

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Факультет транспортных коммуникаций

**СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В
ПРОЕКТИРОВАНИИ, СТРОИТЕЛЬСТВЕ, РЕМОНТЕ
И СОДЕРЖАНИИ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

МАТЕРИАЛЫ

VIII Международной студенческой конференции

Минск
БНТУ
2023

УДК 625.7/.8:658.51(06)

ББК 39.311я43

Д69

Редакционная коллегия:

Главный редактор:

кандидат технических наук, доцент С.Е. Кравченко (председатель)

Редакторы:

кандидат технических наук, доцент В.А. Гречухин;

доктор технических наук, профессор А.В. Вавилов;

кандидат технических наук, доцент И.Е. Рак;

кандидат физико-математических наук, доцент С.В. Чернявская;

старший преподаватель Е.П. Ходан;

старший преподаватель В.А. Ходяков;

старший преподаватель Л.В. Козловская;

старший преподаватель Н.В. Ковалёнок;

старший преподаватель А.Ю. Будю;

преподаватель-стажер М.О. Лазицкий

Составитель:

старший преподаватель В.А. Ходяков (зам. председателя)

В сборник включены тезисы докладов, представленных на VIII Международной студенческой конференции «Современные направления в проектировании, строительстве, ремонте и содержании транспортных сооружений», состоявшейся 8-9 декабря 2023 года в Белорусском национальном техническом университете.

© Белорусский национальный
технический университет, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1 МОСТЫ И ТОННЕЛИ

<i>Наугольных Анна Владиславовна</i> МЫШЛЕНИЕ, РАБОТА И ВЛИЯНИЕ МАЙЯРТА И МЕННА НА ЭСТЕТИКУ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МОСТОВ.....	14
<i>Салимов Артем Маратович</i> ОБЕСПЕЧЕНИЕ МИНИМАЛЬНОГО ТРЕБУЕМОГО ГАБАРИТА ПРИ РЕМОНТЕ БАЛОЧНЫХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ МОСТОВ.....	19
<i>Гамзаев Хаджимурад Магомедович, Гасанов Исмаил Рустамович</i> О ПРОБЛЕМЕ УСТОЙЧИВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОСТОВ.....	24
<i>Чеботарев Никита Сергеевич</i> КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ В МОСТОСТРОЕНИИ.....	27
<i>Бакина Ксения Александровна</i> ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ КОНСТРУКЦИЕЙ МОСТА, ЕГО ЭСТЕТИКОЙ И РИСКАМИ	30
<i>Жаналиев Бекзат Бактыбекович</i> ОЦЕНКА ДОЛГОВЕЧНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ С ЗАЩИТНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ В АГРЕССИВНОЙ СРЕДЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ	33
<i>Лебедькова Алина Дмитриевна</i> РОЛЬ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ЭСТЕТИКЕ МОСТОВ	35
<i>Лебедькова Алина Дмитриевна</i> ПРИЧИНЫ АВАРИЙНОСТИ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ.....	40
<i>Нигаматова Ольга Ивановна</i> О ПРИМЕНЕНИИ ПРИНЦИПОВ НЕЧЕТКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ К АНАЛИЗУ СОСТОЯНИЯ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ	47
<i>Зизюк Евгений Андреевич</i> АНАЛИЗ СПОСОБОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОБСТВЕННЫХ ЧАСТОТ КОЛЕБАНИЙ МОСТА.....	52
<i>Колосов Арсений Александрович</i> МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ МОСТА.....	53

<i>Бондарев Андрей Романович</i> ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ, СОЕДИНЯЮЩИЙ ГОРОДА МАХЧЕСК И ДЗИНАГА (РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ, РЕСПУБЛИКА СЕВЕРНАЯ-ОСЕТИЯ)	54
<i>Бураков Никита Александрович</i> КОММУНАЛЬНЫЙ МОСТ В КРАСНОЯРСКЕ	59
<i>Бураков Никита Александрович</i> ПРЕЗИДЕНТСКИЙ МОСТ В УЛЬЯНОВСКЕ	61
<i>Бурмаков Иван Алексеевич</i> МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС В ШВЕЙЦАРИИ МЕЖДУ ГОРОДАМИ ТЕБЕРДА - КРАСНЫЙ КАРАЧАЙ.....	63
<i>Бушило Максим Евгеньевич</i> ВОЗДЕЙСТВИЕ ПОДЗЕМНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА НА ЭКОНОМИКУ	67
<i>Бушило Максим Евгеньевич</i> МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС В ШВЕЙЦАРИИ МЕЖДУ ГОРОДАМИ МЮРРЕН И БРИГ-ГЛИС	70
<i>Герман Вадим Николаевич</i> ПОДЗЕМНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ РАЗВЯЗКА, СОВМЕЩЕННАЯ С ПОДЗЕМНЫМ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМ КОМПЛЕКСОМ И СТАНЦИЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНА В ГОРОДЕ МИНСК.....	73
<i>Гомолко Андрей Феодосьевич</i> ПОДЗЕМНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ РАЗВЯЗКА, СОВМЕЩЕННАЯ СО СТАНЦИЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНА И МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМ КОМПЛЕКСОМ В ГОРОДЕ БРЕСТ НА ПЕРЕСЕЧИИ УЛИЦ МОСКОВСКАЯ И 28 ИЮЛЯ	79
<i>Данчиков Александр Владимирович</i> ЗНАЧЕНИЕ ПРИБЫЛИ И РЕНТАБЕЛЬНОСТИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	85
<i>Данчиков Александр Владимирович</i> МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС В ШВЕЙЦАРИИ МЕЖДУ ГОРОДАМИ ШАРА И ВАЛЬ ДЕ БАНЬ	87
<i>Дрозд Артур Андреевич</i> ПОДЗЕМНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ РАЗВЯЗКА СОВМЕЩЕННОЙ СО СТАНЦИЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНА И МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМ КОМПЛЕКСОМ.....	94
<i>Казак Владислав Олегович</i> ПОДЗЕМНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ РАЗВЯЗКА, СОВМЕЩЕННАЯ СО СТАНЦИЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНА И МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМ КОМПЛЕКСОМ.....	104

<i>Карнеев Алексей Павлович</i> ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ, СОЕДИНЯЮЩИЙ ГОРОДА БЪЕСКАС И ПЬЕДРАФИТА ДЕ ХАКА(ИСПАНИЯ)	110
<i>Катанович Егор Сергеевич</i> ОБРУШЕНИЕ МОСТА В ТАЙВАНЕ В 2019 ГОДУ	114
<i>Качанов Игорь Павлович</i> ЮГОРСКИЙ ВАНТОВЫЙ МОСТ.....	116
<i>Кириченко Александр Дмитриевич</i> МОСТ ЧЕРЕЗ РЕКУ ВИТИМ НА ГРАНИЦЕ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ	118
<i>Кириченко Александр Дмитриевич</i> РОСТОВСКИЙ РАЗВОДНОЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ МОСТ.....	120
<i>Кирсанов Руслан Владимирович</i> ПОДЗЕМНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ РАЗВЯЗКА, СОВМЕЩЕННАЯ С ПОДЗЕМНЫМ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМ КОМПЛЕКСОМ И СТАНЦИЕМ МЕТРОПОЛИТЕНА В ГОРОДЕ ВИТЕБСК.....	123
<i>Коваленя Никита Владимирович</i> РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.....	129
<i>Козлов Кирилл Андреевич</i> МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС В ИРАНЕ МЕЖДУ ГОРОДАМИ КХОНГ КАМАЛЬВАНД И ДАПЕК АНСАРИ	131
<i>Кохановская Виктория Эдуардовна</i> ПОДЗЕМНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ РАЗВЯЗКА НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ РУМЛЁВСКОГО ПРОСПЕКТА И УЛИЦЫ БЕЛУША В ГОРОДЕ ГРОДНО, СОВМЕЩЁННАЯ СО СТАНЦИЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНА И МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМ КОМПЛЕКСОМ.....	137
<i>Лукашевич Егор Дмитриевич</i> ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ, СОЕДИНЯЮЩИЙ ГОРОДА ТЕЛАВИ И САГАРЕДЖО (ГРУЗИЯ)	140
<i>Мисюль Егор Иванович</i> МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС В АВСТРИИ МЕЖДУ МАТРАЙ-ИН-ОСТРИРОЛЬ И БРУКБЕРГ	144
<i>Никифоров Илья Иванович</i> «ТАНЦУЮЩИЙ МОСТ» В ВОЛГОГРАДЕ	148

<i>Никифоров Илья Иванович</i> МОСТ ЖАКА-ШАБАНА-ДЕЛЬМА	151
<i>Новогель Дмитрий Иосифович</i> ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ФОЛЬГОВЫХ ТЕНЗОРЕЗИСТОРОВ	153
<i>Осмоловец Алексей Александрович</i> ЦЕПНЫЕ МОСТЫ ЧЕРЕЗ РЕКУ ВЕЛИКАЯ В ГОРОДЕ ОСТРОВ.....	154
<i>Павловский Антон Андреевич</i> ВЛИЯНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКИ, СОВМЕЩЕННОЙ СО СТАНЦИЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНА И МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМ КОМПЛЕКСОМ НА СУЩЕСТВУЮЩУЮ ЗАСТРОЙКУ	157
<i>Петринчик Даниил Денисович</i> ПОДЗЕМНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ РАЗВЯЗКА НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛИЦ БАРЫКИНА, ФРУНЗЕ И ИНТЕРНАЦИОНАЛЬНАЯ В ГОРОДЕ ГОМЕЛЬ, СОВМЕЩЕННАЯ СО СТАНЦИЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНА И МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМ КОМПЛЕКСОМ.....	165
<i>Подберецкий Даниил Андреевич</i> ПОДЗЕМНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ РАЗВЯЗКА, СОВМЕЩЕННАЯ С МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМ ПОДЗЕМНЫМ КОМПЛЕКСОМ И СТАНЦИЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНА НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛ. БОГУЦКОГО И УЛ. МАКСИМА ГОРЬКОГО	169
<i>Потопович Станислав Александрович</i> МОСТ «АМУРСКОЕ ЧУДО» В ХАБАРОВСКЕ.....	172
<i>Пташиц Егор Олегович</i> СОВРЕМЕННЫЕ ИНКЛИНОМЕТРЫ	175
<i>Радюк Андрей Евгеньевич</i> ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ В РАЙОНЕ ГОРОДА АВАНГАЙ И ЭССО (РОССИЯ).....	178
<i>Самута Дмитрий Андреевич</i> МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС МЕЖДУ ГОРОДАМИ БАЛТА (ГРУЗИЯ) И ХУТОРОМ ПОПОВ (РОССИЯ)	183
<i>Сокол Даниил Сергеевич</i> АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ В РАЙОНЕ ГОРОДА ВЛАДИКАВКАЗ И ТАРСКОЕ (РОССИЯ).....	186
<i>Странчевский Михаил Александрович</i> МОКРИНСКИЙ МОСТ.....	189

Странчевский Михаил Александрович КЕРЧЕНСКИЙ ТОННЕЛЬ.....	191
Тарасевич Сергей Владимирович ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ШВЫ MAURER.....	193
Терешко Сергей Иванович ПОДЗЕМНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ РАЗВЯЗКА, СОВМЕЩЕННАЯ С ПОДЗЕМНЫМ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМ КОМПЛЕКСОМ И СТАНЦИЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНА В ГОРОДЕ МИНСК.....	196
Тишевич Вадим Олегович ПОДЗЕМНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ РАЗВЯЗКА НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛИЦ СУРГАНОВА И КУЙБЫШЕВА В ГОРОДЕ МИНСК, СОВМЕЩЕННАЯ СО СТАНЦИЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНА И МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМ КОМПЛЕКСОМ.....	203
Фомичёв Андрей Андреевич АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ, СОЕДИНЯЮЩИЙ ГОРОДА РЕВИЛЬЯ И БЬЕЛЬСА (ИСПАНИЯ).....	207
Харужик Сергей Сергеевич МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС МЕЖДУ ГОРОДАМИ ГЁШЕНЕН И ХОСПЕНТАЛЬ (ШВЕЙЦАРИЯ)	212
Цейко Михаил Геннадьевич ПОДЗЕМНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ РАЗВЯЗКА, СОВМЕЩЕННАЯ С МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМ ПОДЗЕМНЫМ КОМПЛЕКСОМ И СТАНЦИЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНА НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛ МАТУСЕВИЧА И УЛ ПЕТРА ГЛЕБКИ	218
Шарко Евгений Андреевич ПОДЗЕМНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ РАЗВЯЗКА НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ ПР-Т. НЕЗАВИСИМОСТИ С УЛ. КОЗЛОВА И С ПР-Т. МАШЕРОВА СОВМЕЩЕННАЯ СО СТАНЦИЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНА И МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМ КОМПЛЕКСОМ.....	221
Щербо Алексей Денисович ВИДЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИЙ И ИХ ОЦЕНКА (ОСОБЕННОСТИ, НЕДОСТАТКИ, ПРЕИМУЩЕСТВА)	224
Щербо Алексей Денисович АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ, СОЕДИНЯЮЩИЙ ГОРОДА РАЙНВАЛЬД И ВАЛЬС (ШВЕЙЦАРИЯ)	226
Ятченя Ярослав Евгеньевич КУЗНЕЧЕВСКИЙ МОСТ	235

СЕКЦИЯ 2 АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ

<i>Андрейчик Ярослав Александрович</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПРИ ИЗЫСКАНИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	240
<i>Балтрушайтис Юрий Эдуардасович</i> ШУМОИЗОЛЯЦИОННЫЕ СООРУЖЕНИЯ, ПРИМЕНЕНИЕ ИХ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ БЕЛАРУСИИ.....	244
<i>Гапонов Александр Сергеевич</i> ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	246
<i>Ерох Владислав Сергеевич, Викин Евгений Николаевич</i> АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ИМУЩЕСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА ПРЕДПРИЯТИЯ.....	250
<i>Ивановская Александра Валерьевна, Малевич Татьяна Алексеевна</i> ВИДЫ ДОРОЖНЫХ КАТКОВ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....	252
<i>Карабнева Анна Анатольевна</i> СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА ТРЕЩИН НА АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЯХ	257
<i>Коваль Максим Русланович, Лаптёнок Захар Сергеевич</i> ОСНОВНЫЕ ВИДЫ И ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ СПЕЦИФИКА ДОРОЖНОЙ ТЕХНИКИ.....	259
<i>Комаров Никита Александрович, Солоневич Михаил Вячеславович</i> АНАЛИЗ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОДУКЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА	264
<i>Крамковский Михаил Александрович, Саваш Илья Николаевич</i> АНАЛИЗ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	266
<i>Красовский Кирилл Сергеевич</i> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ СБОРА ПОШЛИН ПЛАТНЫХ ДОРОГ	268
<i>Лобан Сергей Викторович</i> ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ДОРОЖНЫХ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ	272

<i>Мальшиев Даниил Сергеевич, Ветров Арсений Николаевич</i> АНАЛИЗ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОДУКЦИИ	278
<i>Маринин Александр Андреевич, Зеленкевич Евгений Витальевич</i> АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ ПРЕДПРИЯТИЯ	280
<i>Меркушев Андрей Валерьевич</i> ДОРОЖНАЯ РАЗМЕТКА И ИЗДЕЛИЯ ДЛЯ ДОРОЖНОЙ РАЗМЕТКИ	282
<i>Михайлова Дарья Владимировна, Гордович Кирилл Сергеевич</i> АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСНОВНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФОНДОВ	285
<i>Папович Антон Александрович</i> АНАЛИЗ ФИНАНСОВЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ	288
<i>Пархимович Максим Игоревич</i> ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	290
<i>Римашевская Елизавета Михайловна, Гинько Максим Сергеевич</i> ЯМОЧНЫЙ РЕМОНТ В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ ГОДА	292
<i>Римашевская Елизавета Михайловна</i> СОДЕРЖАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	295
<i>Свирский Владислав Сергеевич, Борисенко Елена Александровна</i> АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ ПРИБЫЛИ НА ФИНАНСОВОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ	298
<i>Чирский Алексей Александрович</i> АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБОРОТНЫХ СРЕДСТВ ПРЕДПРИЯТИЯ	300
<i>Терехова Анастасия Владиславовна</i> СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ	302
<i>Толстикова Надежда Александровна</i> ДЕФЕКТЫ ДОРОЖНЫХ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ	305
<i>Шебеко Максим Русланович, Хомич Денис Витальевич</i> АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ	308
<i>Шестак Дмитрий Андреевич, Муравьев Кирилл Олегович</i> МЕТОДИКА ВЫЯВЛЕНИЯ И ПОДСЧЕТА РЕЗЕРВОВ В ЭКОНОМИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ ПРЕДПРИЯТИЯ	310

Зеленкевич Евгений Витальевич, Маринин Александр Андреевич
УМНЫЕ ДОРОГИ БУДУЩЕГО: ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ 312

Зеленкевич Евгений Витальевич, Маринин Александр Андреевич
ПРОДОЛЬНАЯ И ПОПЕРЕЧНАЯ ШУМОВАЯ РАЗМЕТКА
КАК ИННОВАЦИЯ В ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ 315

СЕКЦИЯ 3 ГЕОДЕЗИЯ И АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ ГЕОТЕХНОЛОГИИ

Евстрат Ольга Владимировна
МЕНЕДЖМЕНТ КАК СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИЕЙ
В РЫНОЧНЫХ УСЛОВИЯХ 319

Алехнович Виктория Валерьевна
МОРАЛЬНЫЕ КАЧЕСТВА И ПОЛИТИЧЕСКАЯ ЗРЕЛОСТЬ РУКОВОДИТЕЛЯ 321

Купчик Данила Александрович
ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ РАБОЧИХ И СПЕЦИАЛИСТОВ. АТТЕСТАЦИЯ 323

Миронов Никита Сергеевич
СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ РУКОВОДСТВА.
МОЛОДОЙ СПЕЦИАЛИСТ НА ПРОИЗВОДСТВЕ 325

Гормаш Дарья Игоревна
УПРАВЛЕНИЕ ТРУДОВОЙ ДИСЦИПЛИНОЙ 327

Зановская Дарья Сергеевна
РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ГЕОДЕЗИИ 330

СЕКЦИЯ 4 МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Кузьмитович Денис Олегович
«УМНЫЕ» ДОРОГИ 333

Долинчик Александр Александрович
ЭКСКАВАТОРЫ ОДНОКОВШОВЫЕ 335

СЕКЦИЯ 5
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

<i>Бабич Леонид Вячеславович</i> МАТЕМАТИКА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ МОСТОВ.....	339
<i>Бартошевич Анастасия Валерьевна, Семенович Ангелина Викторовна</i> ОПЕРАТОРНЫЙ СПОСОБ НАХОЖДЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ЧЕТНЫХ ФУНКЦИЙ БОЛЬШИХ СТЕПЕНЕЙ РЯДОВ ФУРЬЕ	341
<i>Башура Валерия Юрьевна</i> ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕГРАЛОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	344
<i>Черняк Валерий Иванович, Бобрович Алексей Олегович</i> ОБ ЭВРИСТИКО-ДИДАКТИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЯХ В МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРА ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ «КОМПЬЮТЕРНАЯ МЕХАТРОНИКА»	346
<i>Гайко Екатерина Юрьевна, Щерба Диана Александровна</i> ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	350
<i>Ганусевич Алина Андреевна</i> ПРОИЗВОДНАЯ В МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ СЛОЖНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ	354
<i>Дедюля Илья Игоревич, Кривулец Павел Андреевич</i> БЫСТРОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ФУРЬЕ: РОЛЬ В ОБНАРУЖЕНИИ ЯДЕРНЫХ ИСПЫТАНИЙ И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ.....	357
<i>Исаченко Евгений Васильевич</i> МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ КУЛАЧКОВОГО МЕХАНИЗМА.....	360
<i>Кицун Милана Владимировна</i> ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕГРАЛОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	364
<i>Ковалёнок Константин Леонидович</i> ПРИМЕНЕНИЕ ЛИНЕЙНОЙ АЛГЕБРЫ В ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЗАДАЧАХ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОФИЛЯ.....	367
<i>Ковальчук Софья Викторовна</i> О ТВОРЧЕСКИХ ПОДХОДАХ В МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРОВ-ПРОГРАММИСТОВ	372

Котлярова Полина Александровна, Кравченко Владимир Дмитриевич СТРОИТЕЛЬСТВО ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕМАТИКИ.....	375
Крижевич Аким Денисович ОБ ИНДИКАТОРНОЙ СИСТЕМЕ ОЦЕНИВАНИЯ В ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА.....	378
Кузьмич Юрий Витальевич, Сименгор Эвелина Александровна ВЗАИМОСВЯЗЬ МАТЕМАТИКИ И СИММЕТРИИ В АРХИТЕКТУРЕ ГОРОДА МИНСКА	381
Лавцевич Анастасия Светославовна, Цареня Владислав Денисович АНАЛИЗ РИСКОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МОСТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТИ	384
Назарова Ангелина Ивановна, Ключник Евгений Витальевич ИССЛЕДОВАНИЕ, КАК СОСТОЯНИЕ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ ВЛИЯЕТ НА СКОРОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	387
Николаева Елизавета Геннадьевна ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА В СИСТЕМЕ РЕКА-КАНАЛ.....	391
Стецик Маргарита Владимировна ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ДОРОГ	393
Сучкевич Дмитрий Александрович, Яковец Дмитрий Александрович ОПТИМИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА С ПОМОЩЬЮ ГРАФОВ.....	396
Шаховская Дарья Дмитриевна, Лобан Юлия Анатольевна ЛОГАРИФМИЧЕСКАЯ ПРОИЗВОДНАЯ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ.	398
Шемис Екатерина Викторовна, Шемис Елизавета Викторовна ОПЕРАТОРНЫЙ СПОСОБ НАХОЖДЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА НЕЧЕТНЫХ РЯДОВ ФУРЬЕ ДЛЯ ФУНКЦИИ БОЛЬШИХ СТЕПЕНЕЙ.....	401

СЕКЦИЯ 1

МОСТЫ И ТОННЕЛИ

МЫШЛЕНИЕ, РАБОТА И ВЛИЯНИЕ МАЙЯРТА И МЕННА НА ЭСТЕТИКУ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МОСТОВ

*Наугольных Анна Владиславовна, магистрант 1-го курса
кафедры «Автомобильные дороги и мосты»
Пермский национальный исследовательский политехнический
университет, г. Пермь
(Научный руководитель – Овчинников И.Г., докт. техн. наук, профессор)*

Майярт, Фрейсине и Менн были тремя великими новаторами в области бетонных конструкций. В этой статье основное внимание уделено Майярту и Менну, но следует отметить и вклад Фрейсине. Хотя Фрейсине не изобрел идею предварительного напряжения, он разработал и применил ее в ряде мостов [9].

Роберт Майярт: Мост Салгинатобеля, 1930 г.

Француз Робер Майярт, практиковавший в Швейцарии, рассматривал конструкции не просто как полезные вещи, но и как произведения искусства. Считается, что наибольшее эстетическое влияние он оказал в 1930-х годах, когда железобетон начал открывать новые возможности в проектировании мостов.

Майярт разрушил границы между прикладным и дизайнерским взглядом на инженерное дело и создал новый мир формы и красоты, разработав три инновации в бетоне - бетонную полую коробку, бетонное плоское перекрытие и бетонную арку с палубой - которые он с воображением применял к различным условиям места. Его инновации лучше всего сформулировал Дэвид Дж. Биллингтон: вместо того чтобы создавать стреловидные вырезы в скалах, он полностью удалил надарочные стенки мостов. Он заменил их тонкими вертикальными связями между аркой и настилом, используя либо ряды колонн в форме карандаша, либо тонкие бетонные плоскости. Иногда он подчеркивал линию проезжей части сплошным парапетом или иным образом облегчал ее открытыми перилами, тем самым делая визуальный акцент на несущей конструкции [5,6].

Отличительной работой Майярта является тонкий 133-метровый арочный железобетонный мост Салгинатобель (Рис. 1), перекинутый через крутое ущелье в Швейцарских Альпах. Этот потрясающе красивый мост был объявлен международной исторической достопримечательностью гражданского строительства в 1991 году. Крукшенк описывает его как мост чистой абстрактной художественной красоты, основанный на его “абсолютной

пригодности для достижения цели самыми элегантными и минимальными средствами”.



Рисунок 1 – мост Салгинатобель. Источник: http://www.greatbuildings.com/cgi-bin/gbi.cgi/Salginatobel_Bridge.html/cid_aj2192_b.html

Вслед за Сальгинатобелем Майярт усовершенствовал конструктивные подходы к проектированию наклонных секций и переходов, изогнутых в плане. В некоторых из своих последних мостов он выровнял арки до такой степени, что изгиб был едва заметен [7,8]. Все это было достигнуто, несмотря на ограничения для творчества, предъявляемые властями, инженерными традициями и принципами управления бизнесом того времени. Майярт в этом отношении считался радикальным дизайнером, несмотря на то, что его мосты обычно были дешевле, чем у его конкурентов.

Кристиан Менн: Мост Гантера, 1980

Мост Гантер (Рис. 2 и 3), построенный на новой дороге Симплон-Пасс над городом Бриг недалеко от швейцарско-итальянской границы, является одним из самых впечатляющих мостов прошлого века. Он был спроектирован швейцарским инженером Кристианом Менном, чей отец был близким соратником Майярта. Менн использовал предварительное напряжение, а также метод прогрессивной консольной конструкции, чтобы создать эффектную структурированную форму в окружении швейцарских Альп. Проезжая часть моста Гантера крутая, и ее трасса представляет собой пологий S-образный изгиб (Рис. 2), состоящий из прямого основного пролета длиной 175 метров,

обрамленного противоположно резко изогнутыми боковыми пролетами длиной 127 метров, которые примыкают к стене долины [2].



Рисунок 2 – мост Гантер. Источник: Мост Гантер - HighestBridges.com

Глубина долины требовала, чтобы высота одной из опор составляла 150 метров. Используя массивные полые вертикальные коробки, Манн смог соответствующим образом значительно уменьшить высоту настила. Для дополнительной жесткости он использовал тросовые опоры. Поскольку тросы, поддерживающие изогнутые боковые пролеты, должны были соответствовать изогнутому плану, Манн заключил их в оболочку [3].

Во-вторых, он прикрепил их к изогнутым бетонным стенам по обе стороны проезжей части. В-третьих, он визуально распределил эффект по центральному пролету, чтобы создать сбалансированную композицию. Считается, что уникальный профиль моста обеспечивает визуальное и эстетическое впечатление, совершенно отличное от любого аналогичного произведения [10]. По словам Эйра, “в нем есть все ингредиенты: бетон, сочетание растягивающих и сжимающих элементов, кривизна, визуальное движение, элегантность и пропорции, экономичность и эффективность, и все это в захватывающем горном окружении”. Новаторский мост Гантербрюкке навсегда останется одним из

самых исторических мостов Европы. Или, как сказал мистер Биллингтон: «Мост Гантера... представляет собой одно из тех редких событий, когда возникает новая форма».



Рисунок 3 – мост Гантер. Источник: 1280px-Ganterbrücke_(14829574022).jpg (1280×670) (wikimedia.org)

Стремление сделать мостовые сооружения произведениями, имеющими определенные эстетические достоинства, весьма непросто реализуемо и в целом влечет за собой увеличение стоимости сооружения. Если же мы желаем использовать возможности художественного выражения мостовых сооружений в традициях Р. Майарта, то мы должны признать роль технологических инноваций как средства, устанавливающего связь между экономикой и эстетикой, и создавать условия, в которых проектировщики мостов могут реализовывать эти технологические инновации [1,4].

Литература:

1. Горбачева И.А., Овчинников И.Г. О влиянии инноваций на эстетику при проектировании мостов// Интернет-журнал «Транспортные сооружения», Том 6, №6 (2019) <https://t-s.today/issue-1-2019.html> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/01SATS119. С. 1-22.
2. Национальный правовой Интернет-портал Российской Федерации (Электронный ресурс). – Режим доступа: https://highestbridges.com/wiki/index.php?title=Ganter_Bridge. Дата доступа: 18.12.2023
3. Павлова Л.В. Ландшафтно-эстетическая организация транспортных сооружений // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2016. №2(23). С. 96-103. DOI: 10.17673/Vestnik.2016.02.18
4. Горбачева И.А., Овчинников И.И., Овчинников И.Г. Исследование применимости постулатов мостовой эстетики к задаче проектирования мостов // Интернет-журнал

- «Транспортные сооружения», Том 4, №4 (2017) <https://t-s.today/PDF/12TS417.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/12TS417. С. 1-27.
5. Vengenroth, R. H. A Bridge Engineer Looks at Esthetics of Structures, ASCE Journal of Structural Division, April, 1971., pp. 1227-1237.
 6. Zuk, Y. A Methodology for Evaluating the Esthetic Appeal of Bridge Designs, Highway Research Board Record #428, 1973. pp. 1-4
 7. Crouch, A. G. D. Bridge Aesthetics: A Sociological Approach, Civil Engineering Transactions of the Australia Institute of Engineers, Vol. 16, No.2, 1974.
 8. Schlaich, J.M. On the Aesthetics of Pedestrian Bridges in: Esthetics in Concrete Bridge Design S. C. Watson & M.K. Hurd, ed. American Concrete Institute, 1990.Michigan, USA. p. 133-148.
 9. Леонгардт Ф. Значение эстетики в конструкциях мостов // Мостостроение мира, 1997, № 2. С. 4-8.
 10. L.A. Tegola, A., MICELLI, F. Maillart bridges: from structural concept to strengthening. Dans: Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Bridge Engineering, v. 162, n. 2 (juin 2009), pp. 87-93.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ МИНИМАЛЬНОГО ТРЕБУЕМОГО ГАБАРИТА ПРИ РЕМОНТЕ БАЛОЧНЫХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ МОСТОВ

*Салимов Артем Маратович, аспирант 2-го курса
кафедры «Автомобильные дороги и мосты»*

*Пермский национальный исследовательский политехнический
университет, г. Пермь*

(Научный руководитель – Овчинников И.Г., докт. техн. наук, профессор)

В Российской Федерации, как и в других развитых странах, транспорт является одной из крупнейших базовых отраслей народного хозяйства, важнейшей составной частью производственной и социальной инфраструктуры.

В России протяжённость автомобильных дорог с твердым покрытием превышает 1 666 тыс. км [1]. На автомобильный транспорт приходится 47,4 % выполненного объема коммерческих перевозок грузов, причем удельный вес перевозок железнодорожным транспортом в последние годы сокращается, а автомобильным транспортом растет, что свидетельствует о повышении конкурентоспособности автомобильного транспорта на определенных сегментах рынка транспортных услуг [2].

Состояние и работоспособность транспортных сооружений, в том числе мостов, напрямую влияет на социально-экономическое развитие страны. Доступ к безопасным и качественным транспортным услугам определяют эффективность развития производства, бизнеса и социальной сферы [3]. И поэтому важно понимать, что эффективное содержание мостов, а также своевременное проведение ремонтных работ является одной из ключевых задач уполномоченных органов.

На сегодняшний день, в дорожном хозяйстве Российской Федерации происходят колоссальные изменения. Так, благодаря национальному проекту «Безопасные качественные дороги» (БКД), за последние 6 лет многие регионы страны, привели километры автомобильных дорог в нормативное состояние (Табл.1).

Во время приведения автомобильных дорог в нормативное состояние самой сложной задачей является ремонт мостов. Это связано с тем, что мосты являются более сложными инженерными сооружениями, чем дороги, для их сооружения, эксплуатации и ремонта нужны квалифицированные кадры.

Таблица 1 – Динамика показателей национального проекта «Безопасные качественные дороги» [4].

Показатель	Значение/год начала	2023 г.	2024 г. (прогноз.)
1. Доля автомобильных дорог регионального и межмуниципального значения, соответствующих нормативным требованиям	43%/2017 г.	51%	53%
2. Доля дорожной сети городских агломераций, находящихся в нормативном состоянии	42%/2017 г.	81%	85%
3. Удовлетворенность качеством и доступностью автомобильных дорог (показатель общественно значимого результата)	41%/2019 г.	47%	50%
4. Снижение смертности в результате дорожно-транспортных происшествий (количество погибших на 100 тыс. населения)	13%/2017 г.	8,9%	<8.4%
5. Доля автомобильных дорог Минобороны России, соответствующих нормативным требованиям	42%/2018 г.	57%	60%
6. Протяженность построенных и реконструированных Росавтодором участков федеральных автомобильных дорог	0 км/2020 г.	579,9 км	1285,2 км
7. Протяженность построенных и реконструированных ГК «Автодор» федеральных автомобильных дорог	59,5 км/2020 г.	272,17 км	616,1 км

Согласно исследованию [1] на 2017 год на территории Российской Федерации эксплуатируется на автомобильных дорогах федерального и общего пользования местного значения более 35 тысяч мостов (Табл. 2).

Таблица 2 – Данные по искусственным сооружениям на а/д [1].

Тип	Металл		Ж.б. и бетон.		Дерево		Путепроводы через ж/д	
	шт.	пог. м	шт.	пог. м	шт.	пог. м	шт.	пог. м
Автомобильные дороги федерального значения	489	101241,1	3893	218365,2	10	393,3	1600	157378
Автомобильные дороги общего пользования местного значения	5178	177327,8	14603	528877,2	8519	142666	1050	177327,8
Итого	5667	278478,9	18496	747242,4	8529	143059,3	2650	334615,8

Большинство мостов на автомобильных дорогах, представлены в железобетонном исполнении. Более 75 % процентов железобетонных мостов расположены на дорогах общего пользования местного значения [1]. Автомобильные дороги местного значения во всех регионах России в основном представлены в 2-х полосном исполнении. Как правило, железобетонные автодорожные мосты проектировались по типовым проектам с применением сборно-монолитных пролетных строений под габариты Г-8, Г-9, Г-10.

В поперечном сечении железобетонные пролетные строения, как правило, представлены в виде железобетонных балок, объединенных между собой по плите проезжей части. При ремонте таких пролетных строений основной состав работ включает:

- Переустройство дорожной одежды;
- Ремонт балок пролетного строения;
- Переустройство швов омоноличивания;
- Замена опорных частей;
- Переустройство подферменников.

Ремонт балочных пролетных строений в основном происходит с перекрытием одной полосы движения. Проезд же транспортных средств осуществляется путем поочередного пропуска по одной полосе движения. Ширина полосы движения для комфортного проезда при поочередном пропуске должна составлять минимум 3,5 м. Однако данный габарит проезда, не всегда удается обеспечить.

Данная проблема в основном встречается на железобетонных балочных пролетных строениях с нечетным количеством балок при габарите Г-8 и тротуарах шириной 0,75-1,00 м. (Рис. 1).

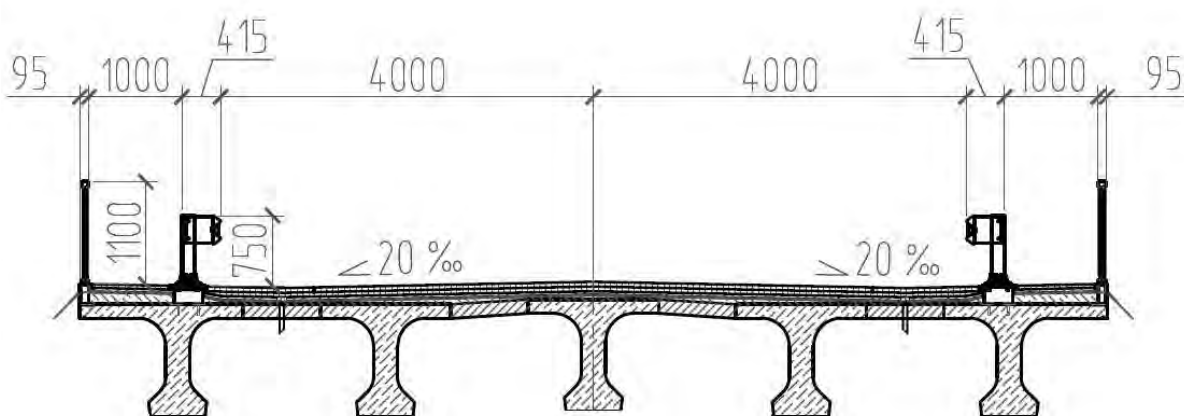


Рисунок 1 – Балочное железобетонное пролетное строение

Проблема заключается в следующем. Ремонтные работы должны на первом этапе проводиться на 3-х балках. И потому проезд необходимо

обеспечить по двум балкам пролетного строения с шириной проезда минимум 3,5 м. Кроме того, необходимо обеспечить безопасность проезда, с помощью установки барьерного ограждения. Но, ввиду малого количества балок, узких тротуаров и небольшого габарита, данный проезд невозможно организовать.

Решить данную проблему можно с помощью нескольких способов:

Устройство временного моста;

Организация объезда по второстепенным дорогам;

Временное уширение проезжей части.

Одним из самых рациональных вариантов является устройство временного мостового полотна. (Рис. 2).

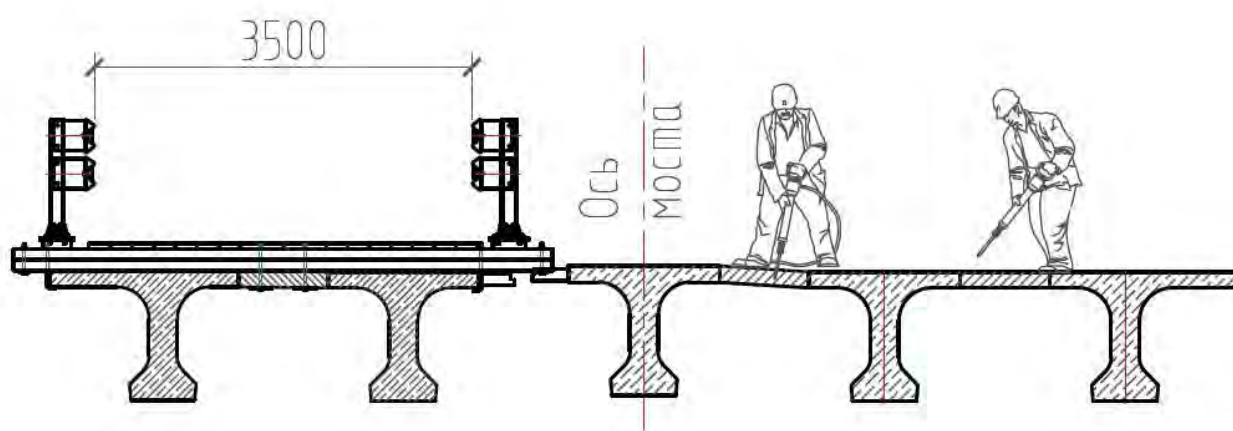


Рисунок 2 – Временное уширение проезжей части

Данное уширение устраивается следующим образом: на балки пролетного строения по всей длине укладываются окантованные бревна, далее с помощью шпилек бревна крепятся к балкам. Для обеспечения комфортного проезда поверх бревен укладывается дощатый настил. Для обеспечения безопасности проезда с двух сторон устраивается барьерное ограждение. В свою очередь цоколи барьерных ограждений приваривается к швеллеру. Шаг установки швеллеров соответствует шагу стоек барьерного ограждения. Швеллер же к бревну крепится за счет шпилек.

Данное решение позволят обеспечить проезд по пролетному строению без устройства временного объезда и перекрытия движения. Также стоит отметить ряд плюсов данного технического решения:

- Более экономически выгодный по сравнению с временным мостом;
- Малые трудозатраты;
- Быстрый монтаж и демонтаж;
- Основные конструкции изготавливается из экологических материалов;

- Может применяться как временная конструкция на нескольких мостах в течении нескольких лет;
- Небольшой вес временных конструкций

Литература:

1. Информационное агентство «INFOLINE» / Дороги и искусственные сооружения России. TOP-30 крупнейших проектов строительства и реконструкции дорог. Итоги 2017 г. Перспективы до 2020 г. – URL: <https://infoline.spb.ru/shop/investitsionnyeproekty/page.php?ID=160578&ysclid=lmc6wdxd5x145078754> (дата обращения 09.09.2023).
2. Транспортная стратегия РФ на период до 2030 года [Электронный ресурс].URL: <https://mintrans.gov.ru/documents/3/1009?ysclid=lm9fxmh464182230266> (дата обращения: 09.09.2023).
3. Кокодеев, А. В. Обеспечение безаварийной эксплуатации мостов и других транспортных сооружений путем обследования и мониторинга их подводных частей: состояние проблемы в России / А. В. Кокодеев, И. Г. Овчинников // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. – 2015. – № 1. – С. 69-87. – EDN TXOYQD.
4. Динамика показателей / [Электронный ресурс] // Безопасные качественные дороги : [сайт]. — URL: <https://bkdrf.ru/Home/Statistics> (дата обращения: 10.09.2023).

О ПРОБЛЕМЕ УСТОЙЧИВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОСТОВ

*Гамзаев Хаджимурад Магомедович, студент 5-го курса
кафедры «Транспортное строительство»*

*Гасанов Исмаил Рустамович, аспирант 1-го курса
кафедры «Транспортное строительство»*

*Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А., г. Саратов*

(Научный руководитель – Овчинников И.Г., докт. техн. наук, профессор)

Проблема устойчивого или, как говорят, экологически рационального проектирования зданий и сооружений довольно давно привлекает большое внимание проектировщиков и архитекторов. Что же касается отрасли транспортного строительства, то на эту проблему внимание стали обращать в последнее время. В связи с этим отметим работы [1-4].

В качестве обоснования необходимости применения экологически рационального проектирования в сфере транспортного строительства сошлемся на американские данные о том, что в США насчитывается более 4 миллионов миль дорог и более 600 тысяч. При этом для строительства одной дорожной полосы длиной в одну милю требуется столько же энергии, сколько для питания 50 домохозяйств за один год. Поэтому-то так важно применять концепцию устойчивого или экологически рационального проектирования при разработке проектов и дорог и мостов.

Применительно к мостам устойчивое проектирование соблюдения требует баланса экологических, социальных и экономических требований, то есть:

- быть экономичными во время всего срока службы, включая также утилизацию и вопросы обеспечения нормальной работы после возникновения аварийных ситуаций;

- учитывать социальные приоритеты и строителей, эксплуатационников и пользователей моста, а также интересы людей, живущих в сфере притяжения моста;

- минимизировать воздействие на окружающую среду как с точки зрения выбросов углекислого газа, так и с точки зрения минимизации использования энергии при сооружении моста, а также стремиться к тому, чтобы как можно больше компонентов моста можно было переработать и повторно использовать в конце срока службы моста.

Интересно то, что ряд экспертов по экологически рациональному проектированию полагают, что одним из рациональных способов повышения эффективности изготовления и монтажа мостов является увеличение срока их службы, причем один из выдающихся инженеров-мостостроителей Man-Chung Tang, интересующийся проблемой устойчивого развития высказывает такое суждение «мост, который прослужит вместо 100 лет 300 лет, приведет к снижению воздействия на окружающую среду на 66 процентов». Поэтому более экологически рациональными являются мосты с длительным сроком службы.

Авторами [1] в рамках «экологически рационального подхода к проектированию мостовых сооружений» предложена концепция «идеального моста». В соответствии с одним из вариантов этой концепции «идеальным считается мост, у которого долговечность составляющих конструктивных элементов убывает по мере продвижения от нижерасположенных несущих конструкций к вышерасположенным. Или, иначе, долговечность элементов, сооружаемых позже, может и должна быть меньше долговечности ранее сооруженных элементов мостового сооружения. Однако и такой вариант концепции «идеального моста» нередко нарушается. К примеру, долговечность опорных частей под пролетными строениями обычно меньше долговечности пролетных строений, что приводит к необходимости их замены раньше, чем будет выработан ресурс пролетного строения. В результате возникает непростая задача поддомкрачивания пролетных строений для замены опорных частей, что требует предусматривать площадки под размещение домкратов на опорах.

Одним из эффективных способов продления сроков службы и металлических и железобетонных мостов является использование различных систем антикоррозионной защиты, в том числе и применение лакокрасочных покрытий [5]. При таком способе продления срока службы мостов возникает вопрос: а какие краски и системы антикоррозионной защиты мостовых сооружений следует применять? Долговечные, но дорогие или дешевые, но не долговечные? Вроде бы дешевые системы антикоррозионной защиты (с долговечностью 5 лет) выгоднее, но так как срок службы мостового сооружения значительный (от 50 до 100 лет), то дешевые системы антикоррозионной защиты придется менять каждые 5 лет. Но следует учитывать, что процесс каждого последующего этапа антикоррозионной защиты потребует устройства специальных систем доступа к элементам мостового сооружения, чехлов для обеспечения экологической безопасности, а также выполнения работ по очистке элементов моста от старой, отслужившей свой нормативный срок антикоррозионной защиты, а также нанесения повторной антикоррозионной защиты с последующей разборкой систем доступа к элементам моста. Все это приведет к появлению значительного количества материалов, подлежащих

утилизации, что снизит экологическую эффективность моста. Следовательно, для антикоррозионной защиты мостового сооружения более эффективно и с экологической и с экономической точек зрения использовать хотя и более дорогую, но зато более долговечную систему антикоррозионной защиты.

Литература:

1. Овчинников И.Г., Овчинников И.И. Экологически рациональное проектирование мостовых сооружений как один из факторов устойчивого развития региона//Каспий в цифровую эпоху. Сборник материалов Национальной научно-практической конференции с международным участием в рамках Международного научного форума «Каспий 2021: пути устойчивого развития» 27 мая 2021 года. Издательский дом «Астраханский университет» 2021. 625 с. с. 587 – 592.
2. Коротков М.А., Овчинников И.Г. Применение экологически рационального подхода в проектировании мостовых сооружений// Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе: сб. науч. тр. по материалам IX Междунар. науч.-практ. конф. / под ред. Ю.Г. Иващенко. Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2021. 324 с. ISBN 978-5-7433-3487-2. Стр. 291-297.
3. Коротков, М. А. Воздействие экологически-рационального проектирования на отрасль транспортного строительства / М. А. Коротков, И. Г. Овчинников // Вестник евразийской науки. — 2022. — Т. 14. — № 3. 11 с. — URL: <https://esj.today/PDF/47SAVN322.pdf>
4. Мониторинг деформаций мостовых опор и проблемы экологически рационального проектирования мостовых сооружений / И.Г. Овчинников, И.И. Овчинников, А.К. Аншваев, И.Р. Гасанов // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. – 2022. – № 3. – С. 60–69. DOI: 10.15593/24111678/2022.03.07
5. Защита от коррозии металлических и железобетонных мостовых конструкций методом окрашивания/ И.Г. Овчинников, А.И. Ликверман, О.Н. Распоров и др. –Саратов: Изд-во «Кубик», 2014. – 504 с.: ил. 155., табл. 23., библи. 175 наим.

КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ В МОСТОСТРОЕНИИ

*Чеботарев Никита Сергеевич, магистрант 3-го курса кафедры
«Транспортное строительство (ТСТ)»
Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А., г. Саратов
Институт урбанистики, архитектуры и строительства
(Научный руководитель – Овчинников И.И, канд. техн. наук, доцент)*

Большой проблемой являются старые, разрушающиеся мосты, которые с течением времени становятся не пригодны для использования по назначению.

На данный момент, на мировой рынок выходят все более современные строительные материалы. Данные материалы предназначены для улучшения различных характеристик мостовых сооружений, такие как долговечность, ускоренный монтаж, устойчивость, экологическая выгода.

Использование полимерных материалов в транспортном строительстве может решить проблему гидроизоляции в целом, так как такие полимерные материалы намного лучше справляются с агрессивной средой.

Рассмотрим один из способов восстановления мостов. Метод SUREbridge — это инновационная концепция, позволяющая увеличить структурную емкость моста. SUREbridge делается путем соединения легкой композитной панели с существующим мостом с помощью раствора. Это можно комбинировать с (предварительно напряженным) углеродным усилением на нижней стороне моста. Данные меры укрепят как зону сжатия, так и зону растяжения. Правда, высота конструкции немного увеличивается, но при этом увеличивается несущая способность моста почти в 2 раза, поэтому мост также можно немного расширить, например, для пешеходных или велосипедных дорожек.

Снос существующей конструкции не требуется, а время выполнения метода SUREbridge короткое. Усиленная конструкция может прослужить еще 30–50 лет и отвечает современным требованиям по нагрузкам [1].

Предварительно нужно выполнить следующие шаги:

- 1) Исследование для выяснения фактического состояния моста
- 2) Исследование материалов
- 3) Зондирование (на обоих опорах)
- 4) Исследование фундамента моста наземным радаром.
- 5) Исследование проникновения хлоридов в материал конструкции.

В результате испытания по рассматриваемому проекту SUREbridge показали, что исходную грузоподъемность моста можно увеличить вдвое, что позволит расширить пролет и разместить на нем пешеходные или велосипедные дорожки. Метод был проверен в ходе исследования 2017 года на 60-метровом автомобильном мосту через реку Эльса в Сан-Маниато, Италия. Сейчас завершен и первый опытный проект на автомобильном мосту в городке Харденберг, Нидерланды. На рисунке 1 представлен автомобильный мост в Сан-Маниато.



Рисунок 1 – Мост Сан-Маниато

Также рассмотрим, как выглядит система SUREbridge на рисунке 2.

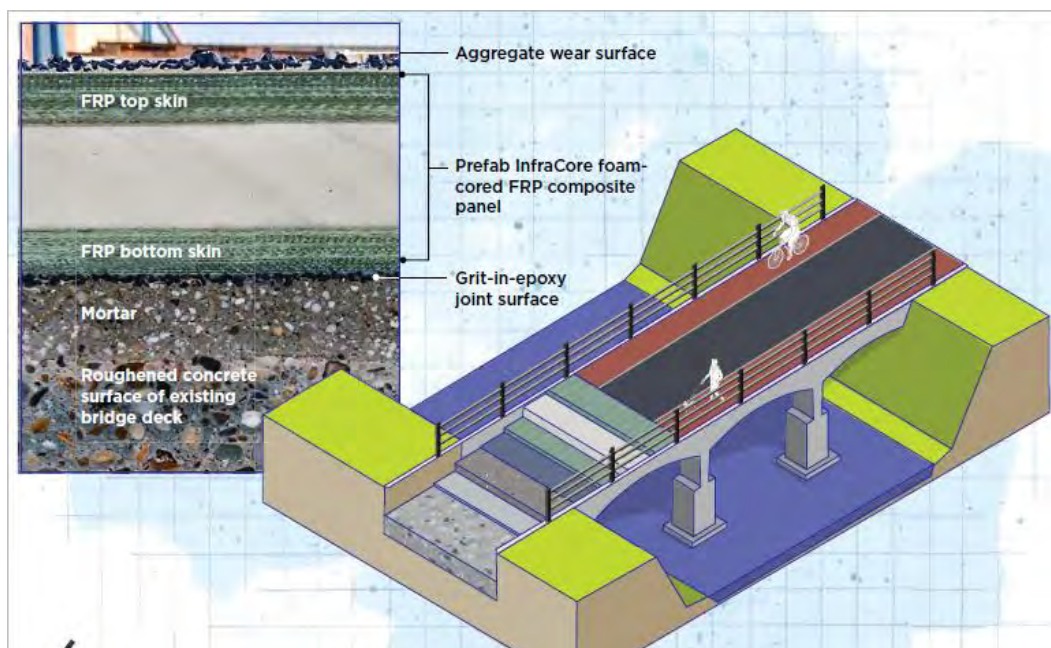


Рисунок 2 – Система SUREbridge

Таблица 1 – Обозначения к рисунку 2

FRP top skin	Верхняя часть полимера, армированного волокном
FRP bottom skin	Нижняя часть полимера, армированного волокном.
Mortar	Бетонный раствор
Roughened concrete surface of existing bridge deck	Шероховатая бетонная поверхность существующего моста.
Aggregate wear surface	Общая поверхность износа.
Prefab InfaCore foam-cored FRP composite panel	Сборная композитная панель из армированного волокном полимера с пенозаполнителем
Grift-in-epoxy joint surface	Эпоксидный шов для лучшего сцепления с поверхностью бетона.

Результаты проектирования:

- 1) Стоимость ремонта, а не демонтажа моста и дальнейшая постройка нового на 50% меньше.
- 2) Сроки монтажа 6 недель.
- 3) Срок службы моста порядка 50 лет.
- 4) Защита старого бетонного основания от хлоридсодержащих компонентов.

Заключение.

Основным преимуществом данного способа является отсутствие необходимости демонтировать существующий мост и строить новый.

Композитный настил увеличивает гидроизоляционные свойства моста, защищает бетонное покрытие от воздействия окружающей среды, увеличивает несущую способность и, соответственно, продлевает срок службы моста.

Соответственно, за счет быстрого монтажа данного листа, происходит наименьший социальный ущерб, на все работы уходит около 4-6 недель, тогда как на демонтаж и возведение нового моста уходит значительно больше времени.

Литература:

1. FiberCore— <https://www.fibercore-europe.com>— Дата доступа 29.11.23

ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ КОНСТРУКЦИЕЙ МОСТА, ЕГО ЭСТЕТИКОЙ И РИСКАМИ

*Бакина Ксения Александровна, магистрант 2-го курса
базовой кафедры «АО Мостострой-11»*

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

(Научный руководитель – Овчинников И.Г., докт. техн. наук, профессор)

В настоящее время можно выявить связь между конструкцией моста, его эстетикой, материалами и возможными рисками благодаря четырем основным требованиям к проектированию мостов: безопасность, практичность, экономичность и красота. Безопасность эксплуатации мостов заключается в безопасности передвижения по нему как пешеходов, так и водителей. Мостовые сооружения должны быть практичны и долговечны, не стоит забывать, что в первую очередь мосты являются не произведением искусства, а сооружением для обеспечения проезда/прохода через препятствия. Мосты необходимо проектировать экономичными, и в то же время архитектурно выразительными. В процессе выбора следует максимально согласовывать мост с окружающей средой в соответствующей пропорции, чтобы достичь баланса между экономичностью и красотой (равновесием). Мосты, соответствующие общественной эстетике, должны быть естественными, простыми, оригинальными и скоординированными. Природа формирует приемлемое для публики эстетическое требование. Простота мостов означает отсутствие восприятия моста как громоздкого сооружения, оригинальность – уникальность. Абсолютно каждый мост имеет свои особенности, а координация его с окружающей средой формирует общее впечатление наблюдателя [1-3].

С развитием технологий инженеры-мостостроители разработали большое количество типов мостовых сооружений. Данное разнообразие открывает огромные возможности для эстетического проектирования мостов. Инженеры имеют возможность внедрять инновации и творчество при разработке различных бетонных конструкций. Однако в мостостроении темпы технологических изменений относительно медленные и причиной этому служит такой фактор как риск. Инженеры-мостостроители управляют рисками и несут ответственность за безопасность, как отдельных конструкций, так и всего сооружения в целом.

Именно из-за риска инженерам необходимо выполнять расчеты в запас. Обрушение мостов происходило всегда, и цена этого была очень высокой, что является одной из причин медленного внедрения инноваций в технологии

мостостроения. Безусловно, инженерам необходимо постоянно внедрять инновации, так как они являются прогрессом в области мостостроения. Но прогресс необходим постепенный, не рекомендуется рисковать. Строительство мостов в течение всего времени развивалась, исходя из прошлых неудач. Знаменитым примером обрушения моста является обрушение моста Такома-Нэрроуз в Такоме, штат Вашингтон, в 1940 году.

Разрушение подвесного автомобильного моста через пролив Такома-Нэрроуз между полуостровом Китсуп и городом Такома, связано с ветровыми нагрузками. Когда в проливе поднимался боковой ветер, возникало колебание пролетного строения. Причиной стало ошибочное применение сплошных стальных балок, в то время, как традиционное использование сквозных или перфорированных конструкций позволило бы снизить ветровое давление и распределить ветровые потоки.

Обрушение этого моста остановило технологию и применение подвесных мостов настолько, что в последующие 10 лет никто не думал о строительстве еще одного подвесного моста. Но когда этот тип мостов вернулся на всеобщее обозрение в 1960-х годах, он действительно претерпел инновации и поэтапный технологический прогресс. Подвесные мосты имеют пролеты в тысячи метров, поэтому развитие подвесных мостов в Европе стало новой кульминацией (Рис. 1). После экспериментальных исследований в аэродинамической трубе в Великобритании при строительстве мостов Форт и Северн было решено использовать плоские коробчатые балки с большей жесткостью на кручение и хорошими аэродинамическими профилями, чтобы устранить такое крутильное движение, которое возникало на мосту Такома. Это прорыв в развитии технологии конструкций подвесных мостов, ибо конструкция моста имеет небольшой вес, что очень важно для мостов с большими пролетами.



Рисунок 1 – Мост Форт-Роуд (Эдинбурга, 1964г.)

(Источник: https://avatars.dzeninfra.ru/get-zen_doc/1866101/pub_5dadfcf9aad43600b24196e5_5dadfd511febd400b16d1502/scale_1200)

Если взять в качестве примера мост через Мессину, то 78% несущей способности используется для поддержки самого моста, и только 22% грузоподъемности остается для перевозки полезных грузов железнодорожным и автомобильным транспортом. Фактически, значительная часть нагрузки на мост приходится на тросы, не считая собственного веса пролетного строения моста. Поэтому, если мы сможем сделать кабель легче, мы сможем преодолевать большие пролеты. Теперь, если использовать существующие сверхпрочные стальные тросы, то, консервативно говоря, можно достичь пролета в пять километров. Если к кабелю добавят углеродное волокно, чтобы достичь пролета более десяти километров, то нам также придется многое сделать с точки зрения эстетического дизайна.

Литература:

1. Овчинников И.Г., Овчинников И.И., Караханян А.Б. Пешеходные мосты современности: тенденции проектирования. Часть 1. Использование бионического подхода// Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, №2 (2015) URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/peshehodnye-mosty-sovremennosti-tendentsii-proektirovaniya-chast-1-ispolzovanie-bionicheskogo-podhoda> (дата обращения 01.11.2023).
2. Неустроева, Ю. Д. Эстетика мостового сооружения как один из способов повышения его качества / Ю. Д. Неустроева, И. Г. Овчинников // Транспортные сооружения. — 2020. — Т 7. — № 1. — URL: <https://t-s.today/PDF/18SATS120.pdf>. — DOI: 10.15862/18SATS120. (дата обращения 02.11.2023).
3. Rozentale I., Paeglitis A. Criteria for assessment of bridge aesthetic and visual quality // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2017. – 251.

ОЦЕНКА ДОЛГОВЕЧНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ С ЗАЩИТНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ В АГРЕССИВНОЙ СРЕДЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Жаналиев Бекзат Бактыбекович, аспирант 1-го курса

кафедры «Строительная механика»

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

(Научный руководитель – Овчинников И.Г., докт. техн. наук, профессор)

Проблеме расчетной оценки долговечности конструкций в агрессивной среде эксплуатации посвящено довольно большое количество работ, из которых отметим работы [1,2,3]. Однако многие конструкции, предназначенные для работы в агрессивных эксплуатационных условиях, нередко покрываются защитными покрытиями различного вида, затрудняющими проникание агрессивной среды к конструкциям и обеспечивающими более долговечную работу таких конструкций. К сожалению, пока еще весьма мало работ, посвященных прогнозированию поведения конструкций с защитными покрытиями в агрессивных условиях эксплуатации.

Между тем разработка методик расчета долговечности конструкций с защитными покрытиями, предназначенных для работы в агрессивных условиях эксплуатации, является важной задачей, так как защитные покрытия не исключают, а только отдают наступление предельного состояния.

В общей постановке задача расчета конструкций с защитными покрытиями весьма сложна, так как предполагает учет неоднородности и покрытия и основного несущего материала, наводимой проникающей агрессивной средой, учет условий сопряжения покрытия и несущей конструкции (и по проницаемости и механических), учет влияния напряженного состояния на защитные свойства покрытия.

В работе рассматривается модель деформирования и разрушения металлической пластины, защищенной с двух сторон полимерными покрытиями. Модель представляет собой сочетание модели конструктивного элемента, как многослойной конструкции, модели материала слоев, модели воздействия агрессивной среды и модели наступления предельного состояния.

Предполагается, что разрушение может произойти либо вследствие достижения напряжениями опасного уровня, либо вследствие накопления повреждений до предельного уровня, либо вследствие потери устойчивости элемента из-за изменения геометрических параметров. Предельное состояние покрытия может наступить либо вследствие нарушения его сплошности, либо

вследствие снижения адгезионной прочности, либо вследствие отслаивания покрытия под давлением продуктов коррозии металла под покрытием.

Процесс работы конструкции с защитным покрытием представляется в виде последовательности стадий, количество которых зависит от предполагаемой программы нагружения конструкции и воздействия агрессивной среды на нее.

Получены уравнения, описывающие процессы деформирования и разрушения и основного материала, и защитного покрытия на разных стадиях работы конструкции с учетом происходящего проникания агрессивной среды в защитное покрытие и коррозионного износа конструкции под покрытием. На задаче расчета долговечности растягиваемой полосы металла с защитным покрытием показано, что эти уравнения могут применяться для расчетной оценки долговечности конструкции в агрессивных условиях эксплуатации.

Литература:

1. Овчинников И.И., Овчинников И.Г. Идентификация и верификация моделей коррозионных и деформационных процессов. Саратов: СГТУ, 2014. 164 с.
2. Мигунов В.Н., Овчинников И.И., Овчинников И.Г. Экспериментально-теоретическое моделирование армированных конструкций в условиях коррозии. - Пенза, ПГУАС, 2014. - 352с (22 уч. изд. листа).
3. Овчинников И.И. Моделирование и оптимальное проектирование круглых пластинок, взаимодействующих с агрессивными средами: монография/И.И. Овчинников, И.Г. Овчинников. – Тюмень: ТИУ, 2023. – 198 с. Текст: непосредственный.

РОЛЬ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ЭСТЕТИКЕ МОСТОВ

*Лебедькова Алина Дмитриевна, магистрант 1-го курса
базовой кафедры «АО Мостострой-11»
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень
(Научный руководитель – Овчинников И.Г., докт. техн. наук, профессор)*

Полимерные композитные материалы играют ключевую роль в создании эстетичных мостов благодаря своей уникальной комбинации свойств:

Эстетика: Полимеры обладают широким спектром цветов, текстур и оттенков, что позволяет создавать мосты, сочетающиеся с окружающей средой и имеющие привлекательный внешний вид.

Формование: Гибкость в формовании полимеров позволяет инженерам создавать мосты с различными формами и стилями, что способствует их эстетичности.

Легкость: Полимеры легче и удобнее в обработке, что позволяет создавать более тонкие и изящные конструкции мостов, сохраняя при этом их прочность.

Устойчивость к коррозии: В отличие от некоторых других материалов, полимеры устойчивы к коррозии и долговечны, сохраняя свою эстетику длительное время.

Инновационные свойства: Некоторые полимеры обладают специальными свойствами, такими как светопропускающие или светорассеивающие характеристики, что позволяет создавать уникальные эффекты освещения и визуальных эффектов на мостах.

Таким образом, использование полимерных композитных материалов в конструкции мостов не только обеспечивает их прочность и долговечность, но и открывает возможности для создания эстетически привлекательных и инновационных архитектурных решений.

**Мосты с применением полимерных композитных материалов.
Мировой опыт.**

Подвесной мост Хуньягу (The Hongyagu suspension bridge)

Эта конструкция превзошла 430-метровый стеклянный мост Гранд-Каньон Чжанцзяцзе - бывший самым длинным подвесным мостом со стеклянным дном

в мире, хотя мост Чжанцзяцзе длиной 300 метров по-прежнему остается самым высоким. (Рис. 1)



Рисунок 1 – Подвесной мост Хуньягу (Китай) (Источник – <https://mydecor.ru/news/architecture/5-samykh-strashnykh-steklyannykh-mostov-v-mire/>)

Мост состоит из 1077 панелей стекла толщиной 4 сантиметра и поддерживается тросами весом более 120 тонн. Он рассчитан на вес 2000 человек. Однако власти решили ограничить количество туристов, допускаемых на аттракцион, до 600 одновременно. Посетители должны носить специальные ботинки поверх обуви, чтобы защитить стекло при переходе по мосту, который открылся 24 декабря 2017 года [1].

Мост из льна и биосмолы в Нидерландах

Мост в городе Алмере построен из льняного волокна, биосмолы и пенополиуретана, создавая легкий и прочный композитный материал, который можно использовать вместо алюминия или стали (Рис. 2).



Рисунок 2 – Пешеходный мост в городе Алмер (Голландия) (Источник – <https://compositeworld.ru/articles/app/id627b59b50e5c8f00199ab8d6>)

Мост в Алмере построен из двух видов льняного армирующего материала (Рис. 3): для настила использовались маты волокна, обернутые вокруг пеноблоков, а поручни изготовлены из льняной нити, смотанной роботом [2].



Рисунок 3 – Поручни пешеходного моста в г. Алмер (Голландия)
(Источник – <https://compositeworld.ru/articles/app/id627b59b50e5c8f00199ab8d6>)

Блоки пенопластового сердечника были "сплавлены" (пропитаны смолой) с помощью вакуумной инфузии, создавая прочную конструкцию.

Нить намотана в пучки по поперечно-сшитой треугольной схеме. Группа решила работать с техникой роботизированной намотки, поскольку считает, что она создает эффект «легкости и нежности», подчеркивающий эстетические и технические возможности биокompозитов и натуральных волокон [2].

Пешеходный мост «Dragonfly» в городе Хардервейк (Голландия)

Мост полностью построен из армированных волокном полимеров (FRP) (Рис. 4). Дизайн вдохновлен крыльями стрекозы [3].



Рисунок 4 – Пешеходный мост Dragonfly в городе Хардервейк (Голландия)
(Источник – <http://moura.nl/Dragonfly-project.html>)

Пешеходный мостик в парке города Шанхай, Китай

В середине ноября 2018 года работники компании Shanghai Construction Group объявили о начале строительства моста. Материалом для инженерного сооружения послужил акрилонитрил-стирол-акрилат или ASA. Процесс создания носит название прослойного наплавления, которое выполняется с помощью специального 3D-принтера. (Рис. 5).

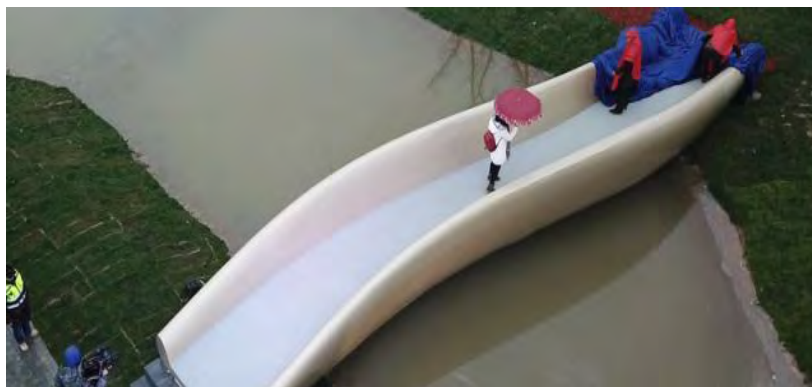


Рисунок 5 – Пешеходный мостик в парке города Шанхай (Китай)
(Источник – <https://chinaplus.cri.cn/chinaplus/photo/china/18/20190112/234804.html>)

ASA является распространенным в трехмерной печати материалом, однако имеет более высокую ударопрочность, а также обладает устойчивостью к воздействию химических веществ и климатических условий.

Изначально инженеры создавали мосты, длиной в пять метров, после работа приобрела более масштабный характер.

В результате сотрудники компании Shanghai Construction Group построили мост, габариты которого составляют 15,25 x 3,8 x 1,2 метров. Сооружение способно выдерживать вес до 250 килограммов на квадратный метр, вес самого моста достигает 5,3 тонны. Данная конструкция является самым тяжелым в мире пластиковым объектом, который напечатан при помощи 3D-принтера [4].

Такие визуальные эффекты прекрасно подчёркивают эстетику полимерного печатного изделия. Процесс подготовки к началу производства работ, включавший проектирование, лабораторные эксперименты и расчёты занял около полутора лет.

Абстрактная скульптурная форма и гляцевитая поверхность – два приёма выразительности, при помощи которых формируется архитектурное решение этого современного объекта. Геометрия нового моста максимально контрастирует с естественной природной средой парка, в котором он располагается. Эффект демонстративной антропогенности, выраженный в эстетике переправы, возникает благодаря совместной работе нескольких факторов. Среди них – остроумное применение новаторского полимерного

материала, уникальность технологии изготовления объекта и полная свобода геометрии лёгкой динамичной современной формы [5].

Велосипедный ДНК-мост в г.Энсхеде (Голландия) открыт 27 июля 2017 года (Рис. 6).



Рисунок 6 – Велосипедный ДНК-мост в г. Энсхеде (Голландия)
(Источник – <https://www.arup.com/projects/dna-bridge>)

Проект велосипедного перехода с развязкой вело-движения в 2 уровнях над автомобильной трассой подготовлен компанией «АРУП». Переправа комбинированной конструкции собрана из стальных кососимметрично расположенных арок, очертаниями напоминающих спирали ДНК, и включённого в работу композитного пролётного строения из стеклопластика.

Эстетика этого моста является современной и реализует новые средства выразительности. Вместе с тем, применение композитных материалов и включение их в работу конструкции, фактически, никак не отражается на внешнем облике сооружения. Решение остаётся гибридным, что в должной степени соответствует комбинированному характеру конструкции объекта [5].

Литература:

1. 5 самых страшных стеклянных мостов в мире URL: <https://mydecor.ru/news/architecture/5-samykh-strashnykh-steklyannykh-mostov-v-mire/> (дата обращения 16.11.2023).
2. Мост из льна и биосмолы в Нидерландах URL: <https://compositeworld.ru/articles/app/id627b59b50e5c8f00199ab8d6> (Дата обращения 18.11.2023).
3. Мост «Стрекоза» URL: <http://moura.nl/Dragonfly-project.html>
4. 3D-printed bridge opens in Shanghai park URL: <https://chinaplus.cri.cn/chinaplus/photo/china/18/20190112/234804.html> (Дата обращения 18.11.2023).
5. Стругач А.Г., Трифонов А.Г. Архитектура современных пешеходных мостов из фиброармированных композитных материалов // Интернет-журнал «Транспортные сооружения», 2019 №1, <https://t-s.today/PDF/17SATS119.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: (дата обращение 10.11.2023).

ПРИЧИНЫ АВАРИЙНОСТИ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

*Лебедькова Алина Дмитриевна, магистрант 1-го курса
базовой кафедры «АО Мостострой-11»*

*Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень
(Научный руководитель – Овчинников И.Г., докт. техн. наук, профессор)*

Мостовые сооружения являются одними из самых ответственных и дорогих объектов транспортной сети. Возрастающие транспортные потоки требуют безопасной и бесперебойной эксплуатации мостов, эстакад, путепроводов и других транспортных объектов, в любое время года, независимо от погодных условий. Многие мостовые сооружения Российской Федерации построены давно по старым нормам проектирования, под другие, меньшие расчетные нагрузки, и большая их часть находится в неудовлетворительном состоянии. Недостаточная грузоподъемность старых мостов требует их реконструкции, усиления или замены для дальнейшей эксплуатации под возросшие современные нагрузки. Железобетонные мосты, построенные 50-60 и более лет назад, характеризуются наличием большого числа дефектов и повреждений, снижающих эксплуатационную надежность сооружений, что часто приводит к аварийным ситуациям от мелких повреждений до их разрушения.

Аварии на мостовых сооружениях приводят к нарушению транспортного процесса, наносят ущерб окружающей природной среде, а самое главное - составляют угрозу жизни и здоровью людей.

Аварии, связанные с природными катаклизмами

В декабре 2003 года в Боливии во время наводнения водными потоками снесло мост через реку Чапаре (Рис. 1). Погибли 29 пассажиров междугороднего автобуса [1].



Рисунок 1 – Мост через реку Чапаре, Боливия
(Источник – <https://inosmi.ru/20180815/243003076.html>)

Аварии из-за высокой ветровой нагрузки и аэродинамической неустойчивости

Наиболее подвержены данному воздействию висячие и вантовые мосты

Одна из самых громких историй связана с Такомским подвесным мостом длиной 1810 метров, соединяющим берега пролива Такома-Нарроус в штате Вашингтон, США. Его построили в 1940 году, а проектированием занимался Леон Моисеев, русский эмигрант. Переброшенная через пролив двухполосная автострада помогла улучшить транспортную ситуацию, но имелась одна проблема: во время проектирования был допущен целый ряд ошибок, поскольку конструкция не учитывала местные погодные условия. В итоге в ветреную погоду полотно моста ощутимо раскачивалось, из-за чего он получил прозвище *Galloping Gertie* (Галопирующая Герти). Конечно, на это обратили внимание, и развернулись дискуссии о том, как решить проблему. Через несколько месяцев было принято решение усилить конструкцию моста, но время было упущено (Рис. 2) [1].



Рисунок 2 – Мост Такома-Нэрроуз, штат Вашингтон (США)
(Источник – <https://dzen.ru/a/Ха0wcgSvHwCyBDAW>

В результате аэродинамических колебаний произошло крушение. В момент крушения скорость ветра была 18,8 м/с. Мост был запроектирован и правильно рассчитан на действие статических нагрузок, в том числе и ветровой, но аэродинамическое воздействие нагрузки не было учтено [2].

Аварии из-за ошибок в проектировании

В Канаде на реке Святого Лаврентия находится очень примечательное сооружение, самый большой в мире консольный Квебекский мост. Его длина составляет 987 метров, ширина 29 метров, а высота – 104 м. (Рис. 3). К 1905 году разработка чертежей была завершена, и вскоре началось строительство, но в его ходе стало очевидным, что в проектировании допустили несколько больших ошибок. Длина центрального пролёта составляла 540 метров и была очень тяжёлой, а ошибки в расчётах привели к ещё большему утяжелению. В итоге его вес оказался больше проектного на 3,2 тысячи тонн.



Рисунок 3 – Квебекский мост, Канада (наше время)
(Источник – <https://2drive.ru/krupnye-obrusheniya-mostov/>)

Несмотря на возможные последствия работы были продолжены. Согласно составленному расписанию, мост должны были запустить в эксплуатацию в 1908 году, но ещё раньше сказались промахи в проектировании. В середине июня 1907 года во время осмотра конструкции заметили отклонение балки на 8 миллиметров. Через полтора месяца отклонения можно было заметить невооружённым взглядом, а на конец августа смещение достигло 5 сантиметров, но работы главный инженер и не подумал останавливать. 29 августа балки не выдержали и сломались, центральный пролёт упал в реку (Рис. 4). При этом погибло 76 рабочих [1].



Рисунок 4 – Разрушенный Квебекский мост, Канада
(Источник –<https://2drive.ru/krupnye-obrusheniya-mostov/>)

Аварии из-за несвоевременного и ненадлежащего обслуживания мостового сооружения

Через город Миннеаполис, который находится в штате Миннесота, США, проходит трансамериканская трасса. Она берёт начало у границы с Канадой и упирается в границу с Мексикой, а в Миннеаполисе она проходит по мосту и пересекает один из многочисленных каналов на своём пути. Мост этот построили ещё в 1967 году, регулярно его проверяли на наличие дефектов, проводили периодическое обслуживание и ремонтировали при необходимости. Его длина составляла 581 метр, и опирался он всего лишь на две опоры, по одной на каждый берег канала.

По признанию профильных специалистов, подобная конструкция имеет существенный недостаток: появление трещины в одной из опор может иметь катастрофические последствия. Мост проектировался очень давно и современным требованиям, мягко говоря, не соответствовал. Тем не менее, он по-прежнему находился в эксплуатации, обследовался и ремонтировался в 2006 году, а следующая проверка планировалась не раньше 2020. Впрочем, так долго он не протянул [1]. В 2007 году инженеры запланировали косметический ремонт – частичную замену дорожного полотна и ограждения. В 2007 году 1 августа как раз проводились ремонтные работы, когда с жутким грохотом разрушилась одна из опор. Мост не выдержал и разломился на несколько частей, которые рухнули в канал (Рис. 5).



Рисунок 5 – Последствия разрушения моста в Миннеаполисе (Источник – <https://2drive.ru/krupnye-obrusheniya-mostov/>)

Непосредственно над водой находился пролёт длиной около трёхсот метров, и по всей длине моста вплотную едва двигались легковые грузовые машины, и даже один автобус с шестьюдесятью детьми. Часть водителей успели сдать назад, часть – добежать, около 50 машин упали вниз (Рис. 6). Детей из автобуса удалось спасти, а всего пострадавших оказалось 60 человек, трое погибли, два десятка так и не нашли. Немногим позже причиной катастрофы полиция назвала некачественный ремонт в 2006 году [1].



Рисунок 6 – Спасательная операция на мосту в Миннеаполисе (Источник – <https://2drive.ru/krupnye-obrusheniya-mostov/>)

Аварии, вызванные несоблюдением установленных габаритов перевозимых грузов

Пешеходный мост на 49 км трассы М-10 в Солнечногорском районе Московской области обрушился после того, как его задел кузовом грузовик. Пострадавших нет (Рис. 7) [3].



Рисунок 7 – Обрушение пешеходного моста на 49 км трассы М-10(источник – <https://www.interfax.ru/photo/2835/30932>)

28 сентября 2021 года на 50-м километре федеральной трассы Р-242 Пермь - Екатеринбург самосвал MAN не опустил кузов и задел надземный пешеходный переход, что привело к обрушению конструкции. Под обвалившимся сооружением оказалась также ехавшая во встречном направлении "ГАЗель" (Рис. 8 и 9). Водители обеих машин получили тяжелые травмы и скончались на месте [4].



Рисунок 8 и 9 – Обрушение пешеходного моста на 50-м километре федеральной трассы Р-242 Пермь-Екатеринбург (Источник – <https://perm.bezformata.com/listnews/ekaterinburg-gruzovik-snyos-nadzemniy/105956015/>)

Литература:

1. Пятерка крупных и нашумевших обрушений мостов URL: <https://2drive.ru/kрупnye-obrusheniya-mostov/> (дата обращения 07.11.2023).
2. Овчинников И.И. Аварии транспортных сооружений и их предупреждение: монография/ И.И. Овчинников, Ш.Н. Валиев, И.Г. Овчинников [и др.]. – 2020: ИД «Среда», 2020. – 216 с.
3. Обрушение пешеходного моста на Ленинградке URL: <https://www.interfax.ru/photo/2835/30931> (дата обращения 08.11.2023).
4. Случаи обрушения пешеходных мостов в России в 2017-2021 годах URL: <https://ria.ru/20210928/mosty-1752143577.html> (дата обращения 08.11.2023).

О ПРИМЕНЕНИИ ПРИНЦИПОВ НЕЧЕТКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ К АНАЛИЗУ СОСТОЯНИЯ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

Нигаматова Ольга Ивановна, аспирант

кафедры «Мосты и транспортные тоннели»

*Уральский государственный университет путей сообщения, г. Екатеринбург
(Научный руководитель – Овчинников И.Г., докт. техн. наук, профессор)*

Проблема улучшения состояния автодорожных мостов в России осложняется большим количеством сооружений с неудовлетворительным состоянием, как на дорогах общего пользования России в целом, так и на Федеральной сети. Очень медленно улучшается общее техническое состояние сооружений, не получается пока полностью избавиться от аварийных мостов.

Показателями неудовлетворительного состояния мостовых сооружений являются:

- недостаточный габарит большого количества сооружений (как следствие низкая пропускная способность);

- недостаточная грузоподъемность мостовых сооружений, что приводит к ограничению по массе обращающихся транспортных средств и нагрузок на их оси;

- наличие дефектов и повреждений в конструкциях, снижающих срок службы сооружения;

- низкий уровень безопасности дорожного движения (в частности из-за повреждения покрытия мостового полотна и расстройств конструкций ограждений безопасности), прохода пешеходов.

Неудовлетворительное техническое состояние мостов является серьезной угрозой нормальному функционированию дорожной сети, приводит к большим социально-экономическим потерям в стране. Эксплуатация мостов, в том виде, как это происходит сегодня, приводит к уменьшению срока их службы, снижению надежности, повышению рисков.

Возникает необходимость нового подхода для устранения выше приведенных недостатков. Методической основой эксплуатационной системы должны стать новейшие научные разработки автоматизированной оценки и прогноза технического состояния автодорожных мостов, которые находятся в эксплуатации.

Накопленный опыт и анализ тенденций развития ремонтно-строительной отрасли в других странах показал, что основными свойствами такой системы должны быть:

- способность накапливать знания и использовать их при решении задач, возникающих в реальных производственных условиях;
- возможность использования методов экономического планирования и многокритериальной оптимизации;
- методов прогнозирования рисков (с привлечением теории вероятностей и современных методов искусственного интеллекта);
- средства для накопления и применения экспертных знаний.

Оценка технического состояния мостов является подготовительным этапом для принятия решения о мерах по их эксплуатации и частью комплексного процесса автоматизации. Известные методы оценки можно разделить на две группы:

- модели экспертных оценок;
- модели, построенные на базе современных достижений в теории надежности сооружений.

Одной из моделей, базирующейся на основах теории надежности является теория нечеткой логики, опирающаяся на понятие нечеткого множества, впервые введенного Лофти Заде в 1965 году.

Основы теории нечеткой логики уже широко известны во всем мире и изложены в большом количестве источников [1-4]. Нечеткая логика отличается от традиционной двухуровневой логики (да – нет, истина – ложь) тем, что между двумя крайними полюсами лежит бесконечное множество логических значений. Основной характеристикой нечеткого множества является функция принадлежности $\mu_A(x)$ элемента $x \in X$ подмножеству $A \subseteq X$, (где X – универсальное множество) принимает значение в интервале $[0,1]$: $\mu_A \rightarrow [0,1]$. Нечеткое подмножество A полностью определяется множеством пар $A = \{x, \mu_A(x)\}$. Здесь понятие "нечеткость" определяется отсутствием ясности о принадлежности элемента x множеству A . Само по себе значение $\mu_A(x)$ является контекстно-зависимым и интерпретируется как степень совместимости элемента $x \in X$ с подмножеством A , или как степень истинности v высказывания $x \in A$ или высказывания "x является свойством A": $\mu_A(x) = c \Leftrightarrow v(x \in A) = c$.

Методология нечеткого моделирования полностью соответствует общей методологии создания моделей сложных систем, лишь конкретизируя и дополняя ее применительно к процессу построения и использования нечетких моделей сложных систем.

Этапы процесса нечеткого моделирования [5]:

1. Анализ проблемной ситуации.

2. Структуризация предметной области и построение нечеткой модели (включает формализацию входных и выходных переменных модели, создание нечетких баз знаний, выбор процедуры нечеткого логического вывода и методов дефаззификации).

3. Выполнение вычислительных экспериментов с нечеткой моделью.

4. Анализ результатов вычислительных экспериментов.

5. Коррекция или доработка нечеткой модели.

Одним из наиболее сложных и трудоемких этапов нечеткого моделирования является формализация переменных модели. Сложность этого этапа связана с трудоемким процессом извлечения знаний экспертов (этот процесс изучает отдельная наука - когнитология) и представления переменных модели в виде лингвистических переменных (формально представляющих выражения естественного языка) и их терм-множеств.

Структура лингвистической переменной описывается набором $(N, T(N), X, G, M)$, в котором N – название переменной; T – терм-множество N , т.е. совокупность ее лингвистических значений; X - универсальное множество с базовой переменной x ; G – синтаксическое правило, которое может быть задано в форме бесконтекстной грамматики, порождающей термы множества T ; M – семантическое правило, которое каждому лингвистическому значению t ставит в соответствие его смысл $M(t)$, причем $M(t)$ обозначает нечеткое подмножество множества X [10].

Более сложные понятия могут характеризоваться составной лингвистической переменной. Например, понятие "трещина" может рассматриваться как название составной лингвистической переменной, компонентами которой являются лингвистические переменные "раскрытие", "глубина", "местоположение в пространстве", и т.п.

Действия над лингвистическими переменными осуществляются путем оперирования их функциями принадлежности. Обычно в практических приложениях применяются прямые либо косвенные методы построения характеристических функций (или построения их оценок) по выборкам и на основании априорной информации, в которую входят ограничения на эти функции [6]. Зачастую прибегают к эвристическим методам нахождения этих функций с последующей экспериментальной проверкой их "качества" [7].

Прямые методы характеризуются тем, что эксперт непосредственно задает правила определения значений функций принадлежности с помощью таблиц, графиков или формул [7].

В косвенных методах значения функций принадлежности выбираются таким образом, чтобы удовлетворить заранее сформулированным условиям. При построении нечетких моделей систем наиболее часто используются следующие

методы построения функций принадлежности: метод парных сравнений; метод привлечения статистических данных; метод экспертных оценок; параметрический метод; метод ранговых оценок.

После того, как все переменные модели преобразованы к нечеткому виду, выполняется структуризация предметной области и построение модели. На вход системы поступает набор реальных значений переменных состояния системы X , которые отображаются фаззификатором в "нечеткие" множества переменных. Фаззификатор выполняет преобразование "четкой" переменной $\bar{x} = (x_1, \dots, x_n)^T \in X_B$ в нечеткое множество A' из X . Нечеткий логический анализатор формирует решение в виде нечеткого множества, с использованием нечеткой базы знаний и операций над нечеткими входными переменными. Дефаззификатор преобразует полученное решение $\mu(y) \in Y$ к точному значению $y \in Y$.

Произведя анализ методов оценки технического состояния можно сделать вывод, что существующие методики диагностики мостовых сооружений не дают четкого представления о техническом состоянии сооружений, в условиях неопределенности. Проанализировав известные методы оценки технического состояния необходимо разработать методику оценки технического состояния и прогноза остаточного ресурса, опирающуюся на аппарат нечеткой логики, используя эти методы в качестве основы.

Для этого необходимо решить следующие задачи:

- выполнить анализ существующих методов оценки технического состояния мостовых сооружений;
- разработать модели и алгоритмы оценки технического состояния и прогноза ресурса мостовых сооружений и их элементов с применением теории нечеткой логики;
- автоматизировать оценку технического состояния элементов и сооружения в целом на основе результатов обследования и нормативных технических характеристик с использованием теории экспертных систем и методов искусственного интеллекта;
- автоматизировать прогноз остаточного ресурса сооружения в соответствии с теоретической моделью деградации;
- разработать алгоритм принятия решения относительно эксплуатационных мероприятий или характера ремонтных работ.

При этом необходимо использовать методы системного анализа для выявления факторов, которые влияют на принятие решения относительно технического состояние объекта и проектных решений о последующей его эксплуатации; методы разработки экспертных систем и методы искусственного

интеллекта, в том числе теории нечетких множеств – для эффективного представления и обработки знаний, теории принятия решений в многокритериальной среде в условиях неопределенности – для разработки метода поиска оптимальных проектных решений.

Определенный шаг в этом направлении сделан и изложен в работах [8,9,10]

Литература:

1. Zadeh L.A. Fuzzy sets.- Information and Control.- 1965.- 8, 3, p. 338-353.
2. Заде Л.А. Размытые множества и их применение в распознавании образов и кластер-анализе. - В кн.: Классификация и кластер / Под ред. Дж.Вэн Райзина.- М:Мир, 1980.- С. 208-247.
3. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств М.:Радио и связь, 1982.-432 с.
4. Овчинников И.Г. Овчинников И.И. Об оценке состояния мостовых сооружений с использованием теории нечетких множеств// Энергосберегающие технологии на железнодорожном транспорте. Сб. науч. статей. Саратов. Изд-во Сарат. Ун-та. 2002.с.39-44.
5. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH СПб.: БХВ-Петербург, 2003.-736 с.: ил.
6. Аверкин А.Н. Нечеткое отношение моделирования и его использование для классификации и аппроксимации в нечетких лингвистических пространствах.- Изв. АН СССР: Техническая кибернетика, 1982, N 2, с. 215.
7. Алтунин А.Е., Семухин М.В. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях. Тюмень: Изд-во Тюменского государственного университета, 2000. - 352 с.
8. Нигаматова О.И. Применение нечеткого моделирования при автоматизированной оценке технического состояния мостовых сооружений // Молодежь и научно-технический прогресс в дорожной отрасли юга России: материалы IX Международной науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, 20-22 мая 2015 г., Волгоград / М-во образования и науки Рос. Федерации, Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т. — Волгоград : ВолГАСУ, 2015.С. 24–28.
9. Овчинников И.Г., Шварц А.Ю., Овчинников И.И., Нигаматова О.И. О разработке интеллектуальных систем проектирования и оценки технического состояния мостовых сооружений. Часть 1 // Транспортные сооружения, 2018 №1, <https://t-s.today/PDF/10SATs118.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/10SATs118.
10. Шварц А.Ю., Овчинников И.И., Овчинников И.Г., Долинина О.Н., Нигаматова О.И. О разработке интеллектуальных систем проектирования и оценки технического состояния мостовых сооружений. Часть 2 // Транспортные сооружения, 2018 №1, <https://t-s.today/PDF/12SATs118.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/12SATs118.

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОБСТВЕННЫХ ЧАСТОТ КОЛЕБАНИЙ МОСТА

*Зизюк Евгений Андреевич, студент 1-го курса
кафедры «Гидропневмоавтоматика и гидропневмопривод»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Чепелева Т.И., канд. техн. наук, доцент)*

Постоянно насущной задачей является задача снижения колебаний мостовых сооружений. Высокоскоростные сети железных дорог вызывают риск резонансных явлений и требуют инновационных строительных решений по строению новых улучшенных мостов, что приведет к экономической эффективности модернизации созданных маршрутов. Важным фактором является снижение вибраций мостовых перекрытий. Для этого устанавливают динамические гасители колебаний между пролетными строениями мостов на мостовых перекрытиях, что приводит к снижению вертикального ускорения амортизаторов или балок мостов. Но в этом случае практически не учитывается эксцентриситет при деформировании от движения поезда, а он может привести к вращению краев балки мостового перекрытия. Для компенсации необходима установка несущих упругих элементов, чтобы обеспечить надежную защиту от всевозможных вибраций. Чтобы обеспечить долговечность моста, необходимы прежде всего провести соответствующие математические расчеты частот колебательных процессов сооружения, составив предварительно математическую модель моста. Для расчета собственных частот колебаний можно использовать стандартные программы, используя программные средства WOLFRAM MATHEMATICA, SPSS, MAPLE, MATCAD, MATLAB. Так же можно провести расчеты непосредственно составив программы, используя современные языки программирования, такие как PYTHON, C#, C++, JAVA и др. Для расчета собственных частот, обусловленных наличием инерционных масс, упругих связей и их различного рода расположений, существуют такие методы, как Толле, Стодолы, Рэля, Рэля-Ритца, Хольцера, Терских, матричный метод. Методы в основном специализированные: метод Рэля позволяет дать оценку основной частоты системы, Холькера – удобен для определения собственных частот цепных систем. Матричный метод удобен как для цепных, так и для систем с реактивными звеньями, он является фундаментальной частью для отыскания собственных значений и собственных векторов матрицы, которые определяют амплитуды колебательных процессов балок моста.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ МОСТА

*Колосов Арсений Александрович, студент 1-го курса
кафедры «Гидропневмоавтоматика и гидропневмопривод»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Чепелева Т.И., канд. техн. наук, доцент)*

Задача повышения стойкости железнодорожного моста, надежности и увеличение долговечности особо актуальна. Мостовые сооружения – это мощные конструкции, колебания которых можно рассматривать, как и колебания механических систем, обладают тем же свойством диссипации с рассеянием энергии в результате различных необратимых процессов в материале упругих элементов, с конструкционным демпфированием в опорных узлах и с потерей энергии колебаний в окружающую среду. Эксплуатационные свойства, надежность и долговечность создаваемых новых мостов в значительной степени зависят от характеристик создаваемых сооружений и методов их расчета. Сделана попытка провести моделирование железнодорожного моста и рассчитать динамические нагрузки в основных узлах соединений, найти амплитуды колебательных процессов и определить резонансные зоны. Для расчета амплитуд колебательных процессов использовался приближенный метод Рунге-Кутты и точный метод аналитический. Аналитический метод получен на базе операционного метода, путем обобщений, получены алгоритмы при определенных внешних воздействиях на сооружение моста. Аналитический метод позволяет вести расчеты при случайных, периодических и импульсных воздействиях на мост. Полученные алгоритмы позволяют определить резонансные зоны амплитуд колебаний. Ведь строительство моста требует самых точных расчетов, которые должны учитывать все возможные факторы, которые могут повлиять на стабильность, целостность и прочность моста. Если тысячи людей проходят через мост, не только поезда, могут раскачивать мост, независимо от синхронизации пешеходов. Шаткость моста скрывается от резонансных колебаний, поэтому в конструкции мостов добавляют демпферы. При создании сложной системы моста обязательно учитываются синхронизация и резонанс. Аналитический метод позволяет исследовать сложную конструкцию моста на надежность и долговечность с определением резонансных зон. Однако при построении моста следует проводить и дополнительные исследования на природные особенности территории, грунт, климат, уровень подземных вод, трафик, транспортную максимальную нагрузку и качество бетона, металла.

