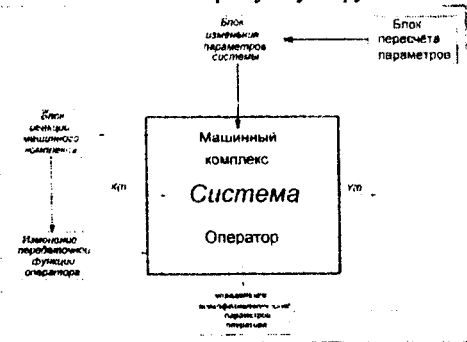
Любая система автоматического управления (САУ) характеризуется рядом параметров. Оператор САУ являясь частью системы, с одной стороны, как человек, характеризуется психофизиологическими параметрами, а как часть САУ её параметрами. Одним словом САУ должна «знать» каковы характеристики одного из её звеньев, и какова динамика этого звена.

Для решения задачи адаптации САУ к изменяющимся параметрам оператора необходимо провести согласование разнозначных параметров с различной природой. Могут применяться методы теории автоматического управления. В этом случае человек-оператор рассматривается как элемент следящей системы. На работу системы влияют динамические связи элементов системы друг с другом и человеком. Процесс анализа системы состоит из трех этапов:

установление критерия поведения замкнутой системы и определение ее передаточной функции;

нахождение такой передаточной функции оператора, которая позволила бы получить требуемую функцию всей системы;

проведение системы мероприятий (отбор, тренировка операторов, соответствующее оформление технической части системы человек-машина), обеспечивающих требуемую функцию оператора.



В состав аппаратуры для измерения физиологических характеристик может быть введён программно-аппаратный комплекс Omega-M, предназначенный для анализа биологических ритмов человека, выделяемых из электрокардио сигнала. В основу метода положена новая информационная технология биоритмологических процессов – «фрактальная нейродинамика».

Проведение согласования равнозначных параметров с различной природой, как сигнала аппаратного комплекса, так и сигналов САУ, позволит учитывать характеристики оператора как части системы и повысить её надёжность.



## Создание робота-сапера

Миронов Д.Н., Евдокимов Д.А.

Белорусский национальный технический университет

В связи с трагическими событиями, произошедшими в Минске 3 июля и на станциях московского метро и аэропорту, возникает необходимость в изготовлении устройств, позволяющих обнаруживать, обезвреживать или транспортировать взрывоопасные предметы в безопасные места, не подвергая опасности жизни людей. Одним из таких устройств является робот-сапер.

В то время как в различных странах созданы роботы-саперы, в Беларуси не налажено производство собственных роботов-саперов (единственный образец имеющийся в Министерстве по чрезвычайным ситуациям был куплен в Польше). Приобретение роботов у других стран для Республики Беларусь невыгодно из-за того, что цена на робота сильно завышена и существует возможность управления роботом страной-производителем через спутник.

Научный коллектив Белорусского национального технического университета занимается проектированием и созданием современного робота-сапера, предназначенного для обнаружения, обезвреживания и транспортирования взрывоопасных предметов в безопасное место, не подвергая опасности жизни людей. Проектируемый робот будет обладать тактико-техническими характеристиками представленными в табл. 1.

Таблица 1

Масса в снаряжении, кг	20–25
Размеры в транспортном положении (длина / ширина / высота), мм	500 / 512 / 172
Скорость, км/ч	3–5
Наибольшая грузоподъемность, кг	5

Передвигается разрабатываемый робот-сапер с помощью базы на гусеничном ходу. Управление базой может осуществляться в двух режимах: ручной и автономный. На комплексе предложено установить две камеры высокого разрешения с инфракрасной подсветкой для получения визуальной картины исследуемой местности.

Стоимость разработанной модели в зависимости от комплектации и материалов будет в 5–7 раз ниже стоимости идентичных аналогов.

Данный робот найдет практическое применение в инженерных войсках министерства обороны, министерстве по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь и других государств.

## Самостоятельная подготовка и самостоятельная работа курсантов

Москальцов О.В.

Белорусский национальный технический университет

Самостоятельная подготовка и самостоятельная работа (СП и СР) являются основными видами учебных занятий на военном факультете, проведение которых, как правило, возложено на начальников курсов и курсовых офицеров (офицеров курсового звена). Задача и роль офицеров курсового звена заключается в том, чтобы организовать и направить учебную деятельность курсантов, а следовательно, добиться выполнения целей СП и СР, как видов учебных занятий. Учебная деятельность курсантов на СП и СР наилучшего эффекта достигает тогда, когда происходит плановое, систематическое и целенаправленное управление этими видами занятий.

Для достижения максимального качества учебной работы курсантов и достижения учебных целей на СП и СР офицеры курсового звена должны уметь:

- планировать содержание самостоятельной подготовки и самостоятельной работы, особенно на младших курсах;
- эффективно руководить проведением этих занятий;
- оказывать курсантам помощь, как в организационном, так и в методическом плане;
- контролировать качество работы обучаемых.

Подготовка может носить текущий характер (организация и проведение СП и СР «на сегодня») и перспективный характер (планирование и организация СП и СР на предстоящую неделю).

### Перспективная подготовка

Определение офицером курсового звена содержания самостоятельной подготовки и самостоятельной работы на предстоящую неделю может проходить на основе следующего алгоритма.

1. Изучение расписание занятий на следующую неделю.
2. Уточнение у преподавателей учебных задач по дисциплинам, занятия по которым будут проводиться на следующей неделе.
3. Определение и конкретизация, учебных задач.
4. Составление недельного плана организации и проведения СП и СР.
5. Постановка учебных задач личному составу на предстоящую неделю.

При организации самостоятельной работы курсантов большую эффективность имеет разрабатываемые преподавателями проблемные «Задачки».

## Диагностическое обеспечение транспортного средства

Немов И.А., Дымарь Ю.Л.

Белорусский национальный технический университет

Разработка диагностического обеспечения транспортного средства на всем периоде эксплуатации, основывается на совокупности исследования данного объекта.

Результатом разработки диагностического обеспечения является информация, которая необходима для определения технического состояния. Из диагностического контроля узлов, агрегатов и систем транспортного средства складывается диагностика транспортного средства в целом.

К параметрам технического состояния транспортного средства относятся параметры, связанные с безопасностью эксплуатации транспортного средства, а также параметры, от которых зависят эти показатели – шум, вибрация, токсичность отработавших газов, выходные (рабочие) показатели (тормозной путь, время срабатывания тормозов, содержание CO, СН в отработавших газах и т.д.)

Диагностика транспортного средства включает в себя перечень диагностических параметров и методы их оценки.

В процессе диагностирования объекта допускаемое значение параметра, является основным показателем.

Номинальные и предельные значения параметров транспортных средств, устанавливаемые заводом изготовителем, позволяя сравнить текущее значение диагностических параметров с допускаемыми и принять решение об исправности и необходимости проведения технического обслуживания или ремонта.

Итогом операций диагностики транспортного средства проводимым на участке контрольно-технического осмотра, может явиться – диагностическая карта, которая будет базироваться на результатах анализа показателей транспортного средства и его соответствия.

Примером проведения процесса диагностики и допуска транспортного средства к эксплуатации может служить государственный технический осмотр.

Выдаваемая диагностическая карта представляет собой документ, подтверждающий техническую исправность транспортного средства.

Использование диагностики транспортного средства в целом позволит решить задачи оценки работоспособности, проверки исправности и поиска дефектов, а также прогнозирование изменения состояния транспортного средства на весь срок эксплуатации.

**Обеспечение качества технического обслуживания и ремонта  
военной автомобильной техники**

Немов И.А., Сажин А.Ю.

Белорусский национальный технический университет

Техническая подготовка является одним из основных предметов обучения личного состава частей и подразделений, на вооружении которых состоит автомобильная техника. Она направлена на подготовку водителей, специалистов ремонтников обладающих знаниями и навыками, необходимыми для обеспечения технически грамотной эксплуатации автомобильной техники, содержания ее в постоянной боевой готовности и умелого применения по назначению.

В настоящее время на замену устаревшим маркам машин в Вооруженные Силы Республики Беларусь поступают новые отечественные автомобили.

Одной из важнейших задач в области эксплуатации новой автомобильной техники является подготовка водителей и специалистов ремонтников для воинских частей и подразделений.

Примером такой работы может послужить подготовка специалистов и рабочих СТО на ОАО «МАЗ», проводимые учебные курсы по устройству, техническому обслуживанию, эксплуатации, ремонту и диагностике автомобилей МАЗ организованные филиалом «Сервисный центр МАЗ» совместно с отделом подготовки кадров Управления кадров (ОПК УК) позволяют повысить профессиональный уровень подготовки специалистов.

Реализация данной задачи в интересах ВС Республики Беларусь потребует совместной работы заинтересованных управлений Министерства обороны Республики Беларусь и ОАО «МАЗ».

В перспективе обучение специалистов ремонтников предлагается проводить в сети сервисных центров МАЗ на территории РБ, что позволит повысить качество технического обслуживания и ремонта, грамотную эксплуатацию военной автомобильной техники, содержания ее в постоянной боевой готовности и умелого применения по назначению, создание единой системы подготовки остродефицитных специалистов.

**Литература**

1. Методика технической подготовки водителей (механиков - водителей): учебно-методическое пособие / Ю.Л. Дымарь, А.В. Бессараб. – Минск: БНТУ, 2010.
2. Положение: Порядок сертификации станции технического обслуживания. – Минск, 2007.

**Опыт практико-ориентированного обучения**

Осипенко Н.В.

Белорусский национальный технический университет

Плодотворная практическая деятельность выпускников военных кафедр на закрепленной технике в войсках немыслима без формирования и развитая у курсантов потребностей в самостоятельном приобретении знаний, методических навыков и умений.

Как показывает опыт, решение этих задач во многом зависит от степени эффективности практических занятий.

В начале практического занятия для контроля знаний курсантов, как правило, проводится «летучка». Во время проведения «летучек» преподаватель оказывается в роли строгого наблюдателя, а курсанты думают только о том, как бы воспользоваться заранее заготовленным материалом. Эффективность проведения контроля знаний курсантов достигается за счет постановки таких вопросов, на которые нет однозначных ответов в литературе.

Как правило, в начале обучения курсанты лихорадочно листают учебники, конспекты, пытаются найти ответы на поставленные вопросы «летучки». Однако основная масса курсантов (70–80%) вначале обдумывают поставленные вопросы, намечают пути их решения, а конспектами пользуются лишь с целью уточнения частных вопросов.

По окончании ответа курсанта группа обсуждает его достоинства и недостатки, в процессе ответа уточняет вопросы, вызвавшие затруднения.

В то же время чтобы стимулировать дальнейшую деятельность отвечающего курсанта, ему выставляется промежуточная оценка.

Эту оценку он может на протяжении занятия как повысить, так и понизить в зависимости от его дальнейшей работы.

Кроме того, использование на практических занятиях персональных ЭВМ и решение с их помощью индивидуальных задач позволило нам дополнительно интенсифицировать и индивидуализировать занятия, повысить производительность труда преподавателей, активизировать обучаемых.

Таким образом, проведение творческих «летучек», постоянное участие всей группы в обсуждении вопросов и решение индивидуальных задач на персональных ЭВМ позволяет, на наш взгляд, активизировать мыслительную деятельность обучающихся на занятии, стимулировать самостоятельное добывание знаний и индивидуализировать занятия, что в конечном итоге обеспечивает формирование творчески мыслящего, подготовленного к решению задач выпускника высшей военной школы.

## Психологические особенности формирования коллектива учебной группы

Позняк С. А.

Белорусский национальный технический университет

С самого момента своего формирования как биологического вида, человек являлся общественным, социальным существом, живущим в общности себе подобных.

Общество складывалось не как однородная масса индивидов, а как совокупность их больших и малых объединений – групп, отличных друг от друга. Эти группы различают по ряду характерных признаков. Понятие группы – более широкое понятие, чем понятие коллектива.

Любой коллектив, в том числе и учебная группа, представляет собой общность людей, имеет собственную неповторимую психологию. Это – сложная совокупность внутриколлективных социально-психологических явлений и процессов, важнейшая сторона его духовной жизни. Одним из центральных компонентов являются взаимоотношения между курсантами.

Отношения классифицируются по сферам деятельности, субъектам и предъявляемым требованиям.

Следует различать взаимоотношения между командирами (начальниками) и подчиненными и взаимоотношения между равными.

Взаимоотношения каждого члена коллектива с окружением определяют его место в микрогруппе, статус и неформальную структуру коллектива. Очень важно, чтобы формальное лидерство в коллективе максимально совпадало с неформальным.

Социально-психологический климат – это качественное состояние коллектива, характеризующееся уровнем социального восприятия и особенностями осознания и осмысления его членами (курсантами) окружающих явлений и процессов, а также мерой удовлетворенности их межличностным общением (взаимоотношениями).

Одной из основных социально-психологических характеристик коллектива учебной группы является его сплоченность. В прямой зависимости от сплоченной атмосферы находится состояние воинской дисциплины в учебной группе.

Очень важно вовремя выявлять в коллективе отрицательные настроения – как групповые, так и индивидуальные. Проявление инициативы является исключительно положительным явлением, и она должна всемерно поощряться.

Необходимо осознание того, что управление психологией учебной группы является важным условием поддержания воинской дисциплины.

## Значение стационарных мостов в оборонительной операции

Рогов А.Ю.

Белорусский национальный технический университет

В ходе ведения оборонительных операций значение инженерно-технических сооружений приобретает неопределимую значимость в обеспечении живучести войск. К сооружениям и объектам подобного типа относятся стационарные мосты.

Само определение моста указывает на то, что он является инженерно-техническим сооружением, по которому проходит путь, а, следовательно, как дорожное сооружение может оказывать влияние на маневренность частей и подразделений.

Наличие или отсутствие мостовой переправы (перехода) через препятствие способно повлиять на темпы выполнения боевых задач, например, по подвозу боеприпасов, передвижению частей из глубины обороны к переднему краю, эвакуации раненых и техники требующей ремонта.

Именно стационарные мосты, технические параметры которых обеспечивают основные характеристики дорог, на которых они построены, обеспечивают необходимый уровень маневренности войск.

Принимая во внимание значимость стационарных мостов в оборонительной операции, возникает потребность в обеспечении их живучести, что достигается комплексом мероприятий охраны и обороны стратегических объектов и мероприятий их маскировки.

Одним из способов маскировки стратегического объекта является возведение подобного ложного объекта.

Анализируя современные способы маскировки, предлагается рассмотреть следующие возможности маскирования стационарных мостов через малые и средние преграды:

- 1) имитация стационарного моста конструкцией из надувных модулей;
- 2) имитация стационарного моста конструкцией из полимерно-каркасных модулей;

Учитывая развитие электронной оптики и компьютерной техники, предлагается также рассмотреть возможность голограммно-графической маскировки стратегических объектов.