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ, СОЕДИНЯЮЩИЙ ГОРОДА МАХЧЕСК И ДЗИНАГА (РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ, РЕСПУБЛИКА СЕВЕРНАЯ-ОСЕТИЯ)

*Бондарев Андрей Романович, студент 4-го курса
кафедра «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

Проект по дисциплине «Тоннели и подземные сооружения» представляет собой проектирование портала железнодорожного тоннеля в Российской Федерации (Республика Северная Осетия-Алания). (Рис. 1).



Рисунок 1 – План трассы

Строительство данного подземного сооружения было решено с целью улучшения транспортного сообщения между отдаленными населенными пунктами.

Тоннель имеет протяженность 10 км с закруглениями по 2400 метров в углах поворота. (Рис. 2).

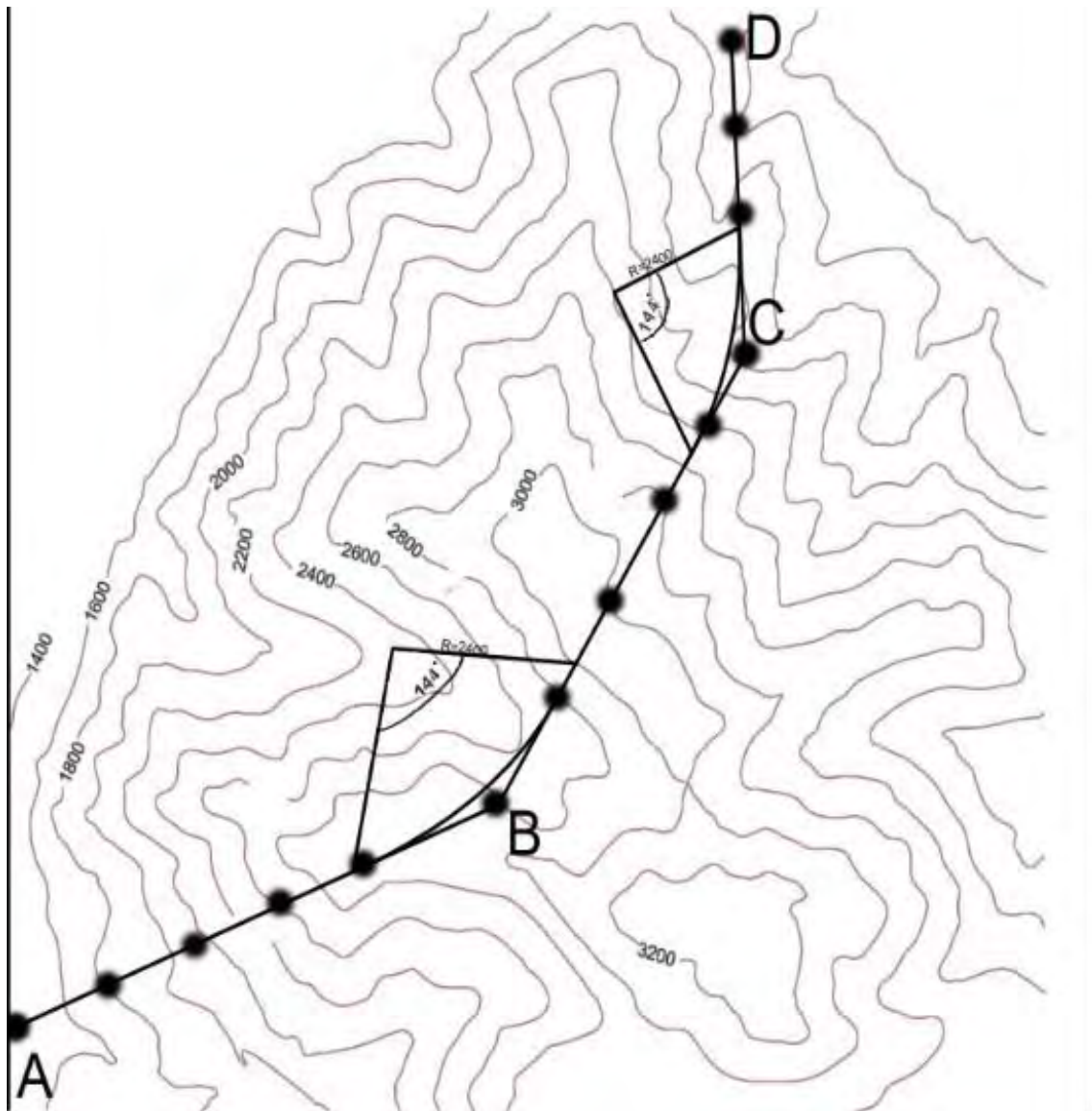


Рисунок 2 – Рельеф

Продольный профиль трассы, соединяющий города Махческ и Дзинага (Рис. 3).

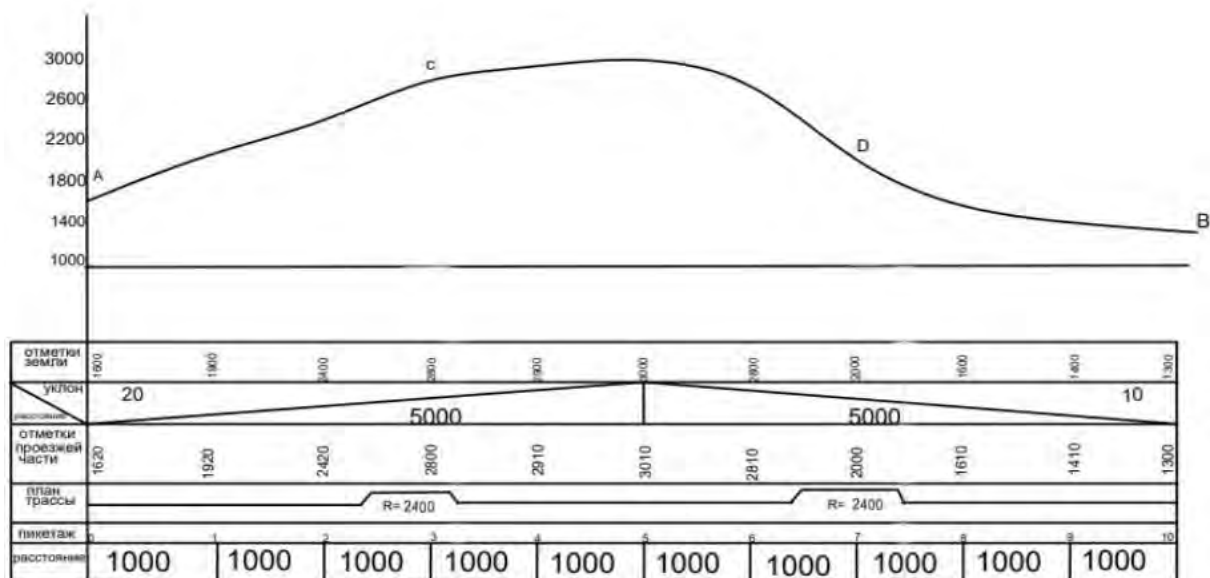


Рисунок 3 – Продольный профиль трассы

На въезде и выезде из тоннеля размещены порталы. Портал - это конструкция из камня или бетона, обрамляющая въезд в тоннель снаружи. Основная функция портала заключается в предотвращении обвала грунта и горной породы на дорожное покрытие. Для улучшения внешнего вида портал подвергается архитектурной обработке в соответствии с условиями местности и финансовыми возможностями. В данном проекте представлено архитектурное оформление отеля у въезда в тоннель со стороны города Дзинага. (Рис. 4 и 5).



Рисунок 4 – Фасад главного входа

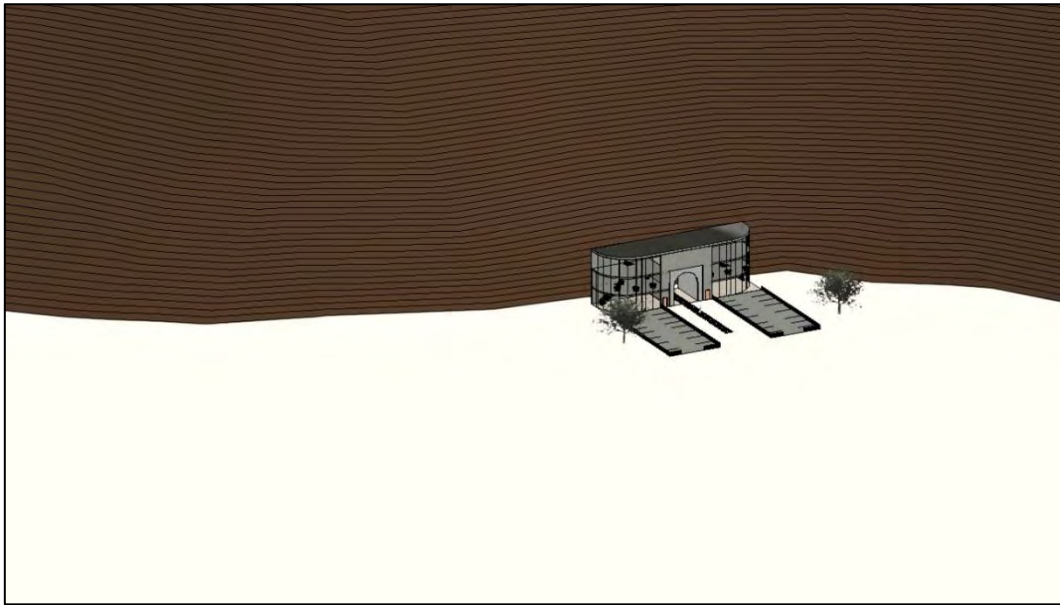


Рисунок 5 – Общий вид здания

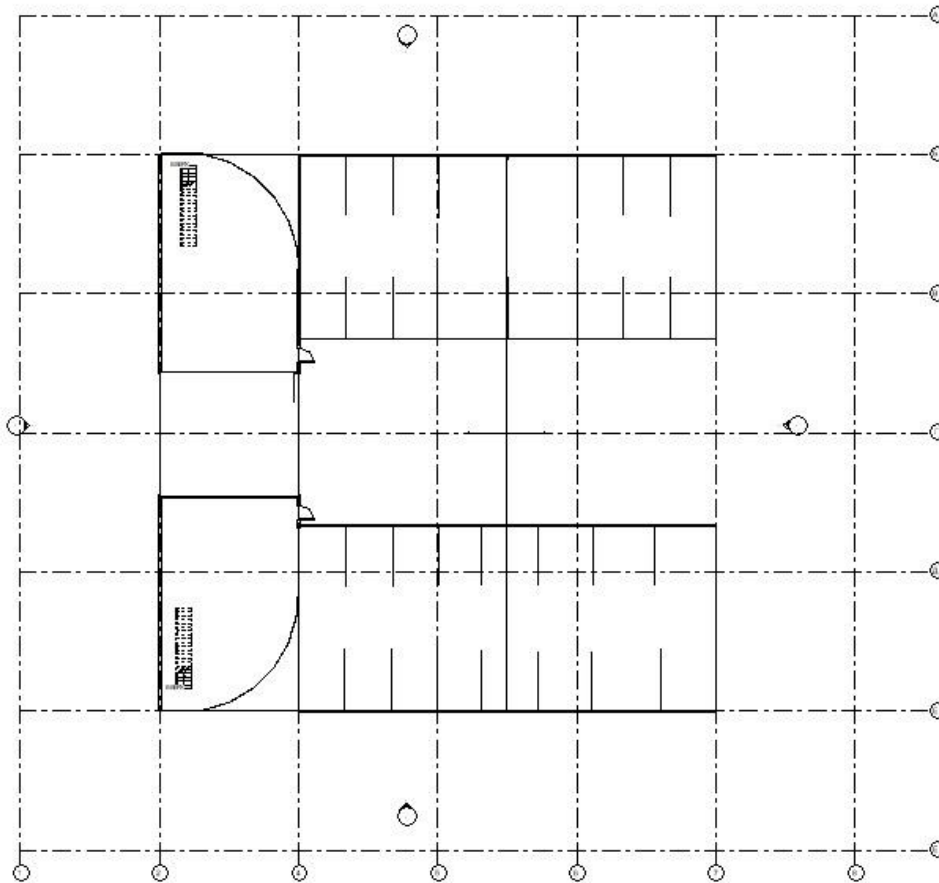


Рисунок 6 – План первого этажа

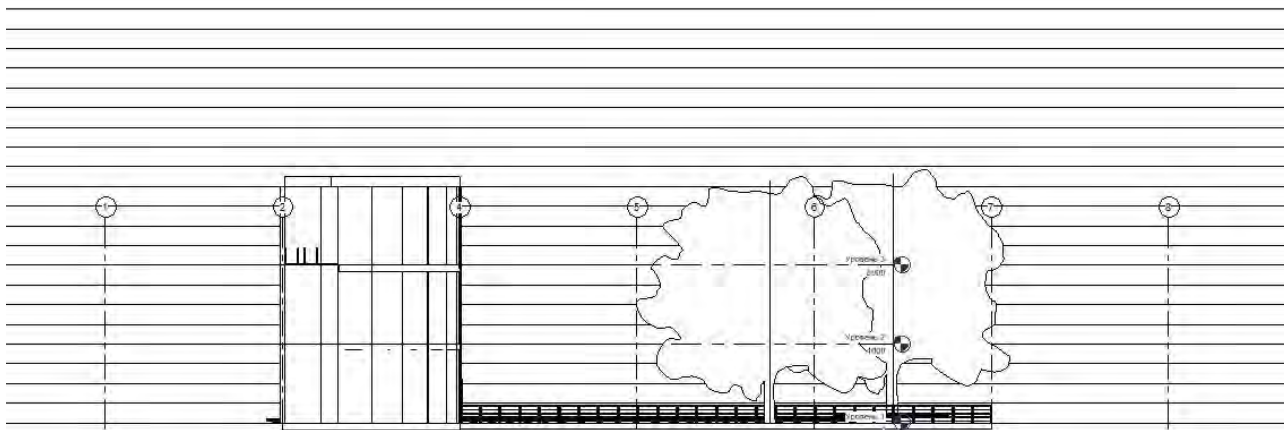


Рисунок 7 – Разрез

Представленный выше проект по строительству железнодорожного тоннеля между городами Махческ и Дзинага поможет улучшению инфраструктуры и транспортного сообщения региона. С помощью архитектурного решения улучшается вид портала, а также дает возможность увеличить приток туристов в данный район. В свою очередь это улучшит положение региона в экономическом плане.

Таким образом, для постройка такого сооружения потребует больших финансовых, ресурсных и трудовых затрат. Для руководителей строительства железнодорожного тоннеля между городами Махческ и Дзинага понадобятся обширные и точные знания в области строительства и проектирования. Это скажется на будущей эксплуатации здания на безопасном и практическом уровне. А также гармоничному внешнему виду здания внутри и снаружи.

КОММУНАЛЬНЫЙ МОСТ В КРАСНОЯРСКЕ

*Бураков Никита Александрович, студент 3-го курса
кафедры «Автомобильные дороги»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Ходяков В.А., старший преподаватель)*

Коммунальный мост в Красноярске (Рисунок). Является одной из ключевых инфраструктурных сооружений города, оказывающим значительное влияние на различные сферы городской жизни. В данной работе рассмотрим ключевые аспекты и значение этого моста для жителей и экономики региона.



Рисунок 1 – Коммунальный мост в Красноярске

Открытие моста состоялось 15 ноября 1961 года. На тот момент Коммунальный мост Красноярска был самым длинным мостом в Азии. Авторы проекта - Егоров П. А., Ивашова К. К.

Стоит отметить, что Коммунальный мост положил начало строительству уникальных спортивных сооружений на острове Отдыха, таких как Дворец спорта И. Ярыгина и Центральный стадион.

Основные характеристики моста: Материал конструкции – сталь. Высота – 26 метров, более 2,3 километра в длину и 23,4 метра в ширину. Полос движения

– 6 (по 3 в каждом направлении). Также коммунальный мост выполняет функции связи между различными районами города тем самым он способствует интеграции и улучшению доступности для жителей. Наличие моста в данном районе приводит к снижению транспортных пробок и более быстрому перемещению автомобилей.

Наибольшую известность Коммунальный мост приобрёл после того, как на десятирублёвых банкнотах было помещено его изображение. (Рисунок).



Рисунок 2 – Купюра с изображением моста

Благодаря легкости перемещения по мосту, теперь появилось много функций для бизнеса и торговли, что крайне положительно сказывается на экономике города.

Влияние моста значительно повышает качество инфраструктуры, тем самым способствуя развитию городской среды, повышая культурные и социальные аспекты жизни города.

Коммунальный мост в Красноярске безусловно играет одну из ключевых ролей в формировании инфраструктурного облика города, воздействуя на социально-культурную, экономическую и логистическую сферы.

Литература:

1. КрасКомпас.РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kraskompas.ru/nash-gorod/dostoprimechatelnosti/mosty/item/3-kommunalnyj-most.html> – Дата доступа: 05.12.2023
2. Интернет-газета newslab.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://newslab.ru/article/1063529> – Дата доступа: 18.10.2021
3. «Красноярск и его достопримечательности» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.krinfo.ru/sights/kommunalnyi_most – Дата доступа: 05.12.2023

ПРЕЗИДЕНТСКИЙ МОСТ В УЛЬЯНОВСКЕ

*Бураков Никита Александрович, студент 3-го курса
кафедры «Автомобильные дороги»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Ходяков В.А., старший преподаватель)*

Президентский мост в Ульяновске (Рисунок 1), также известный как "Мост через Волгу", это уникальное инженерное сооружение, соединяющее правый и левый берега Волги. Мост имеет огромное значение для транспортной инфраструктуры города Ульяновска и обеспечивает важное транспортное сообщение между различными частями города.



Рисунок 1 – Президентский мост в Ульяновске

История президентского моста берет свое начало в 1970-х годах, но его строительство началось лишь в 2005 году, и мост был введен в эксплуатацию в 2009 году. Это значимое событие способствовало улучшению транспортной доступности города, уменьшило транспортные проблемы и оказало положительное влияние на экономическое развитие региона.

Мост имеет длину около 5,8 километров и является одним из самых длинных в России. Он включает в себя два яруса — верхний для автотранспорта и нижний для железнодорожного сообщения. Этот инновационный подход позволил эффективно использовать пространство и обеспечить необходимую транспортную пропускную способность через реку.

Культурно и исторически мост имеет большое значение для Ульяновска и его жителей. Он стал символом развития города и представляет собой важное инженерное достижение. Все это делает Президентский мост в Ульяновске важным объектом как для города, так и для всей страны.

Литература:

1. Национально правовой Интернет-портал РФ [banteeva.ru] – Режим доступа: <https://banteeva.ru/most-cerez-volgu-v-kazani-gde/>. – Дата доступа: 17.11.2023
2. Международная выставка-форум России [ulpravda.ru] – Режим доступа: <https://ulpravda.ru/rubrics/soc/samyi-dolgi-most-kak-stroilsia-prezidentskii-i-v-chem-ego-unikalnost>. – Дата доступа: 20.11.2019

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС В ШВЕЙЦАРИИ МЕЖДУ ГОРОДАМИ ТЕБЕРДА - КРАСНЫЙ КАРАЧАЙ

*Бурмаков Иван Алексеевич, студент 4-го курса
кафедра «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

Проект представляет собой объёмно-планировочное решение комплекса, представляющего собой два сооружения различного функционального назначения. Первое сооружение представляет собой торговый центр, адаптированный под существующий рельеф. Второе сооружение – это железнодорожный тоннель, который имеет длину 17 км и два поворота трассы с закруглениями по 2100 метров каждая.

Местоположение данного многофункционального комплекса выбрано в России, между населёнными пунктами Теберда - Красный карачай (Рис.1).

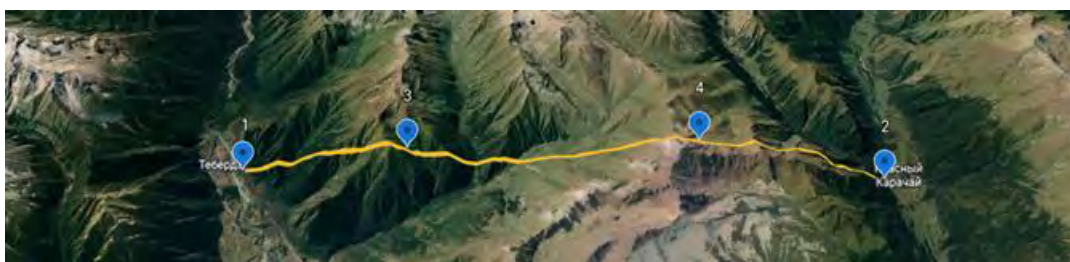


Рисунок 1 – Трассировка тоннеля

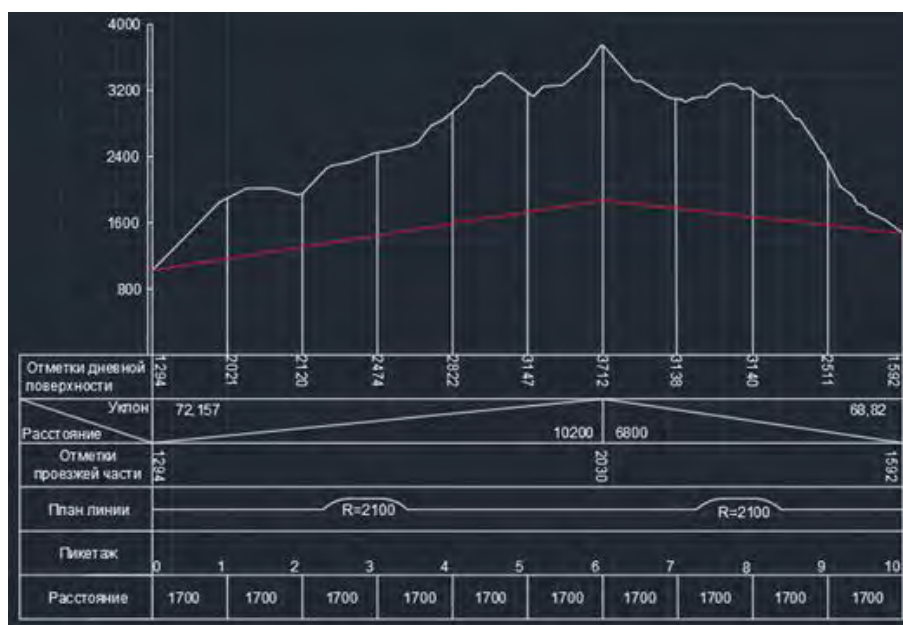


Рисунок 2 – Продольный профиль трассы

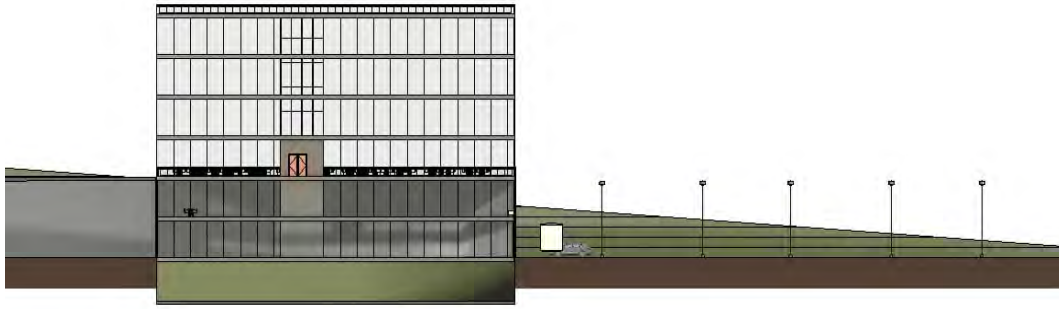


Рисунок 3 – Восточный Фасад

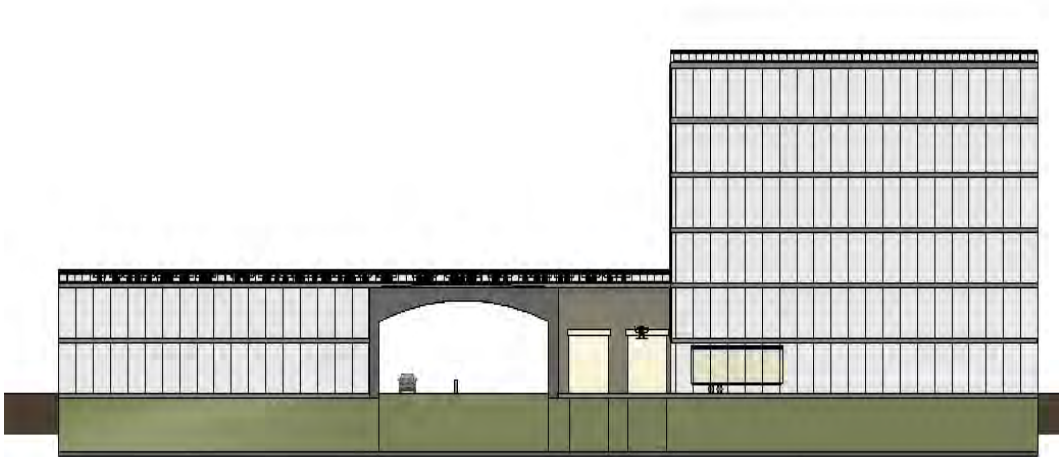


Рисунок 4 – Южный Фасад

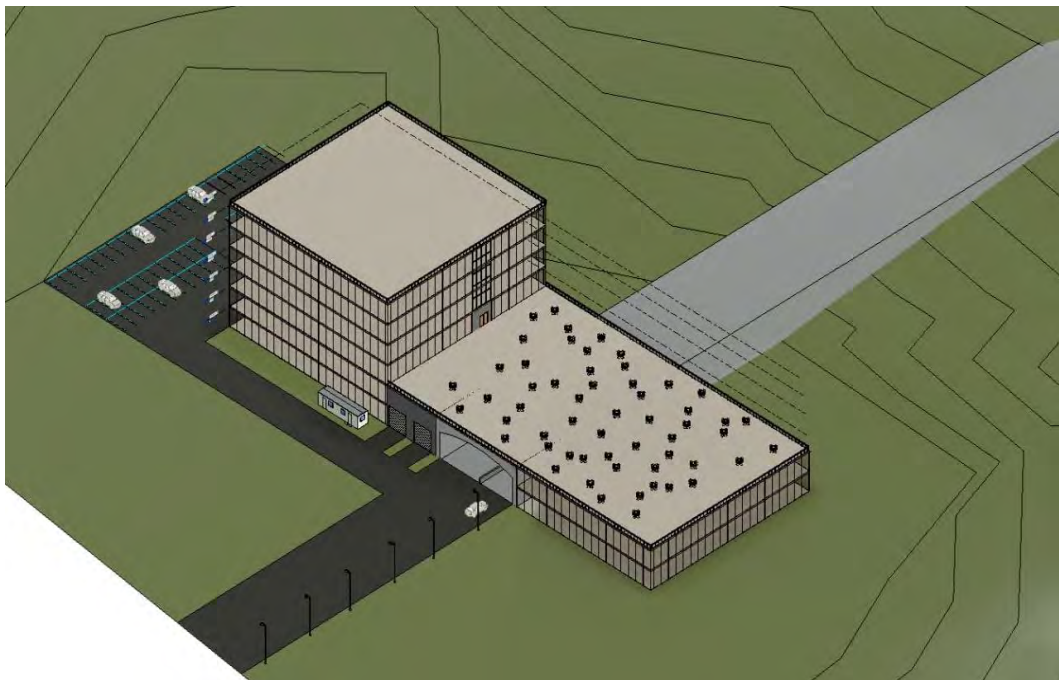


Рисунок 5 – Общий вид

Обделка тоннеля была рассчитана в программном комплексе SOFISTIK. Ниже представлены расчетные схемы обделки, нагрузки от давления грунта на конструкции тоннеля и эпюры усилий (M, N).



Рисунок 6 – Расчетная схема поперечного сечения с учётом застройки

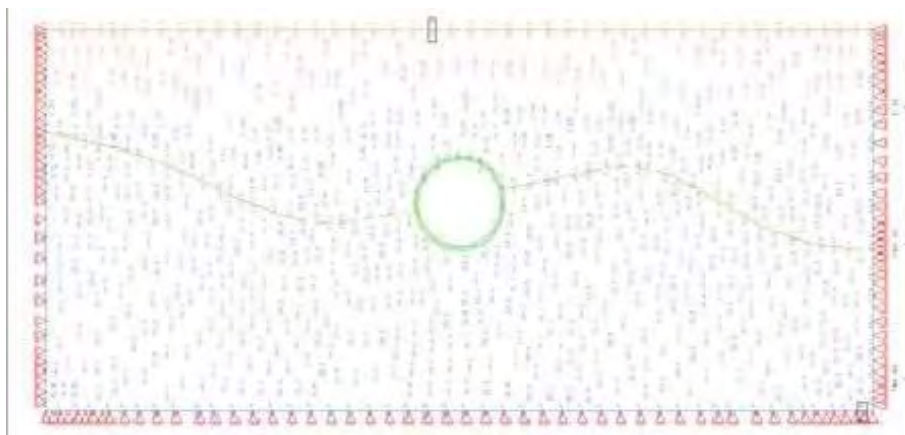


Рисунок 7 – Нагрузки от давления грунта на конструкции тоннеля

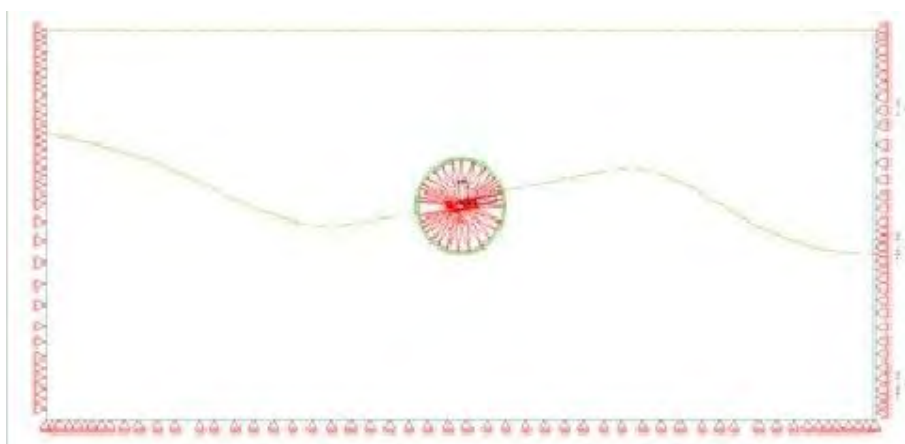


Рисунок 8 – Эпюра продольных усилий N

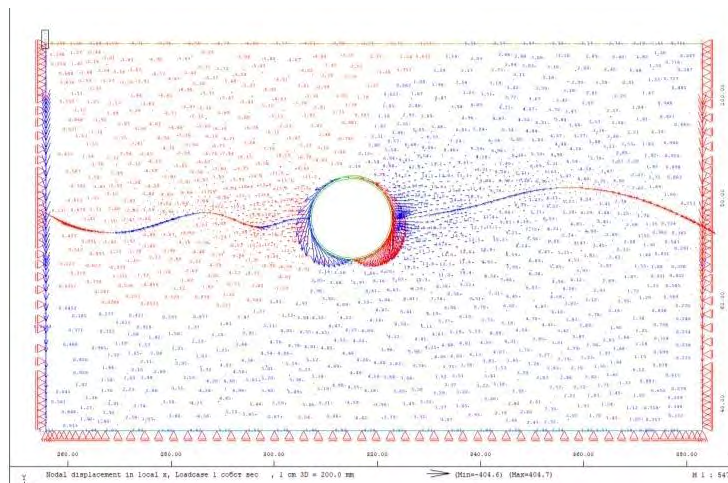


Рисунок 9 – Эпюра изгибающих моментов M

Данный проект многофункционального комплекса является важным объектом для населённых пунктов Теберда - Красный карачай, так как он является важной связующей коммуникацией для улучшения обеспечения организации движения между рассматриваемыми населёнными пунктами. Помимо этого, совмещение данных сооружений способствует повышению уровня туризма в населённых пунктах Теберда - Красный карачай.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ПОДЗЕМНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА НА ЭКОНОМИКУ

*Бушило Максим Евгеньевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Галковская Л.А., старший преподаватель)*

Подземное строительство уже давно стало неотъемлемой частью развития современной инфраструктуры. От систем метро до туннелей и инженерных коммуникаций — подземный мир играет решающую роль в объединении и поддержании сообществ. Однако экономический эффект этих скрытых чудес часто остается незамеченным. В этой статье будут показаны значительные экономические выгоды, которые подземное строительство приносит экономике страны.

Экономическое значение подземного строительства:

1. Создание рабочих мест. Проекты подземного строительства требуют высококвалифицированной рабочей силы, начиная от инженеров и архитекторов и заканчивая строителями и экскаваторами. Эти проекты предоставляют возможности трудоустройства на местном уровне, стимулируя рост рабочих мест и стимулируя местную экономику.

2. Увеличение инвестиций. Проекты подземного строительства привлекают значительные инвестиции как из государственного, так и из частного сектора. Развитие новых транспортных систем или коммунальной инфраструктуры увеличивает стоимость недвижимости и стимулирует бизнес инвестировать в этот район, что приводит к экономическому процветанию.

3. Улучшение транспортного потока. Строительство метро позволяет создать эффективные транспортные системы, позволяющие людям беспрепятственно перемещаться по городским районам. Пассажиры могут сэкономить время и деньги, избегая заторов на дорогах, что еще больше стимулирует экономическую деятельность за счет облегчения доступа к возможностям трудоустройства и разнообразным рынкам.

4. Развитие инфраструктуры. Подземная инфраструктура, такая как канализация, водопровод и силовые кабели, жизненно важна для бесперебойного функционирования городов. Модернизация и расширение этих систем улучшает государственные услуги, привлекает новые предприятия и способствует устойчивому городскому развитию.

Преимущества подземного строительства:

1. Экономический рост. Проекты подземного строительства способствуют экономическому росту, создавая возможности трудоустройства, привлекая инвестиции и стимулируя местную деловую активность.

2. Улучшение инфраструктуры. Модернизация и расширение подземной инфраструктуры приводит к улучшению общественных услуг, повышению качества жизни и повышению стоимости недвижимости для местных жителей.

3. Устойчивое развитие. Подземное строительство играет решающую роль в устойчивом городском развитии, позволяя городам принимать растущее население, не жертвуя ценными надземными пространствами.

4. Экономия времени и средств. Эффективные транспортные системы, созданные за счет подземного строительства, экономят время и расходы пассажиров, делая местную экономику более продуктивной и конкурентоспособной.

В последние годы проекты подземного строительства становятся все более распространенными, меняя ландшафты и предлагая решения проблем городского пространства. От систем метро до подземных торговых центров — эти проекты дают множество преимуществ, таких как повышение эффективности и снижение заторов. Однако, помимо непосредственных выгод, важно оценить долгосрочное экономическое воздействие на местную экономику. В этой статье мы углубимся в экономические последствия проектов подземного строительства и их общее влияние на общество.

Подземные сооружения, такие как торговые центры и музеи, могут стать важными туристическими достопримечательностями. Эти уникальные пространства привлекают посетителей из ближнего и дальнего зарубежья, стимулируя местный туризм и обеспечивая экономический стимул для различных секторов экономики. Статистика показывает, что подземные аттракционы могут увеличить количество посетителей до 20% по сравнению с наземными альтернативами.

От преобразования транспортных систем до оптимизации землепользования и создания возможностей трудоустройства — подземное строительство играет жизненно важную роль в развитии местной экономики. Инвестиции в эти скрытые усилия приводят к расширению связей, эффективному управлению коммунальными услугами и экономическому росту. Статистика и ключевые выводы, обсуждаемые в этой статье, проливают свет на огромный потенциал и преимущества подземного строительства. Очевидно, что глубины под нашими городами не только являются фундаментом, но и обладают силой, способной поднять уровень общества и способствовать экономическому процветанию.

Литература:

1. utilitiesone.com [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://utilitiesone.com/evaluating-the-economic-impact-of-underground-construction-on-local-economy>

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС В ШВЕЙЦАРИИ МЕЖДУ ГОРОДАМИ МЮРРЕН И БРИГ-ГЛИС

*Бушило Максим Евгеньевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

Проект представляет собой объёмно-планировочное решение комплекса, представляющего собой два и более сооружения различного функционального назначения. Первое сооружение представляет собой отель, адаптированный под существующий рельеф. Второе сооружение – это железнодорожный тоннель, который имеет длину 45 км и два поворота трассы с закруглениями по 2500 метров каждая.

Местоположение данного многофункционального комплекса выбрано в Швейцарии, между городами Мюррен и Бриг-Глис (Рис. 1).

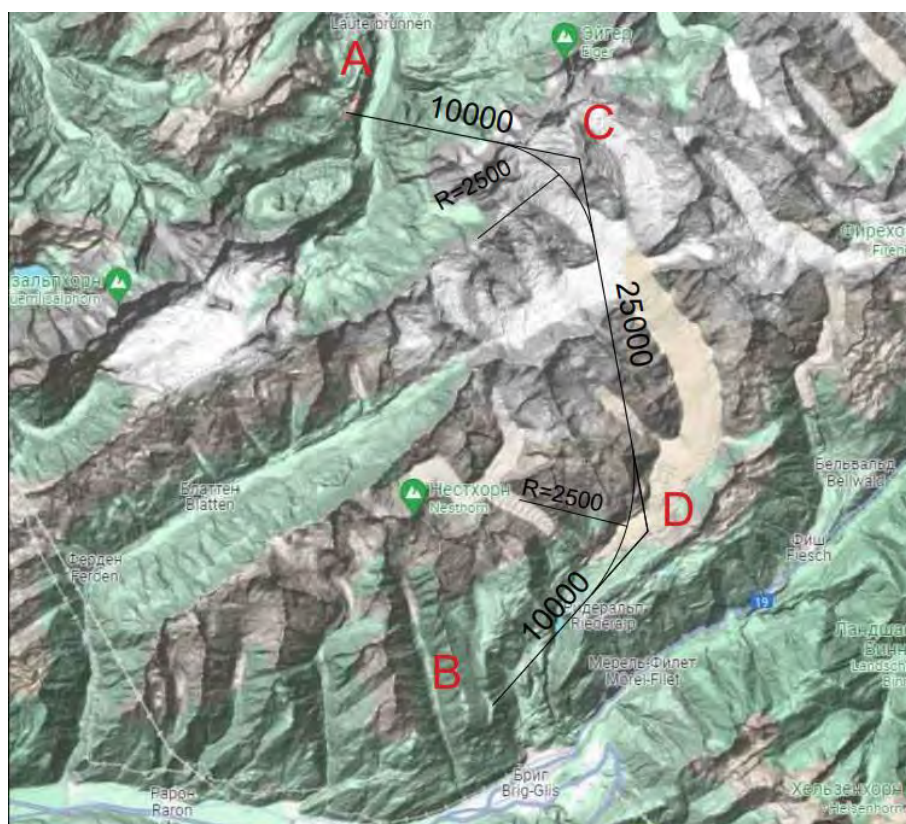


Рисунок 1 – Трассировка тоннеля

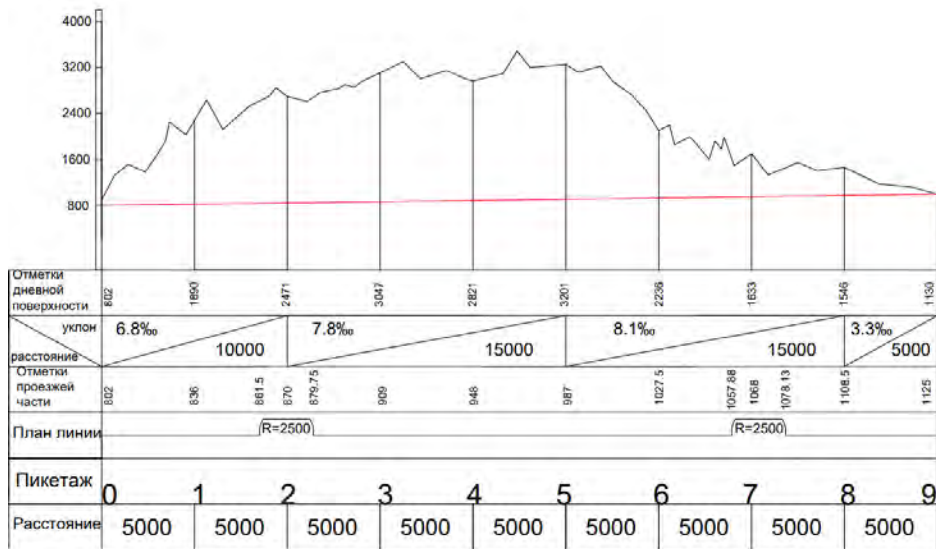


Рисунок 2 – Продольный профиль трассы



Рисунок 3 – Фасад в осях 1 – 8

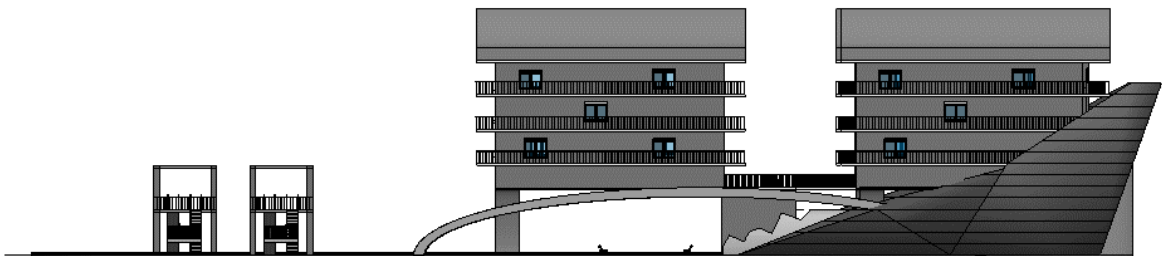


Рисунок 4 – Фасад в осях А – Д



Рисунок 5 – Общий вид

Данный проект многофункционального комплекса является ключевой конструкцией для городов Мюррен и Бриг-Глис, так как он является важным логистическим решением для эффективного обеспечения организации движения между данными городами. Помимо того, совмещение данных сооружений способствует повышению уровня туризма в городах Мюррен и Бриг-Глис, и их экономике.

ПОДЗЕМНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ РАЗВЯЗКА, СОВМЕЩЕННАЯ С ПОДЗЕМНЫМ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМ КОМПЛЕКСОМ И СТАНЦИЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНА В ГОРОДЕ МИНСК

Герман Вадим Николаевич, студент 5-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

Многофункциональный подземный комплекс расположен в городе Минск на пересечении улиц Казимировская и Нёманская (Рис. 1).

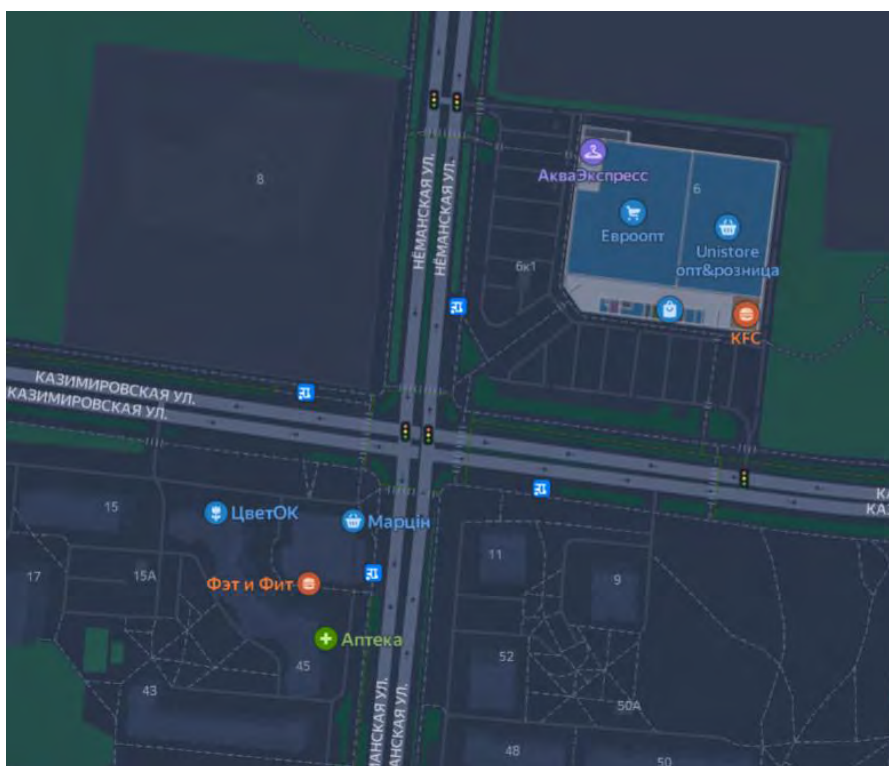


Рисунок 1 – Расположение паркинга

Данный проект должен снизить нагрузки на перекресток в час-пик

Проект представляет собой подземную автомобильную развязку, совмещенную с многофункциональным подземным комплексом, подземные пешеходные переходы и станцию метро.

Станция метрополитена залегает на глубине 39 метров, подземный пешеходный переход — 9 метров, автомобильный тоннель на глубине — 7 метров, подземный комплекс на глубине - 53 метров.

Расчет напряжений, возникающих в грунте при строительстве комплекса и в сооружении после строительства, использовался вычислительный комплекс SOFiSTiK.