Можно предположить, что в совокупности с радиоволновыми, инфракрасными отражателями и генераторами помех можно создать виртуальный ложный объект, который сможет прикрыть основной объект во время нанесения противником бобовых и ракетно-артиллерийских ударов.

## **Формирование критерия оценки степени выполнения боевой задачи подразделением**

Савлучинский В.В.

Белорусский национальный технический университет

Изменение форм и способов ведения боевых действий создает необходимость обоснования тактических требований, в результате чего оцениваются боевые свойства и создаются новые системы оружия, а также изменяются пространственно-временные показатели боевых действий. При обосновании тактических требований нужно определить:

1. Распределение тактических задач между войсковыми формированиями различного уровня.
2. Рациональные характеристики образцов ВВТ.
3. Рациональное количество создаваемых образцов для укомплектования войск.

Для решения этих задач необходимо получить количественную оценку боевой эффективности общевойскового формирования и образцов вооружения и военной техники.

Под боевой эффективностью подразделений понимается степень реализации боевых возможностей войск в бою или способность выполнять боевые задачи при ведении боя против противника обладающего определенным составом сил и средств.

Для определения боевой эффективности подразделения необходимо выбрать критерий, с помощью которого будет проводится оценка. Выбранный критерий должен удовлетворять следующим требованиям:

- быть критичным к изменению характеристик подразделения, непосредственно влияющих на его эффективность;
- должен иметь такой физический смысл, чтобы его можно было вычислить на основе опыта боевого применения подразделений или по результатам эксперимента;
- должен учитывать всю совокупность решаемых боевых задач.

Обобщенным критерием, который наиболее полно удовлетворял бы вышеперечисленным требованиям, может быть разность относительных остатков сил и средств сторон после столкновения. Численное значение этого критерия будет характеризовать степень нанесенного поражения, уровень потерь своих сил и средств и способность подразделения выполнить последующую задачу, исходя из своих потерь и потерь противника.

Предложенный критерий может быть применен при создании математических моделей боевых действий подразделений для оценки качества моделируемых боевых задач.



## **Направления разработки систем ситуационных оценок по критериям военной безопасности в современных условиях**

Савлучинский В.В., Валежанин В.А.

Белорусский национальный технический университет

Опыт вооруженных конфликтов последних лет показывает, что военным операциям предшествует применение согласованных по месту и времени политических, дипломатических, информационно-психологических, экономических, правовых, военных мер. Это обуславливает необходимость поиска эффективных мер противодействия и нейтрализации негативных событийных тенденций, как прогнозируемых так и осуществляемых реально. Возможным направлением развития систем ситуационных оценок по критериям военной безопасности может быть в создании методик с последующей их реализацией в расчетные задачи по оценке соотношений возможностей сторон при проведении мер политического, дипломатического, информационно-психологического, экономического, правового и военного воздействия. Созданные расчетные задачи, предназначенные для проведения количественных оценок возможностей сторон в соответствии с критериями военной безопасности должны предоставить возможность получения прогнозных вариантов действий сторон на основе неполной информации о проводимых мероприятиях; вскрыть намерения и цели, определить мероприятия по привлечению ресурсов, организации системы управления и спрогнозировать результаты предполагаемых действий; обеспечить получение информации о мероприятиях, которые должны быть проведены для достижения поставленных целей. В настоящее время силы НАТО принимают активное участие в миротворческих операциях, проводимых под эгидой ООН и ОБСЕ. Стандарты НАТО фактически становятся стандартами по проведению международных операций по поддержанию мира, включающих в себя не только миротворческие операции, но также поисково-спасательные операции, операции по оказанию гуманитарной помощи, ликвидации последствий природных и техногенных катастроф, противодействию терроризму и другим новым угрозам международной безопасности. Изменение позиции Республики Беларусь в отношении участия в миротворческих операциях (включая возможность участия воинских подразделений Вооруженных Сил), требует их соответствующей подготовки, в том числе и методической, для достижения оперативной совместимости в составе многонациональных миротворческих формирований, что актуализирует необходимость создания методик для проведения количественных оценок возможностей участвующих в конфликте сторон в соответствии с критериями военной безопасности.

Саевич Т.Н.

Белорусский национальный технический университет

Подготовка кадров является неотъемлемой частью развития страны в той или иной области. Не случайно создание и совершенствование национальной системы образования, формирование научных школ является приоритетом деятельности любого суверенного государства. Общеизвестно, что от качества подготовки специалистов для Вооруженных Сил (в том числе офицеров запаса), в итоге, зависит качество оказания медицинской помощи, как в условиях военных действий, так и в мирное время при возникновении различных чрезвычайных ситуаций. В настоящее время прослеживается тенденция роста числа природных и техногенных чрезвычайных ситуаций. Эти явления стали носить в определенной степени закономерный характер, что связано с нарушением равновесия между человеком и окружающей его средой. Кроме того, в результате научно-технической революции и развития общества современная техника уже превысила пределы, при которых человек в силах управлять ею без нервных потрясений, что является причиной увеличения числа бедствий, непосредственной причиной которых является деятельность человека. В ходе военных конфликтов можно прогнозировать поражение, в первую очередь, военных объектов и объектов ведущих отраслей экономики. Как никогда актуальна в настоящее время проблема терроризма.

В связи с этим в настоящее время во всем мире интенсивно развивается специальное научно-практическое направление, получившее название «медицина катастроф», включающее медицинские вопросы защиты населения при авариях, катастрофах и стихийных бедствиях. Именно поэтому военно-медицинская подготовка является важным этапом на пути формирования офицерских кадров. Руководствуясь этими принципами, и учитывая дальнейшую специфику службы курсантов, на военно-техническом факультете в БНТУ была введена дисциплина военно-медицинская подготовка.

Военно-медицинская подготовка на военно-техническом факультете в БНТУ в последние годы приобрела ярко выраженную военно-практическую направленность.

Курсанты имеют возможность провести системный анализ всех проблем в оказании медицинской помощи в современном бою и изучить формы и методы медицинской помощи раненым.

При этом необходимо стремиться, чтобы курсанты больше участвовали в войсковых учениях, особенно, с решением военно-медицинских задач.

**Формирование квалификационных требований к подготовке военных специалистов на основе компетентностного подхода**

Селивончик Н.М.

Белорусский национальный технический университет

Методика формирования квалификационных требований (характеристик) выпускника может быть следующей:

Первый этап – строятся гистограммы назначений выпускников на должности в соответствии со специальностью, с учетом продвижения их по службе на 1–2 ступени.

Второй этап – определение областей, сфер деятельности и должностных функций для определенных должностей при объединении идентичных по классификации. При этом применяется теории квалиметрии и построение на ее основе модели деятельности офицера в соответствии с должностным предназначением. Ее модели важное место отводится правильному определению задач, выполняемых соответствующими категориями офицеров в мирное и военное время.

Третий этап – определение уровней обученности, необходимых для выполнения (решения) задач, определенных в модели деятельности офицера. Строится модель военно-профессиональной (тактической, тактико-специальной, технической и других видов подготовки) в соответствии с предназначением выпускника. Здесь также используется методы квалиметрии, математического моделирования и экспертно-аналитический метод. Уровни обученности (компетенции) формируются в группы. При этом компетенции, необходимые для выполнения различных задач и идентичные по содержанию, не должны повторяться в сформированных группах. Это исключает в дальнейшем повторение их в тематике и содержании учебных программ различных дисциплин. Эти же компетенции необходимы офицеру и при фортификационном оборудовании позиций, устройству заграждений, подготовке путей движения и др. Поэтому эти компетенции не должны повторяться как в модели тактико-специальной подготовки, а также в учебных программах родственных дисциплин.

Это одна из задач взаимосвязки изучаемых дисциплин.

Четвертый этап – непосредственное формирование квалификационных требований (характеристик) выпускника, разработка Государственных образовательных стандартов и разработка учебных программ и учебных планов изучаемых дисциплин. При этом, при формировании квалификационных характеристик используются компетенции и компетентности, определенные в моделях военно-профессиональной подготовки по предлагаемым четырем сферам деятельности выпускника.

Селивончик Н.М.

Белорусский национальный технический университет

Системы менеджмента качества военного образования это многофункциональная структура. Элементы ее взаимосвязаны и взаимообусловлены. Это и содержание военного образования, формы, методы обучения и инновационные технологии. Это и уровень профессиональной подготовки профессорско-преподавательского состава и уровень и качество учебно-материальной базы и многое другое. Важное место в системе менеджмента качества военного образования отводится и критериям и показателям эффективности военно-профессиональной подготовки. Наряду с уже существующими, известными критериями и показателями, очевидно необходимо ввести некоторые новые. Такие, как «творчество» и «компетентность». Как показывает практика эти критерии должны достигаться путем выработки стиля мышления у обучаемых, позволяющего выявлять проблемы и находить их наиболее точное и экономичное решение, т.е. обучение искусству пользоваться знаниями, развития качеств творческой личности.

Практические исследования, проведенные в некоторых военно-учебных заведениях, показали целесообразность введения новых критериев качества военного образования – «военно-профессиональная компетентность».

Структурно военно-профессиональная компетентность рассматривается как интегральное сочетание ключевых компетенций, моральных качеств и творческого мышления офицера. Практика показала, что показатели компетентности можно определять в баллах по десятичной шкале оценок. При этом компетентность офицера в решении той или иной задачи будет зависеть от суммарной суммы баллов по трем составляющим.

В системе менеджмента качества военного образования, первостепенное место отводится также к формам и методам обучения, инновационным образовательным технологиям.

Наибольшую эффективность дают проблемные лекции, семинары, групповые занятия и упражнения. Проблемная лекция может, к примеру строиться следующим образом:

Учебные вопросы лекции заранее доводятся до обучаемых, в начале лекции преподаватель показывает на экране проблемные вопросы (задачи), которые будут рассматриваться на лекции.

При этом 1–2 проблемы на лекции не раскрываются, а предоставляется возможность обучаемым решать их в часы самостоятельной работы с использованием изложенного на лекции материала.

## Влияние свойств моторных масел на пуск дизеля при отрицательных температурах

Стефанович В.Р., Усович В.В., Юрко С.В.  
Белорусский национальный технический университет

Моторные масла должны обеспечивать надежный пуск двигателя при любой температуре, малый расход масла и топлива при работе двигателя, большой срок работы без замены. Для этого масла должны обладать определенными эксплуатационными качествами, которые зависят от типа двигателя, его конструктивных особенностей, режима работы, условий эксплуатации, применяемого топлива. Эксплуатационные качества масел характеризуются рядом физико-химических показателей, которые не являются постоянными, а изменяются по мере совершенствования автомобильного транспорта и другой техники.

Одним из показателей качества масла является его вязкость. От ее значения зависят техническое состояние двигателя, расход топлива и масла.

Качественными маслами являются те, которые имеют небольшую вязкость при отрицательных температурах и обеспечивают хорошую текучесть, минимальные пусковые износы, а при рабочих температурах имеют высокую вязкость и хорошие смазочные свойства.

Для масел, работающих при низких температурах окружающего воздуха, большое значение имеет их подвижность. Масла, обладающие очень большой вязкостью или потерявшие подвижность, использовать нельзя. Как показали проведенные испытания пуска дизелей с применением моторного масла М-8Г2к, SAE20 (температура застывания не выше минус 30<sup>0</sup>С) и всесезонного полусинтетического масла ЛУКОЙЛ-СУПЕР, SAE5W-40 (температура застывания не выше минус 40<sup>0</sup>С) при температуре окружающего воздуха до минус 20<sup>0</sup>С без предварительной предпусковой подготовки одинаково устойчив. Однако при более низкой температуре пуск дизеля без предварительной предпусковой подготовки был возможен только при использовании всесезонного полусинтетического масла ЛУКОЙЛ-СУПЕР, SAE5W-40. Так же большая вязкость применяемых марок масел при температуре окружающего воздуха минус 30 – 40<sup>0</sup>С вызывает значительный момент сопротивления проворачиванию коленчатого вала и увеличение времени появления давления в системе смазки двигателя.

Таким образом, для обеспечения надежного пуска дизеля при отрицательных температурах необходимо проводить предпусковую подготовку двигателя, в особенности предварительный подогрев моторного масла.

**Опыт подготовки ведущих работников высшей квалификации**

Тамело В.Ф.

Белорусский национальный технический университет

В последние годы, с бурным развитием науки и техники, подготовке научных и научно-педагогических работников высшей квалификации в военно-учебных заведениях уделяется большое внимание, и эта работа считается приоритетной в образовательном процессе.

Статус преподавателя предполагает наличие у него не только профессиональных качеств (компетенций), но и владение научными методами обучения, знание новых инновационных технологий, тактики ведения современного боя и способов его боевого обеспечения.

Для успешного овладения этими знаниями, выработки креативности каждый преподаватель обязан вести научно-исследовательскую работу и заниматься разработкой диссертаций.

Основными формами в настоящее время являются обучение в адъюнктуре, аспирантуре и работа над диссертацией в форме соискательства.

Как показывает опыт, наиболее приемлемыми для офицеров ВТФ является заочная аспирантура. Это связано с возможностью обучения в аспирантуре без ограничения возраста, возможностью найти компетентного научного руководителя в стенах университета и, что важно, выбрать тему с военной направленностью.

Сдача кандидатского минимума также не вызывает у аспирантов особых трудностей, поскольку подготовка ведется в стенах университета.

Наиболее важный и ответственный этап в работе над диссертацией – правильно выбрать тему, определить ее новизну, практическую значимость и сориентироваться в цели и научных задачах исследования. Из этого и определяются структуры диссертационной работы.

Как правило, это 3 главы, которые должны содержать анализ литературных источников по выбранной теме, как в настоящее время решается обозначенная в диссертации проблема. Из этого и необходимо сделать выводы о существующих недостатках и, в связи с этим, определить актуальность темы.

Очень важно с началом исследований определить предварительные научные задачи, решаемые в диссертации, и положения, выносимые на защиту.

Для кандидатской диссертации их должно быть 3–4 задачи исследования и 3 положения, выносимые на защиту. После согласования их с научным руководителем разработка диссертации будет для аспиранта более продуктивным и интересным.