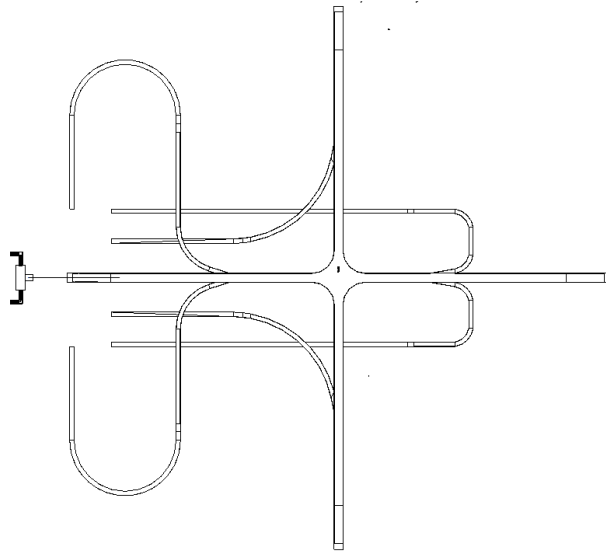


Рисунок 2 – План подземной развязки

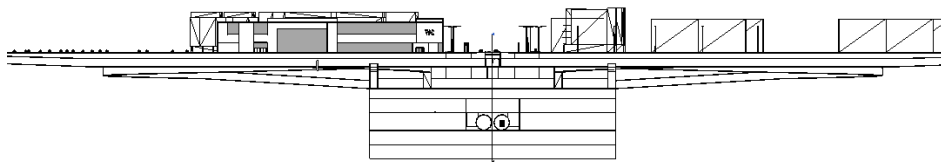


Рисунок 3 – Восточный фасад сооружения

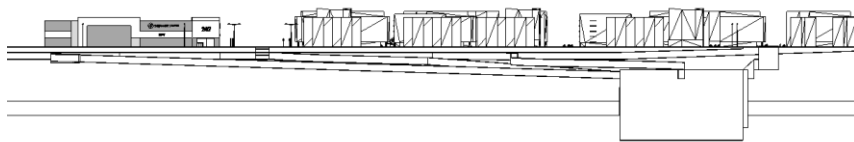


Рисунок 4 – Северный фасад сооружения

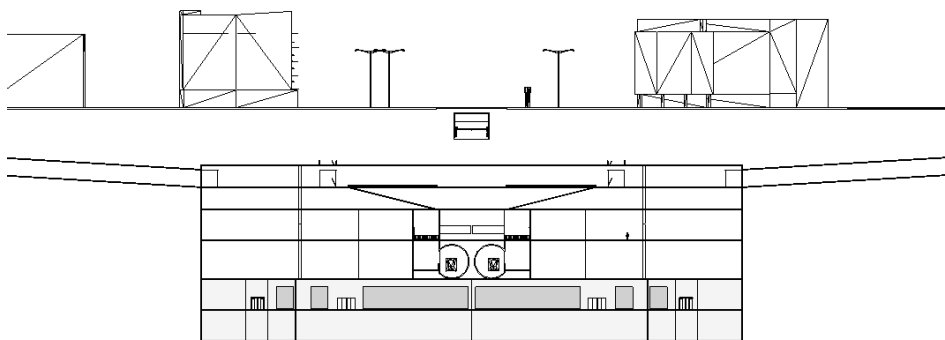


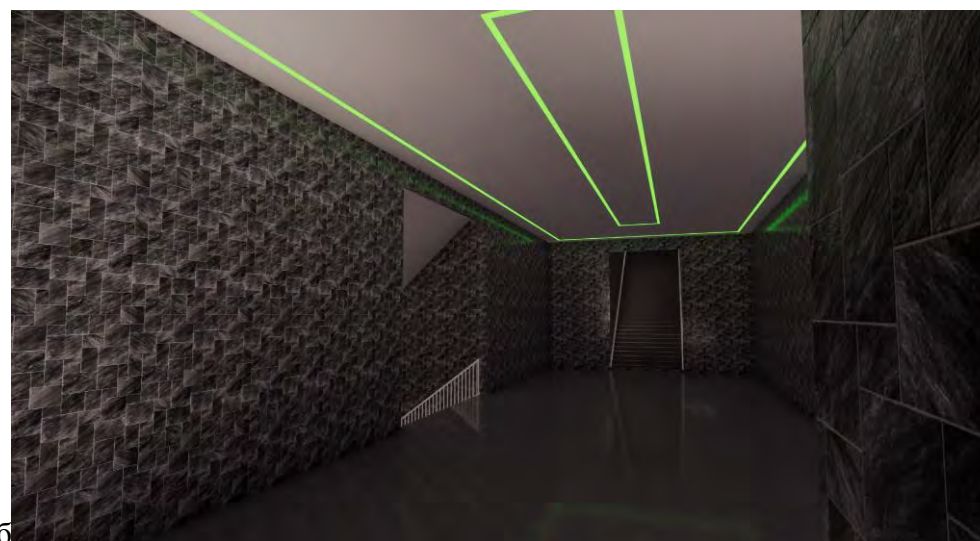
Рисунок 5 – Многофункциональный комплекс, совмещенный со станцией метро в разрезе



Рисунок 6 – Общий вид перекрестка



Рисунок 7 – Вход в подземный пешеходный переход и въезд в подземный перекресток



6

Рисунок 8 – Подземный пешеходный переход

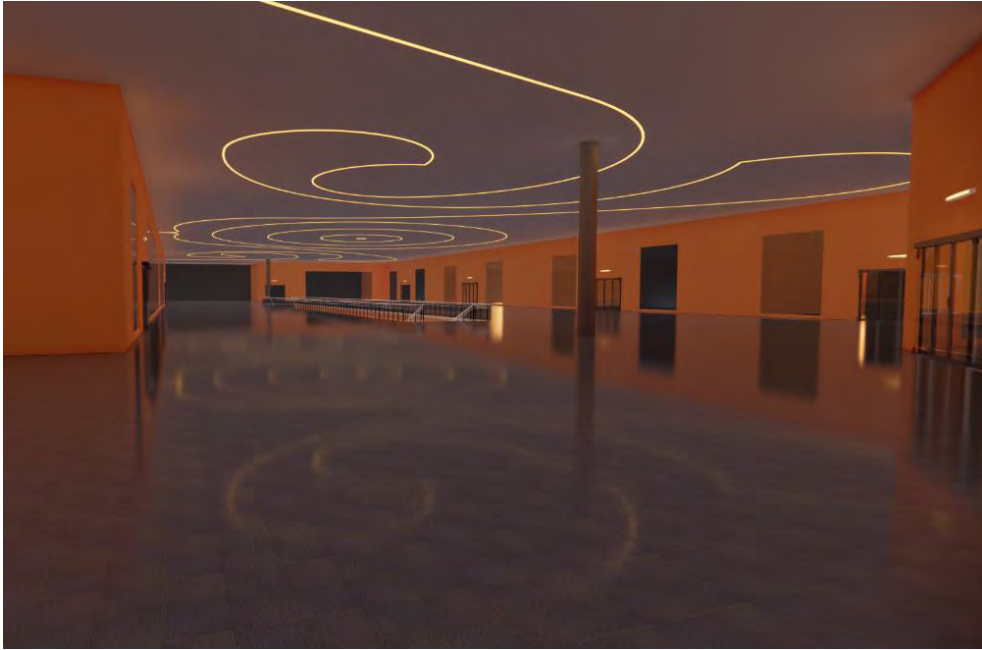


Рисунок 9 – Торговая зона

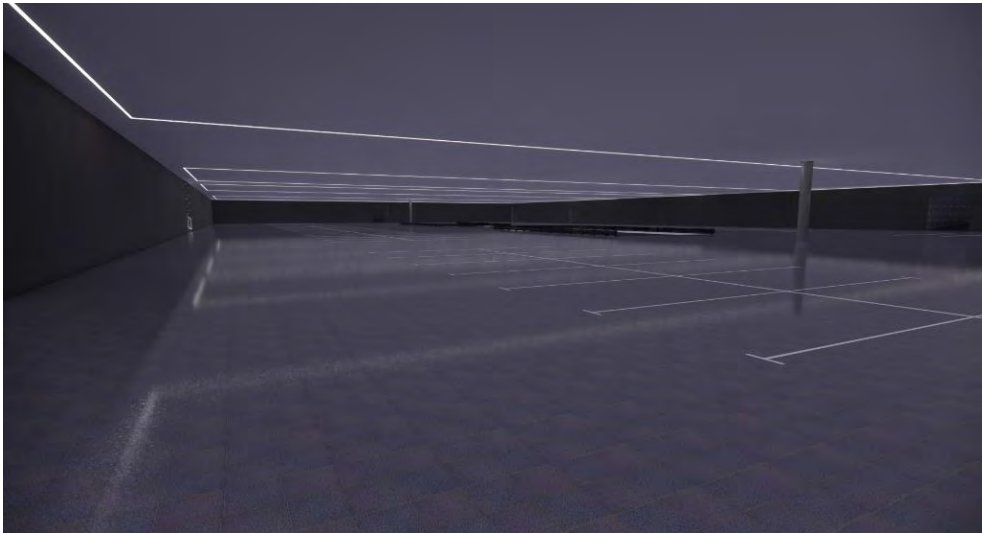


Рисунок 10 – Зона парковки в многофункциональном комплексе

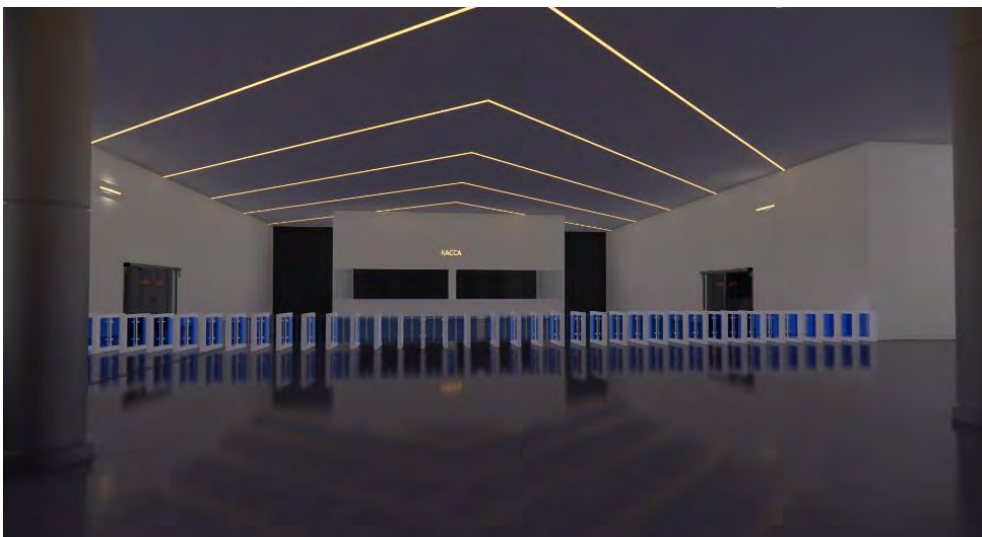


Рисунок 11 – Кассовый зал метрополитена

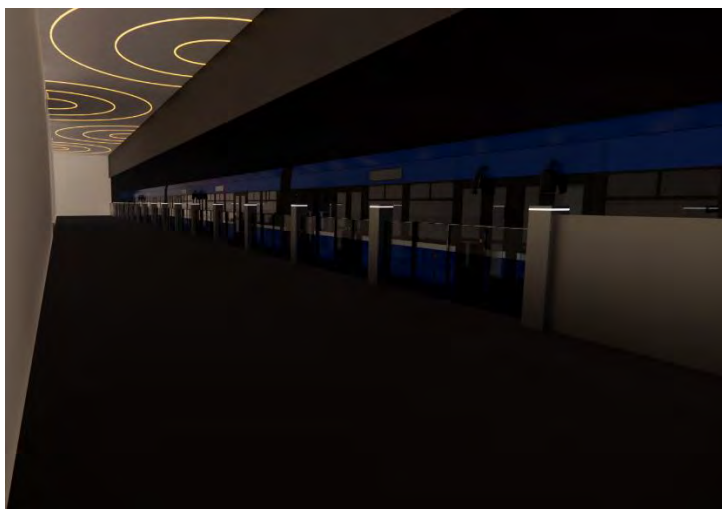


Рисунок 12 – Станция метрополитена

Для создания визуализации использовалась программа Enscape.

Расчет в программном комплексе SOFiSTiK был произведен по сечению через подземную автомобильную развязку и комплекс. (Рис. 13).

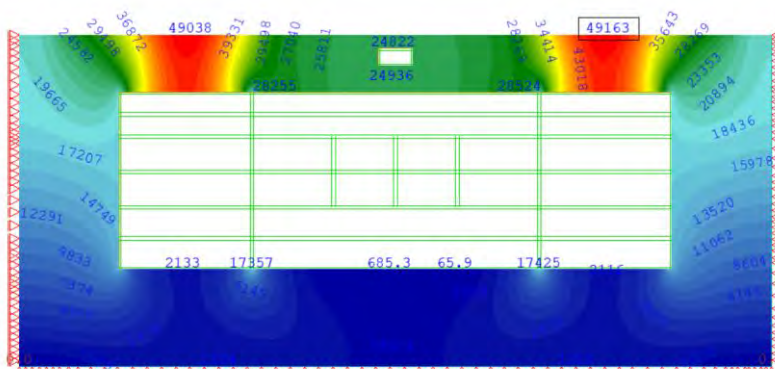


Рисунок 13 – Изополя перемещений грунта, возникающие во время строительства сооружения

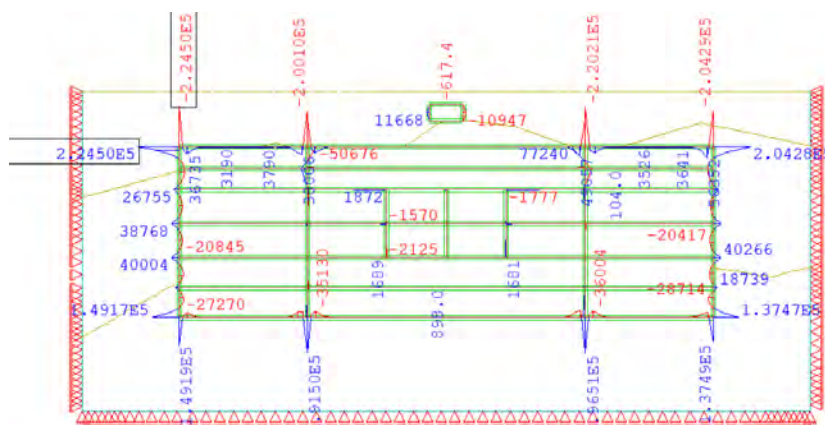


Рисунок 14 – Эпюры моментов, возникающих в конструкциях после окончания строительства

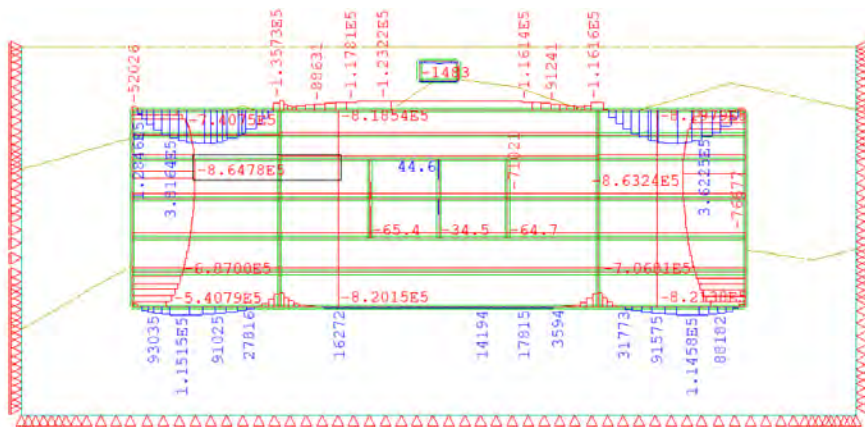


Рисунок 15 – Эпюры продольных усилий, возникающих в конструкциях после окончания строительства

Опираясь на расчеты, полученные комплексом SOFiSTiK можно сделать вывод о возможности строительства вышеописанных сооружений в данном месте.

Так как комплекс залегает под городской застройкой, необходимо использовать технологии строительства позволяющие минимизировать неудобства гражданам и обеспечить минимально допустимые деформации уже построенных объектов.

Технология «semi top-down» отлично справляется с вышеперечисленными задачами. Строительство по технологии «semi top-down» предусматривает возведение нулевого цикла лишь частично под защитой, так как перекрытия выполняются в виде дисков с достаточно большими проёмами, опирающихся по краям на траншейные стены и поддерживаемых промежуточными стальными колоннами. Однако большая часть выполняется открытым способом при помощи экскаватора. Сначала возводится часть несущих конструкций по схеме «сверху-вниз», затем завершатся по традиционной схеме «снизу-вверх». Данная технология строительства заметно снижает стоимость строительства, уменьшает продолжительность работ, а также минимизирует влияния на окружающие сооружения.

Литература:

1. Кузьмицкий В. А. Методические указания к курсовому проекту по разделу «Расчет тоннельных обделок» курса «Проектирование и строительство тоннелей» для студентов специальности «Мосты и тоннели» Минск, 1982 г.
2. Кузьмицкий В. А., Лукша А. К. Современные конструкции тоннельных обделок. Учебно-методическое пособие к курсовому проекту по курсу «Проектирование и строительство тоннелей» для студентов строительных специальностей Минск, 1992 г.
3. Храпов В. Г. и др. «Тоннели и метрополитены» М: транспорт, 1989 г.
4. Фугенфиров А.А. «Строительство транспортных тоннелей» Омск, 2007 г.

ПОДЗЕМНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ РАЗВЯЗКА, СОВМЕЩЕННАЯ СО СТАНЦИЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНА И МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМ КОМПЛЕКСОМ В ГОРОДЕ БРЕСТ НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛИЦ МОСКОВСКАЯ И 28 ИЮЛЯ

*Гомолко Андрей Феодосьевич, студент 5-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Яковлев А.А. старший преподаватель)*

Разработанная модель комплекса (Рис.1) находится в городе Брест, Республика Беларусь, на пересечении улиц Московская и 28 июля



Рисунок 1 – Генплан перекрестка

Основная цель создания данного комплекса является разгрузка перекрестка, а именно перенос пешеходных переходов под землю – подземный пешеходный переход, а также создание новых парковочных мест для посетителей близлежащих объектов инфраструктуры – подземная многоуровневая парковка, совмещенная с торговыми помещениями.

Многоуровневая парковка (Рис. 2) вмещает в себя до 1 тысячи парковочных мест, также вблизи станции метрополитена, в здании

многоуровневой парковки, расположены площадки для торговых помещений. Общая площадь многоуровневой парковки составляет 20 000 м², автомобили попадают



Рисунок 2 – Подземная многоуровневая парковка

Из здания парковки можно попасть на станцию метрополитена через подземный пешеходный переход (Рис. 3) и (Рис. 4).

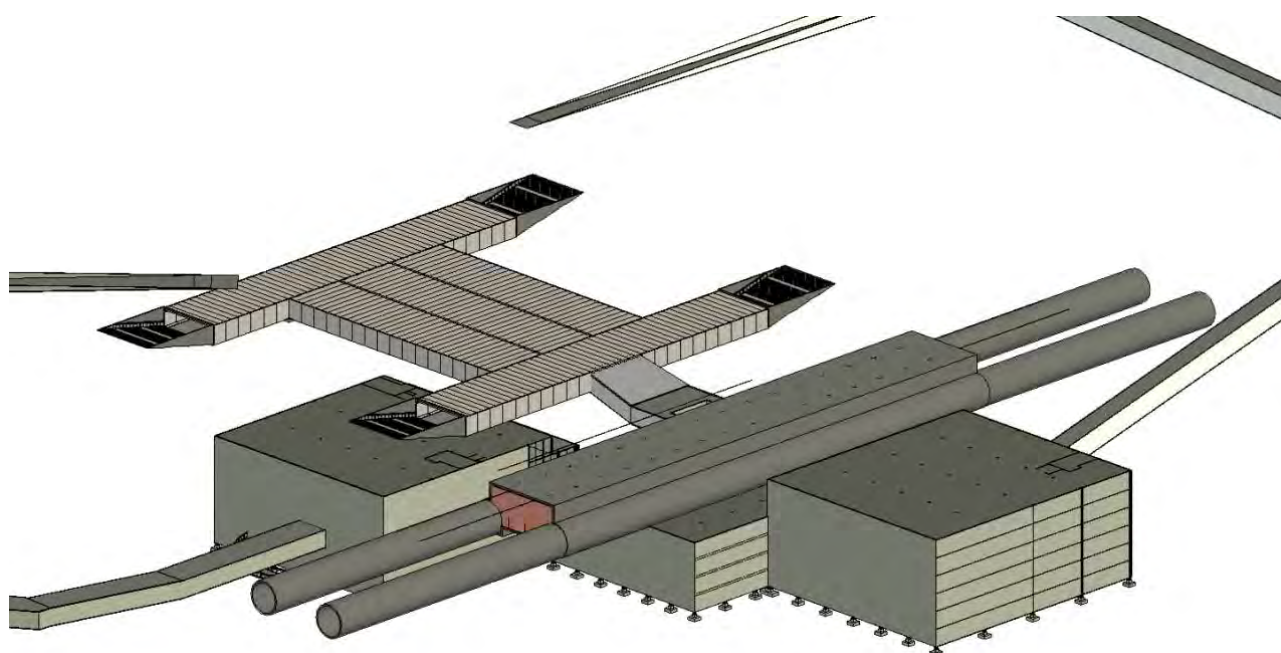


Рисунок 3 – Аксонометрия комплекса

Переход расположен под перекрестком, для разгрузки пересечения автомобильных дорог от пешеходов и велосипедистов, а также для беспрепятственного и быстрого пути на станцию метрополитена.



Рисунок 4 – Подземный пешеходный переход

Станция метрополитена (Рис. 5) является станцией мелкого заложения и расположена на расстоянии 2,5 метра от уровня земли.

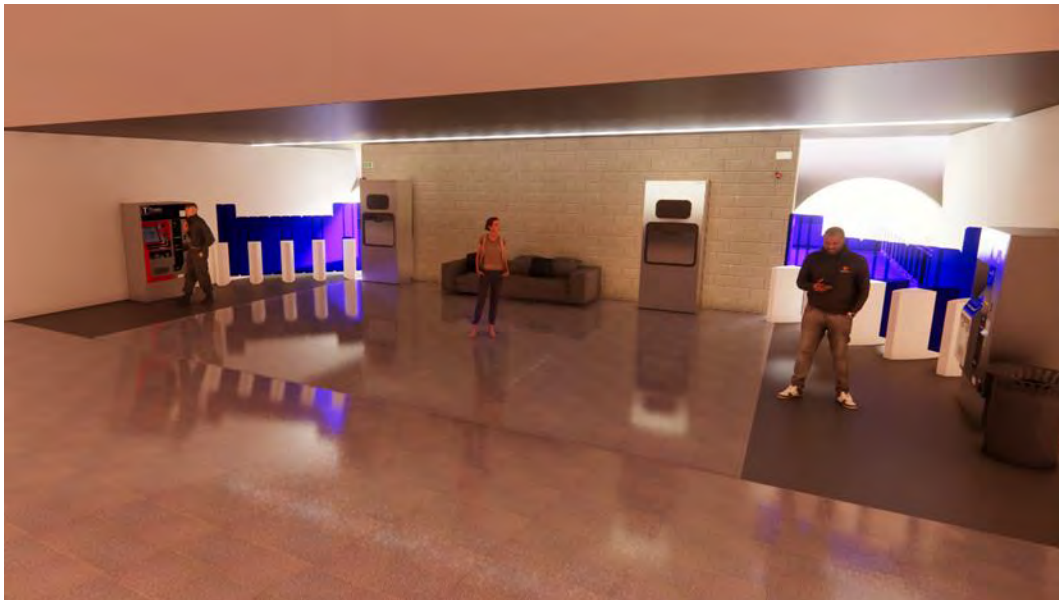


Рисунок 5 – Кассовый зал станции метро



Рисунок 6 – Станция метро



Рисунок 7 – Общий вид перекрестка

Визуализация создана при помощи дополнения Enscape к программному комплексу Revit.

При возведении станции метро, в виду её мелкого заложения были рассмотрены различные способы её возведения и выбран наиболее оптимальный – закрытый способ возведения. Особенностью выбора такого типа возведения стал приоритет сохранения уже существующей застройки близлежащих территорий, сохранения городской среды и безопасности населения, а также невозможность перенаправления транспортного потока через данный перекресток.

Основными преимуществами такого способа возведения станции мелкого заложения являются:

- Увеличение темпов строительства, так как экономится время на этап возведения крепей котлована и его разработку, а также на восстановление земной поверхности над сооружаемой станцией. Кроме того работы проводятся независимо от погодных условий, что позволяет увеличить темп возведения.
- Максимально возможная минимизация негативного влияния на окружающую среду. Не требуется вовлечение больших прилегающих территорий под строительные нужды.
- Обеспечивается безопасность труда ввиду стесненных условий минимизируется риск аварийных ситуаций и несчастных случаев, также при закрытом способе работ сохраняется вся инфраструктура и нет нужд в ограничении движения автотранспорта, пассажирского транспорта и пешеходного движения.

В ряду с преимуществами есть и недостатки, такие как: высокая стоимость производства работ, стесненные условия строительства, требуется высокая точность выполнения строительно-монтажных работ.

ЗНАЧЕНИЕ ПРИБЫЛИ И РЕНТАБЕЛЬНОСТИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

*Данчиков Александр Владимирович, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Галковская Л.А., старший преподаватель)*

Основной целью строительной организации является удовлетворение потребностей населения строительной продукцией и получение с этого максимальной прибыли.

Прибыль – реализованный чистый доход, определяющийся разницей между выручкой и полной себестоимостью продукции, работ и услуг.

Различаю четыре основных вида прибыли: сметная, плановая, фактическая и балансовая.

Сметная прибыль – это прибыль, намеченная в процессе планирования строительства объекта и составления сметной документации.

Плановая прибыль – это дополнительная прибыль, получаемая за счет снижения себестоимости. Она рассчитывается конкретной строительной организацией для своих товаров и услуг.

Фактическая прибыль – это полученная строительной организацией прибыль за выполнение работ за определенный период времени.

Балансовая (валовая) прибыль – это фактическая прибыль, полученная строительной организацией за отчетный период от всех видов деятельности: сдачи заказчику объектов, реализации на сторону основных фондов, нематериальных активов и другого имущества, продукции подсобных и вспомогательных работ, доходы от особых фондов.

Прибыль, оставшаяся у организации после уплаты налогов, называется **чистой**.

Прибыль характеризует результат деятельности предприятия и является его главным источником финансовых ресурсов и образования фондов. За счет прибыли осуществляется развитие организации: строительство зданий и сооружений производственного и социального назначения, приобретение нового оборудования, инструментов, техники, выплата премий работникам, оказание им материальной помощи, изучение и развитие различных строительных технологий и т.д. Так же прибыль является основным показателем финансового

состояния организации, а значит и одним из главных критериев для привлечения инвестиций.

Однако, при всей важности прибыли, она не всегда корректно показывает эффективность предприятия. Для характеристики эффективности существует понятие **рентабельности**.

Рентабельность – это отношение получаемой прибыли к затраченным ресурсам. Рентабельность показывает, насколько эффективно организация распоряжается своими ресурсами.

Рентабельность характеризуется следующими уровнями:

Сметный уровень – отношение сметной прибыли к сметной стоимости.

Плановый уровень – отношение плановой прибыли и договорной цены.

Фактический уровень – рассчитывается после завершения строительных работ как отношение фактической прибыли к фактическим затратам.

Как правило, высокая рентабельность говорит о высокой степени организации и оптимизации производственных и строительно-монтажных работ, а также о рациональности расходования ресурсов предприятия. В условиях строительства, когда объекты строятся месяцами или даже годами, организации должны ответственно подходить к этому вопросу. Рентабельность, наряду с прибылью, является важным показателем для инвесторов. Например, существует предприятие, получающее определенную прибыль при определенных затратах, а другое предприятие получает ту же прибыль, но при меньших затратах. В данном случае второе предприятие будет намного выгоднее для инвестиций, т.к. инвестор может получить ту же сумму денег, но с меньшими рисками. Инвестиции в свою очередь очень важны – они позволяют значительно развить предприятие за относительно короткое время. Это в свою очередь ведет к увеличению объемов производства, снижению себестоимости товаров и услуг, и, как следствие, повышение прибыли.

Литература:

1. Skillbox.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://skillbox.ru/media/management/rentabelnost-cto-eto-takoe-formula-vidy-izuchaem-klyuchevoy-finansovyy-pokazatel/>
2. Studfile.net [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://studfile.net/preview/2854680/page:32/>
3. Samzan.net [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://samzan.net/142787>
4. www.finoko.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.finoko.ru/rentabelnost-stroitel'nogo-proekta/>

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС В ШВЕЙЦАРИИ МЕЖДУ ГОРОДАМИ ШАРА И ВАЛЬ ДЕ БАНЬ

*Данчиков Александр Владимирович, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

По полученному заданию был разработан проект, представляющий собой объёмно-планировочное решение портала железнодорожного тоннеля. Тоннель располагается между двух городов: Шара и Валь де Бань. Оба города находятся в Швейцарии.

Был составлен план и продольный профиль трассы тоннеля (Рис. 1), согласно которым протяжённость тоннеля составила 15 км. На протяжении трассы имеются два поворота с радиусами закругления по 1500 метров каждый. Угол поворотов составляет $49,57^\circ$. Данные повороты необходимы для снижения уклона тоннеля и, как следствие, повышение расчетной скорости и его более комфортное преодоление. Уклон проезжей части на протяжении всего маршрута составляет 7 – 8‰, что позволит преодолевать тоннель с расчетной скоростью 90 – 110 км/ч.



Рисунок 1 – План трассы

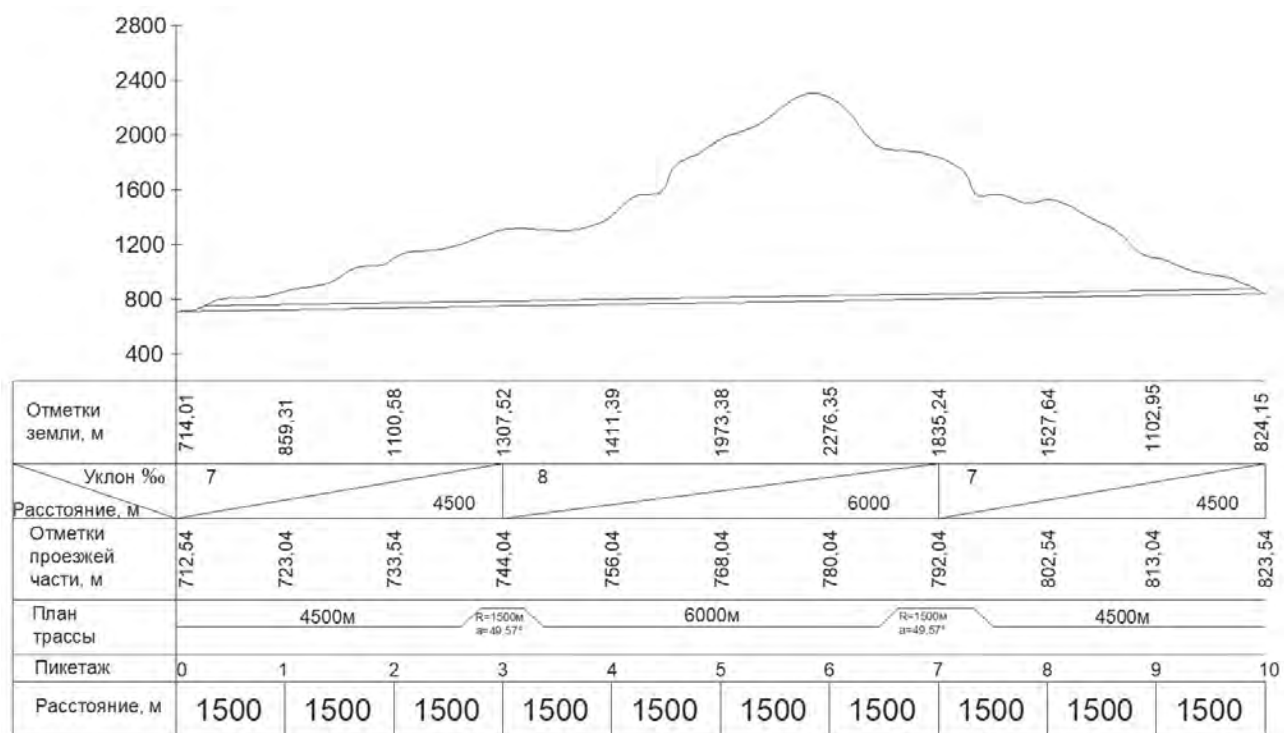


Рисунок 2 – Продольный профиль трассы

С обеих сторон тоннеля был разработан концепт многофункционального комплекса, совмещённого с порталом тоннеля (Рис. 3 – 9). Данный комплекс адаптирован под существующий рельеф местности. Комплекс состоит из восьми этажей. На нижних этажах комплекса будет располагаться торговый центр, помещения которого будут сдаваться в аренду. На верхних этажах будут находиться отель, SPA-центр и ресторан.

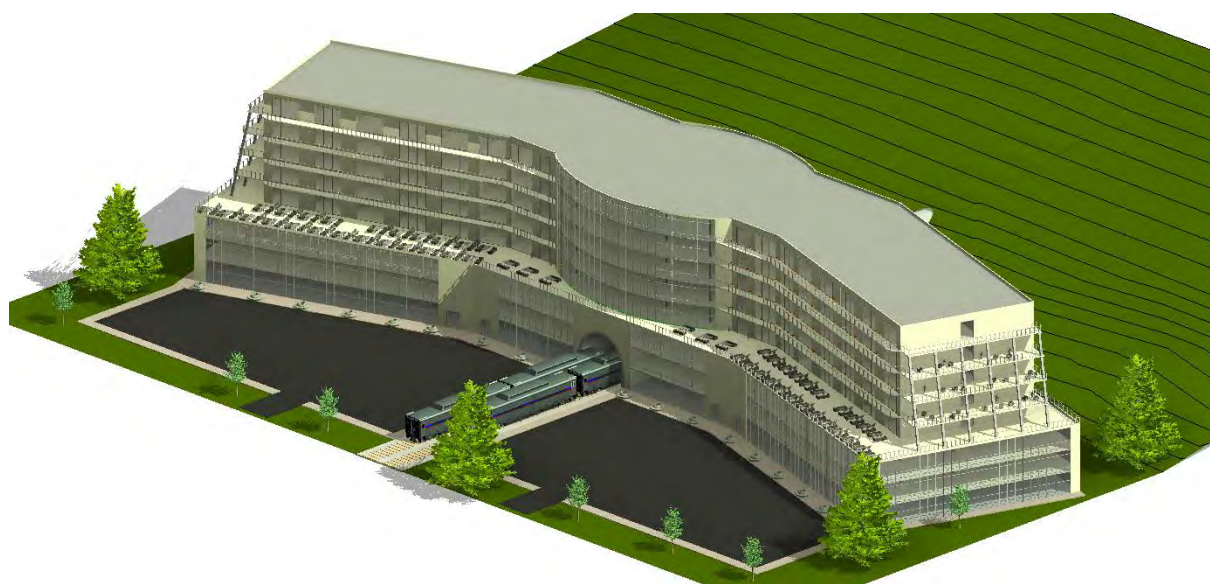


Рисунок 3 – Общий вид портала



Рисунок 4 – Общий вид в осях А – Д



Рисунок 5 – Общий вид в осях 1 – 24

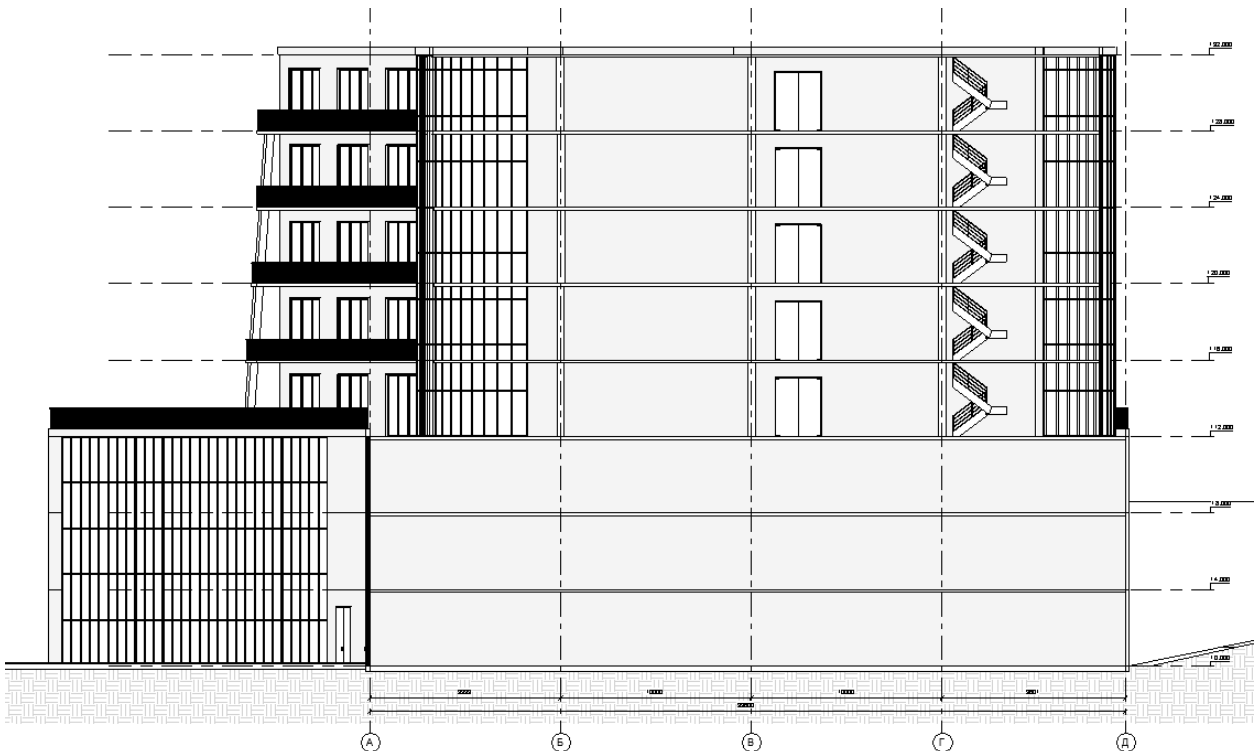


Рисунок 6 – Фасад в осях А – Д

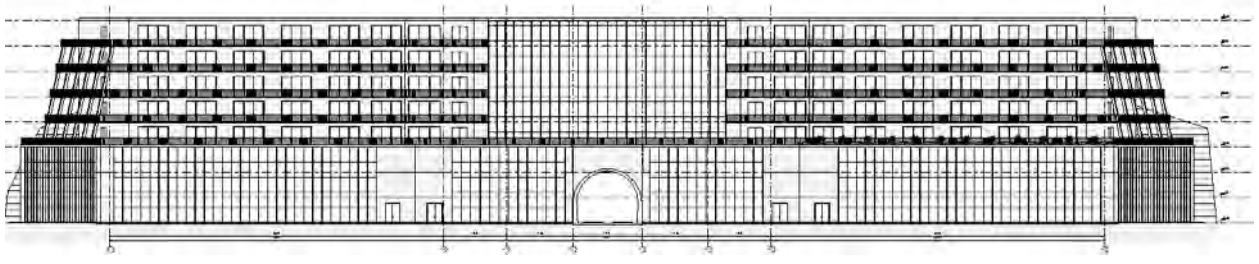


Рисунок 7 – Фасад в осях 1 -24

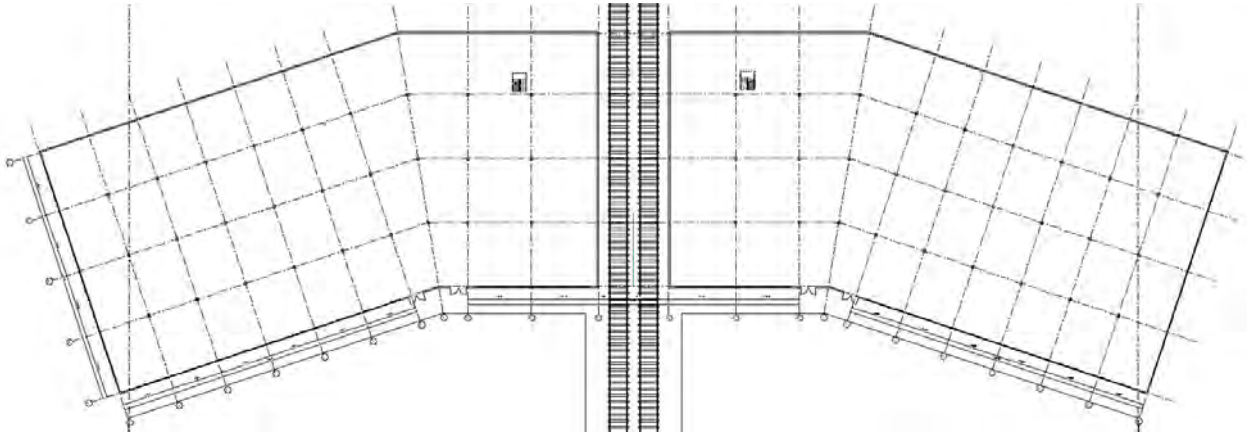


Рисунок 8 – План 1 этажа сооружения (типовой)

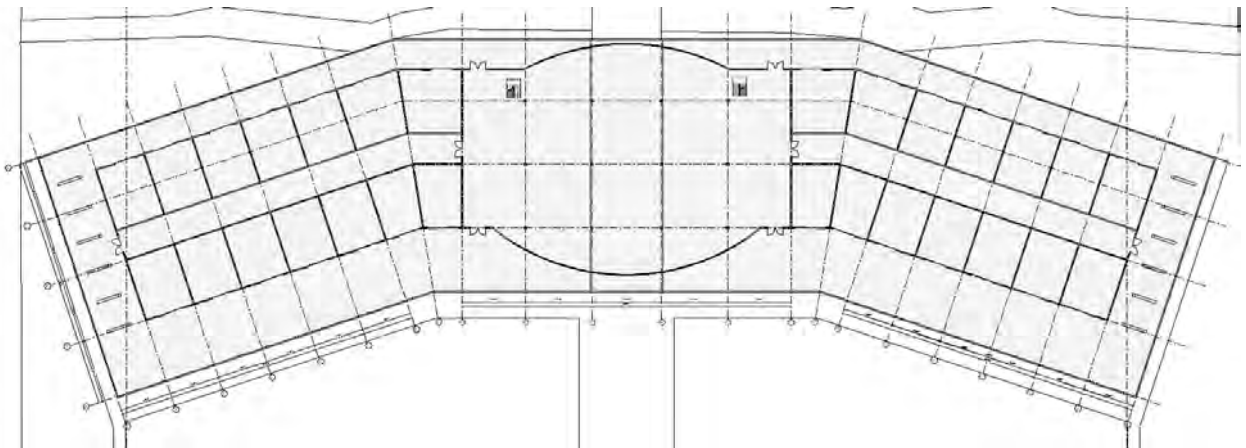


Рисунок 9 – План 4 этажа сооружения (типовой)

Обделка тоннеля была рассчитана в программе SCAD. Ниже представлены расчетная схема обделки (Рис. 11) и эпюры усилий (M, N, Q) (Рис. 12 – 14).

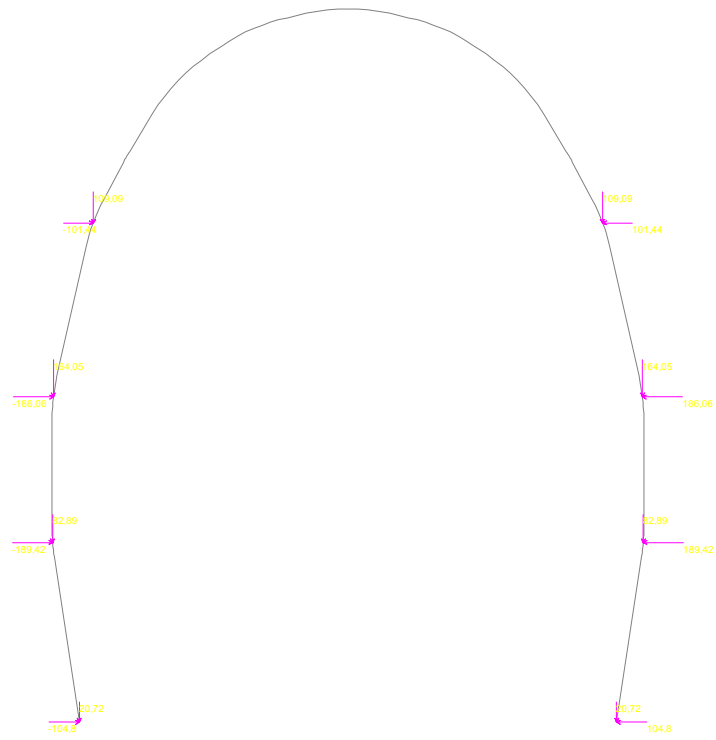


Рисунок 10 – Расчетная схема обделки тоннеля

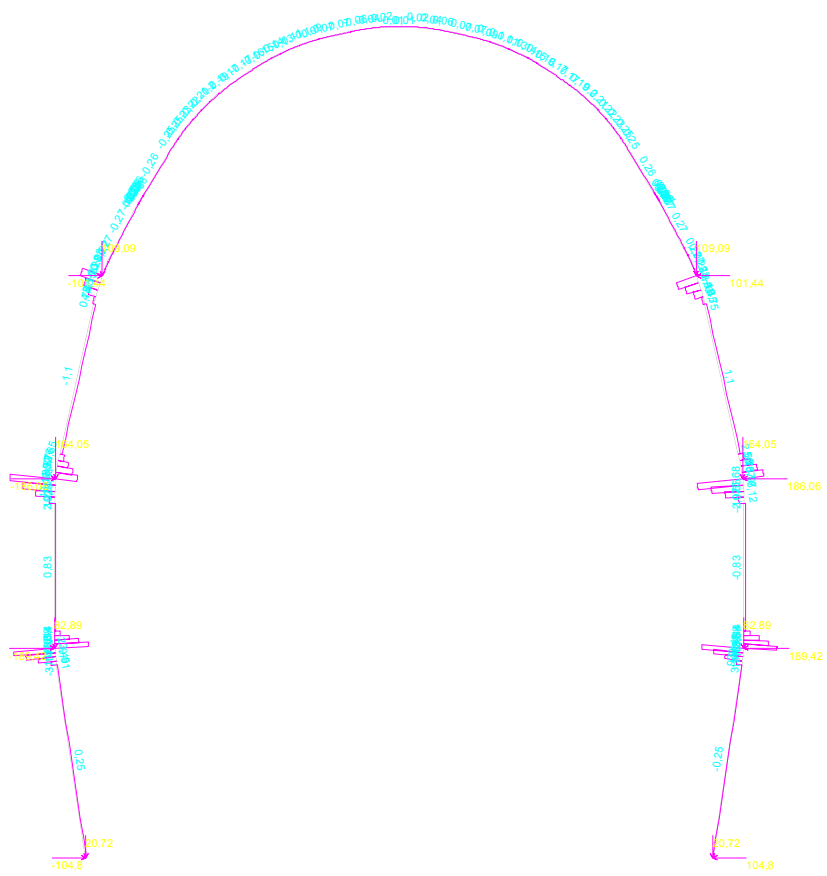


Рисунок 11 – Эпюра поперечных усилий Q

располагающийся неподалеку, и даст повод еще лучше развить торгово-развлекательную сферу региона. Сдача помещений торгового центра на нижних этажах в аренду в свою очередь значительно ускорит срок окупаемости тоннеля и комплекса.

ПОДЗЕМНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ РАЗВЯЗКА СОВМЕЩЕННОЙ СО СТАНЦИЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНА И МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМ КОМПЛЕКСОМ

*Дрозд Артур Андреевич, студент 5-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

Подземный комплекс расположен в городе Брест, на пересечении Варшавского шоссе и улицы Махновича. (Рис. 1).

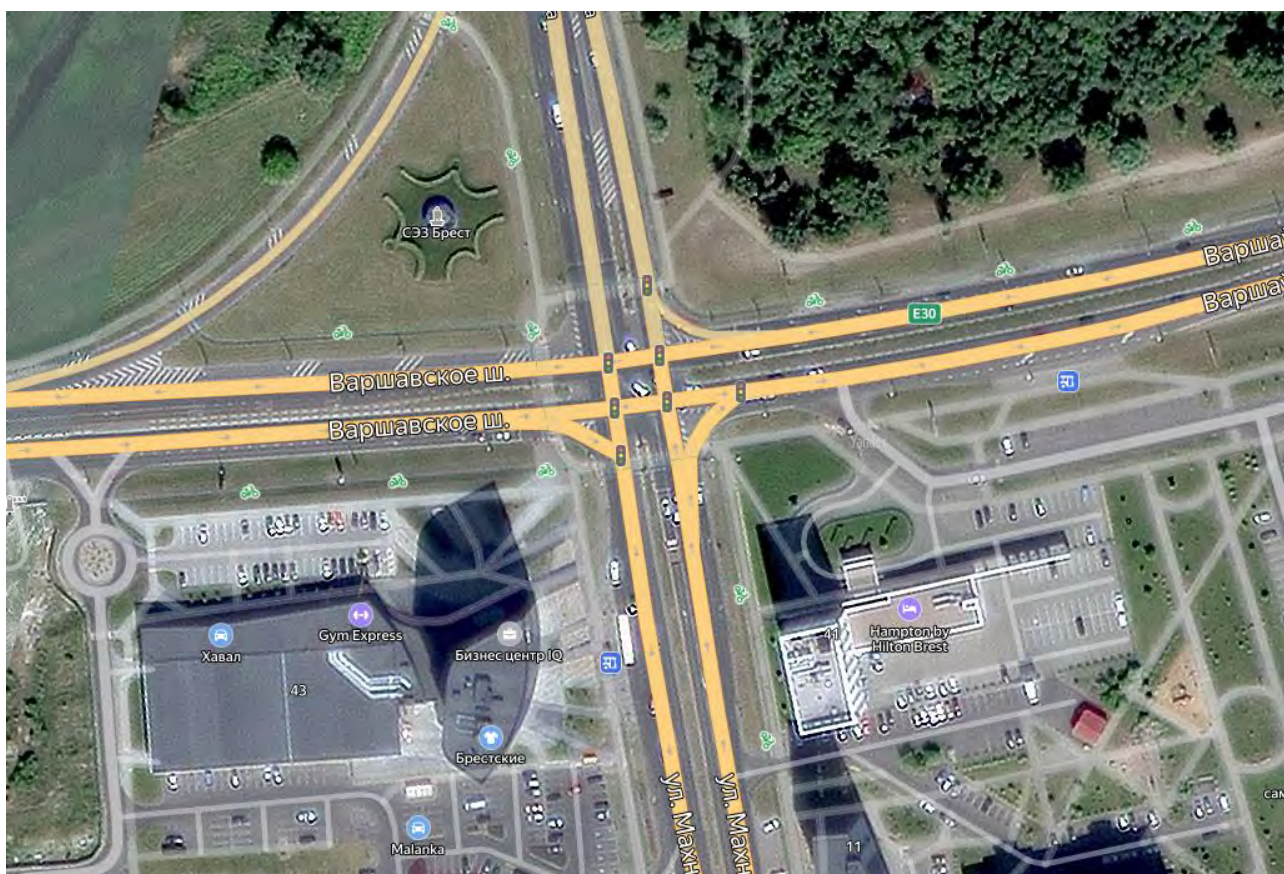


Рисунок 1 – Расположение паркинга

Станция метрополитена залегает на глубине 40 метров, подземный пешеходный переход — 16 метров, автомобильный тоннель на глубине — 9 метров.

Над предполагаемым местом устройства сооружением располагается четырёх полосная автодорога. Помимо этого, в непосредственной близости от котлована располагаются здания, шириной 25 и 30 метров соответственно.

Для выявления напряжений, возникающий в грунте при строительстве комплекса, использовался вычислительный комплекс SOFiStiK.

Основной целью строительства является снижение автомобильной нагрузки на данном участке автомобильной дороги. (Рис. 2).

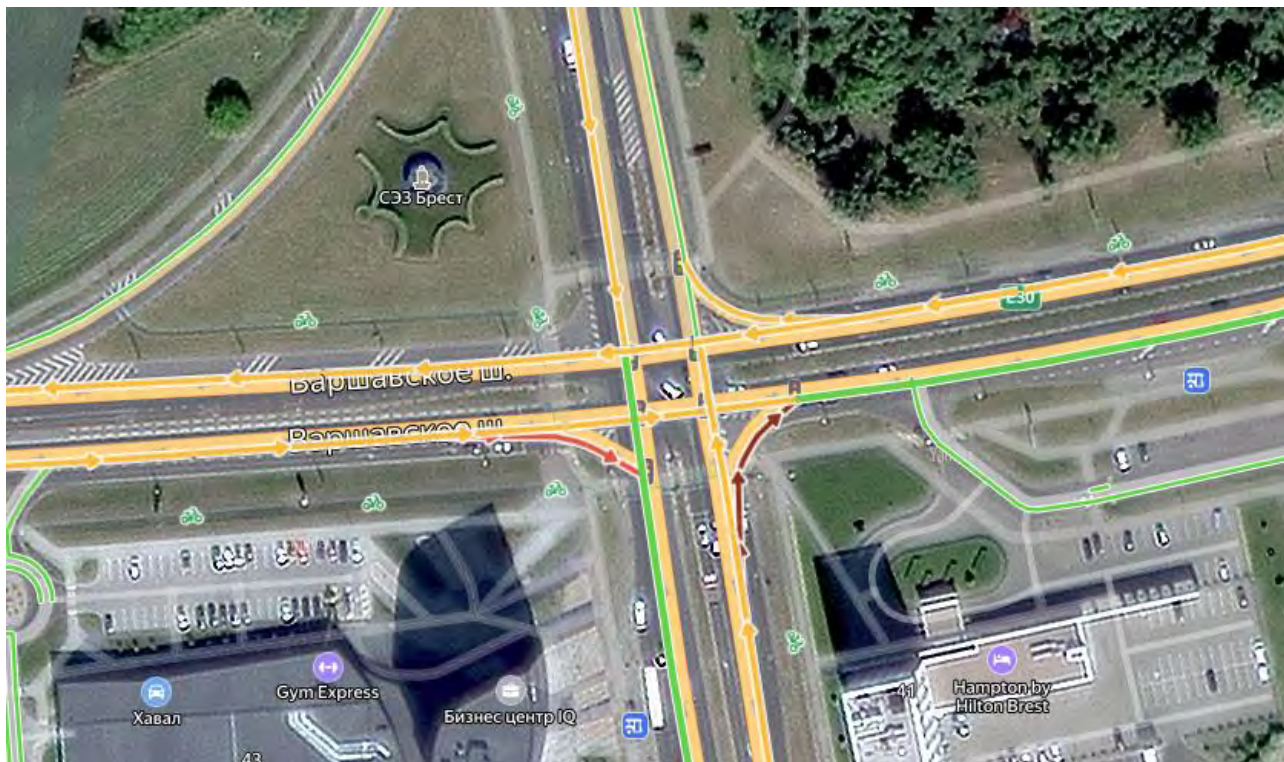


Рисунок 2 – Транспортная нагрузка на перекрестке

Поэтому на данном перекрёстке планируется разместить подземную развязку, дублирующую основные направления автомобильной дороги. Помимо этого, планируется оснастить данный перекресток подземным пешеходным переходом, что позволит убрать наземные пешеходные переходы, а также, повысит безопасность пешеходов. Визуализация, готового комплекса сооружений представлена на рисунках ниже.



Рисунок 3 – Общий вид на место строительства



Рисунок 4 – Общий вид на перекресток



Рисунок 5 – Визуализация Варшавского шоссе



Рисунок 6 – Въезд в автомобильный тоннель



Рисунок 7 – Вход в подземный пешеходный переход и на станцию метрополитена

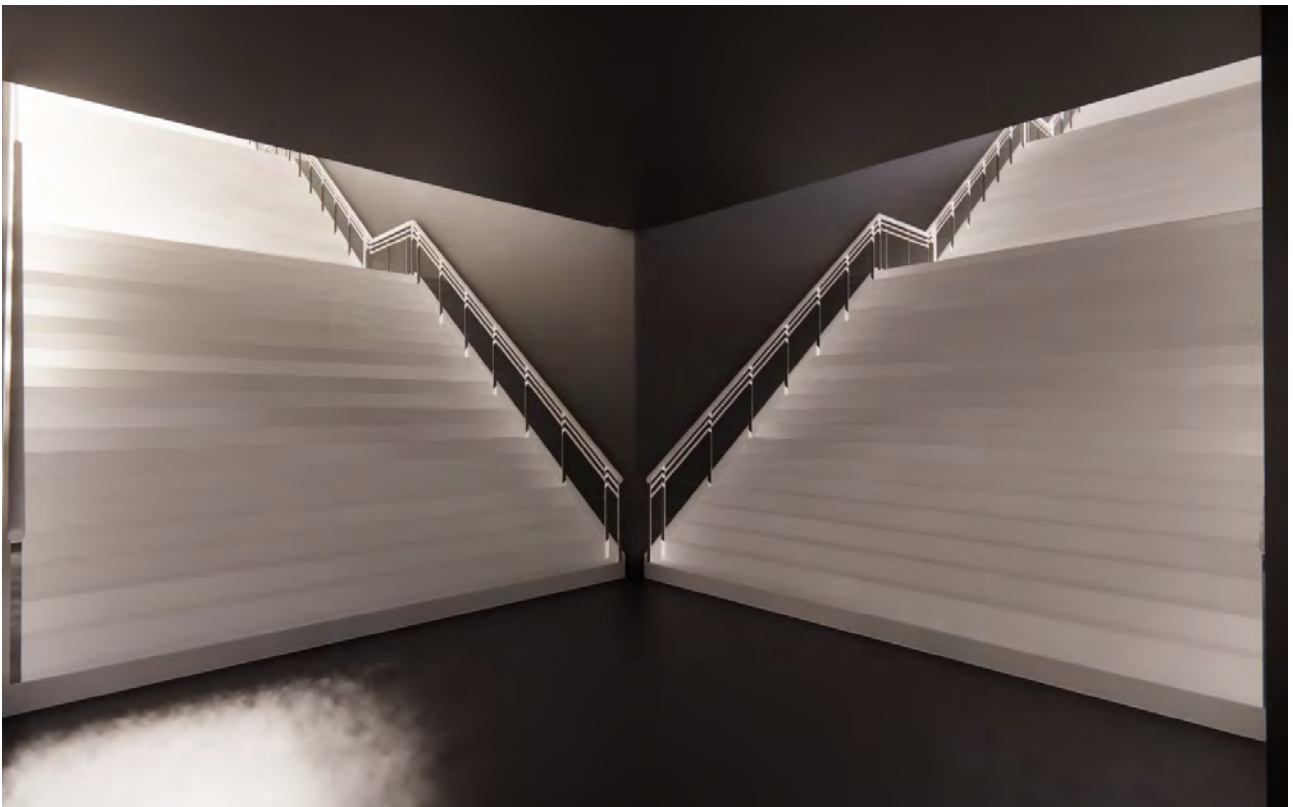


Рисунок 8 – Спуск на уровень подземного пешеходного перехода



Рисунок 9 – Торговый зал, в уровне пешеходного перехода



Рисунок 10 – Визуализация подземной развязки

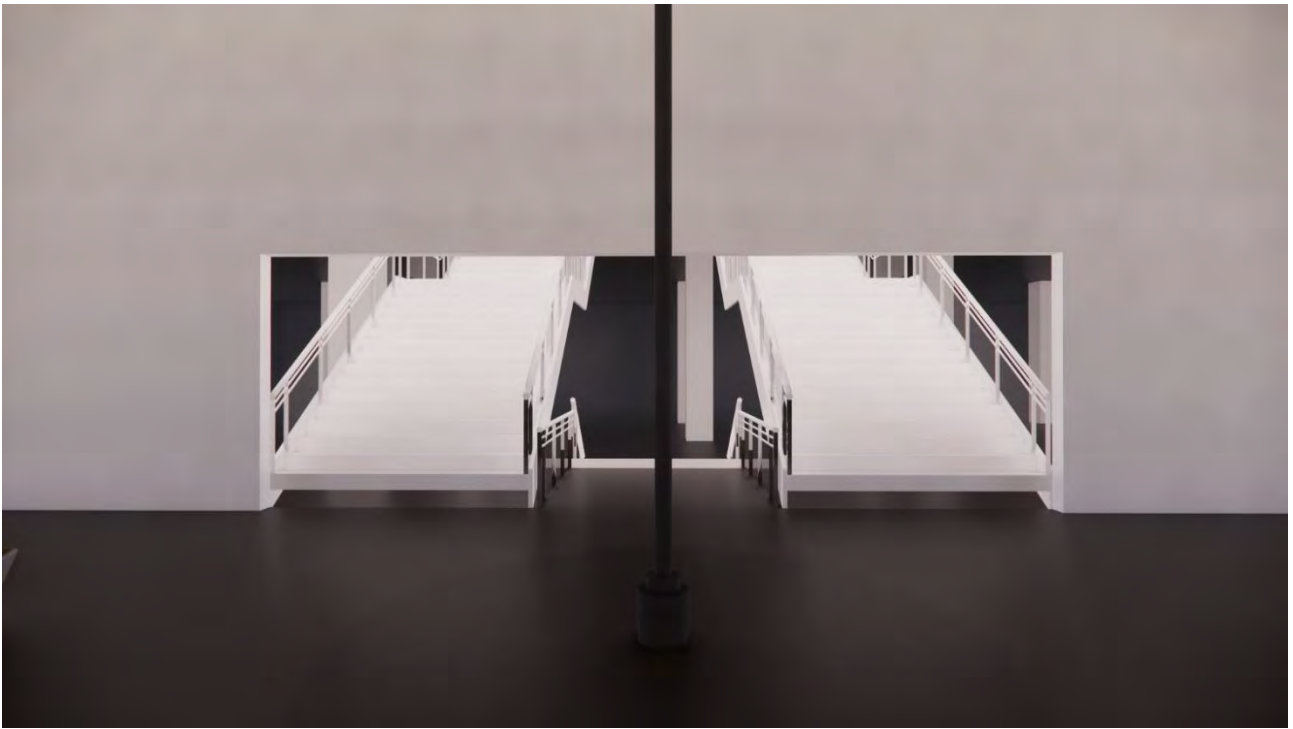


Рисунок 11 – Спуск на станцию



Рисунок 12 – Станция метрополитена

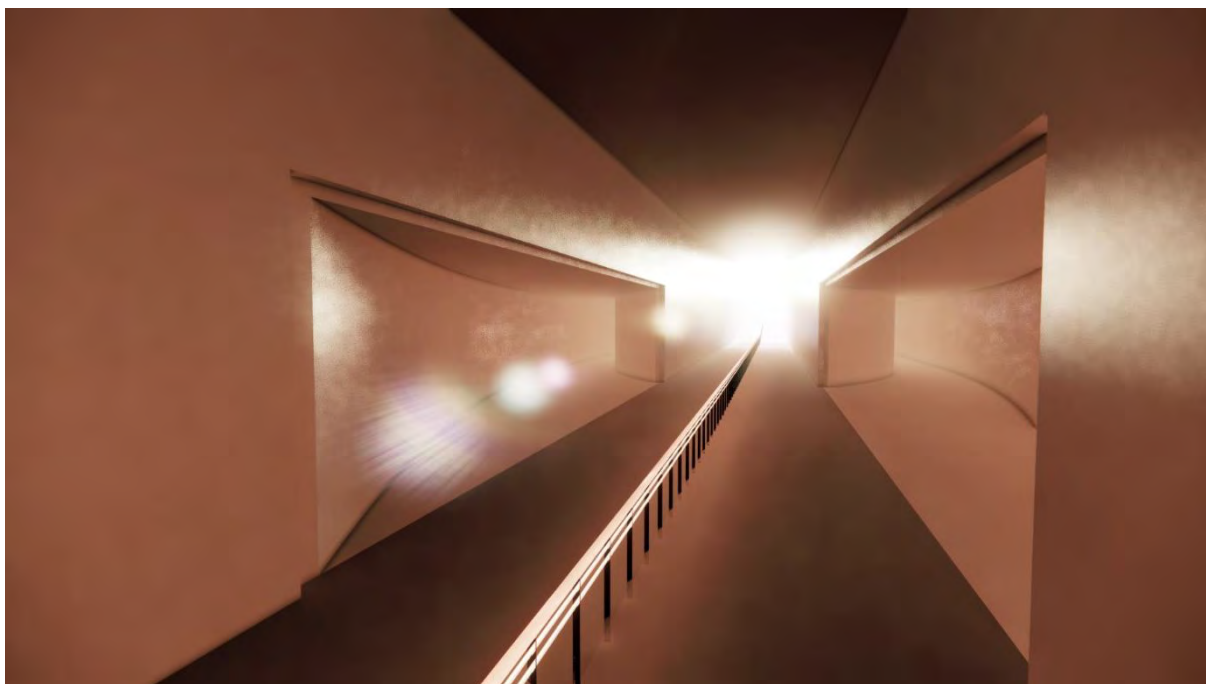


Рисунок 13 – Автомобильный тоннель

Для создания визуализации была применена программа Enscape.

Результаты и выводы по графическим схемам, представленным вычислительным комплексом SOFiSTiK.

При расчете в SOFiSTiK было использовано сечение, в котором затронуты подземный пешеходный переход, автомобильный тоннель с перекрестком и многофункциональный подземный комплекс. (Рис. 14)

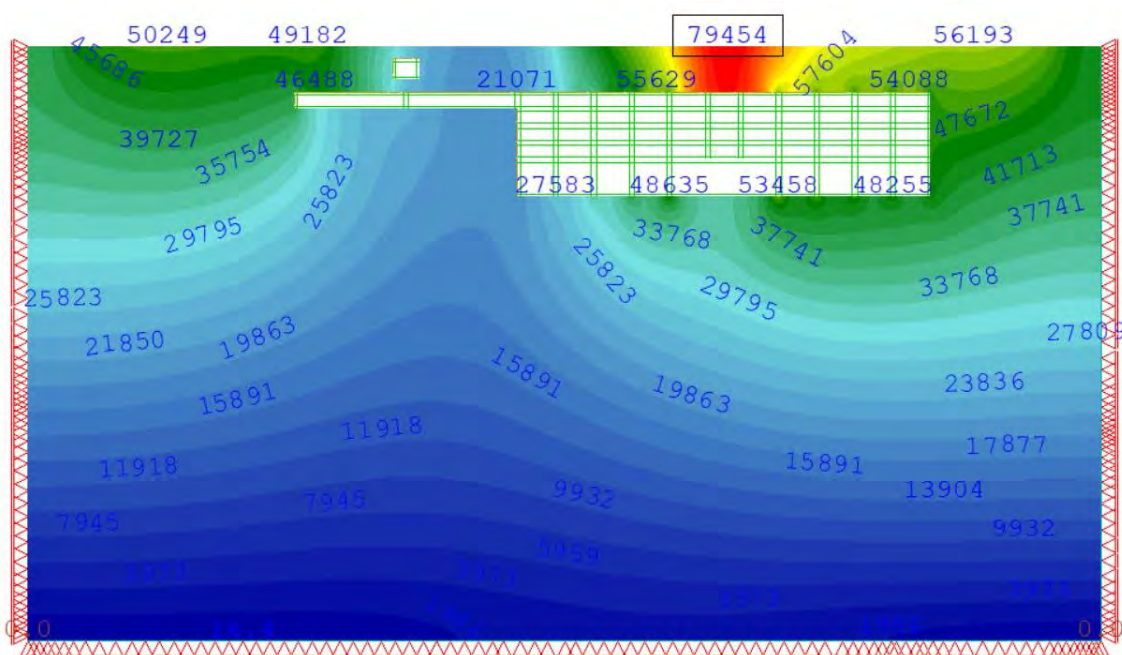


Рисунок 14 – Изополя перемещений грунта, возникающие при строительстве комплекса сооружений

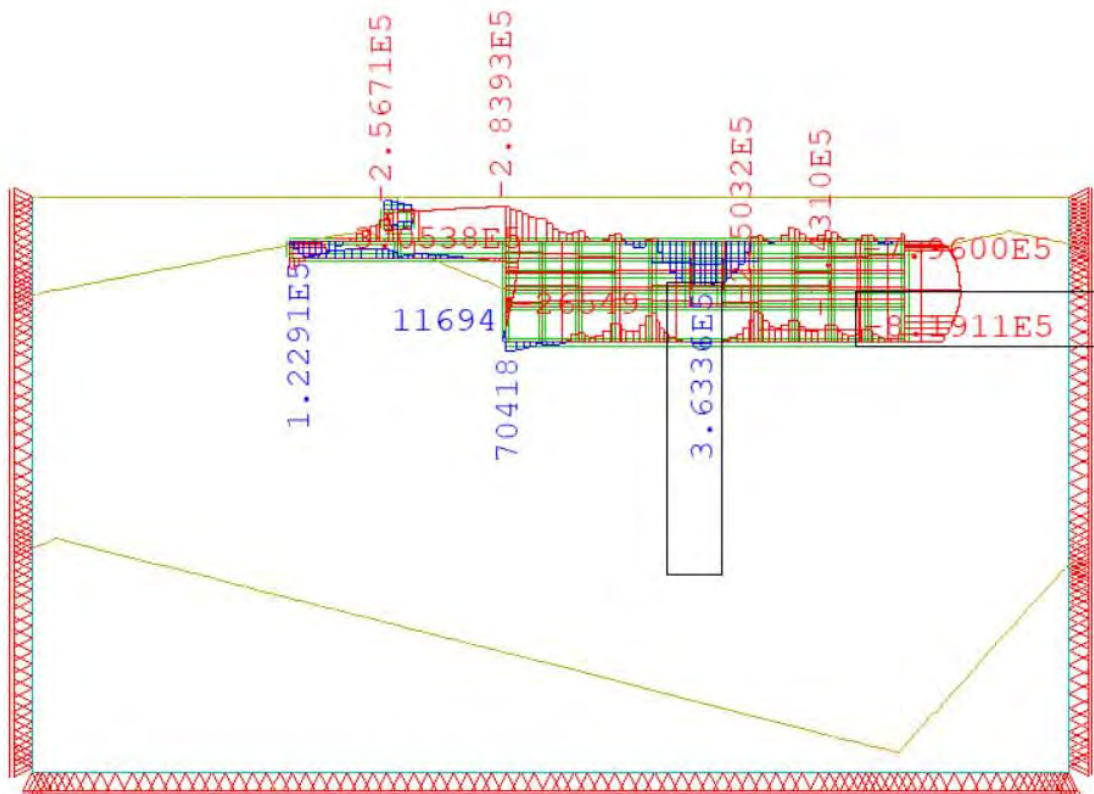


Рисунок 15 – Эпюры моментов, возникающих в конструкциях сооружения по окончанию строительства

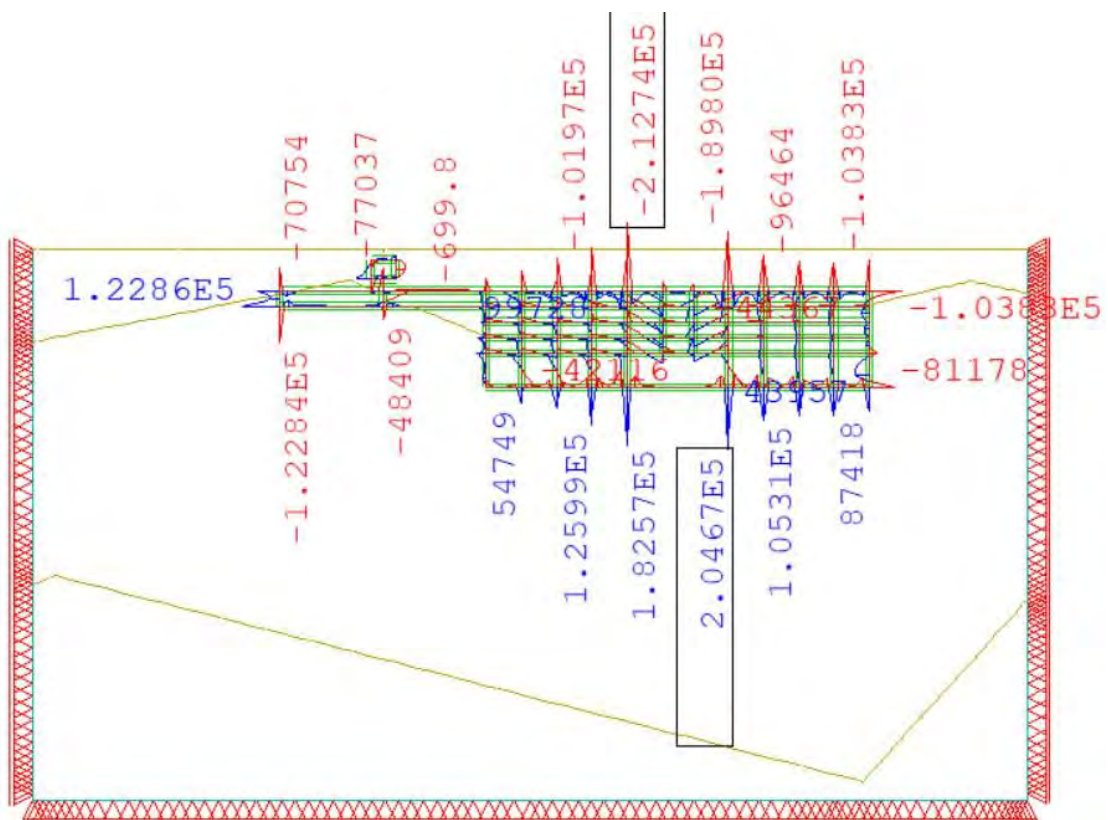


Рисунок 16 – Эпюры продольных усилий, возникающих в конструкциях сооружения по окончанию строительства

Исходя из данных, представленных расчетным комплексом SOFiSTiK можно сделать выводы о возможности строительства комплекса сооружений в данном месте.

В ходе строительства комплекса, в частности паркинга и станции метрополитена использовалась технология струйной цементации. Данная технология является одной из самых эффективных, поскольку включает в себя одновременно несколько функций: ограждение котлована, противодиффузионная завеса, усиление фундаментов в случае примыкания к существующим зданиям. Одним из преимуществ данной является то, что она позволяет укреплять котлованы в слабых и обводненных грунтах, а также, в условиях плотной городской застройки, что наиболее актуально в ходе строительства в центре города.

Литература:

1. Кузьмицкий В. А. Методические указания к курсовому проекту по разделу «Расчет тоннельных обделок» курса «Проектирование и строительство тоннелей» для студентов специальности «Мосты и тоннели» Минск, 1982 г.
2. Кузьмицкий В. А., Лукша А. К. Современные конструкции тоннельных обделок. Учебно-методическое пособие к курсовому проекту по курсу «Проектирование и строительство тоннелей» для студентов строительных специальностей Минск, 1992 г.
3. Храпов В. Г. и др. «Тоннели и метрополитены» М: транспорт, 1989 г.
4. Фугенфиров А.А. «Строительство транспортных тоннелей» Омск, 2007 г.

ПОДЗЕМНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ РАЗВЯЗКА, СОВМЕЩЕННАЯ СО СТАНЦИЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНА И МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМ КОМПЛЕКСОМ

*Казак Владислав Олегович, студент 5-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Яковлев А. А., старший преподаватель)*

В рамках научной работы, для строительства станции метрополитена был выбран город Витебск, который является третьим городом по числу жителей в стране. Население, которого составляет 359 148 человек. Площадь города Витебск составляет 134,6 км². Местом строительства стало пересечение улиц Актёров Ерёмченко и Богатырёва. (Рис. 1).

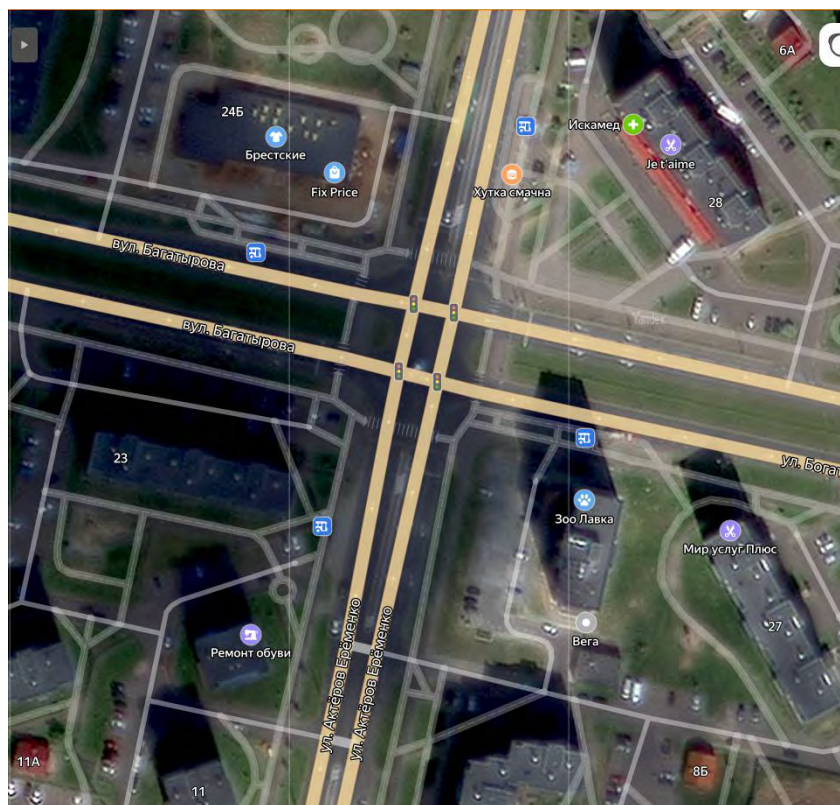


Рисунок 1 – Расположение паркинга

Станция метрополитена залегает на глубине 26 метров, подземный пешеходный переход — 10 метров, автомобильный тоннель на глубине — 7 метров.

Главной целью строительства является снижение автомобильной нагрузки на данном участке автомобильной дороги.

Для выявления напряжений, возникающий в грунте при строительстве комплекса, использовался вычислительный комплекс SOFiSTiK.

Для того чтобы снизить автомобильную нагрузку на данном участке дороги, был создан проект подземной развязки. Чтобы обеспечить безопасность пешеходов был также запроектирован подземный пешеходный переход. Так же был разработан подземный многофункциональный комплекс, объединяющий в себя станцию метрополитена и паркинг. Подъезд к данному комплексу осуществляется с помощью подземных тоннелей.

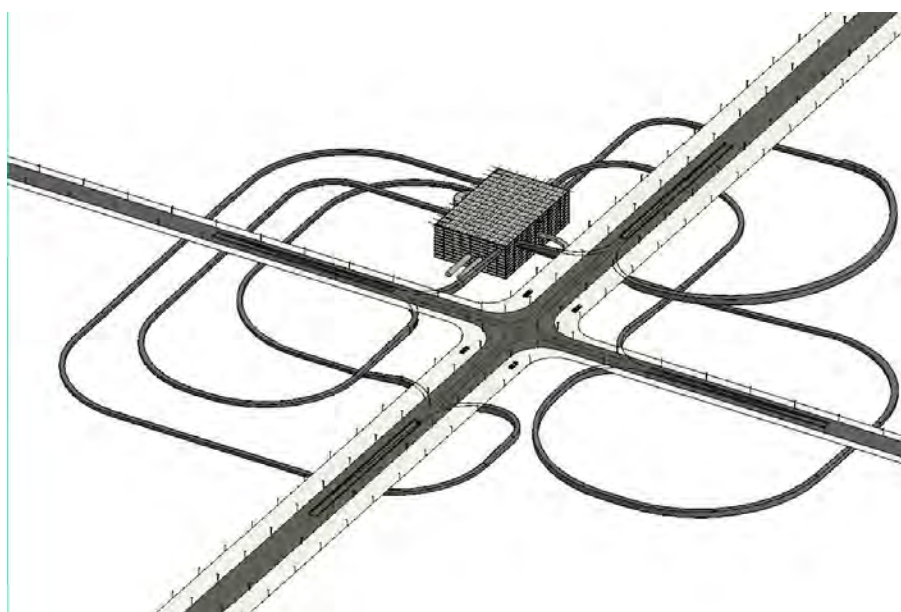


Рисунок 2 – Концептуальная модель комплекса подземной транспортной развязки и метрополитена

Внизу представлены рисунки, демонстрирующие визуализацию готового комплекса сооружений.



Рисунок 3 – Общий вид перекрестка



Рисунок 4 – Въезд в автомобильный тоннель



Рисунок 5 – Вход в подземный пешеходный переход и на станцию метрополитена



Рисунок 6 – Общий вид вестибюля



Рисунок 7 – Кассовый зал на входе на станцию метрополитена



Рисунок 8 – Станция метрополитена

Визуализация была создана при помощи программы Enscape.

Результаты и выводы по графическим схемам, представлены вычислительным комплексом SOFiSTiK.

При расчете в SOFiSTiK было использовано сечение, в котором затронуты подземный пешеходный переход, автомобильный тоннель с перекрестком и многофункциональный подземный комплекс. (Рис. 9).

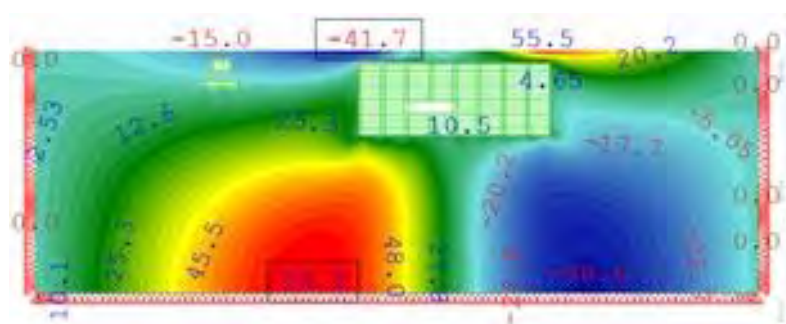


Рисунок 9 – Изополя перемещений грунта, возникающие в конструкциях по оси z

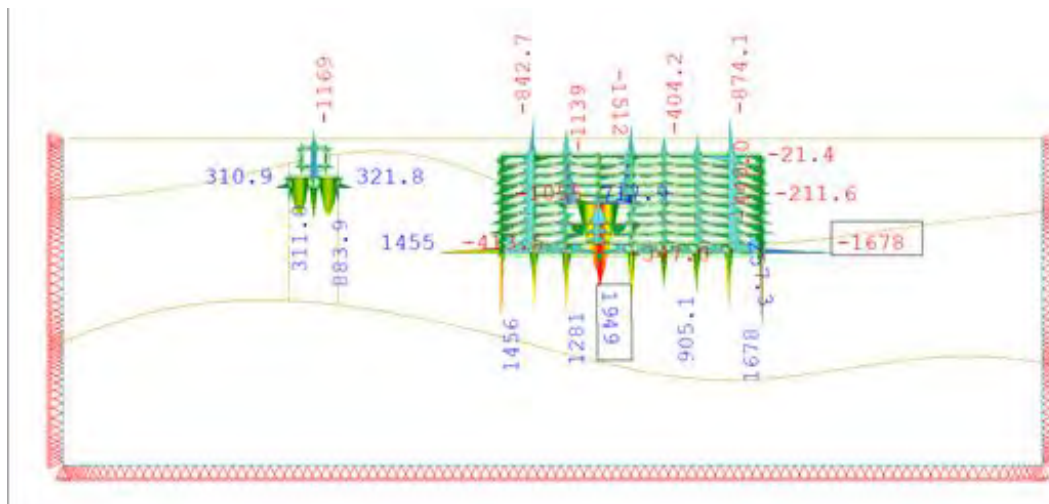


Рисунок 10 – Эпюры моментов M_u , возникающих в конструкциях сооружения

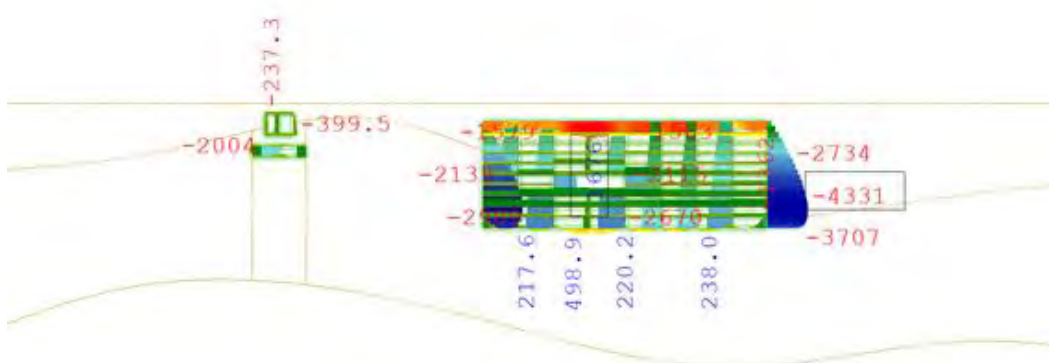


Рисунок 11 – Эпюры продольных усилий N_x , возникающих в конструкциях сооружения

По данным исследования, показанных на рисунках при помощи расчетного комплекса SOFiSTiK можно сделать заключение о возможности постройки комплекса сооружений на данном участке.

В ходе строительства комплекса, который состоит из паркинга и станции метрополитена использовалась технология ограждения котлованов из металлических труб и шпунта. Данная технология является достаточно эффективной, поскольку строительство объекта происходит в плотной городской застройке и необходимо исключить динамическое, вибрационное и акустическое воздействие на окружающую среду и существующую застройку.

Литература:

1. Кузьмицкий В. А. Методические указания к курсовому проекту по разделу «Расчет тоннельных обделок» курса «Проектирование и строительство тоннелей» для студентов специальности «Мосты и тоннели» Минск, 1982 г.

2. Кузьмицкий В. А., Лукша А. К. Современные конструкции тоннельных обделок. Учебно-методическое пособие к курсовому проекту по курсу «Проектирование и строительство тоннелей» для студентов строительных специальностей Минск, 1992 г.
3. Храпов В. Г. и др. «Тоннели и метрополитены» М: транспорт, 1989 г.
4. Фугенфиров А.А. «Строительство транспортных тоннелей» Омск, 2007 г.

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ, СОЕДИНЯЮЩИЙ ГОРОДА БЬЕСКАС И ПЬЕДРАФИТА ДЕ ХАКА(ИСПАНИЯ)

*Карнеев Алексей Павлович, студент 4-го курса
кафедра «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

Данный учебный проект по дисциплине «Тоннели и подземные сооружения» представляет собой объёмно-планировочное решение порталажелезнодорожного тоннеля. Тоннель был запроектирован в Испании между городами Бьескас и Пьедрафита де Хака (Рис. 1). Решение о строительстве такого подземного сооружения было принято исходя из необходимости в развитии транспортного сообщения между отдалёнными населёнными пунктами.

Протяжённость тоннеля составила 11 км. В углы поворота были вписаны закругления по 2000 метров каждая.

На въезде и выезде из тоннеля были запроектированы и порталы (Рис. 4,5).

Портал является конструкцией из камня или бетона, обрамляющей въезд в тоннель снаружи. Основное назначение портала – предотвращение осыпания грунта и горной породы на проезжую часть. Для улучшения внешнего вида портал подвергается архитектурной обработке исходя из условий местности и финансовых возможностей. В данном проекте представлено архитектурное решение по устройству отеля при въезде в тоннель со стороны города Бьескас.