**Способы очистки водоемов  
от боевых отравляющих веществ и радиоактивных отходов**

Тамело В.Ф., Тявловская Т.М.  
Белорусский национальный технический университет

Сегодня научно-технический прогресс оборачивается для будущих поколений неумолимой катастрофой. В экологически аварийном состоянии находятся многие реки, озера и моря. Катастрофическая ситуация сложилась в регионе Балтийского моря, где после окончания второй мировой войны были захоронены боевые отравляющие вещества. Сейчас очень остро стоит вопрос о проведении работ по удалению БОВ. Как БОВ, так и продукты гидролиза токсичны и обладают кумулятивными свойствами, т.е. не выводятся из организма человека, а накапливаются до максимальных концентраций. Более того, они обладают мутагенными свойствами. Как доказали английские и российские ученые даже одна молекула иприта способна поражать генетический код человека, вызывать мутации в течение 3–4 поколений. Только очистка акватории Мирового океана от захоронений БОВ и РАО может предотвратить экологическую катастрофу, связанную с загрязнением вод БОВ. Один из способов очистки водоемов заключается в том, что вдоль длины россыпи корпусов, содержащих БОВ, располагают специальное захватывающее устройство – захватник, которым захватывают часть россыпи вдоль ее длины. Захватник имеет цилиндрическую форму и состоит из двух продольных створок, каждая из которых напоминает ковш бульдозера. В каждой створке имеются окна для выхода воды при смыкании створок. При помощи системы рычагов и специального механизма обе створки захватника могут сходиться или расходиться на определенную величину, которая называется зев. Зев захватника должен быть несколько больше ширины россыпи. На каждой створке с внешней стороны находится трубчатый змеевик, через который прокачивают газообразный переохлажденный азот (до  $-196^{\circ}\text{C}$ ). После предварительного замерзания, содержащейся в захватывающем устройстве массы, состоящей из донного ила, находящихся в нем корпусов БОВ и воды, захватник смещают незначительно вдоль россыпи и поднимают на высоту, достаточную для образования прочного монолитного ледяного панциря, необходимой толщины и поднимают на поверхность. После подъема на поверхность захватник освобождают от ледяного панциря. Для этого через змеевик, находящийся в захватнике пропускают теплый воздух, который осуществляет расплавление льда на поверхности ледяного блока. Посредством механизма закрытия и раскрытия створок раскрывают захватник и освобождают содержащийся в них ледяной панцирь.

## Эвакуационная машина на базе МоАЗ-40484-025

Тарасенко П.Н.

Белорусский национальный технический университет

Интенсивное развитие средств и способов ведения боевых действий предъявляет повышенные требования к системе технического обеспечения войск, в том числе к комплексу подвижных средств восстановления (ПСВ) вооружения и военной техники. Однако основную массу ПСВ в войсках составляет комплект машин 70-80-х годов прошлого столетия. Поэтому назрела необходимость в разработке конструкции новых эвакуационных средств, базирующихся на шасси отечественных производителей.

Так, Могилевский автомобильный завод разработал и производит широкую гамму колесной техники, которая находит применение в инженерных войсках и воинских частях аэродромно-технического обеспечения полетов. Выпускаемая техника отличается надежностью, простотой в управлении и обслуживании.

На основе проведенных исследований предложено доработать автопогрузчик МоАЗ-40484-025 [1] с целью использования его не только по прямому функциональному назначению, но и в качестве эвакуационного средства для вытаскивания неисправной (застрявшей, опрокинутой) техники и ее транспортирования путем [2]:

- установки в передней части автопогрузчика планетарной гидравлической лебедки RAMSEY RPH 50000 [3] с тяговым усилием 226,7 кН, что позволит вытаскивать застрявшую технику массой до 20 т;

- установки в задней части рамы устройства, позволяющего транспортировать поврежденную технику не только прямым буксированием, но и частичной погрузкой.

Создание техники двойного назначения следует рассматривать, как научную проблему, решение которой позволит сформулировать основные направления деятельности по диверсификации гражданской техники в машины военного вооружения, и, в конечном итоге, будет способствовать созданию реального военно-промышленного комплекса Республики Беларусь.

Литература

1. Тягач МоАЗ-40484-025// [www.automash.ru](http://www.automash.ru).
2. Тарасенко, П.Н., Щербаков, Г.И. «Фронтальный автопогрузчик». Полезная модель № и 20100591 от 27.09.2010 г. Национальный центр интеллектуальной собственности.  
RAMSEY RPH 50000 <http://www.lebedka.com/goods.1209.html>.



**Разработка материальной части взвода  
по ремонту автомобильной техники ПАРМ-3М1**

Тарасенко П.Н., Зинкевич А.А.

Белорусский национальный технический университет

Анализ материальной части взвода по ремонту автомобильной техники ПАРМ-3М1 свидетельствует о том, что: шасси ЗИЛ-131 и кузова-фургоны мастерских, оборудование, приспособления и инструмент морально и технически устарели, находятся на хранения как минимум 20 лет и не могут в полном объеме выполнять ремонт современных автомобилей. Поэтому назрела необходимость в разработке новых универсальных модульных подвижных мастерских на базе отечественной промышленности.

На основании проведенных в работе исследований предложено:

1. В качестве базового шасси проектируемых подвижных средств восстановления использовать автомобиль МАЗ-631705.

2. Вместо существующих кузовов-фургонов подвижных ремонтных мастерских предлагается использовать легкоъемные кузова-контейнеры производства ООО «Мидивисана», преимуществами которых являются:

- быстрая перестановка кузовов-контейнеров с одного автотранспортного средства на другое;

- независимость (автономность) использования кузовов-контейнеров и автотранспортных средств;

- хранение контейнеров без шасси и, следовательно, сокращение затрат на техническое обслуживание мастерских;

- использование автомобилей, после снятия кузовов-контейнеров, для других целей (доставка имущества, боеприпасов, эвакуации поврежденной техники), что позволит сократить количество машин в частях подвоза и технического обеспечения и уменьшить затраты на их эксплуатацию.

3. Оснастить мастерские МРС-АТБ и МРМ-Б новым высокопроизводительным оборудованием и заменить существующую каркасную палатку ПЗ8 надувным ангаром МОД – 10. Это обеспечит улучшение условий работы личного состава, сокращение время его развертывания (свертывания) на СППМ и количества транспорта для перевозки ангара.

**Литература:**

1. Подвижная автомобильная ремонтная мастерская ПАРМ-3М1. Руководство. – М.: Воениздат, 1986. – 200 с.

2. Надувные ангараы и воздухоопорные сооружения от Российской федерации МОД – 10 //d-tft.ru/i-r-ja-sp.htm.

## Организационные аспекты совершенствования профессиональной подготовки военных финансистов

Тропец В.А.

Белорусский национальный технический университет

Одной из форм профессионального образования общепринята форма повышения квалификации. Повышение квалификации – учебная деятельность, направленная на формирование готовности работника к выполнению более сложных трудовых функций. Предусматривает освоение новых общетеоретических и специально-технологических знаний, расширение спектра умений и навыков, углубление понимания связи между наукой и технологией.

Повышение квалификации специалистов финансовых органов осуществляется в основном в виде занятий в учебных группах по специальной подготовке. Такой вид занятий не принесит требуемого на современном этапе результата – качественного опережающего обучения специалистов. В большинстве случаев они носят характер устранения недостатков. Необходимо включить в систему профессиональной подготовки курсы повышения квалификации с выдачей после окончания обучения документа установленного образца.

Учебные программы подготовки финансовых работников в учебных заведениях постоянно изменялись, поэтому при планировании направлений повышения квалификации специалистов финансовых органов, предлагается разделить предполагаемых обучаемых на группы в зависимости от стажа работы по специальности, уровню образования и категориям (руководители, специалисты и служащие).

Целесообразно создать также курсы «начинающих» финансовых работников. В первую очередь на эти курсы привлекать военнослужащих, принятых на воинские должности категории «прапорщик», так как в системе военного образования военных специалистов отсутствует программа подготовки специалистов по данному направлению; а также бухгалтеров, впервые принятых на работу в Вооруженные Силы Республики Беларусь и офицеров запаса, имеющих перерыв в военной службе более 1 года или принятых (призванных) впервые, после окончания военной кафедры в ВУЗе. Отдельной категорией следовало бы выделить дублеров начальников финансовых органов, где по штату воинской части в финансовой службе один человек. Таким образом, предложенная градация обучаемых на курсах повышения квалификации, позволит качественно выработать перспективные опережающие программы обучения для всех категорий специалистов финансовой службы.

**Особенности военно-профессиональной подготовки студентов**

Усов А.К.

Белорусский национальный технический университет

Основные направления по улучшению качества подготовки военных кадров:

1. Для повышения качества военно-профессиональной подготовки студентов по программе младших командиров рассмотреть возможность перехода на другие сроки обучения.

2. Для сокращения разрыва во времени между окончанием 1-го уровня подготовки и прохождением службы в войсках осуществлять набор студентов для обучения только на 1-м уровне (т.к. закончить 2-й уровень не успевают) после 2-го и 3-го курсов.

3. Осуществлять набор для обучения значительно большего количества студентов, чем определено согласно заказа Министерства обороны.

4. Для совершенствования практических навыков проводить сборы в конце обучения на 1-м уровне подготовки при воинской части не менее 1-й недели, а не методом военного дня; с началом прохождения службы в войсках планировать проведение сборов до 1-го месяца при воинских частях с целью восстановления и совершенствования полученных знаний навыков и умений, доподготовки с учетом произошедших за это время изменений в военном деле.

5. Для совершенствования физической подготовленности при отборе на 1-й и 2-й уровни принимать нормативы по физической подготовке и учитывать результаты в конкурсном отборе; в ходе обучения не реже 1 раза в квартал проводить контрольные занятия.

6. Совершенствовать систему работы кураторов учебных взводов.

7. Для более достоверного анализа качества подготовки специалистов и оперативного внесения изменений и дополнений в учебные планы и программы продолжить совершенствование методики внутренней оценки качества подготовки обучаемых, совершенствовать систему взаимодействия с заказчиком

Одним из основных направлений повышения качества военно-профессиональной подготовки студентов является разработка учебных программ определение компетенций и компетентностей. Разработка учебных программ осуществляется на основе квалификационных требований и образовательных программ. Квалификационные требования определяются на основе анализа современного состояния средств вооруженной борьбы, их боевого применения, анализа задач, решаемых выпускниками в боевой обстановке и в мирное время, анализа их должностных функций.

## Дефектование системы танка

Усович В.В.

Белорусский национальный технический университет

Поиск дефектов в сложных системах танка становится наиболее важным этапом технологического процесса войскового ремонта, требующего значительного времени и квалифицированных специалистов.

При поиске дефектов существующими методами на эти операции для систем двигателя затрачивается 20–30 %, а электрооборудования и автоматики – 60–90 % общего времени текущего ремонта систем.

Одной из причин недостаточной контролепригодности систем кроме их сложности, плотной компоновки в броневом пространстве и скрытого характера отказов и повреждений является несовершенство существующей эксплуатационно-ремонтной документации, в которой материал по поиску дефектов минимален и не позволяет решать конкретные практические задачи.

Сложные системы танка являются, как правило, комбинированными. Поэтому методы ускоренного поиска дефектов должны быть комбинированными и построены на единой логике независимо от типа устройств.

Программы поиска дефектов представляют собой последовательность простейших проверок и правила анализа их результатов для поиска неисправной сборочной единицы.

Последовательность проверок может меняться в зависимости от результата предыдущей проверки. Основное правило выбора следующей проверки – ответ на вопрос об исходе предыдущей проверки, который может быть либо утвердительным (да), либо отрицательным (нет).

При пользовании программами необходимо соблюдать определенную последовательность действий: внешний осмотр; подготовительные включения систем, механизмов; проверка работы в штатных режимах; дополнительные проверки для уточнения места и характера отказа.

Использование программ поиска неисправностей позволяют сократить время на ремонт машин, а также сократить время на подготовку специалистов ремонтников.

Рассмотренная методика поиска дефектов в системе танка успешно используется в учебной практике при военно-профессиональной подготовке курсантов, в частности при выполнении военно-научных работ, а также в дипломном проектировании.

Профессорско-преподавательский состав кафедры использует ее при проведении научных исследований при выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

## Пути оптимизации учебного процесса

Федоренко В.В., Кончик Н.А., Кусков А.А.

Белорусский национальный технический университет

Организация учебно-тренировочного занятия требует усовершенствованных методик, связанных с использованием оптимального соотношения объемов при нормировании тренировочной нагрузки и специальных средств подготовки, которые позволят эффективно управлять учебно-тренировочным процессом. С целью изучения влияния круговой тренировки на развитие физических качеств на учебно-тренировочных занятиях по физической культуре были сформированы группы из числа курсантов 1 курсов ВТФ 2009–2010 и 2010–2011 учебных годов. Одной из наиболее актуальных проблем повышения эффективности учебно-тренировочного занятия является его интенсификация. Изучение литературных источников позволяет нам выдвинуть предположение о том, что наиболее рациональным путем повышения эффективности как отдельного занятия, так и всего учебно-тренировочного процесса, может служить применение методов круговой тренировки. Исследования проводились таким образом, что курсанты трех экспериментальных учебных групп ЭГ-1 на учебных занятиях занимались непрерывно-поточным методом круговой тренировки. На первом занятии скомплектовали группы и ознакомили их с комплексами упражнений на «станциях». На втором занятии определили максимальное количество повторений с учетом времени 30 секунд. В непрерывно-поточном методе упражнения выполнялись слитно, одно за другим, с интервалом отдыха 30–40 секунд. В дальнейшем, в зависимости от индивидуальной физической подготовленности, занимающиеся проходили 1–2 круга (15–25 упражнений) повторяя каждое упражнение в индивидуальной для каждого дозировке. Постепенно повышалась индивидуальная нагрузка за счет повышения мощности работы (до 60 % максимума) и увеличения количества упражнений в одном или нескольких кругах. Многократное повторение мышечной работы, при которой происходит формирование координированности в мышечной деятельности, и возникают изменения в сердечнососудистой, дыхательной и других системах, способствующие увеличению работоспособности в целом. Плотность занятий с применением круговой тренировки возросла почти в 2 раза по сравнению с занимающимися по обычной программе. Все это позволило развивать основные физические качества и, одновременно, совершенствовать сердечнососудистую и дыхательную систему. Учебно-тренировочные занятия увеличили показатели развития физических качеств и индивидуальной физической подготовленности курсантов.

**Актуальность утренней физической зарядки**

Федоренко В.В., Березка Я.Ю.

Белорусский национальный технический университет

В современном обществе человек испытывает на себе целый комплекс неблагоприятных факторов: эмоциональные напряжения, информационные перегрузки, плохие экологические условия. Эти факторы очень часто сочетаются с недостаточной физической активностью. Одним из мероприятий, оказывающих благоприятное воздействие на здоровье организма, является утренняя физическая зарядка. Помимо специфического влияния, облегчающего процесс перехода от состояния покоя к состоянию активного бодрствования, выполнение упражнений утренней гимнастики увеличивает уровень общей физической активности человека. Зарядка состоит из комплекса физических упражнений умеренной нагрузки, охватывающих основную скелетную мускулатуру. У людей, систематически занимающихся зарядкой, улучшается сон, аппетит, общее самочувствие, повышается работоспособность. Физические упражнения зарядки подбираются по определенному плану с учетом возраста, пола, состояния здоровья и характера трудовой деятельности. Кроме гимнастических упражнений, в зарядку могут включаться умеренный бег (пробежка) или не утомительный кросс.