Рисунок 1 – План трассы

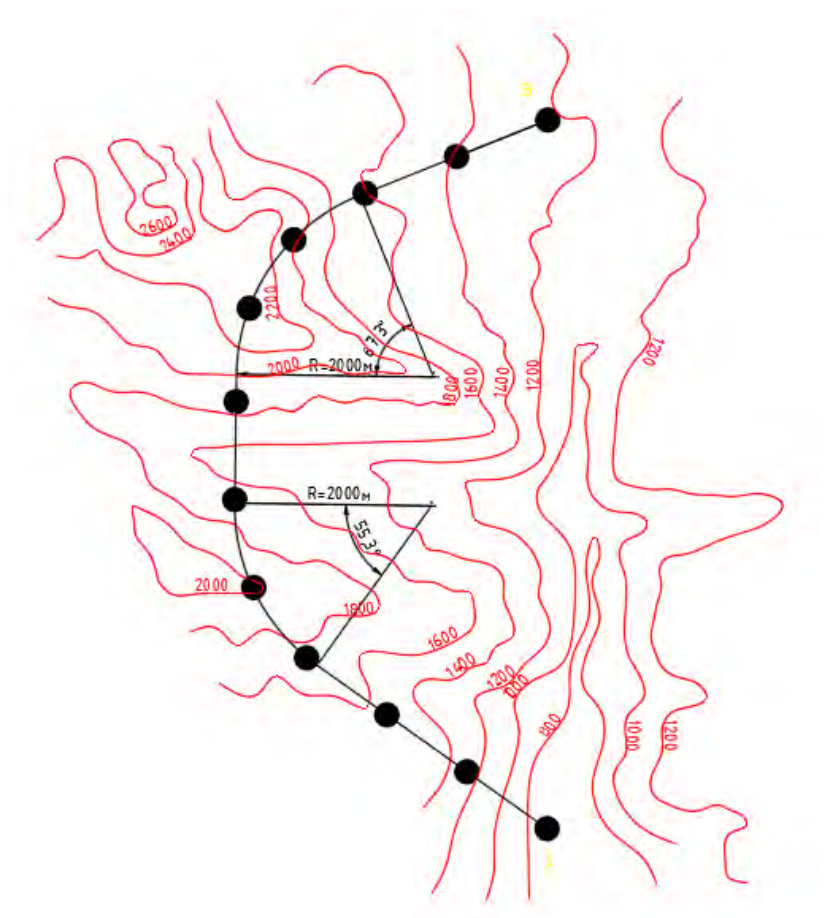


Рисунок 2 – План трассы

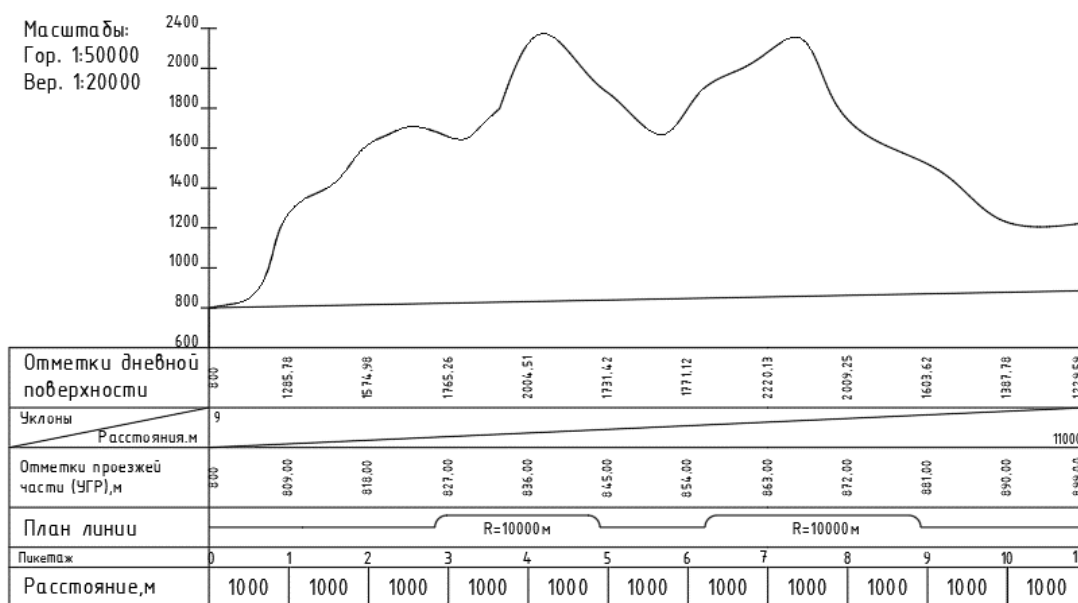


Рисунок 3 – Продольный профиль трассы

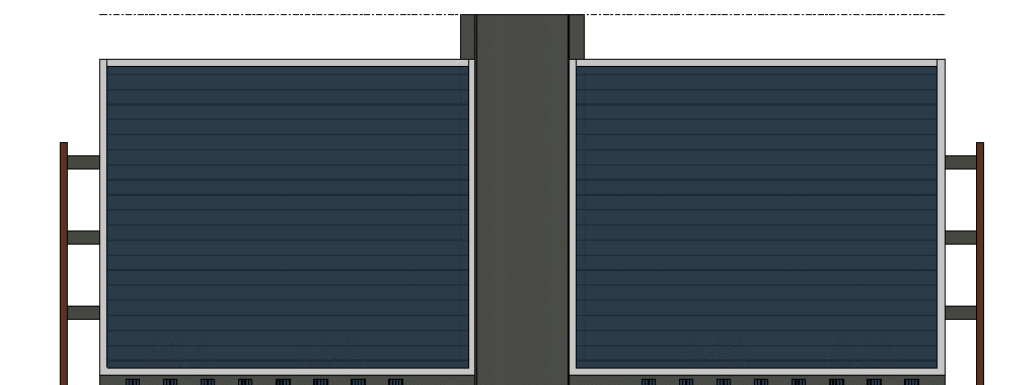


Рисунок 4 – Фасад главного входа

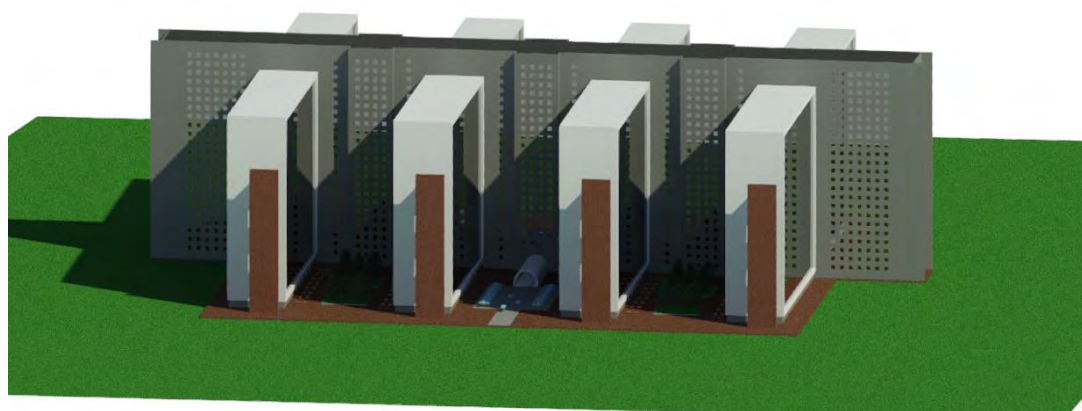


Рисунок 5 – Общий вид

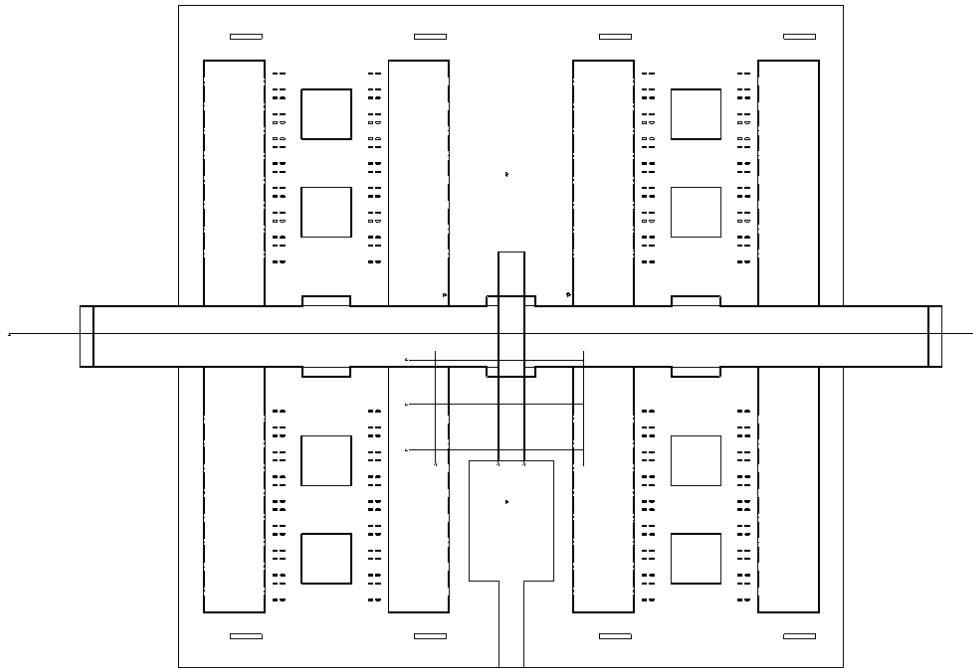


Рисунок 6 – План 1 этажа

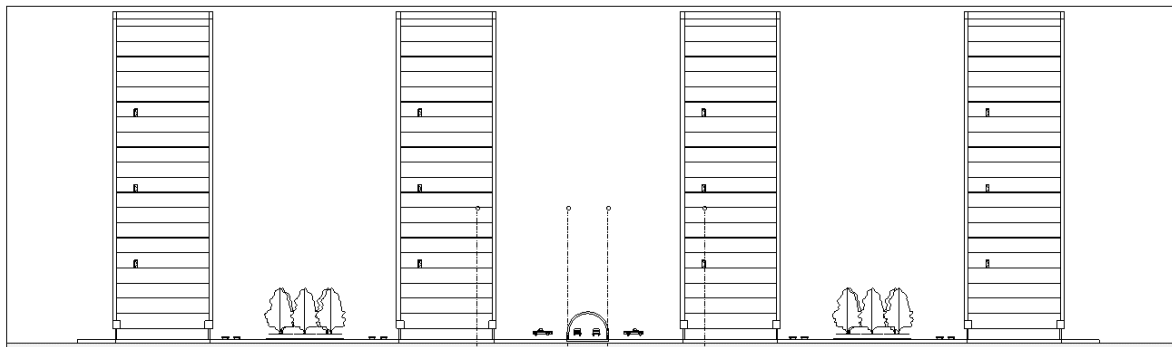


Рисунок 7 – Разрез

Представленный выше проект по строительству железнодорожного тоннеля между городами Бьескас и Пьдрафита де Хака является важным шагом на пути улучшения инфраструктуры и транспортного сообщения региона. Архитектурное решение не только улучшает вид портала, но и предоставляет возможность увеличить приток туристов в данный район, что благоприятно скажется на его экономике.

Таким образом, строительство объектов такого рода – это очень сложный и длительный процесс, требующий не только огромных финансовых и ресурсных затрат, но и обширных знаний в области строительства и проектирования, что позволяет возводить здания и сооружения не только безопасные для эксплуатации, но и практичные в использование, которые лаконично вписываются в окружающий пейзаж.

ОБРУШЕНИЕ МОСТА В ТАЙВАНЕ В 2019 ГОДУ

*Катанович Егор Сергеевич, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Ходяков В.А., старший преподаватель)*

В 2019 году в Тайване обрушился автомобильный мост. Этот инцидент привлек очень много внимания, так как его обрушение стало неожиданным для всего мира. Оно вызвало множество вопросов о том, насколько качественно было его строительство.

В момент обрушения по мосту двигалась фура с цистерной для бензина. Конструкция пролетного строения не выдержала и рухнула в воду. В том числе пострадали рыбацкие лодки, находившиеся под сооружением в момент обрушения.



Рисунок 1 – Обрушение моста в Тайване в 2019 году

Бензовоз упал на землю и загорелся. Начался пожар, который удалось ликвидировать, но в результате всего этого пострадали люди, несколько погибло.

Также сообщается, что за день до произошедшего над данным местом пронесся тайфун, а перед самой трагедией случилось землетрясение. Все это могло повлиять на ситуацию, но настоящую причину обрушения не могли

определить долгое время. Удалось это только тогда, когда были подробно исследованы поврежденные части конструкции.

Было проведено расследование, в результате которого выяснили, почему мост так неожиданно рухнул. Одной из причин стало то, что с момента его постройки произошло сильное разрушение гидроизоляции, и возникла коррозия подвесок главной арки пролетного строения. Также было выяснено, что мост не обслуживали должным образом, как это следовало делать, нужно было проводить больше обследований. Со временем повреждения развивались, и несущая способность моста снижалась. Мост не выдержал нагрузки. Некоторые эксперты считают, что мост был неправильно спроектирован, а также в полной мере не были учтены климатические условия, характерные для данной территории строительства.

После всего произошедшего власти приняли меры. Стали проводить более качественные обследования не только мостов, но и других сооружений. Начали повышать уровень образования строителей.

Эта трагедия показала, насколько важно регулярно проводить обследования и правильно содержать мостовые и другие сооружения. Для строительства нужно использовать качественные материалы и учитывать в полной мере климатические условия. Очень важно то, насколько качественно построено какое-либо сооружение, так как от этого зависит жизнь большого количества людей. На мостовом сооружении может находиться как несколько человек, так и тысячи, поэтому при постройке должны учитываться все факторы и проводиться регулярные обследования.

ЮГОРСКИЙ ВАНТОВЫЙ МОСТ

*Качанов Игорь Павлович, студент 4-го курса
кафедры «Автомобильные дороги»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Ходяков В.А., старший преподаватель)*

Югорский мост проходит через реку Обь и входит в число самых длинных мостов. Его длина составляет больше 2100 метров, а длина его центрального пролета больше 400 метров. Через Югорский мост проходит трасса, соединяющая Сургут с Нефтеюганском. Высота моста достигает 150 м, а ширина 15 м.

Югорский мост построен в суровых сибирских условиях из отечественных материалов. В данном сооружении присутствуют металлические тросы толщиной 70 мм, которые выдерживают мороз до - 60 градусов, а их общая длина составляет 26 км.

Существует музей, посвященный Югорскому мосту. В этом музее присутствует композиция, рассказывающая об успешной постройке моста и всех трудностях его строительства. У посетителей музея есть возможность ознакомиться с чертежами, фотографиями инженеров и рабочих (Рис. 1).



Рисунок 1 – Югорский мост

Постройка моста упростила перемещения из одного города в другой. Раньше приходилось перемещаться летом на пароме, а зимой ледовой переправой. Югорский мост очень популярен среди населения. Он красуется на

почтовых марках и поздравительных открытках. Сам мост был открыт 20 сентября 2000 года. Это была сенсация для мостовиков из других городов. В честь этого была даже проведена презентация на которой обсуждались все нюансы при постройке моста. Некоторые работы приходилось вести в определенные часы из-за климатических условий. Для быстрой постройки моста пользовались стимулом для работников в виде премиальной оплаты.

Литература:

1. Центр по реализации национальных проектов (Электронный ресурс). - Режим доступа: <https://ugraces.ru/istoriia-vazhnykh-objektov/>. – Дата доступа: 11.12.2023.
2. Тонкости туризма (Электронный ресурс). - Режим доступа: https://tonkosti.ru/Югорский_мост/. – Дата доступа: 11.12.2023.

МОСТ ЧЕРЕЗ РЕКУ ВИТИМ НА ГРАНИЦЕ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ

*Кириченко Александр Дмитриевич, студент 4-го курса
кафедры «Автомобильные дороги»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Ходяков В.А., старший преподаватель)*

Куандский или Витемский мост был построен в 1984 году через одноимённую реку Витим. Мост располагается на границе Бурятии и Забайкальского края, соединяя Каларский район Читинской области и Баунтовский район Бурятии. Соединивший эти районы мост получил официальное название – мост «Интернациональной дружбы» (Рис. 1).



Рисунок 1 – Куандский мост

Однако сейчас он носит неофициальное название самого опасного моста России.

Автомобильный мост через реку Витим был построен рабочими треста «Мостострой – 9» и носил статус временного сооружения. Официально мост в эксплуатацию не принимался.

Длина моста составляет 570 метров, а ширина практически равна колёсной базе автомобиля – 3 метра. Мост высотой 15 метров не имеет никаких ограждений, на металлический каркас уложены шпалы, не соединенные между собой.

Когда строительство постоянного железнодорожного моста через реку Витим было закончено, опасный мост дважды поджигали, однако каркас из металла остался нетронутым. В связи с этим автомобильное сообщение по мосту не прекратилось. С 2016 года проезд был запрещён, а в 2018 году произошло происшествие: ледоход повредил и разрушил опоры моста. Вследствие чего посёлок Куанда оказался отрезанным от автомобильного сообщения. Что удивительно, за все 30 лет не нашлось ни одного зарегистрированного сообщения о каких-либо авариях или трагедиях на Куандском мосту.

По примерным подсчётам реконструкция этого моста или строительство нового обойдётся в 1,5 миллиарда рублей.

Сейчас посёлок связан с внешним миром только Байкало-Амурской магистралью, и добраться сюда можно только пассажирскими поездами.

РОСТОВСКИЙ РАЗВОДНОЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ МОСТ

*Кириченко Александр Дмитриевич, студент 4-го курса
кафедры «Автомобильные дороги»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Ходяков В.А., старший преподаватель)*

Ростовский разводной железнодорожный мост через реку Дон является объектом культурного наследия народов Российской Федерации. Мост уникален тем, что ему уже более ста лет и это первый разводной мост такого типа в России. Впервые движение по мосту было открыто 9 мая 1917 года.

Однако у моста есть предшественник, также разводной мост, который стал заключительным этапом строительства железнодорожной линии между Владикавказом и Ростовом в 1845 году. (Рис. 1).



Рисунок 1 – Первый разводной железнодорожный мост, 1845 год

Длина моста составляла 250 метров и имела одну колею с пятью пролетами. Разводным являлся средний пролет, который вращался на опоре и, поворачиваясь строго перпендикулярно, открывал два узких пространства для проходящих судов. Поскольку проход был достаточно узким, а течение слишком сильным, речные суда нередко сталкивались с опорами моста, повреждая их. Для

решения этой проблемы было решено построить специальные баржи, которые находились на якоре с обеих сторон моста и «затягивали» корабли в проход с помощью паровой лебедки и канатов. За 1913 год таким способом было переведено 3807 судов.

В начале 1915 года мост сильно пострадал из-за оттепели, повлекшей за собой движение льдин. Движущийся лёд начал срывать с якорей пришвартованные на зиму суда, настилы и деревянные причалы. Суда, скопившиеся у моста, повредили нижнюю часть мостовых пролетов. Движение по мосту было сразу перекрыто. Примечательно то, что изготовление и установка новых металлических конструкций были проведены менее, чем за двое суток.

Автором первого железнодорожного моста являлся Э.М. Зубов. Для тогдашнего времени сооружение являлось уникальным и передовым в технологическом плане. Однако через двадцать лет с начала строительства первого моста для возросшего объема перевозок уже не хватало пропускной способности, так как была запущена железнодорожная линия в Новороссийск и открыт транспортный путь к Каспию и Волге. Поэтому было принято решение о строительстве нового моста, которое было начато в 1912 году. (Рис. 2).

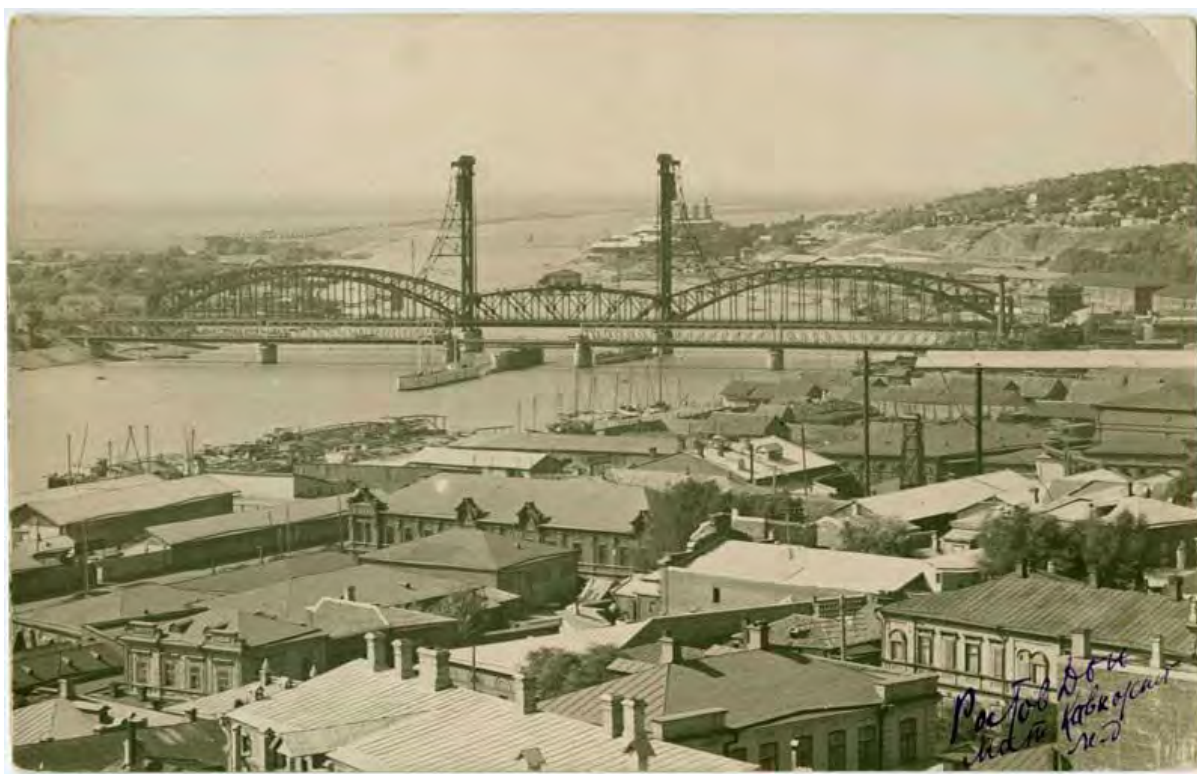


Рисунок 2 – Новый железнодорожный мост, 1917 год

Мост был спроектирован профессорами Н.А. Боголюбовым, Г.П. Перидерием и С.И. Белзецким. Новый мост с вертикально-подъемной системой являлся первым в России. Все металлические детали моста были изготовлены на

Мальцевских заводах, только подъемный механизм был спроектирован в ателье Гюстава Эйфеля, а его составные части были привезены из Америки. Открытие моста состоялось 9 мая 1917 года. Старый мост к тому моменту уже не эксплуатировался, простоявший до 20-х годов был разобран, а его основную часть конструкций использовали при строительстве железной дороги между Адлером и Сочи.

Во время Великой Отечественной войны 21 ноября 1941 года при отступлении Красной армии из Ростова мост был взорван. Через неделю, после освобождения города разводной мост начали восстанавливать, но уже в июле 1942 года город снова был оккупирован. Уникальный мост снова был разрушен, а позже был отстроен. (Рис. 3)



Рисунок 3 – Железнодорожный мост сегодня, образца 1952 года

Восстановленный мост открыли только в 1952 году на месте старого, первого, разводного моста. Он был построен на оставшихся, но укрепленных опорах. По конструкции он не отличался от своего предшественника, но появились некоторые новые детали. Для дополнительной прочности установили усиленную перекладину сверху с возможностью прокладки кабелей. На вершинах разводных башен появились небольшие помещения с механизмами, позволяющими развести мост вручную.

ПОДЗЕМНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ РАЗВЯЗКА, СОВМЕЩЕННАЯ С ПОДЗЕМНЫМ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМ КОМПЛЕКСОМ И СТАНЦИЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНА В ГОРОДЕ ВИТЕБСК

Кирсанов Руслан Владимирович, студент 5-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

Многофункциональный подземный комплекс расположен в городе Витебск на пересечении улиц Богатырева и Баграмяна. (Рис. 1).

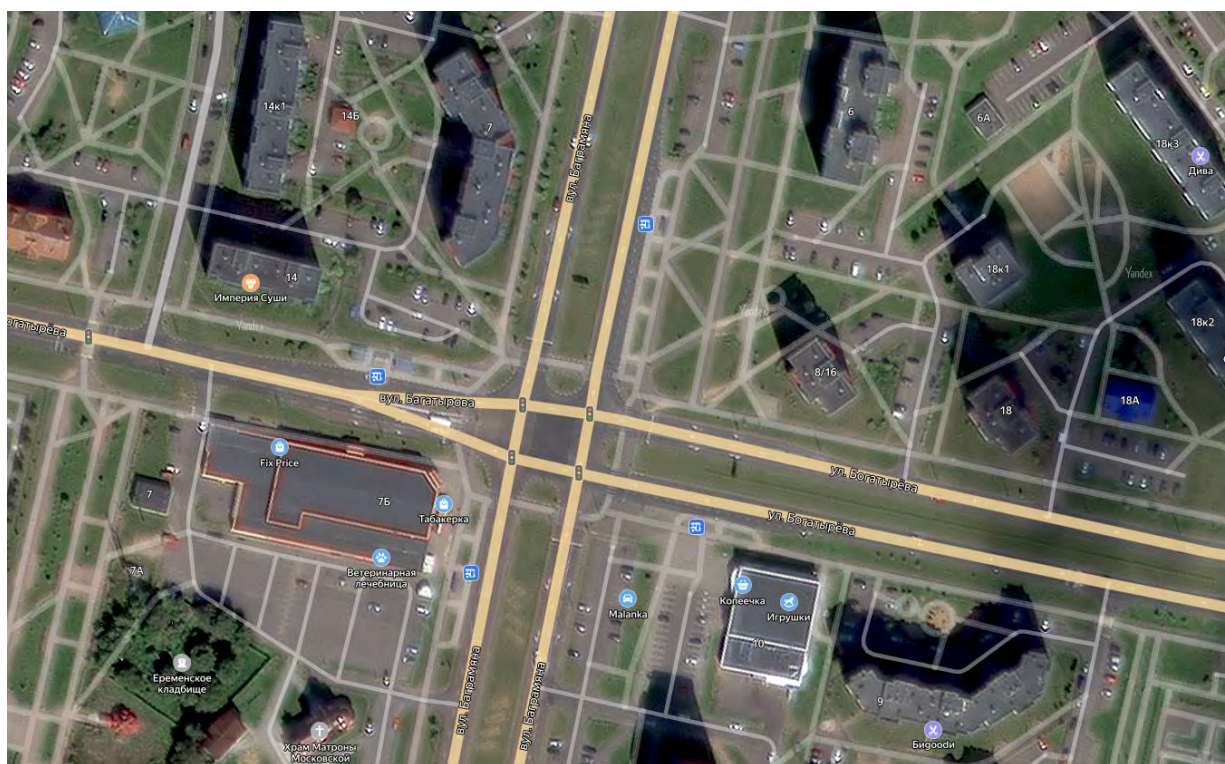


Рисунок 1 – Расположение паркинга

Основная цель строительства объекта является снижение автомобильной нагрузки на перекрестке.

В объеме данной работы был запроектирован подземный перекресток, подземный пешеходный переход и десятиэтажный многофункциональный подземный комплекс совмещенный со станцией метрополитена. Подземный комплекс включает в себя 4 этажа парковки вмещающие в себя до 500 единиц легковых автомобилей. Так же в комплексе расположены кассовые залы, технические помещения персонала станции и комплекса, а также торговые

помещения. Доступ к подземному комплексу осуществляется через пешеходный переход и съезды в подземном перекрестке.

Станция метрополитена залегает на глубине 27 метров, подземный пешеходный переход — 10 метров, автомобильный тоннель на глубине — 7 метров.

Расчет напряжений, возникающих в грунте при строительстве комплекса, использовался вычислительный комплекс SOFiSTiK.



Рисунок 2 – Общий вид перекрестка

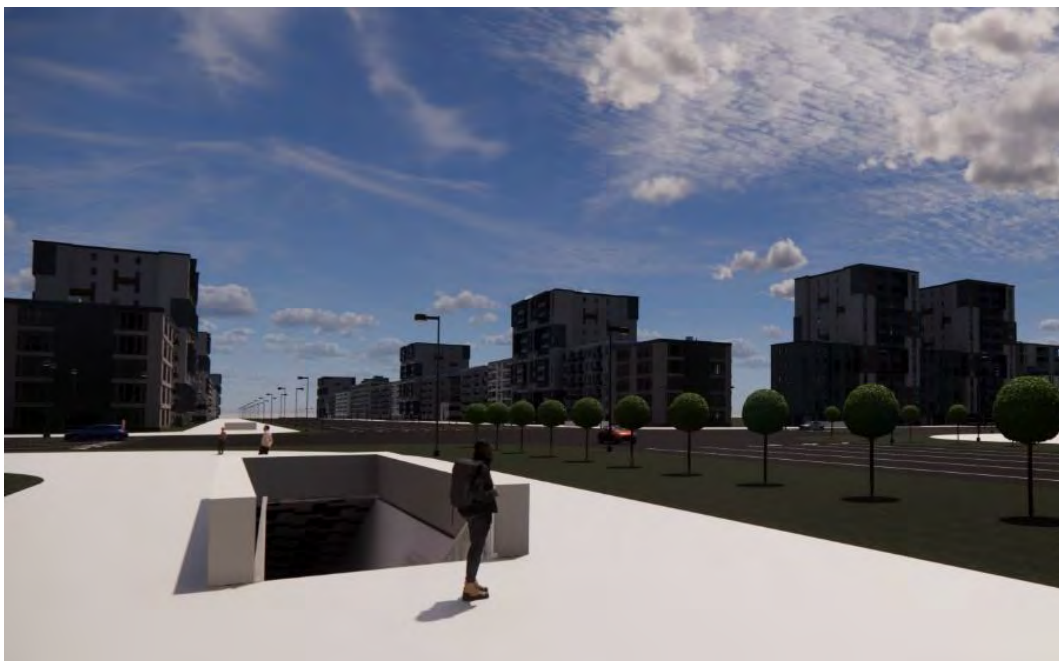


Рисунок 3 – Вход в подземный пешеходный переход



Рисунок 4 – Паркинг



Рисунок 5 – Торговые павильоны



Рисунок 6 – Кассовый зал метрополитена



Рисунок 7 – Станция метрополитена



Рисунок 8 – Въезд в автомобильный тоннель

Визуализация создана в программе Enscape.

Для расчета в программном комплексе SOFiSTiK было выбрано сечение, включающее в себя подземный автомобильный тоннель, перекресток, подземный пешеходный переход и многофункциональный подземный комплекс. (Рис. 9).

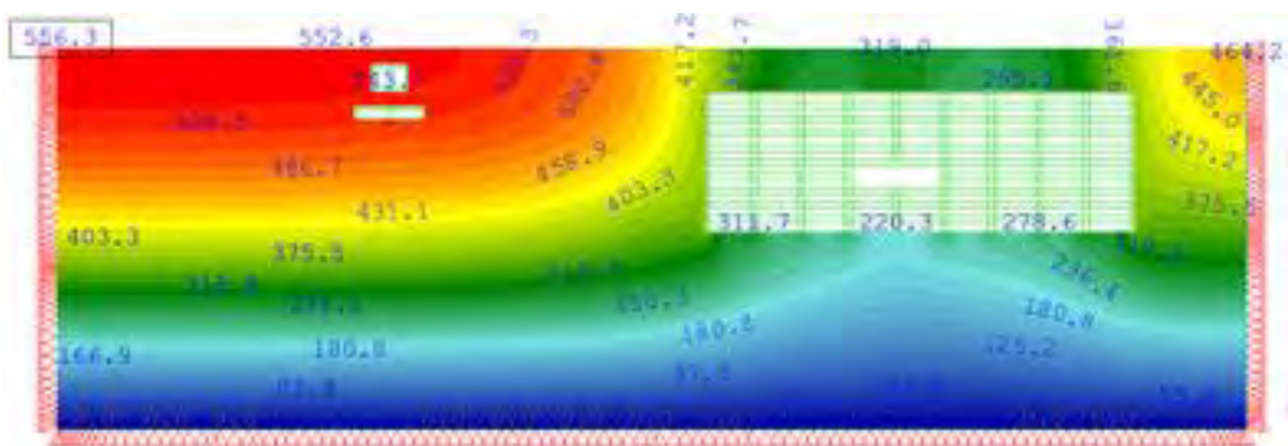


Рисунок 9 – Изополя перемещений грунта, возникающих в конструкциях по оси z

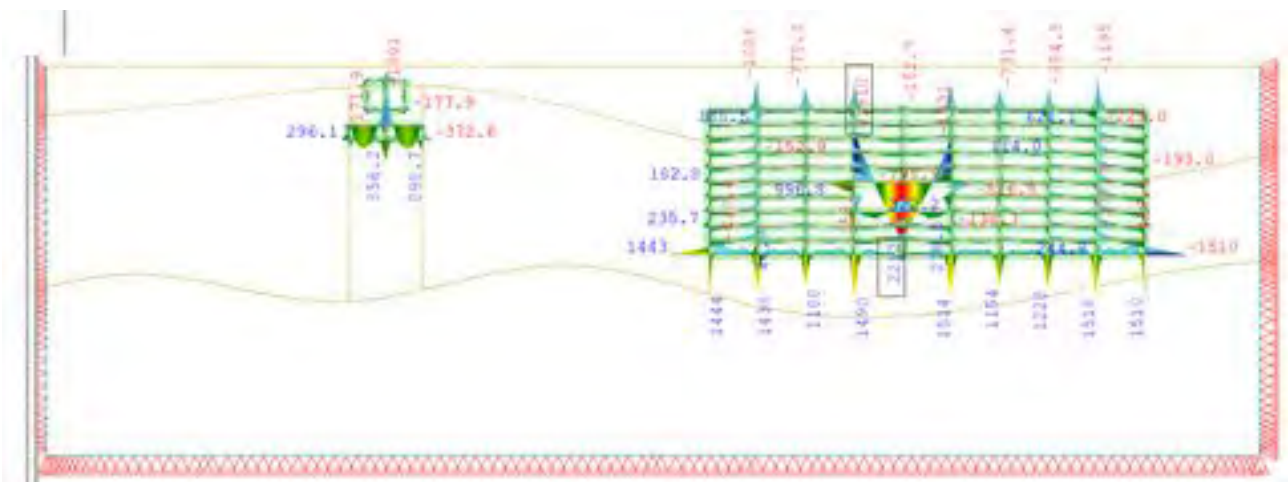


Рисунок 10 – Эпюры моментов M_u , возникающих в конструкциях

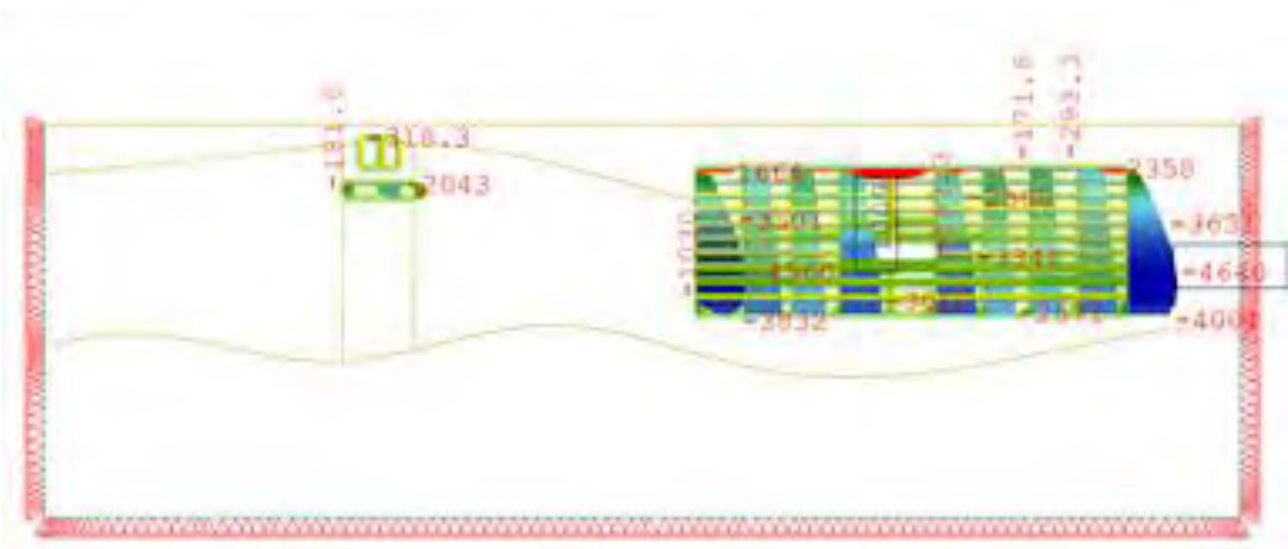


Рисунок 11 – Эпюры продольных усилий N_x , возникающих в конструкциях

Основываясь на расчетах, можно сделать вывод о возможности строительства перечисленных сооружений в данном месте.

При строительстве комплекса использовалась технология «Сверху-вниз». Такой способ строительства используют на таких объектах где необходимо

снижение стоимости строительства. Также технология позволяет минимизировать влияние на существующую застройку. Ограждение котлована обычно исполняют в виде «стены в грунте», а за отметку нуля берут принимают перекрытие над верхним этажом подземного сооружения. Помимо «стены в грунте» с поверхности земли могут устраиваться временные и постоянные опоры.

Первое перекрытие заливается в опалубке, установленной напрямую по грунту, при этом до работ по омоноличиванию, жесткость грунта увеличивают чтобы предотвратить возможные деформации устроенного перекрытия. После набора бетоном проектной прочности начинаются работы по извлечению грунта из-под готового перекрытия. Как правило, этот процесс реализуется средствами малой механизации, при помощи которых грунт подается к проему, оставленному монолитной конструкции, а затем поднимается вверх. По мере углубления стены котлована повторно укрепляются бетоном, а при достижении отметки следующего этажа заливается очередное перекрытие.

Использование такой сложной технологии строительства подземных сооружений требует кардинально иной подход к технологии проектирования. Также требует учета изменения напряженно-деформированного состояния окружающего грунтового массива и возводимых конструкций на всех основных стадиях производства работ, а также стадии эксплуатации.

Литература:

1. Кузьмицкий В. А. Методические указания к курсовому проекту по разделу «Расчет тоннельных обделок» курса «Проектирование и строительство тоннелей» для студентов специальности «Мосты и тоннели» Минск, 1982 г.
2. Кузьмицкий В. А., Лукша А. К. Современные конструкции тоннельных обделок. Учебно-методическое пособие к курсовому проекту по курсу «Проектирование и строительство тоннелей» для студентов строительных специальностей Минск, 1992 г.
3. Храпов В. Г. и др. «Тоннели и метрополитены» М: транспорт, 1989 г.
4. Фугенфиров А.А. «Строительство транспортных тоннелей» Омск, 2007 г.

РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Коваленя Никита Владимирович, студент 5-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Ходяков В.А., старший преподаватель)*

Вопрос увеличения производительности труда инженера сегодня актуален как никогда. Большую часть положительных преобразований за последние 20 лет в строительной отрасли мы видим благодаря развитию информационного моделирования зданий (BIM).

Согласно концепции, BIM охватывает все процессы – от проектирования и строительства до эксплуатации сооружения. К основным преимуществам стоит отнести однозначное ускорение работ, уменьшение рутинных процессов, 100 % обнаружение коллизий, возможность отслеживания процессов и уменьшения затрат на всех этапах производства.

На территории СНГ 3D моделирование в области проектирования получило более массовый характер в начале-середине 2010-х и развивается до сих пор. На данный момент лидирующими по внедрению и развитию информационных технологий являются Великобритания, США и Сингапур, в немалой степени этому поспособствовало то, что в этих странах раньше других поняли потенциал информационного моделирования. Также этому способствовали политика государств, экономическая поддержка, разработка и внедрение регламентирующих документов в этой области для всех субъектов строительства (инженер, архитектор, подрядчик, заказчик, организация).

Важным этапом в развитии российского BIM или технологии информационного моделирования, сокращенно ТИМ является Постановление №331, согласно которому, с 1 июля 2024 года реализация крупных проектов долевого строительства с использованием информационного моделирования. Речь идет о многоквартирных домах и объектах необходимой для них инфраструктуры, которые строятся с привлечением средств дольщиков. При долевым строительстве малоэтажных жилых комплексов технологии информационного моделирования начнут применяться с 2025 года. Решение позволит отслеживать состояние объекта на протяжении всего жизненного цикла, будет способствовать улучшению качества строительства, поможет снизить риски серьезных ошибок и потерь при реализации проектов. В Беларуси постепенно увеличивается количество реализованных объектов с

использованием BIM, всё больше проектных компаний открывают для себя создание цифровых двойников зданий и сооружений.

Применение BIM технологий в строительстве является очень современным и высокотехнологичным направлением. Именно по этой причине Беларусь, первая в ЕАЭС, ещё в 2012 году приняла отраслевую программу по внедрению технологий в строй отрасли. А уже с 2022 года все объекты в бюджетном строительстве начали возводиться с использованием технологии информационного моделирования.

В Минске впервые элементы BIM-технологий использовались при реконструкции стадиона "Динамо», при строительстве новых станций метро и спортивно развлекательного комплекса Falcon Club.

Разумеется, использование технологии информационного моделирования зданий оказывает различное влияние на строительную отрасль, но в конечном итоге, все сводится к тому, что каждый из участников строительного проекта может получать и использовать все данные, которые ему нужны на каждом этапе проекта, без лишнего дублирования и траты времени на рутинную работу. Это требует эффективного обмена данными между участниками проекта в формате, с которым каждый из них может работать на всех этапах процесса.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС В ИРАНЕ МЕЖДУ ГОРОДАМИ КХОНГ КАМАЛЬВАНД И ДАПЕК АНСАРИ

*Козлов Кирилл Андреевич, студент 4-го курса
кафедра «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

В рамках проекта по дисциплине «Тоннели и подземные сооружения» были выбраны города Кхонг Камальванд и Дапек Ансари (Иран) (Рис. 1) для преодоления горного массива между ними с помощью автодорожного тоннеля. Подземное сооружение пролегает под толщей горных пород и должно иметь достаточную прочность, а также хорошую вентиляцию для комфортного передвижения транспортных средств и людей.

Проектом строительства предусматривался тоннель протяженностью 5 км с двумя поворотами радиусами 1500 м и 1500 м соответственно. (Рис. 2).

Из-за разности уровней начальной и конечной точек пути предусмотрен уклон проезжей части, не превышающий 20‰ (Рис. 3). Вход спроектирован на въезде (выходе) из тоннеля. Портал (Рис. 4) представляет собой конструктивное и архитектурное решение, в связи с сухим климатом региона предусмотрено сочетание тоннеля и ресторана для поддержания нормы калорий из-за ускорения метаболизма в жару, а также для заблаговременного приобретения питьевой воды. Дизайнерским решением на втором этаже была предусмотрена теплица, открытая для посещения (Рис. 5).



Рисунок 1 – План трассы

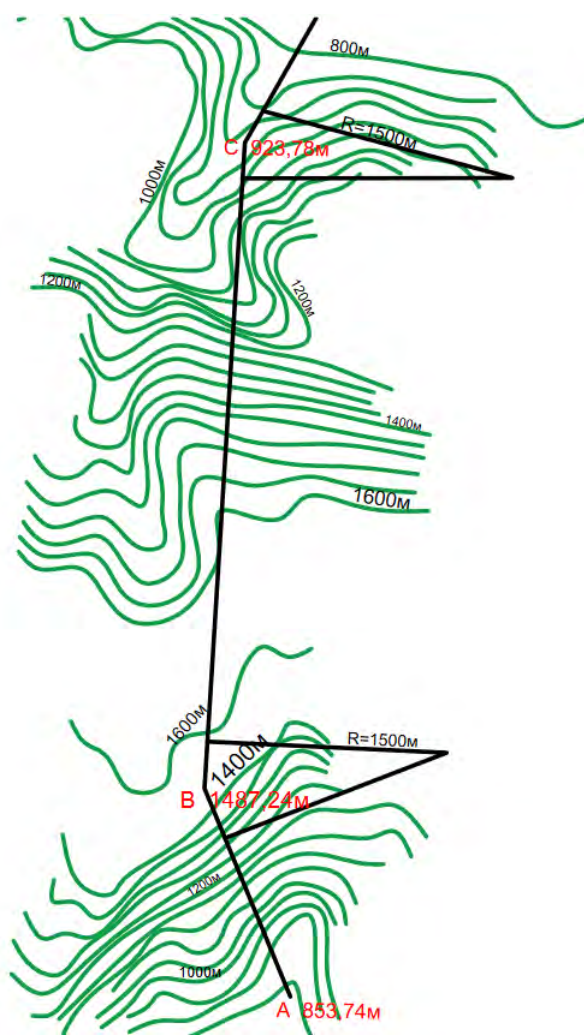


Рисунок 2 – Топографическая съёмка

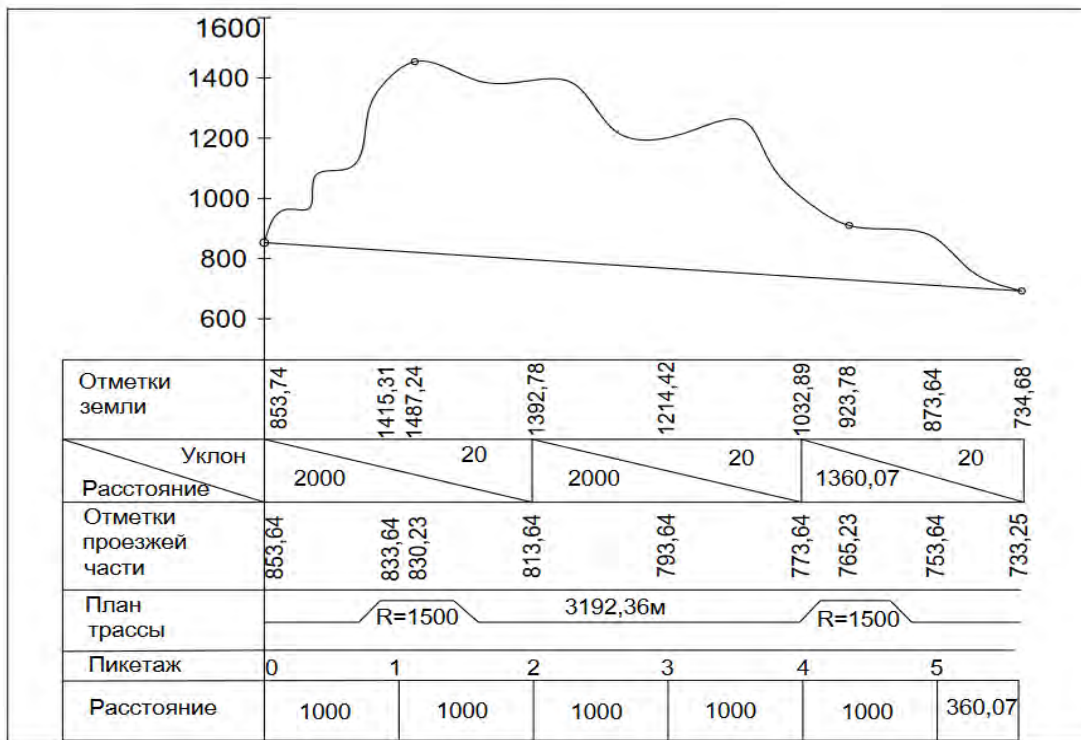


Рисунок 3 – Продольный профиль трассы

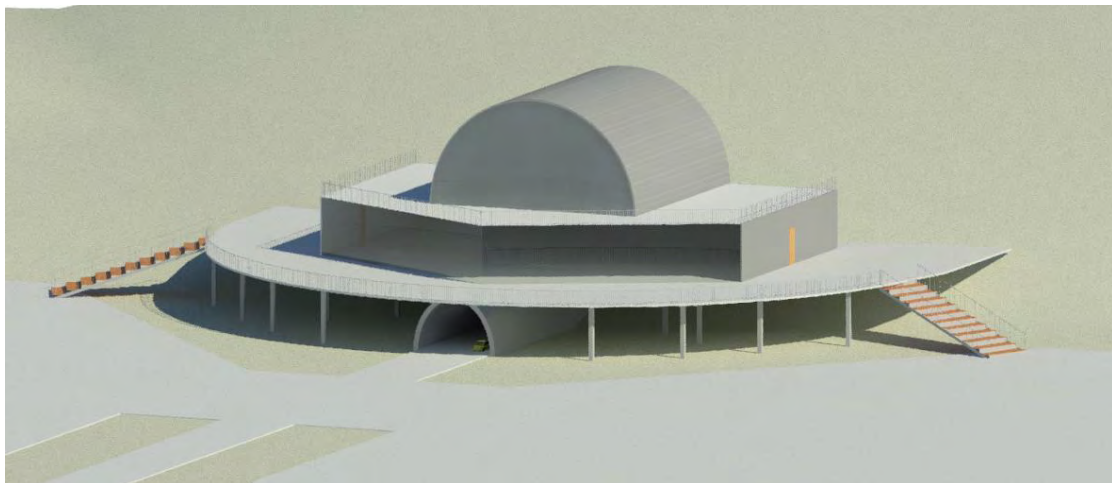


Рисунок 4 – Общий вид

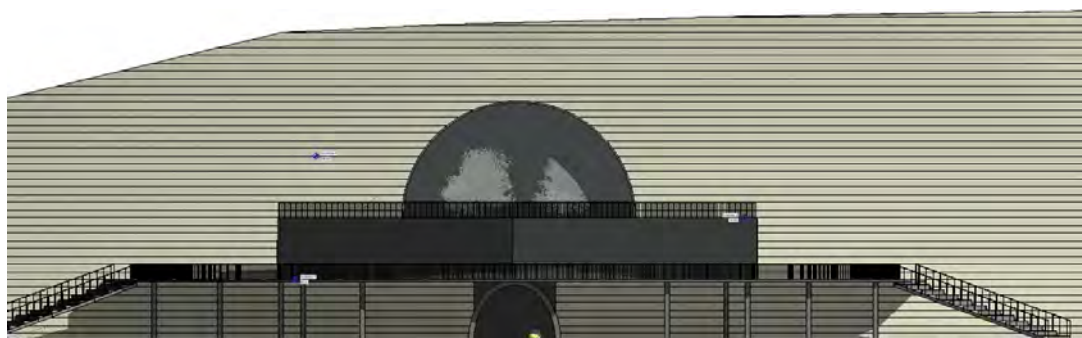


Рисунок 5 – Южный фасад

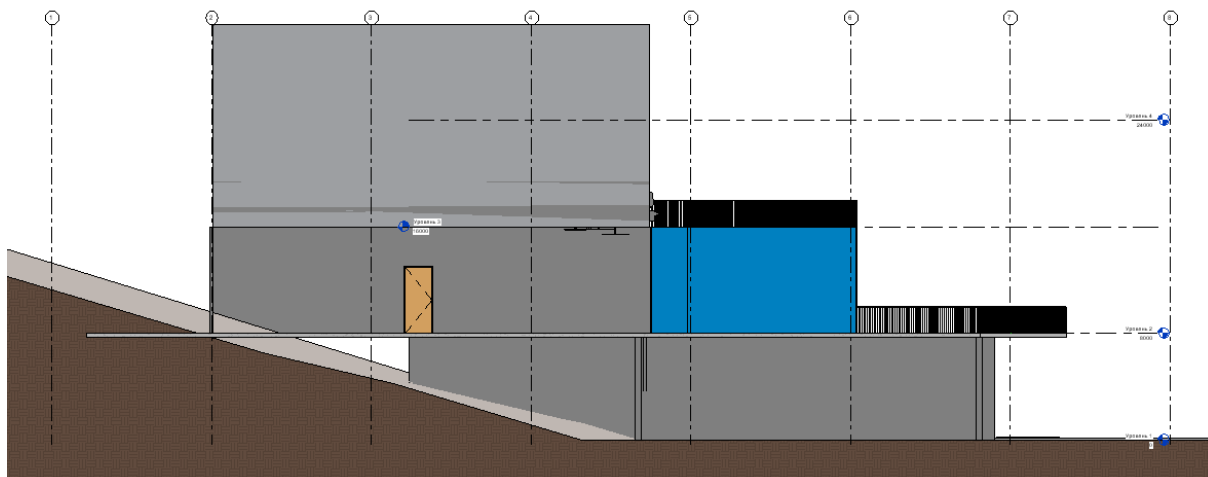


Рисунок 6 – Западный фасад

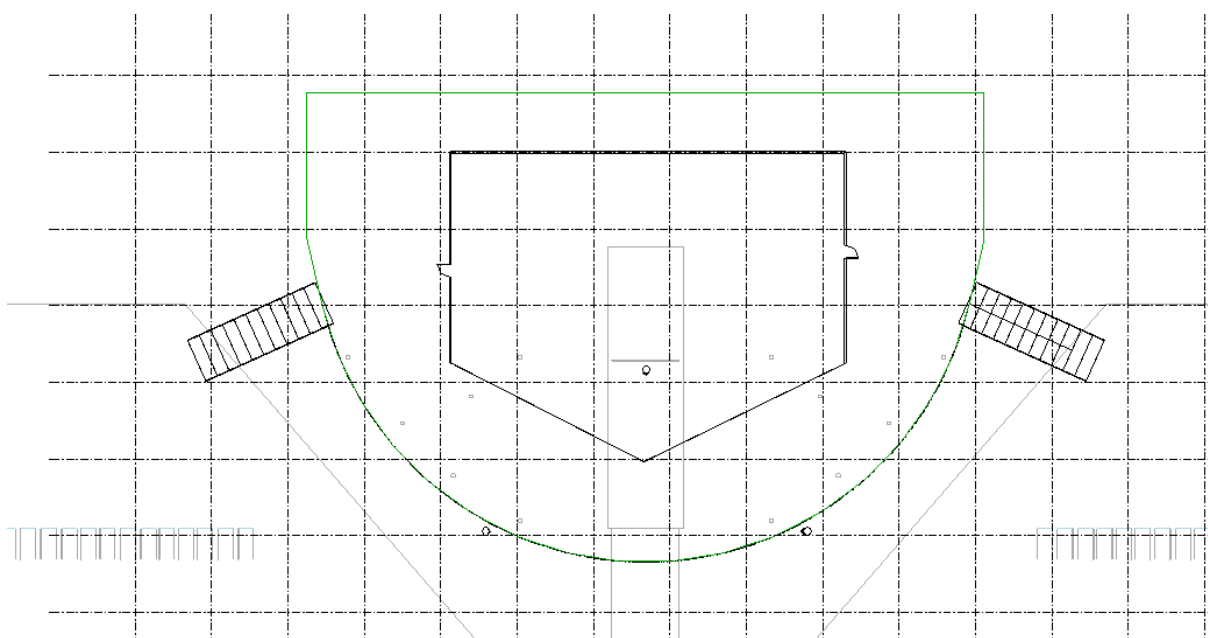


Рисунок 7 – План первого этажа

К portalу тоннеля были применены архитектурные и дизайнерские решения, позволившие сконструировать его без критического влияния на топографию местности (Рис. 6, 7). Для расчёта обделки тоннеля был использован программный комплекс нового поколения SCAD office (Рис. 8, 9, 10, 11).