Основные задачи, решаемые с помощью физических упражнений утренней зарядки: устранить некоторые последствия сна (отечности, вялость, сонливость и др.), увеличить тонус нервной системы, усилить работу основных систем организма (сердечнососудистой, дыхательной, системы желез внутренней секреции и других). Зарядка не должна приводить к выраженному утомлению организма. Соответственно, не рекомендуется чрезмерное применение в утренней гимнастике силовых упражнений и упражнений на выносливость. В теплое время года зарядку можно проводить на улице. В этом случае организм испытывает на себе не только действие физических упражнений, но естественных природных факторов – солнца, воздуха – которые оказывают закалывающий эффект. Здоровым людям, хорошо переносящим утренние нагрузки, можно выполнять зарядку на свежем воздухе не только в теплое время года, но практически в любую погоду. Таким образом, ежедневное выполнение комплекса утренней гимнастики позволяет подготовить организм к предстоящим умственным, физическим и эмоциональным нагрузкам, является хорошим средством сохранения и укрепления здоровья, профилактики и в отдельных случаях – лечения заболеваний, обеспечивает высокую умственную и физическую работоспособность в течение дня.

**Теоретические основы построения тренировочных нагрузок  
в военно-прикладных видах спортивной деятельности**

Фолынский И.А., Вергинский Е.А.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время специалисты, работающие в области теории и методики физической культуры и спорта, обращают внимание на необходимость внедрения принципов гуманистической педагогики в процесс физического воспитания и спортивной подготовки. При этом дифференциация и индивидуализация обучения служат целям обучения и подбору адекватных средств для достижения этой цели.

В структурном аспекте дифференцированный подход рассматривается через направленность основных принципов: а) учет типовых и индивидуальных различий обучающихся для того, чтобы избежать деления их на «слабых», «средних» и «сильных»; б) соответствие уровня общности и сложности содержания групповым отличиям занимающихся с разным уровнем готовности; в) интеграция форм и способов с целью активизации учебной деятельности занимающихся; г) дифференциация самих стратегий обучения в соответствии с учетом типологических особенностей занимающихся.

Один из вариантов такого построения тренировочных занятий осуществляется через учет индивидуальных особенностей техники выполнения упражнений, обоснования режимов работы и отдыха, управления мотивами спортивной деятельности, то есть путем рационального нормирования тренировочных нагрузок и учета психодиагностики мотивов. Реализация же индивидуального подхода в виде построения индивидуальных тренировочных программ, когда для большой массы занимающихся необходимо обязательно регламентировать на продолжительном временном отрезке такие факторы, как состояние здоровья и социальные условия жизнедеятельности, разнородный контингент и другие, создает непреодолимые трудности в обучении. Не говоря уже о таких научно-практических категориях, как изучение и измерение адаптационного резерва организма занимающегося, на что требуется специальная измерительная аппаратура и специалисты, способные получить эту информацию, обработать, сделать соответствующий анализ и выдать практические рекомендации. Поэтому в реальной практике занятий физическими упражнениями и спортом индивидуализация всегда относительна, а дифференцированный подход позволяет учитывать как групповые характеристики, и на этом основании проводить коррекцию построения и содержания учебно-тренировочного процесса лиц, обладающих сходными особенностями.

**Индивидуализация физических нагрузок военнослужащих  
с учетом факторов, лимитирующих работоспособность и здоровье**

Фолынсков И. А., Вертинский Е. А.

Белорусский национальный технический университет

Индивидуализация является одним из основных требований теории и методики физического воспитания. Она предполагает такое построение процесса физического воспитания и такое использование его частных средств, методов и форм занятий, при которых осуществляется индивидуальный подход к занимающимся физической культурой и спортом и создаются условия для наибольшего развития их способностей. Индивидуализация нагрузок, в свою очередь, в процессе занятий физическими упражнениями предполагает определение ее адекватности индивидуальным возможностям занимающимся.

Общеизвестно, что одним из важнейших показателей применяемой нагрузки является частота сердечных сокращений (ЧСС) и время ее снижения до исходного уровня после выполнения упражнения. Следует постоянно помнить, что индивидуальные различия в реакции сердечнососудистой системы (ССС) на нагрузки различной направленности обуславливаются не столько и не только характером нагрузки, сколько исходными индивидуальными значениями ЧСС.

При сравнении минимальных и максимальных значений пульса у молодых людей призывного возраста, не занимающимся спортом ( $n=28$  чел.) разница в исходных (до занятий) значений пульса, составляющая 10 уд/мин., сохраняет тенденцию в размахе этих различий на протяжении всего занятия в ответных реакциях пульса на нагрузку различной направленности. При этом более высокая частота пульса отмечается у тех занимающихся физическими упражнениями, которые изначально имели более высокий исходный уровень ЧСС. Следовательно, не зависимо от направленности нагрузки, в целом уровень ЧСС обуславливается индивидуальными особенностями деятельности ССС.

Данные ряда исследований свидетельствуют, что основанием для увеличения интенсивности нагрузки является снижение ЧСС у занимающихся (на уровне массового спорта) с повышенной частотой пульса до 150 уд/мин и, наоборот, критическими значениями ЧСС при интенсивной нагрузке является достижение величины ЧСС до 180–182 уд/мин. Она превышает зону так называемого нормального функционирования аппарата кровообращения (миокард). С педагогических позиций стимулом для очередного повышения нагрузок может служить улучшение показателей, отличающихся наибольшей информативностью, то есть мобильностью.



**Информационно-пропагандистская работа в Вооруженных Силах  
как условие информационно-идеологического обеспечения  
безопасности Республики Беларусь**

Чижик В.В.

Белорусский национальный технический университет

Информационно-пропагандистская работа является «краеугольным камнем» идеологической работы в Вооруженных Силах республики Беларусь.

В настоящее время информационное давление на Беларусь показывает, что нам жизненно необходимо иметь собственное информационное пространство.

Основными задачами информационно-пропагандистской работы в Вооруженных Силах являются: развитие научного мировоззрения военнослужащих, гражданского персонала, освоение ими исторического опыта и традиций белорусского народа и Вооруженных Сил; формирование у военнослужащих и гражданского персонала политической зрелости и ответственности за судьбу Отечества; разъяснение военнослужащим и гражданскому персоналу внутренней и внешней политики Республики Беларусь; всестороннее и объективное информирование военнослужащих и гражданского персонала о событиях в мире, Республике Беларусь и жизнедеятельности Вооруженных Сил; воспитание у военнослужащих и гражданского персонала активной жизненной позиции; поддержание устойчивого морально-психологического состояния личного состава в целях успешного выполнения стоящих задач; обеспечение Вооруженных Сил периодическими изданиями, документальной и художественной литературой, кино- и видеофильмами; организация систематического обучения идеологического актива формам информационно-пропагандистской и агитационной работы.

Созданная в Вооруженных Силах Республики Беларусь система информационно-пропагандистской работы призвана обеспечить привитие военнослужащим и гражданскому персоналу основополагающих ценностей, идей, убеждений, отражающих сущность белорусской государственности, и создает благоприятные условия для успешного выполнения ими задач по обеспечению военной безопасности государства.

Вместе с тем эффективность информационно-пропагандистской работы должна обеспечиваться высоким профессионализмом должностных лиц в данной области, их убежденностью, постоянным поиском, разработкой и применением современных активных и интерактивных форм информационно-пропагандистской работы.

## Диагностирование в системе управления техническим состоянием транспортных средств

Чикун И.Ф.