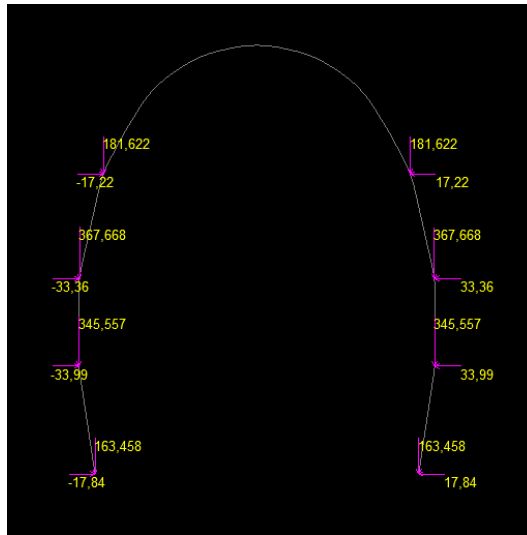


Рисунок 8 – Расчетная схема обделки тоннеля

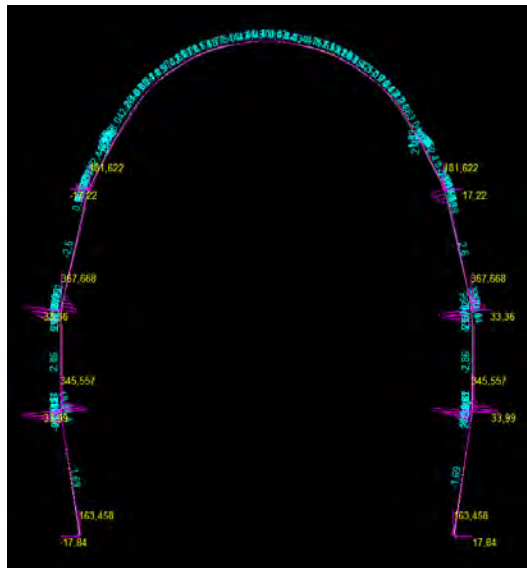


Рисунок 9 – Эпюра поперечных усилий Q

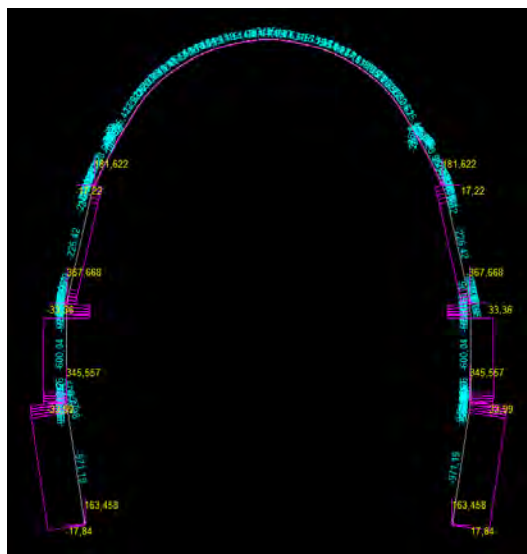


Рисунок 10 – Эпюра продольных усилий N

ПОДЗЕМНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ РАЗВЯЗКА НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ РУМЛЁВСКОГО ПРОСПЕКТА И УЛИЦЫ БЕЛУША В ГОРОДЕ ГРОДНО, СОВМЕЩЁННАЯ СО СТАНЦИЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНА И МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМ КОМПЛЕКСОМ

*Кохановская Виктория Эдуардовна, студент 5-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

В рамках моей курсовой работы было необходимо решить проблему транспортной загруженности в городе Гродно. Решение проблемы я начала с разгрузки перекрёстка на пересечении пр-та Румлёвского и ул. Белуша (Рис. 1). Эту проблему решила с помощью транспортной развязки с добавлением строительства станции метрополитена и подземного комплекса, который включает в себя торговый центр и подземный паркинг.

В ходе этой работы была разработана модель в Revite (Рис. 2 – 6,10). После были проведены расчёты возникающих продольных усилий, моментов и перемещений. Все расчёты проводились с помощью вычислительного комплекса Sofistik (Рис. 7 – 9)



Рисунок 1 – Генплан и координаты перекрестка



Рисунок 2 – Общий вид перекрестка



Рисунок 3 – Съезды в подземную транспортную развязку

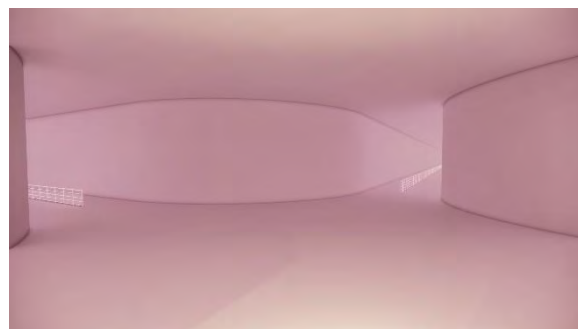


Рисунок 4 – Подземный перекресток



Рисунок 5 – Подземный пешеходный переход



Рисунок 6 – Станция метрополитена

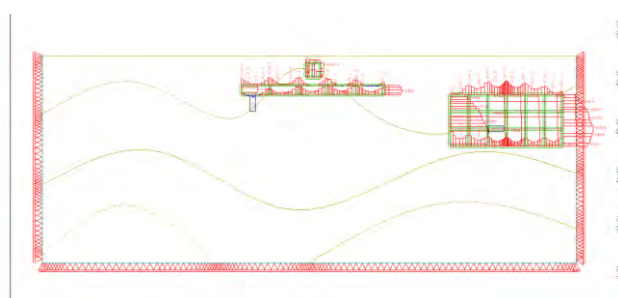


Рисунок 7 – Эпюра продольных усилий

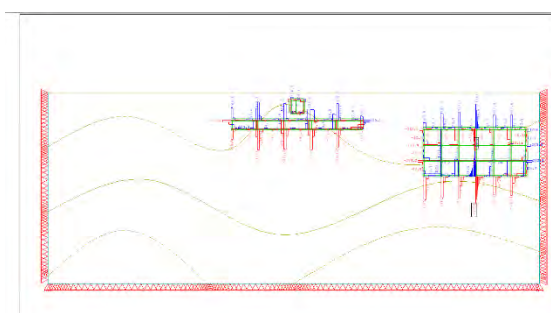


Рисунок 8 – Эпюра моментов

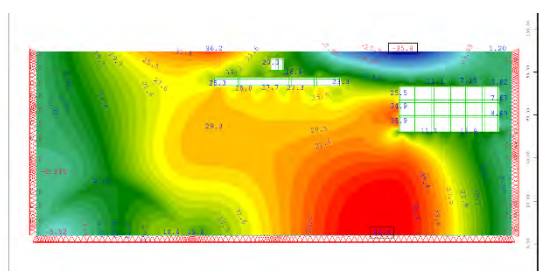


Рисунок 9 – Изополя перемещений

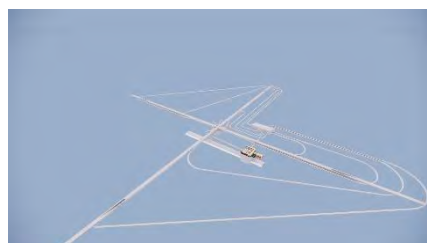


Рисунок 10 – Общий вид

В ходе строительства необходимо было обеспечить защиту тоннельных конструкций. Одна из проблем может быть воздействие минусовых температур на стойкость бетона и ж\б конструкций. Принимают следующие решение: саму поверхность бетонного монолита утепляют. Утепление происходит за счёт таких

материалов как древесные опилки, торфяная крошка и камышовые маты. Ученные до сих пор предпринимают усилия разработать бетон, температура схватывания которого была бы ниже 0. Но пока существуют только эти методы поднятия температуры схватывания бетона:

- * применение подогретой воды;
- * ввод в смесь морозостойких добавок;
- * электроподогрева;
- * метод пропаривания бетонных конструкций в специальных автоклавах до набора прочности 80-85%, происходящих в стационарных условиях;
- * использование тепловых пушек с ограждением бетонной смеси.

Литература:

1. Колокова Н.М., Кобац Л.М., Файнштейн И.С. «Искусственные сооружения». М., Транспорт, 1988 г.
2. Маковский Л.В. «Проектирование автодорожных и городских тоннелей». М., Транспорт, 1993 г.
3. Маренный Я.И. «Тоннели с обделкой из монолитно-прессованного бетона». М., Транспорт, 1985 г.
4. Волков В.П. «Тоннели». 3-е изд., М., Транспорт, 1970 г.
5. Омелянчук А.Г. «Системы безопасности автодорожных тоннелей». Журнал
6. «Технология защиты» №4 2007 г.
7. newelectronics. Innovations in radio technology to improve transport tunnel safety [Electronic resource] – Mode of access: <https://www.newelectronics.co.uk/electronicstechnology/innovations-in-radio-technology-to-improve-transport-tunnel-safety/150036/> – Date of access: 28.05.2020.

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ, СОЕДИНЯЮЩИЙ ГОРОДА ТЕЛАВИ И САГАРЕДЖО (ГРУЗИЯ)

*Лукашевич Егор Дмитриевич, студент 4-го курса
кафедра «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

В рамках данного проекта по изучению дисциплины "Тоннели и подземные сооружения" была разработана концепция тоннеля для железнодорожного сообщения. Этот тоннель был спроектирован в Грузии между городами Телави и Сагареджо (Рис. 1,2,3). Создание такого подземного сооружения было обусловлено необходимостью развития транспортной инфраструктуры, связывающей удаленные населенные пункты.

Общая протяженность тоннеля составила 30 километров. В процессе проектирования были предусмотрены закругления длиной 2000 метров в углах поворота.

На въезде и выезде из тоннеля были спроектированы и реализованы порталы (Рис. 4 и 5). Портал – это конструкция из камня или бетона, которая обрамляет въезд в тоннель снаружи. Основная функция портала заключается в предотвращении обрушения грунта и скал на проезжую часть дороги. При проектировании портала также учитываются архитектурные и ландшафтные особенности местности, а также доступные финансовые возможности. В данном проекте представлено архитектурное решение отеля, расположенного у въезда в тоннель со стороны города Телави.

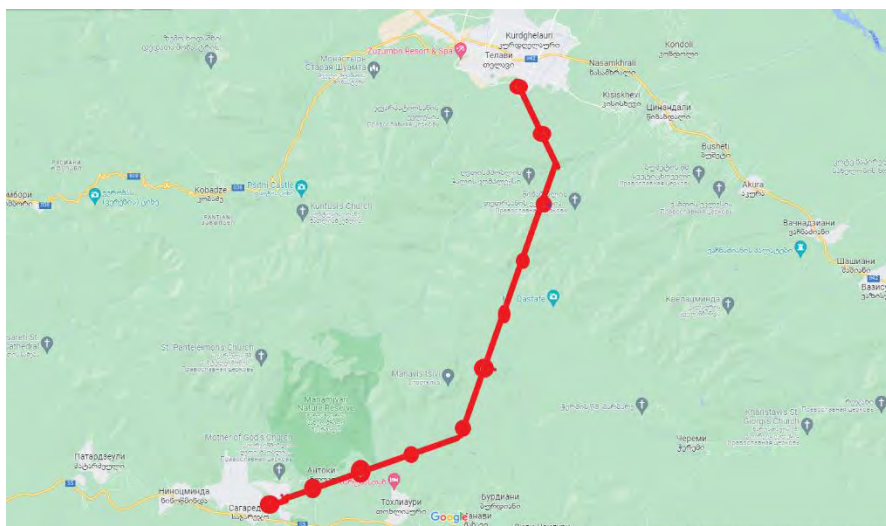


Рисунок 1 – План трассы

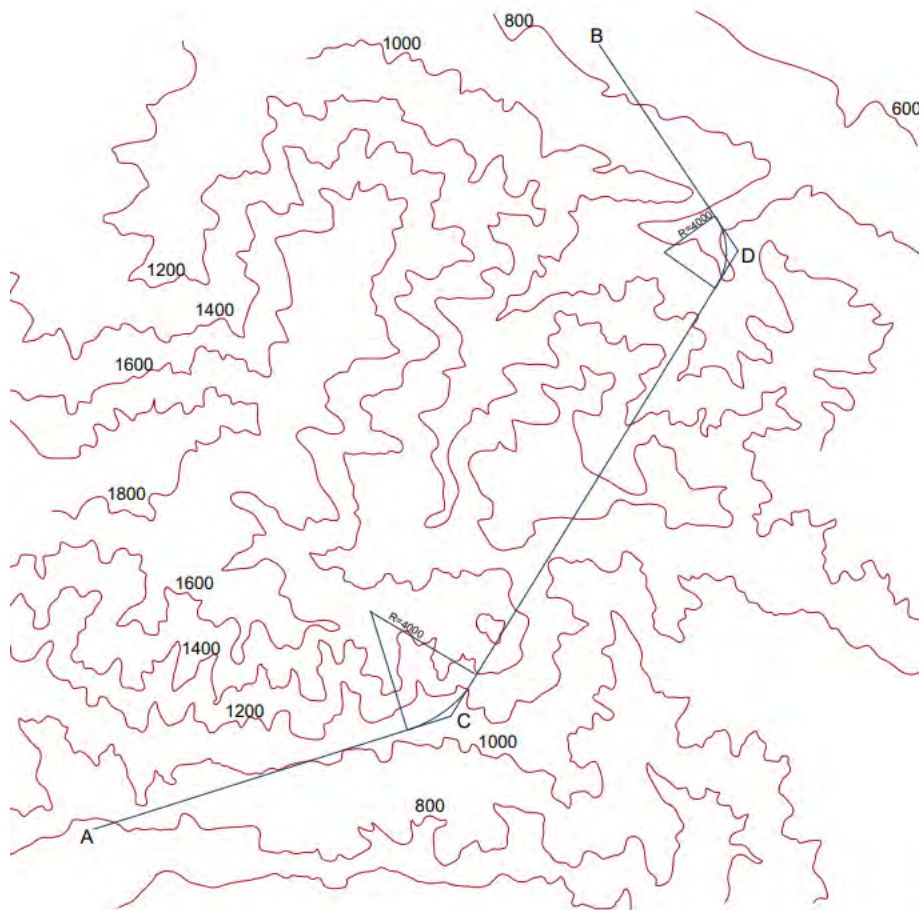


Рисунок 2 – План трассы

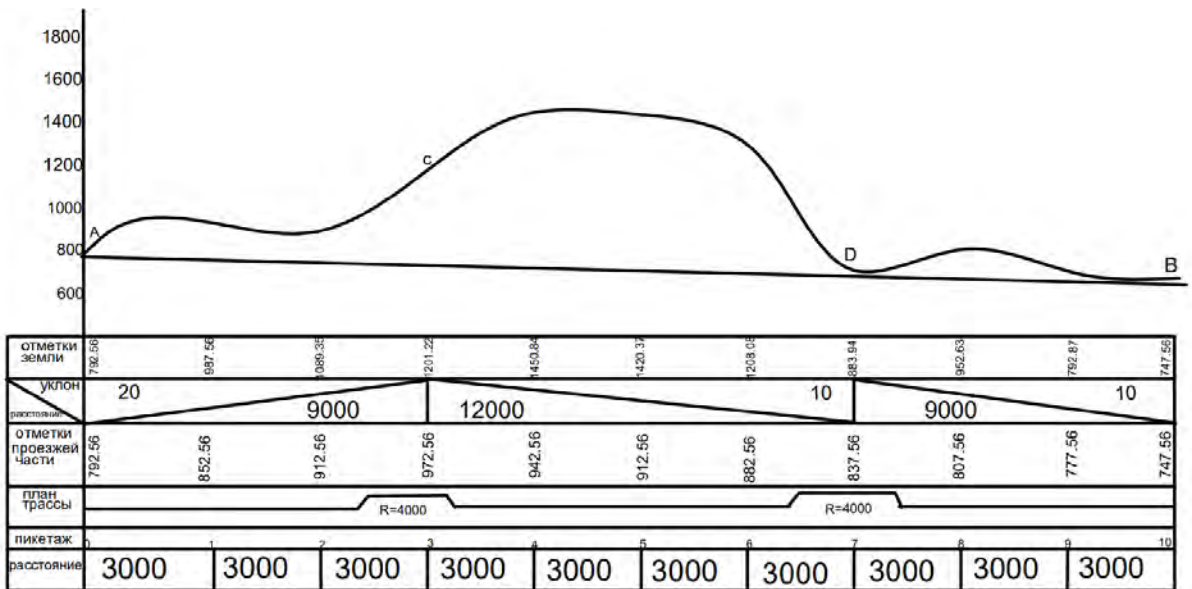


Рисунок 3 – Продольный профиль трассы



Рисунок 4 – Фасад главного входа

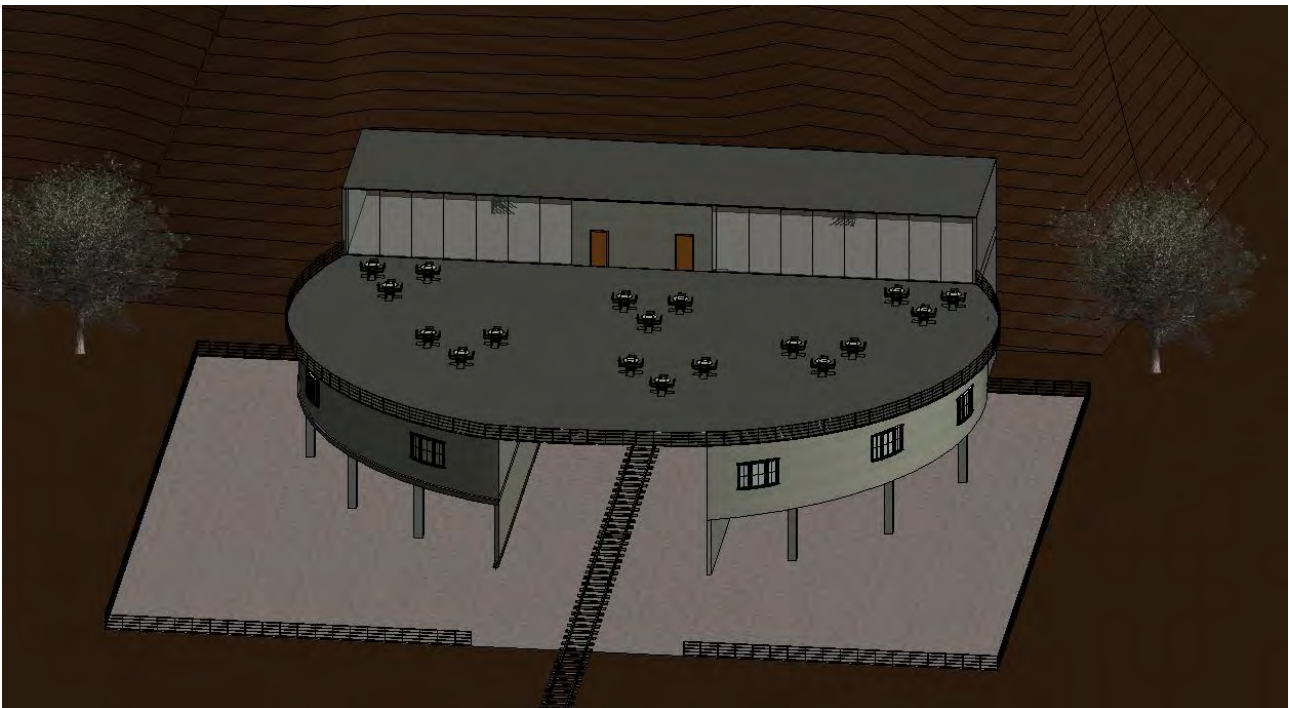


Рисунок 5 – Общий вид



Рисунок 6 – Вид сбоку

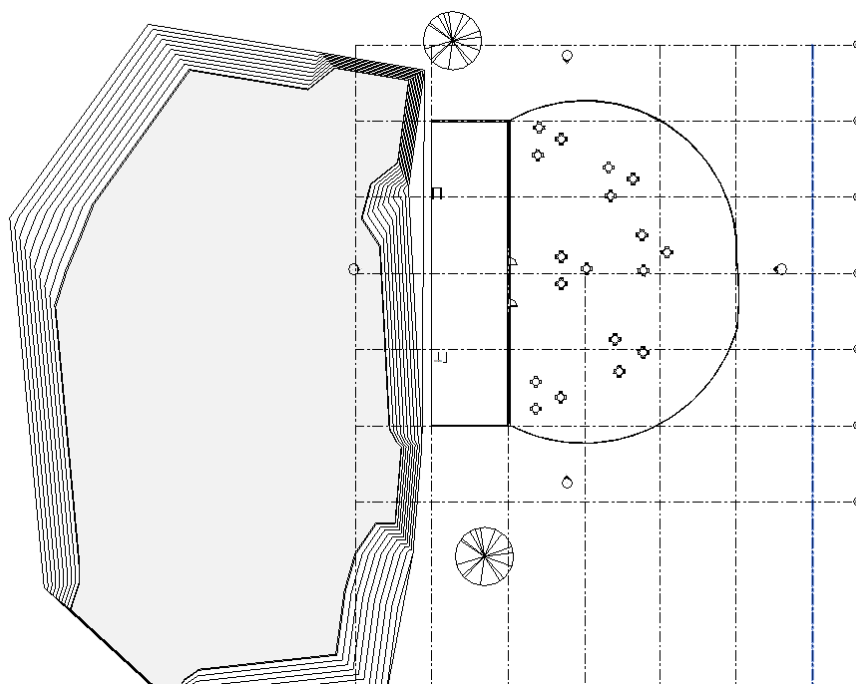


Рисунок 7 – План 1 этажа сооружения

Представленный выше проект по строительству железнодорожного тоннеля между городами Телави и Сагареджо является важным шагом на пути улучшения инфраструктуры и транспортного сообщения региона. Архитектурное решение не только улучшает вид портала, но и предоставляет возможность увеличить приток туристов в данный район, что благоприятно скажется на его экономике.

Таким образом, строительство объектов такого рода – это очень сложный и длительный процесс, требующий не только огромных финансовых и ресурсных затрат, но и обширных знаний в области строительства и проектирования, что позволяет возводить здания и сооружения не только безопасные для эксплуатации, но и практичные в использование, которые лаконично вписываются в окружающий пейзаж.

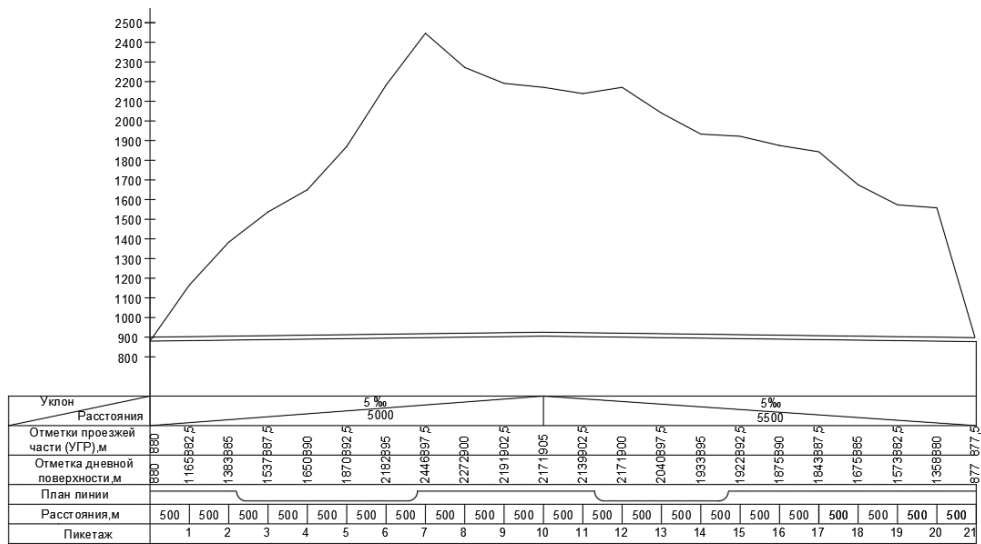


Рисунок 2 – Продольный профиль трассы

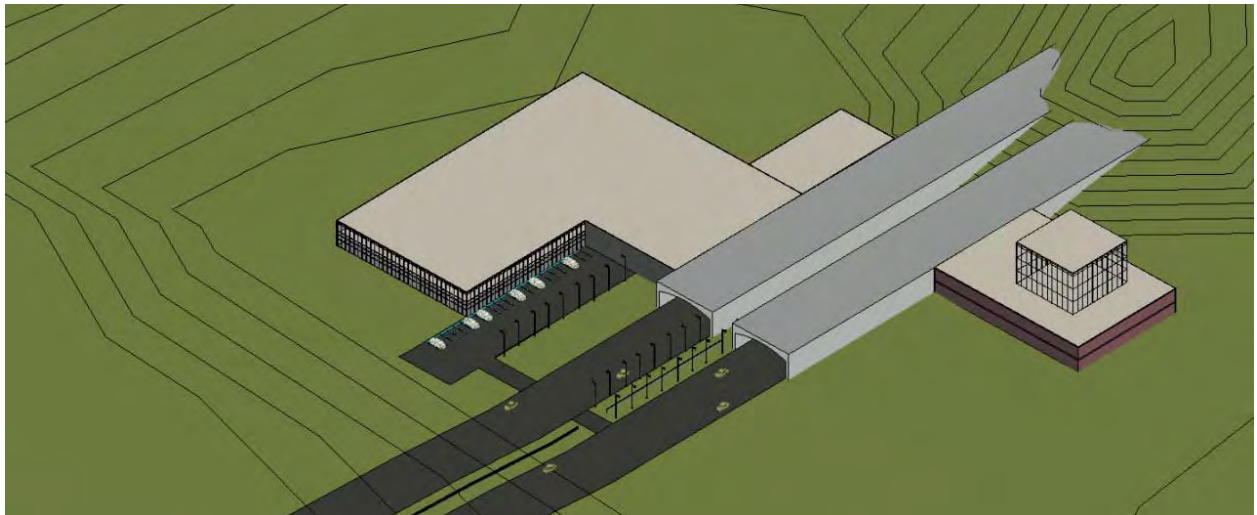


Рисунок 3 – Общий вид

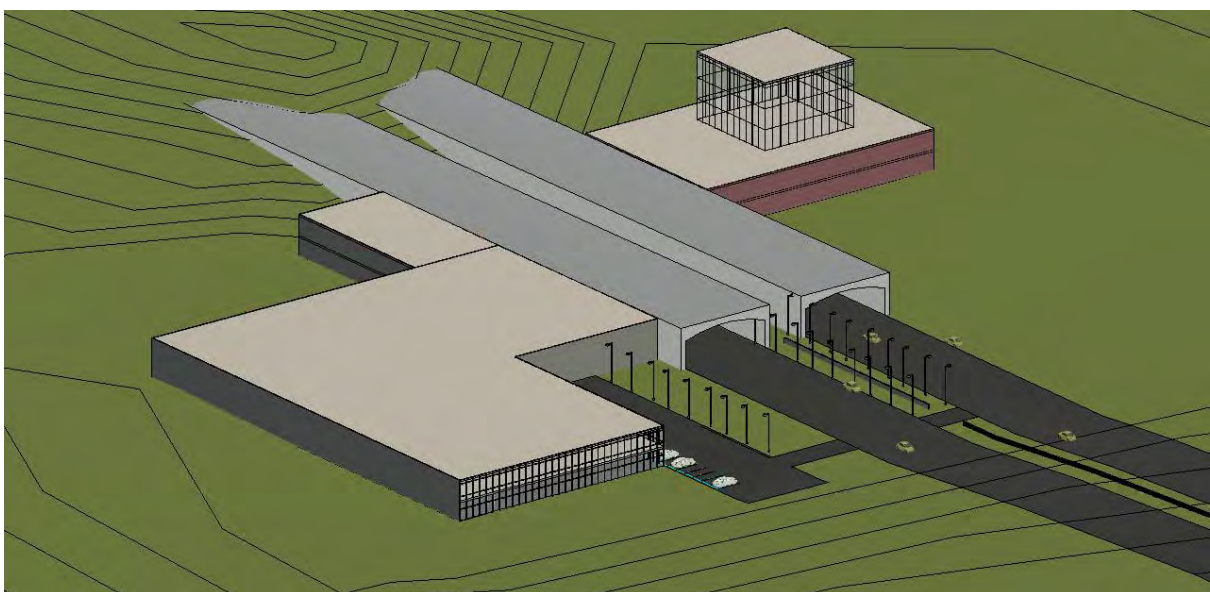


Рисунок 4 – Общий вид



Рисунок 5 – Разрез вдоль оси трассы

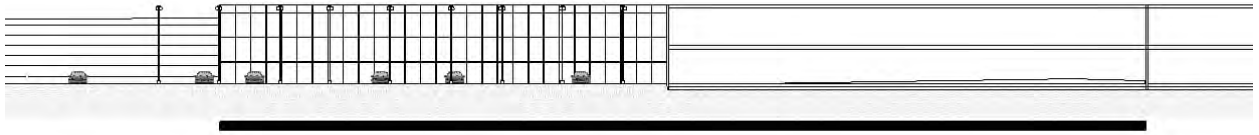


Рисунок 6 – Восточный фасад

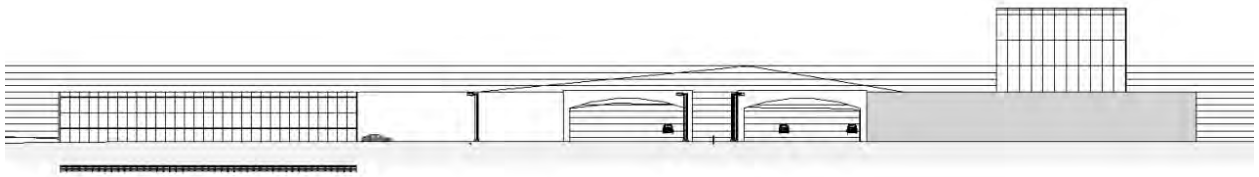


Рисунок 7 – Южный фасад

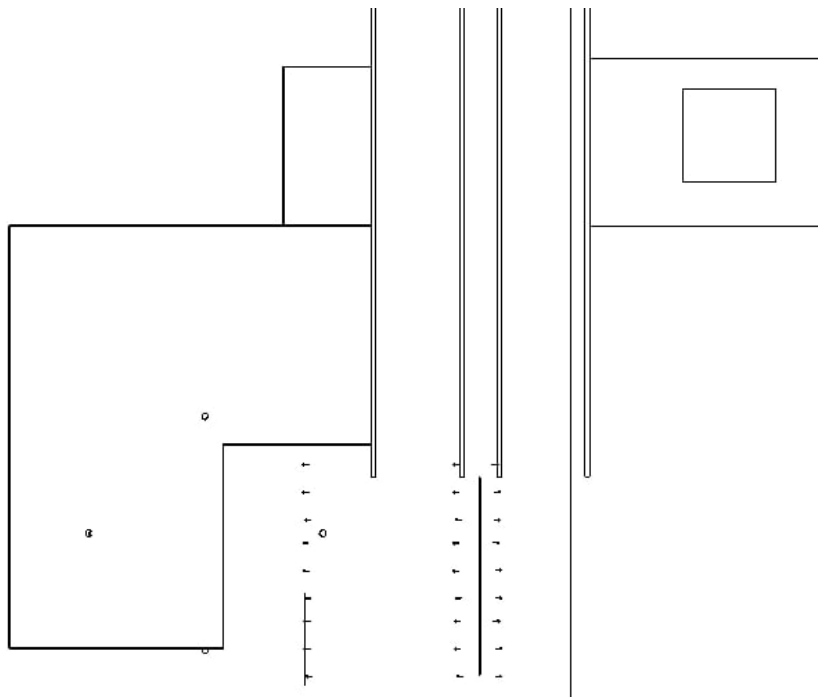


Рисунок 8 – План первого этажа

Данный проект многофункционального комплекса является ключевой конструкцией для городов Матрай - ин - Острироль и Брукберг. Он призван обеспечить эффективную организацию движения между этими городами и стать важным логистическим решением. Комплексное сочетание отеля и железнодорожного тоннеля способствует не только улучшению транспортной

инфраструктуры, но и активизации туристического потока в данных городах, что положительно сказывается на их экономике.

Реализация данного проекта будет способствовать развитию туризма и экономики городов Матрай - ин - Острироль и Брукберг. Он не только обеспечит удобство передвижения, но и создаст новые возможности для развития бизнеса и повышения привлекательности региона для туристов.

«ТАНЦУЮЩИЙ МОСТ» В ВОЛГОГРАДЕ

*Никифоров Илья Иванович, студент 3-го курса
кафедры «Автомобильные дороги»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Ходяков В.А., старший преподаватель)*

Волгоградский мост, известный как «танцующий мост», является автодорожным мостом, входящий в комплекс дорожных сооружений мостового перехода через реку Волгу в Волгограде. Получил свое название «Танцующий мост» по причине колебаний на ветру 20 мая 2010 года (Рис. 1).



Рисунок 1 – Волгоградский «Танцующий» мост

Мост находится в спокойной сейсмотектонической зоне. Участок моста через русло реки запроектирован по схеме $2 \times 86,6 + 3 \times 126,0 + 3 \times 155,0 + 126,0 + 69,0$ м, общая длина составляет 1213,4м. Общая ширина моста - 17,38м, имеет 4 полосы движения. Расположен на прямой в плане и уклоне равном 0,0096. Запроектирован на отдельных фундаментах с ростверками, расположение которых выше рабочего уровня. Пролетные строения моста – балочно-нерезные, металлические во всю длину моста.

20 мая 2010 года русловые пролеты моста начали вертикально колебаться с амплитудой до 40см, что делало движение автомобильного потока невозможным. Для выявления причины было перекрыто движение и проведено расследование специально-сформированной комиссией, которая установила причину – ветровой резонанс. Это заключение было также подтверждено в результате проведения компьютерного моделирования.

Конструкция моста была подвержена таким колебания в следствии:

- 1) Уменьшение толщины стенок пролетного строения;
- 2) Увеличение пролета балочных строений;
- 3) Повышенная гибкость пролетного строения;
- 4) Использование конструкции дорожной одежды с применением полимербитумных вяжущих;
- 5) Недостаточный опыт и знания в поведении новых мостовых конструкций.

Для устранения данной проблемы были разработаны полуактивные демпферы массы, которые отвечают за создание собственных частот колебаний стыкующихся элементов моста, отличных от создаваемых ветром колебаний (Рис. 2).



Рисунок 2 – Полуактивные демпферы массы ATMD-V-5200

Разработкой занималась немецкая компания Maurer Sohne при соучастии швейцарской федеративной лабораторией Empa. По итогу в 2011 году все 12 гасителей типа ATMD-V-5200 (весом в 5200 кг каждый) (Рис.2) были установлены на мост (внутри каждого из металлических коробов пролетов), которые и до сегодняшнего обеспечивают безопасную эксплуатацию моста.

Литература:

1. Танцующий мост Волгограда (<https://structurae.net/en/products-services/dancing-bridge-of-volgograd-tamed>), 2013;
2. Овчинников И.Г., Овчинников И.И., Танцующий мост в Волгограде: причины, аналогии, мероприятия. (<https://cyberleninka.ru/article/n/tantsuyuschiy-most-v-volgograde-prichiny-analogii-meropriyatiya-chast-1-prichiny>) 2015, С. 5-8, 11-17.

МОСТ ЖАКА-ШАБАНА-ДЕЛЬМА

*Никифоров Илья Иванович, студент 3-го курса
кафедры «Автомобильные дороги»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Ходяков В.А., старший преподаватель)*

Мост Жака-Шабана-Дельма – самый большой мост с лифтовым механизмом в Европе. Назван в честь бывшего премьер-министра Франции Жака-Шабана-Дельма. Занесен в наследие ЮНЕСКО, является историческим памятником Франции. (Рис. 1).



Рисунок 1 – Мост Жака-Шабана-Дельма

Строительство моста было начато в 2009 году и окончено в 2012. Движение по мосту было открыто в марте 2013 года. Самый длинный пролет моста составляет 110 метров, а общая длина сооружения равна 575 метров. Высота четырёх независимых башен опор в каждом углу центрального пролета моста, обеспечивающих плавное передвижение лифта равна 77 метрам, а высота подъема центрально пролета составляет 50 метрам, что обеспечивает проход для крупных кораблей к портам. Общая ширина моста варьируется от 32-45 метров, в зависимости от участка сооружения. На центральном пролете моста расположено 4 полосы движения и два подвесных тротуара. Рассчитан мост на пропускную способность 43 000 автомобилей в год. Подъем центрального

пролета моста происходит около 120 раз в год, а само время подъема моста занимает до 1 часа.

Основания, расположенные на дне реки, представляют собой бетонные блоки длиной 44 метра, шириной 18 метров и высотой 16 метров, погруженные и закрепленные сваями глубиной 25 метров.

В темное время суток контуры моста подчеркивают, расположенные по периметру всего моста, тысяча электролюминесцентных диодов (Рис. 2).



Рисунок 2 – Мост Жака-Шабана-Дельма в темное время суток по время прилива

Цвет подсветки меняется в зависимости от прилива. Цвет прилива – синий ультрамарин, отлива – зеленый Веронезе.

Литература:

1. Мост Жака-Шабана-Дельма. (https://ru.frwiki.wiki/wiki/Pont_Jacques-Chaban-Delmas), 2014;
2. Самый длинный мост с вертикальным лифтом в Европе. (<https://masterok.livejournal.com/1577609.html>) 2013.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ФОЛЬГОВЫХ ТЕНЗОРЕЗИСТОРОВ

*Новогель Дмитрий Иосифович, студент 4-го курса
кафедры «Автомобильные дороги»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Ходяков В.А., старший преподаватель)*

Главным элементом тензорезистора является пленка из смолы или бумага, пропитанная клеем. Также они имеют решетку из фольги и выводы из медной проволоки (Рис. 1). Суть производства фольговых тензорезисторов заключается в использовании фотохимических процессов, благодаря чему имеем возможность получения решетки любой формы.

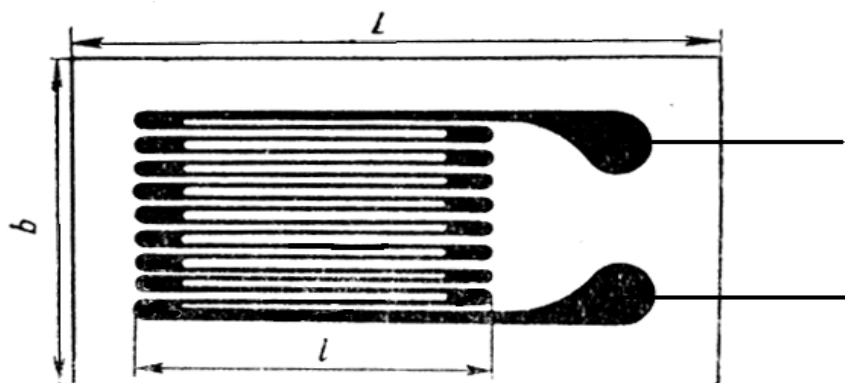


Рисунок 1 – Фольговый тензорезистор

Основные этапы изготовления фольговых тензорезисторов это – проектирование тензорезистора и выполнение чертежа решетки, изготовление фотошаблона, воспроизведение рисунка обложки на фольгу, травление её участков, присоединение выводных проводников и в конечном счете заделка в пленку.

Литература:

1. StudFiles Файловый архив студентов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/5347933/page:2/> – Дата доступа 18.02.2016

ЦЕПНЫЕ МОСТЫ ЧЕРЕЗ РЕКУ ВЕЛИКАЯ В ГОРОДЕ ОСТРОВ

*Осмоловец Алексей Александрович, студент 4-ого курса
кафедры «Автомобильные дороги»»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Ходяков В.А. старший преподаватель)*

Для постоянных сообщений, между берегами реки «Великой», в Острове требуются разного рода мосты. В 1830-е годы перевозку осуществляли паромами или же по временному деревянному мосту. (Рис. 1).



Рисунок 1 – Паром 19 века

Такие мосты имели малую прочность. Каждый год их приходилось менять и разбирать. Было принято решение запроектировать такой мост, чтобы не доставлял много проблем. С периода 1837-1846 годов, предлагались разные проекты моста. Они были неудачными, из-за больших габаритов или же дорогой стоимости.

К осуществлению в 1848 году был принят проект цепного висячего моста, разработанный инженером М. Краснопольским. (Рис. 2).

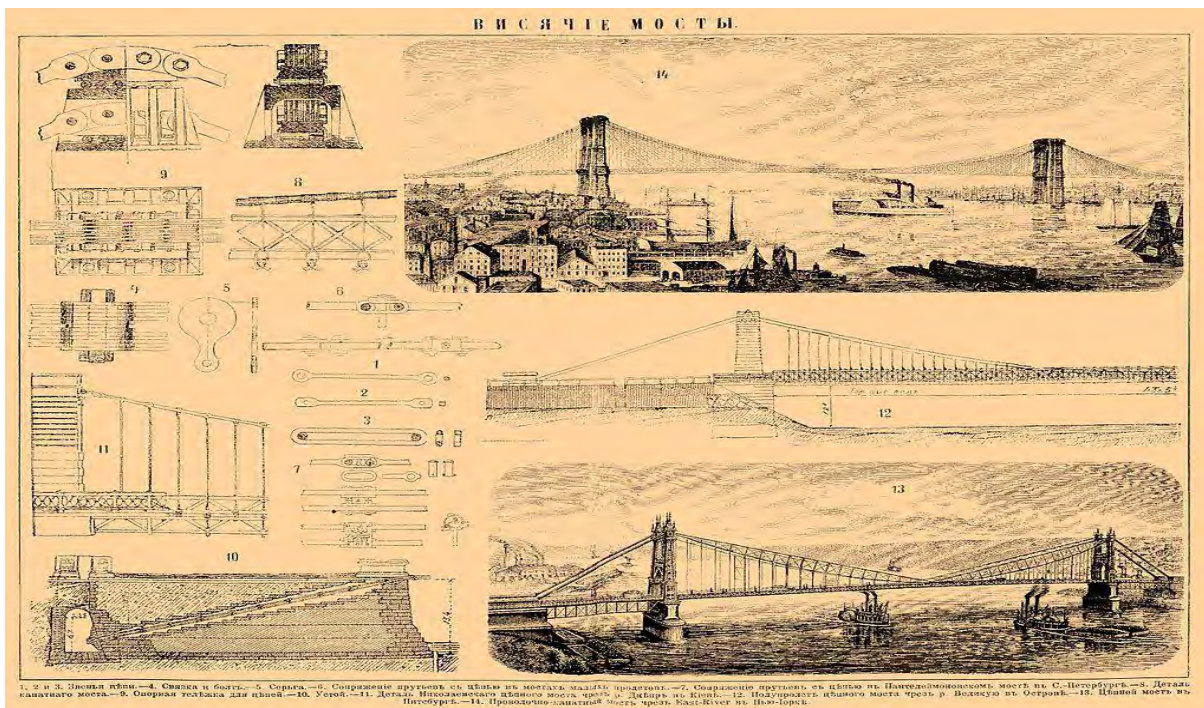


Рисунок 2 – Полупролет цепного моста через реку Великую в Острове

Из-за высокой динамической нагрузки было принято решение использовать цепи, как раз для снятия этой большой нагрузки на них.