Белорусский национальный технический университет

Эксплуатация автомобильной техники сопровождается высокими затратами на поддержание их работоспособного состояния в течении всего срока эксплуатации. Сохранение работоспособности транспортных средств обеспечивается выполнением существующей в Вооруженных Силах планово-предупредительной системы технического обслуживания и ремонта ВВТ. В связи с этим техническая диагностика как подсистема управления техническим состоянием транспортного средства должна присутствовать на всех этапах эксплуатации. В воинских частях имеющим ПТО и Р на участке контрольно-технического осмотра применяются методы диагностики технического состояния агрегатов автомобилей с применением электронной аппаратуры. Диагностика позволяет своевременно выявлять неисправности агрегатов и систем автомобилей, что позволяет своевременно предупреждать причины, способные вызвать аварийную ситуацию, ведущую к дорожно-транспортным происшествиям.

Влияя на технические процессы ТО и ТР транспортных средств, диагностирование обеспечивает в конечном итоге переход от регламентного их проведения к проведению по фактической потребности. На участке контрольно-технического осмотра колесных ВВТ ПТО и Р целесообразно разместить диагностическое оборудование, позволяющее комплексно оценить состояние систем, узлов и агрегатов. В процессе диагностирования производится получение информации о техническом состоянии транспортного средства на основании полученных диагностических параметров (номинальных допускаемых и предельных). Однако получение диагностической информации для оптимизации управления техническим состоянием транспортного средства является одной из задач. Наиболее целесообразным является использование диагностической информации:

- при прогнозировании технического состояния транспортного средства с целью подготовки к проведению плановых технических обслуживаний и ремонтов
- при комплексном контроле технического состояния после выполнения работ технического обслуживания и текущего ремонта
- при проверке технического состояния техники перед выходом и после возвращения в парк
- при проведении государственного технического осмотра транспортных средств.

**Гидравлический удар двигателя УТД - 20,  
причина, следствие и пути решения**

Шарипов Р.И. , Усович В.В. , Янковский И.Н.  
Белорусский национальный технический университет

Одной из причин выхода из строя боевых машин пехоты (БМП) и бронетанковых базовых машин на базе БМП в ходе эксплуатации, является неисправность двигателя в результате водяного гидравлического удара (гидроудар). Гидроудар двигателя происходит, когда в блок цилиндров двигателя попадает вода. Попадание воды в ходе эксплуатации БМП и бронетанковых базовых машин на базе БМП возможно при нарушении правил эксплуатации техники, в частности: при преодолении водной преграды; мойке машины, попадание воды в воздухоочиститель, во впускной коллектор и далее в цилиндры двигателя; постановке БМП и бронетанковых базовых машин на базе БМП на открытую стоянку, и соответственно вода, в ходе длительной стоянки, при незакрытых клапанах защиты двигателя от попадания воды, через эжектор попадает, во впускные и выпускные коллектора двигателя. Сущность гидроудара заключается в следующем: при попадании воды в цилиндры двигателя в такте сжатия оба клапана закрыты, а поршень движется вверх, сжимая топливовоздушную смесь. Вода по своим физическим свойствам не имеет возможности сжиматься, в отличие от смеси горючего и воздуха. Наличие воды в цилиндре делает процесс нарастания давления более быстрым. Последствия как правило приводят к поломке двигателя различной степени, тем самым к выходу образца техники из строя. Далее, в зависимости от последствий гидроудара двигателя, начинается рутинная работа: назначение командиром воинской части служебного расследования, поиск виновников вывода машин из строя, взысканий денежных средств с должностных лиц допустивших нарушение правил эксплуатации вооружения военной и специальной техники и непосредственно капитальный, либо текущий ремонт двигателя. Наиболее щадящим последствием гидравлического удара является нарушение герметизации газового стыка между блоком цилиндров и головкой блока цилиндров двигателя.

Одним из вариантов предотвращения возникновения гидроудара в ходе эксплуатации БМП и бронетанковых базовых машин на базе БМП, является установка в эжектор устройства для защиты двигателя от гидроудара, в котором через переходник устанавливается рядом с клапаном слива воды из эжектора, датчик наличия воды, имеющий электрическую связь через усилитель с механизмом остановки двигателя, световым и звуковым сигнализаторами выведенным в отделении управления машины.

**Модернизация гусеничного движителя**

Юрко С.В.

Белорусский национальный технический университет

Конструктивные особенности тракторов промышленного назначения во многом предопределяются спецификой их агрегатирования и условиями эксплуатации, которые, в свою очередь, характеризуются цикличной, резко меняющейся по величине нагрузкой, большим разнообразием грунтов, обладающих высокими абразивными характеристиками и твердостью.

Разнообразие использования и агрегатирования, интенсификация выполняемых производственных процессов, тяжелые почвенно-климатические условия эксплуатации промышленных тракторов предъявляют высокие требования к надежности трактора и его ходовой системы.

В результате проведенного анализа статистических данных выявлены такие характерные неисправности, возникающие в гусеничном движителе промышленного трактора, как износ втулок, пальцев и разрушение проушин траков гусеничных лент; предельный износ и разрушение рабочих поверхностей и дисков опорных катков и направляющего колеса.

Основной причиной перечисленных неисправностей являются возросшие с увеличением скоростей динамические нагрузки между траками и опорными катками, возникающие вследствие попадания в гусеничный движитель твердых пород, намерзания грунта на поверхностях траков и опорных катков, движение по неровностям на относительно высоких скоростях.

Наиболее простым и качественным решением данной проблемы и способом повышения долговечности гусеничного движителя промышленного трактора является уменьшение динамических нагрузок в движителе путем применения внутренней амортизации опорных катков трактора.

Данное решение позволит снизить динамические нагрузки, возникающие в опорных катках гусеничного движителя в 1,5...2 раза, а также упростить и удешевить ремонтпригодность опорных катков промышленного гусеничного трактора.

Представленный материал изложен на основе проведенного системного анализа ряда научных работ, выполненных в Республике Беларусь и других странах Содружества Независимых Государств.

Материал успешно используется соискателями и аспирантами при выполнении научных исследований, а также при разработке научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

## Содержание

### Технические и прикладные науки

Автотракторостроение	3
Гидропневмоавтоматика	33
Двигатели внутреннего сгорания	49
Совершенствование технической эксплуатации автотранспортных средств	85
Инженерная и компьютерная графика	120
Судостроение и гидравлика	140
Информационно-измерительная техника и технологии	167
Конструирование и производство приборов	185
Инженерная графика строительного профиля	201
Сопротивление материалов и теория упругости	210
Железобетонные и каменные конструкции	219
Металлические и деревянные конструкции	242
Технология бетона и строительные материалы	256
Экономика строительства	275
Организация строительства и управление недвижимостью	306
Архитектура зданий и сооружений	323
Промышленная архитектура и конструкции	341
Теория и история архитектуры	355
Дизайн архитектурной среды	373
Градостроительство и ландшафтная архитектура	385
Рисунок, акварель и скульптура	402
Военное дело	412

Научное издание

НАУКА –  
ОБРАЗОВАНИЮ,  
ПРОИЗВОДСТВУ,  
ЭКОНОМИКЕ

Материалы Девятой международной научно-технической  
конференции  
В 4 томах

Том 2

Ответственный за выпуск Л.Э. Ляшенко

---

Подписано в печать 19.10.2011.  
Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.  
Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.  
Усл. печ. л. 27,20. Уч.-изд. л. 21,27. Тираж 150. Заказ 1126.

---

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Белорусский национальный технический университет.  
ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009.  
Проспект Независимости, 65. 220013, Минск.