В начале были деревянные фермы жесткости, но из-за малого срока службы и прочности дерева, его решили заменить на металлические. Мост состоит из:

- 1) Проезжая часть;
- 2) Две фермы жесткости;
- 3) Две несущие цепи;
- 4) Вертикальные подвески

Спустя время с использованием различных приемов и технологий стройки, в России сохранился один такой мост. (Рис. 3).

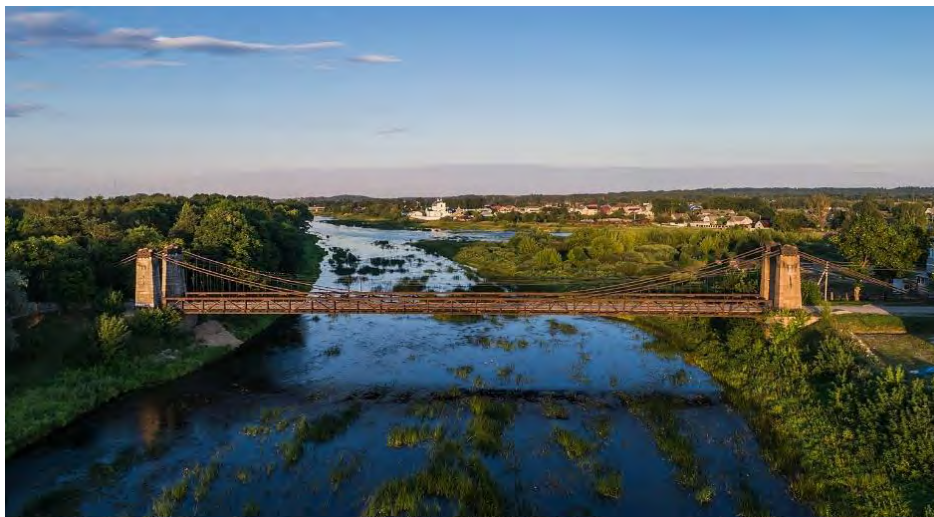


Рисунок 3 – Мост в наше время

Как мы видим, мосты являются очень важной частью не только для прошлого времени, но и для настоящего. Ведь без этой красоты и инженерной мысли, мы бы не смогли соединить и сухопутные, и водные пути вместе.

ВЛИЯНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКИ, СОВМЕЩЕННОЙ СО СТАНЦИЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНА И МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМ КОМПЛЕКСОМ НА СУЩЕСТВУЮЩУЮ ЗАСТРОЙКУ

*Павловский Антон Андреевич, студент 5-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

Паркинг расположен в городе Гомель, на проспекте Ленина, улиц Интернациональной и Кирова. (Рис. 1).

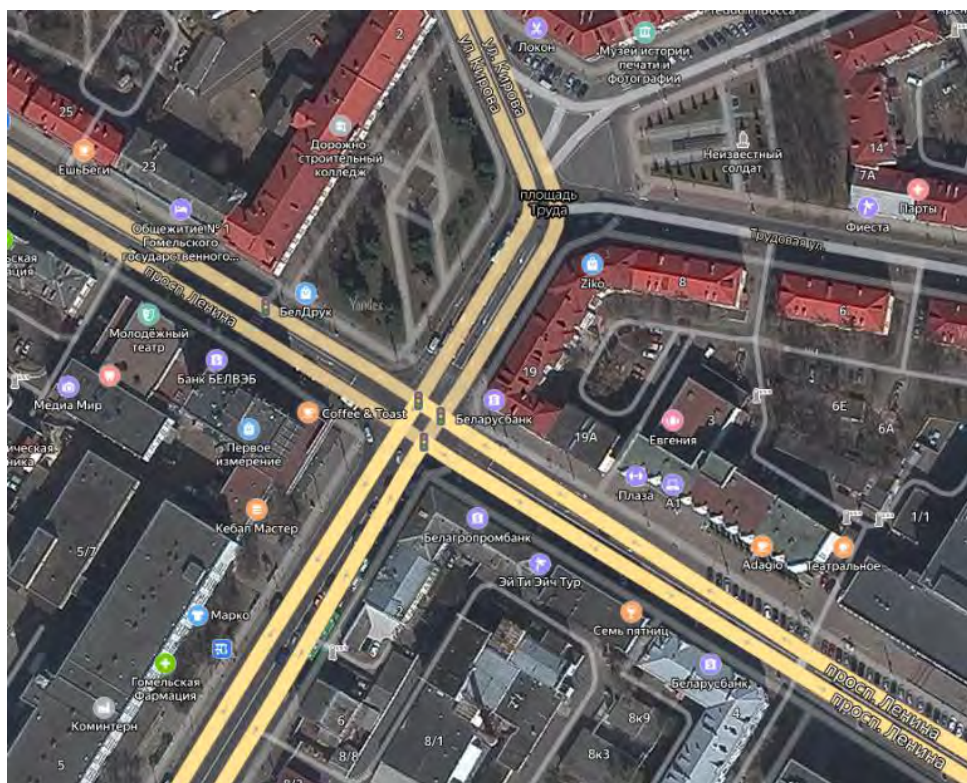


Рисунок 1 – Расположение паркинга

Станция метрополитена залегает на глубине 25 метров, подземный пешеходный переход — 15,5 метров, автомобильный тоннель на глубине — 7 метров.

Над предполагаемым местом устройства сооружением располагается шести полосная автодорога. Помимо этого, в непосредственной близости от котлована располагаются здания, шириной 22 и 16 метров соответственно.

Для выявления напряжений, возникающий в грунте при строительстве комплекса, использовался вычислительный комплекс SOFiStiK.

Основной целью строительства является снижение автомобильной нагрузки на данном участке автомобильной дороги (Рис. 2).



Рисунок 2 – Транспортная нагрузка на перекрестке

С этой целью в данном месте планируется разместить подземную развязку, дублирующую основные направления автомобильной дороги. Помимо этого, планируется оснастить данный перекресток подземным пешеходным переходом, что позволит убрать наземные пешеходные переходы по проспекту Ленина, а также, повысит безопасность пешеходов. Визуализация, готового комплекса сооружений представлена на рисунках ниже.



Рисунок 3 – Общий вид на место строительства



Рисунок 4 – Общий вид на перекресток



Рисунок 5 – Визуализация проспекта Ленина



Рисунок 6 – Въезд в автомобильный тоннель



Рисунок 7 – Вход в подземный пешеходный переход и на станцию метрополитена

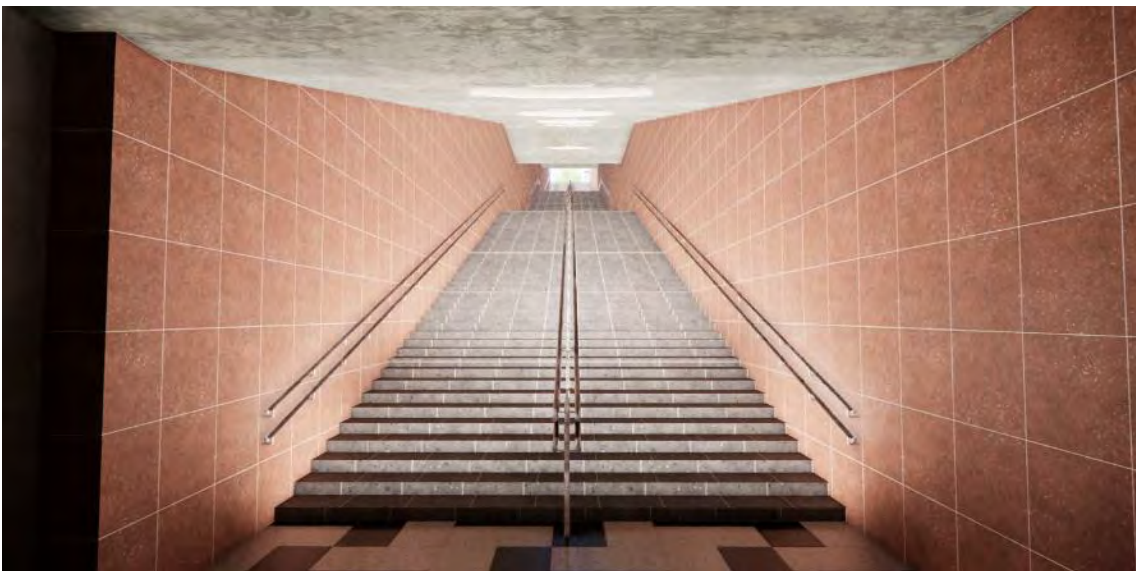


Рисунок 8 – Спуск на уровень подземного пешеходного перехода



Рисунок 9 – Подземный переход с коммерческой зоной



Рисунок 10 – Торговый зал, в уровне пешеходного перехода



Рисунок 11 – Вход на станцию метрополитена



Рисунок 12 – Вход на станцию, в уровне кассового зала



Рисунок 13 – Спуск на станцию



Рисунок 14 – Станция метрополитена

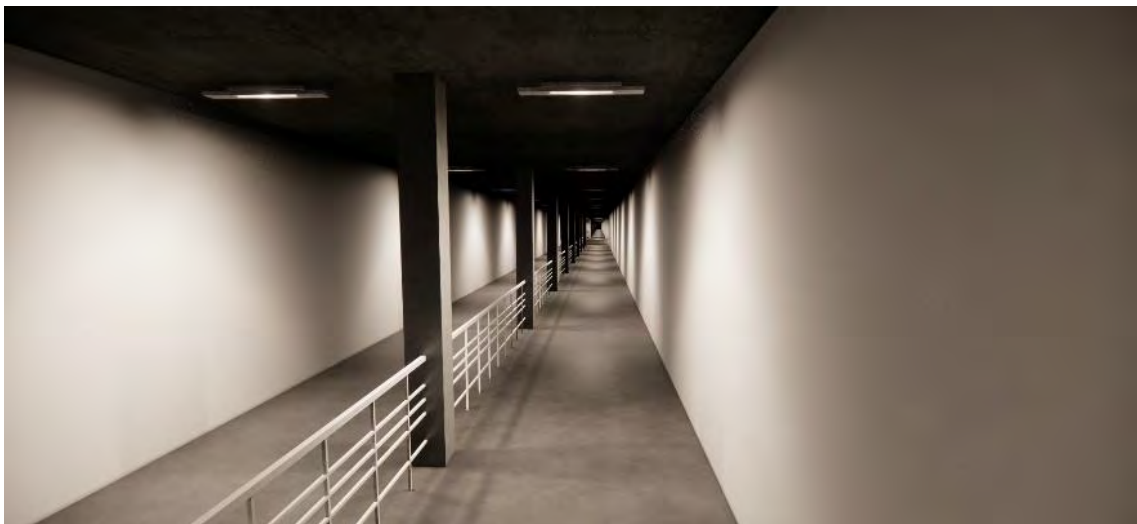


Рисунок 15 – Автомобильный тоннель

по окончанию строительства

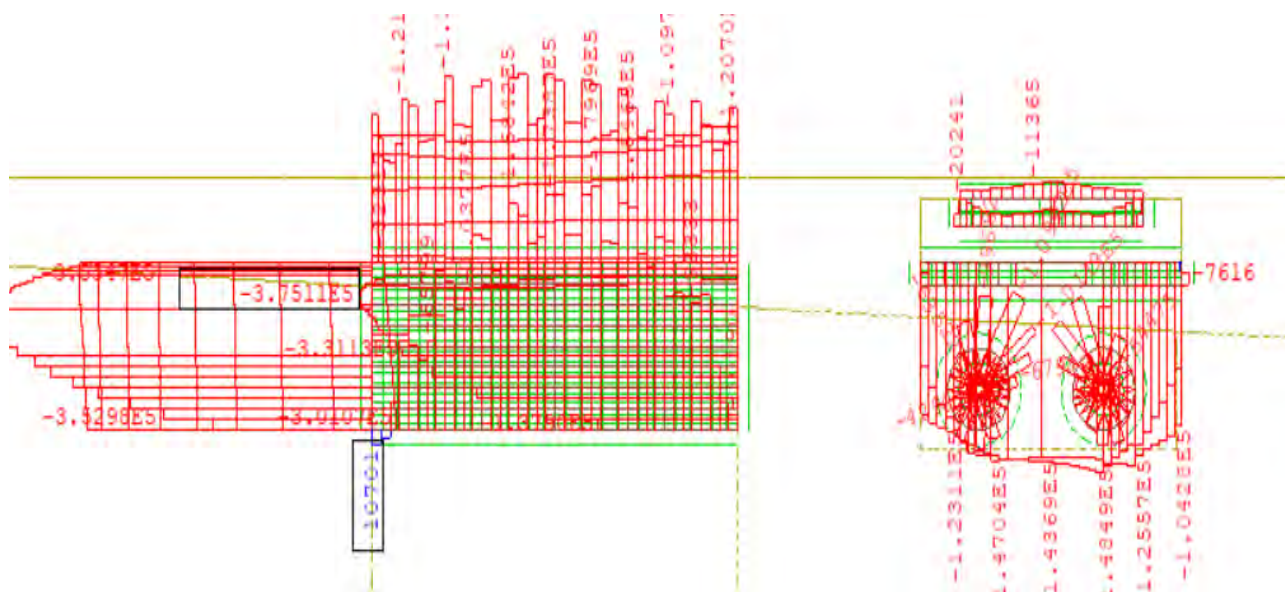


Рисунок 18 – Эпюры продольных усилий, возникающих в конструкциях сооружения по окончанию строительства

Исходя из данных, представленных расчетным комплексом SOFiSTiK можно сделать выводы о возможности строительства комплекса сооружений в данном месте.

В ходе строительства комплекса, в частности паркинга и станции метрополитена использовалась технология струйной цементации. Данная технология является одной из самых эффективных, поскольку включает в себя одновременно несколько функций: ограждение котлована, противодиффузионная завеса, усиление фундаментов в случае примыкания к существующим зданиям. Одним из преимуществ данной является то, что она позволяет укреплять котлованы в слабых и обводненных грунтах, а также, в условиях плотной городской застройки, что наиболее актуально в ходе строительства в центре города.

Литература:

1. Кузьмицкий В. А. Методические указания к курсовому проекту по разделу «Расчет тоннельных обделок» курса «Проектирование и строительство тоннелей» для студентов специальности «Мосты и тоннели» Минск, 1982 г.
2. Кузьмицкий В. А., Лукша А. К. Современные конструкции тоннельных обделок. Учебно-методическое пособие к курсовому проекту по курсу «Проектирование и строительство тоннелей» для студентов строительных специальностей Минск, 1992 г.
3. Храпов В. Г. и др. «Тоннели и метрополитены» М: транспорт, 1989 г.
4. Фугенфиров А.А. «Строительство транспортных тоннелей» Омск, 2007 г.

ПОДЗЕМНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ РАЗВЯЗКА НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛИЦ БАРЫКИНА, ФРУНЗЕ И ИНТЕРНАЦИОНАЛЬНАЯ В ГОРОДЕ ГОМЕЛЬ, СОВМЕЩЕННАЯ СО СТАНЦИЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНА И МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМ КОМПЛЕКСОМ

*Петринчик Даниил Денисович, студент 5-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

Я, Петринчик Даниил Денисович, студент 5 курса факультета транспортных коммуникаций, БНТУ, и передо мной была поставлена задача разгрузить дороги от пробок что провоцировало множество аварий и недовольство со стороны граждан Республики Беларусь. Я выбрал очень проблемный перекресток где пересекаются три автомобильные дороги на улицах Барыкина, Фрунзе и Интернациональная в городе под названием Гомель. Данная проблема была теоретически решена с помощью проектирования многофункционального подземного комплекса совмещенного со станцией метро и подземным паркингом. Подземный паркинг предоставит дополнительное количество удобных парковочных мест, а автомобильные тоннели разгрузят перекресток, что позволит избежать аварийных происшествий и сократит время движения по данных улицам.

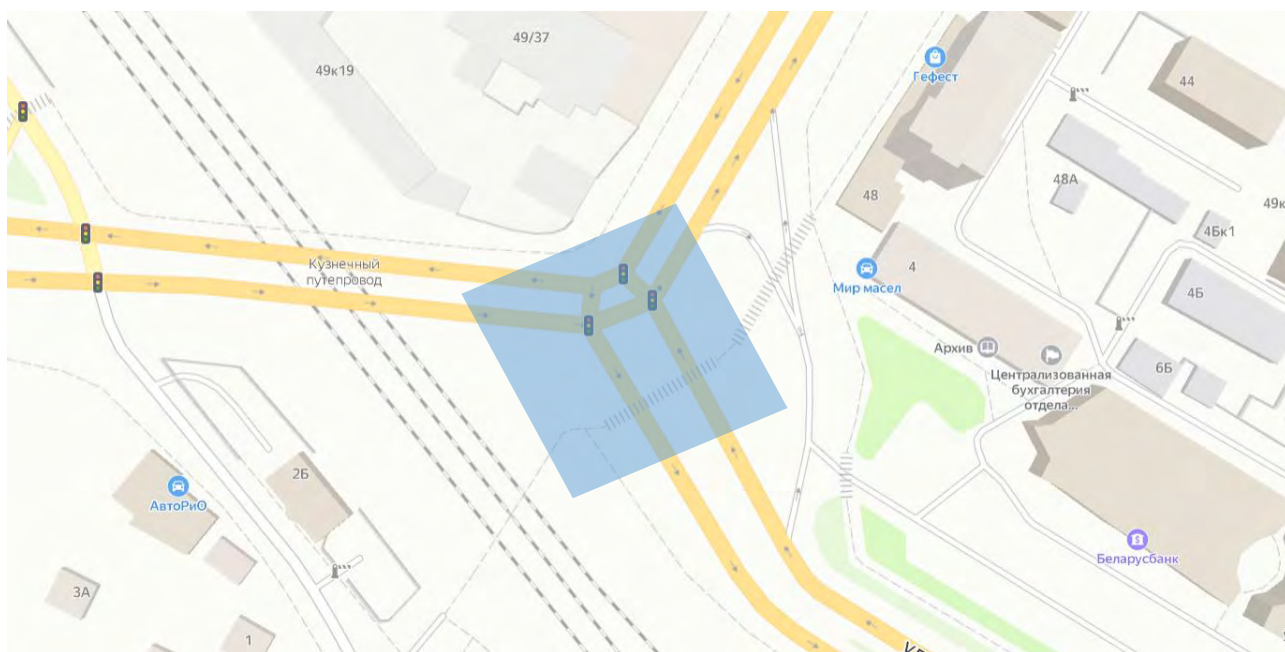


Рисунок 1 – Генеральный план, г. Гомель

Далее с помощью программы Revit была разработана визуальная модель многофункционального подземного комплекса совмещенного со станцией метро и подземным паркингом.



Рисунок 2 – Общий вид перекрестка

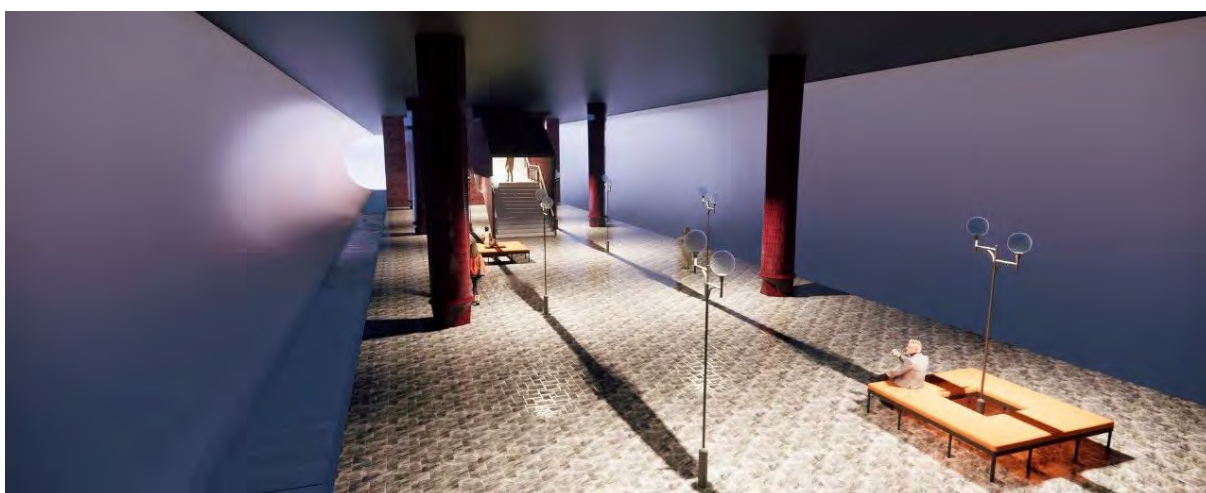


Рисунок 3 – Вид внутри станции метро

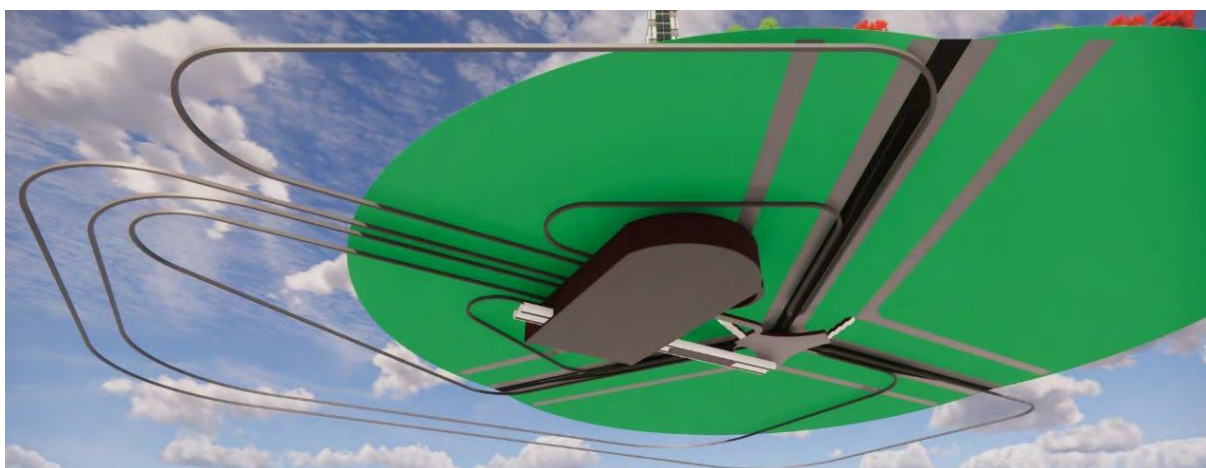


Рисунок 4 – Общий вид комплекса

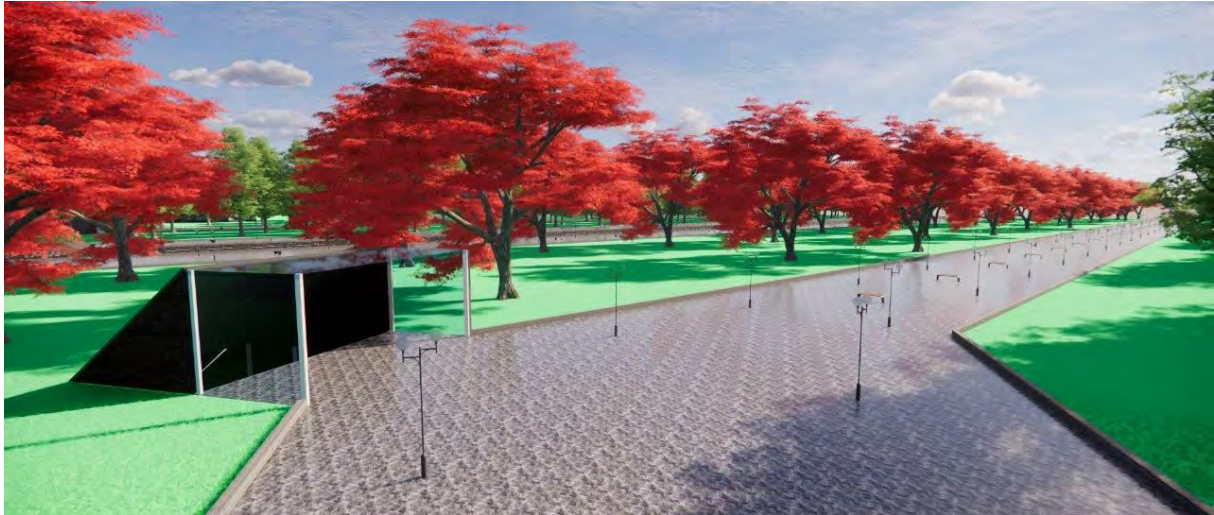


Рисунок 5 – Вход в подземное сооружение

На следующих картинках были предоставлены данные с помощью программы Sofistik, где были проведены расчеты на усилия и нагрузки для определения влияния зданий и автомобилей на грунт и комплекс.

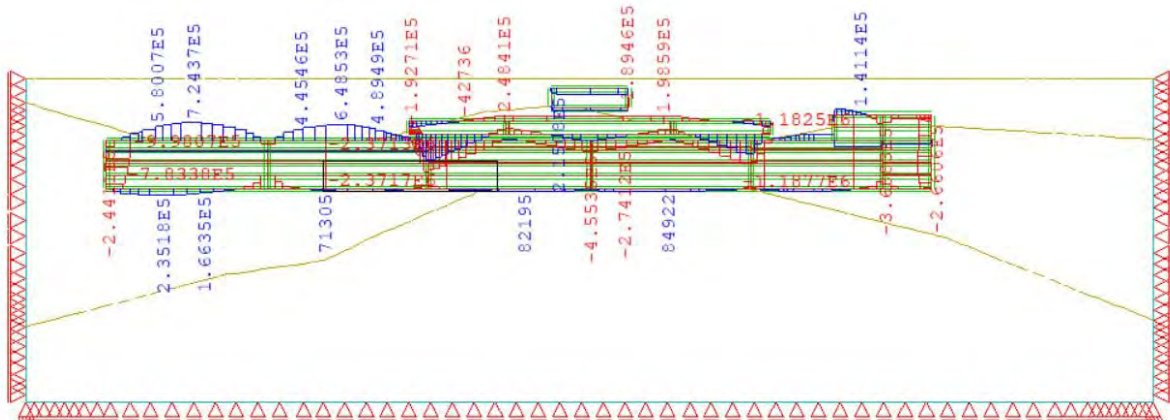


Рисунок 6 – Эпюра продольных усилий

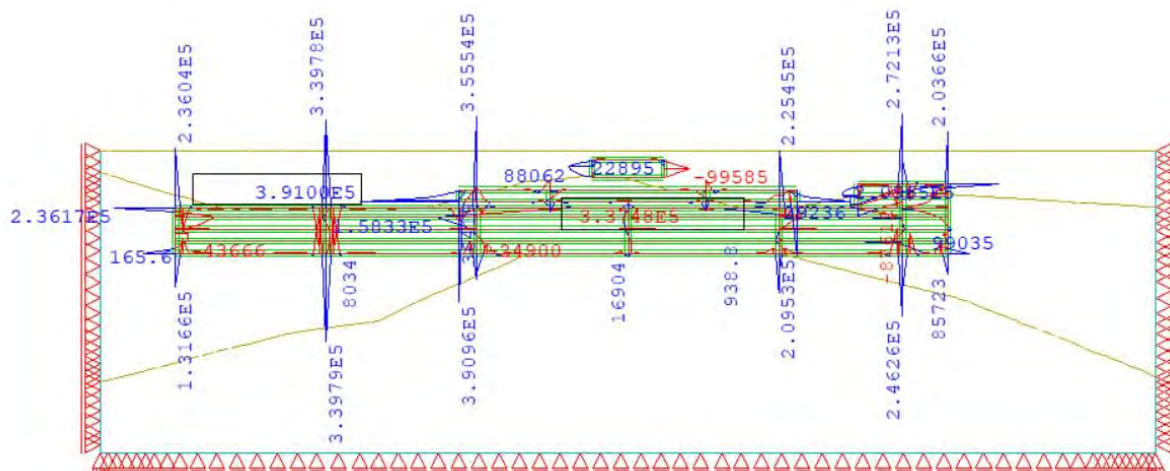


Рисунок 7 – Эпюра моментов

ПОДЗЕМНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ РАЗВЯЗКА, СОВМЕЩЕННАЯ С МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМ ПОДЗЕМНЫМ КОМПЛЕКСОМ И СТАНЦИЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНА НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛ. БОГУЦКОГО И УЛ. МАКСИМА ГОРЬКОГО

*Подберецкий Даниил Андреевич, студент 5-го курса кафедры
«Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Яковлев А. А., старший преподаватель)*

Целью нашего курсового проекта была разгрузка от пробок перекрестка в городе Гродно – пересечение улиц Богуцкого и Максима Горького (Рис. 1). Решением проблемы было принято проектирование подземного автомобильного перекрестка. Также, вместе с перекрестком, были запроектированы подземный пешеходный переход и многофункциональный подземный комплекс. Данный комплекс совмещен со станцией метро, а так же вмещает в себя паркинг и торговый центр. За время выполнения курсового проекта была разработана модель в программе Revit (Рис. 2-7), а расчеты были выполнены с помощью программного комплекса SoFiSTiK (Рис. 8-10).



Рисунок 1 – Генплан



Рисунок 2 – Общий вид перекрестка



Рисунок 3 – Съезды в подземную транспортную развязку

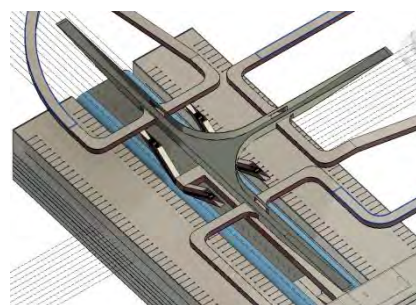


Рисунок 4 – Подземная транспортная развязка

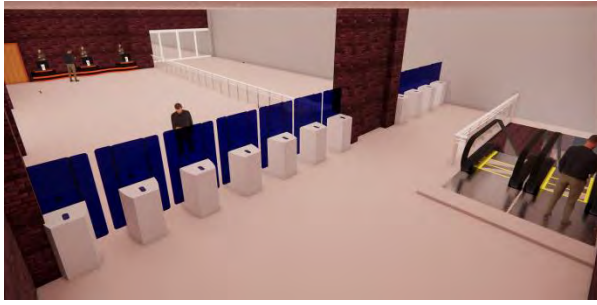


Рисунок 5 – Подземный пешеходный переход



Рисунок 6 – Станция метрополитена

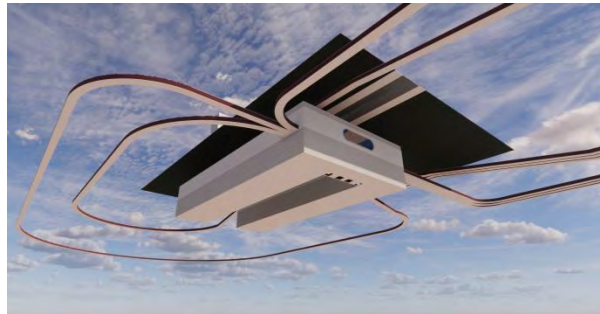


Рисунок 7 – Общий вид на многофункциональный комплекс

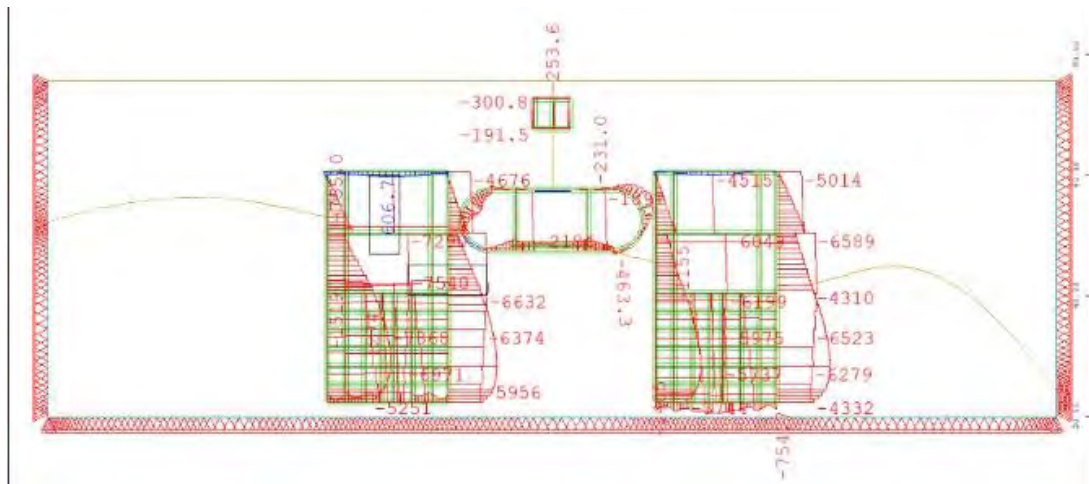


Рисунок 8 – Эпюра продольных усилий, возникающая в конструкции сооружения на стадии заверенного строительства в разрезе

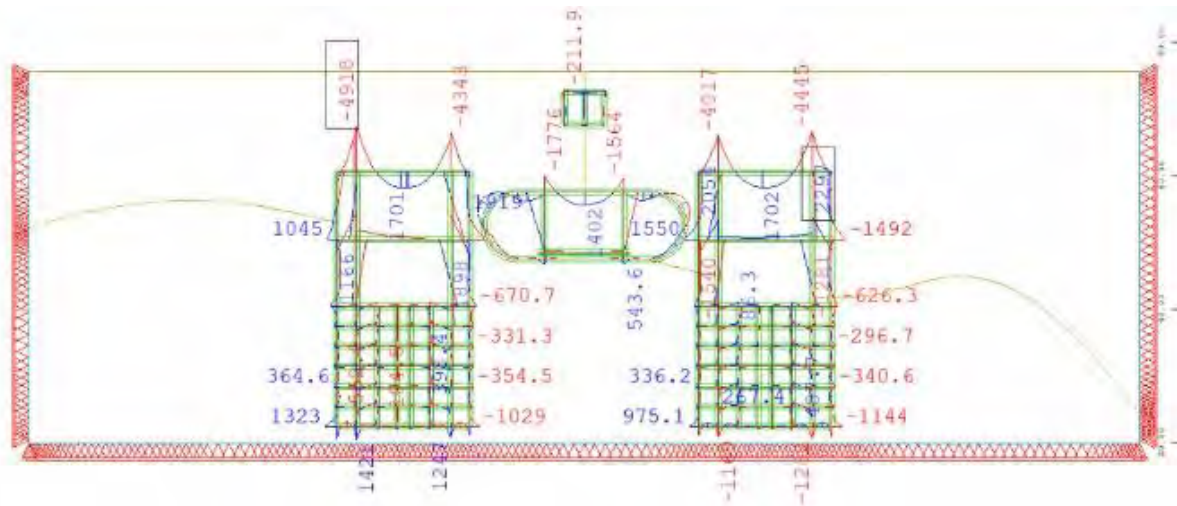


Рисунок 9 – Эпюра моментов, возникающая в конструкции сооружения на стадии завершеного строительства в разрезе

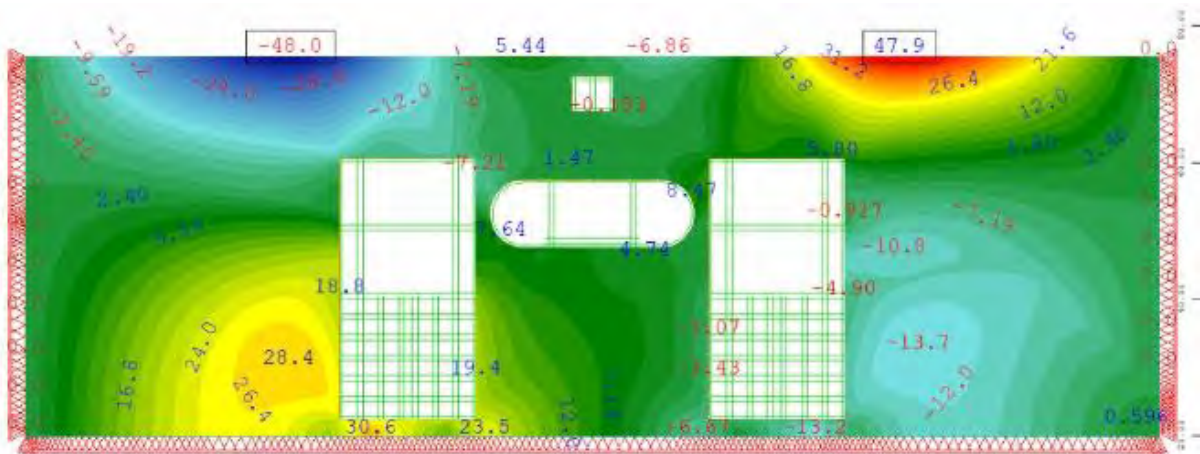


Рисунок 10 – Изополя перемещений

МОСТ «АМУРСКОЕ ЧУДО» В ХАБАРОВСКЕ

*Потопович Станислав Александрович, студент 4-го курса
кафедры «Автомобильные дороги»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Ходяков В.А., старший преподаватель)*

Рассматриваемое сооружение до 1917 года называлось «Алексеевский мост», в настоящее время мост называется «Амурское чудо» или Хабаровский мост.

Новый мост был построен не так давно, располагается в северо-западной части города Хабаровск и является продолжением улицы Трехгорной.

На месте, где сейчас находится новый мост, изначально был построен железнодорожный мост в октябре 1916 года. Во время Гражданской войны в апреле 1920 года два пролета моста были взорваны и только спустя пять лет в марте 1925 года мост был полностью отремонтирован.

В 1992 году началась масштабная реконструкция моста, включающая в себя несколько очередей строительства. В 1998 году пустили движение поездов по новому мосту, а в 1999 году автомобилей, таким образом были завершены работы первой очереди строительства. Работы по второй очереди строительства железнодорожного моста были завершены в ноябре 2009 года. Строительство дублирующей автодороги было включено в третью очередь строительства.

Современный мост (Рис. 1) представляет из себя двухъярусную конструкцию. В первом ярусе проходит железная дорога (Рис. 2), во втором ярусе автомобильная дорога (Рис. 3). Мост является частью федеральной трассы М58 «Амур» Чита – Хабаровск и Транссибирской магистрали.

Основные геометрические параметры моста представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные геометрические параметры моста

Наименование	Параметры
Общая длина	3 890,5 метра
Основной пролет	2 600 метров
Ширина моста	~ 25 метров
Число пролетов	18
Длина пролетов	130 метров



Рисунок 1 – Амурский мост возле Хабаровска



Рисунок 2 – Железнодорожная часть моста



Рисунок 3 – Автомобильная часть моста

Этот мост для России является достаточно уникальным в своем роде сооружением, потому что таких двухъярусных мостов, тем более совмещенных железнодорожных с автомобильными бывает очень немного, обычно строятся отдельно железнодорожные и автомобильные мосты.

Литература:

1. Wikipedia (Википедия) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Хабаровский_мост. – Дата доступа: 03.12.2023.

СОВРЕМЕННЫЕ ИНКЛИНОМЕТРЫ

*Пташиц Егор Олегович, студент 4-го курса
кафедры «Автомобильные дороги»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Ходяков В.А., старший преподаватель)*

Современные инклинометры – это измерительный прибор, с помощью которого можно определить стабильность пространственного положения сооружений и локальных объектов, их отклонение от идеальной вертикали и оценить величину угла этого отклонения. Они основаны на разных принципах работы, таких как:

На основе акселерометров, которые измеряют ускорение, обусловленное гравитацией. Измеренное значение ускорения позволяет определить угол наклона объекта. Например, инклинометр-акселерометр двухосевой цифровой ИН-А20 (Рис. 1)



Рисунок 1 – Инклинометр-акселерометр

Инклинометры на основе жидкостных уровней. Эти инклинометры основаны на использовании жидкостей таких как: спирт, вода в закрытом корпусе с маркировкой. Угол наклона можно определить по положению маркировки при наклоне корпуса инклинометра. Современные инклинометры

могут быть с цифровым выводом данных, с датчиками, а также электронными.
(Рис. 2)



Рисунок 2 – Инклинометр на основе жидкостных уровней

Инклинометры на основе лазерной технологии – предназначен для измерения угловых характеристик с целью определения расположения объекта в пространстве. Данный прибор оснащён высокоточным акселерометром и гироскопом со встроенными алгоритмами нелинейной и перпендикулярной компенсации, а также температурной компенсации и компенсации дрейфа
(Рис. 3)



Рисунок 3 – Инклинометр на основе лазерной технологии

Каждый тип инклинометра имеет свои преимущества и ограничения, и выбор конкретного устройства зависит от требований и условий конкретного применения.

Литература:

1. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bau-monitoring.ru/katalog/inklinometr-akselerometr-in-a201/>. – Дата доступа: 13.12.2023
2. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [электронный ресурс]. – Режим доступа: – <https://www.rospribor.com/catalog/datpolc/sts310/>. – Дата доступа; 13.12.2023

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ В РАЙОНЕ ГОРОДА АВАНГАЙ И ЭССО (РОССИЯ)

*Радюк Андрей Евгеньевич, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

В проекте по дисциплине «Тоннели и подземные сооружения»

Мной был разработан Автодорожный тоннель между городами Авангай и Эссо в России. Данное сооружение представляет собой новый, более удобный путь между городами, что должно существенно улучшить транспортировку грузов и разгрузить транспортный поток.

Данный тоннель большой, 9.9 км, так же максимальный уклон, согласно нормам, не превышает 15‰ (Рис. 2).

На входе и выходе из тоннеля запроектированы многофункциональные комплексы (Рис. 3-9).

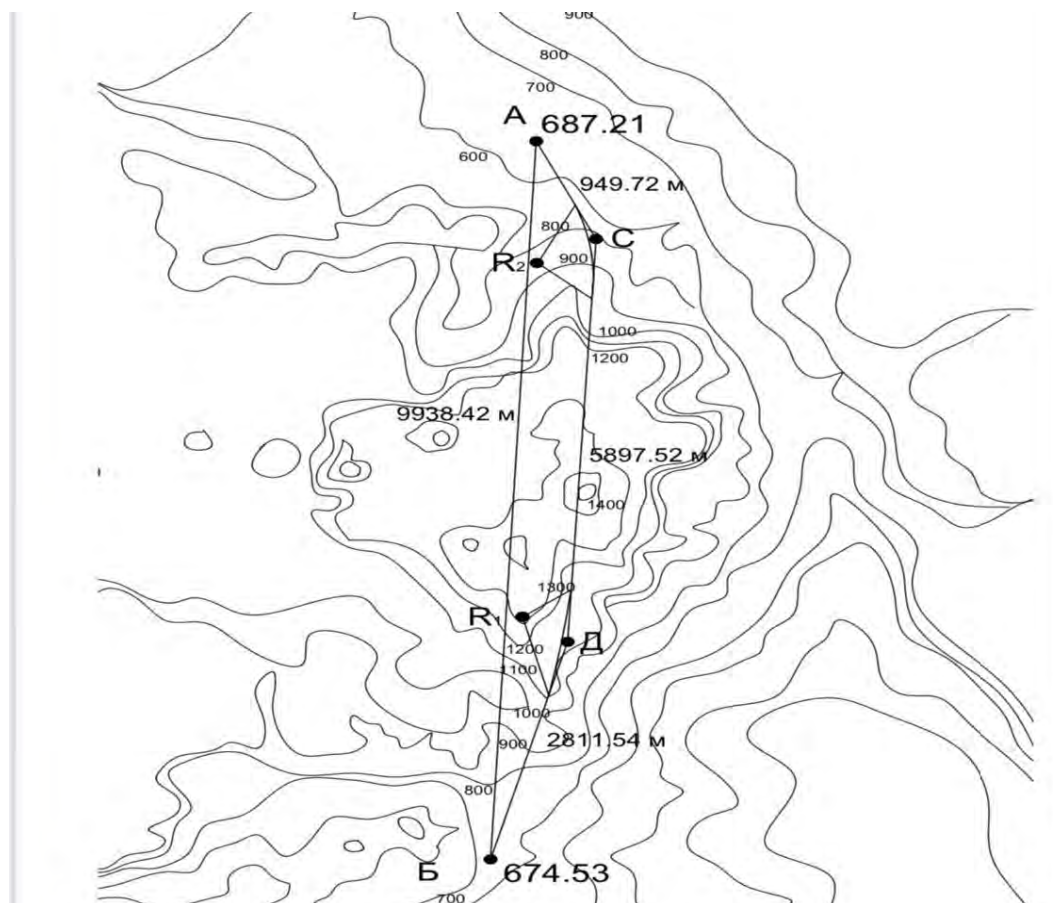
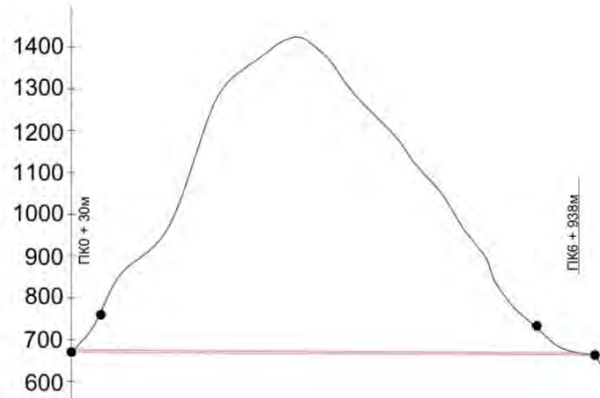


Рисунок 1 – План трассы



отметка поворота	674.53	761.84				740.36	687.21
уклон	15	15			15	15	
расст.	750		5250	3100		838	
отметка пр. части, м	674.53	685.68		737.33		690.73	687.21
План линии	R=1500м		R=2000м				
Пикетаж	0	1	2	3	4	5	6
Расст-е, м	1500	1500	1500	1500	1500	1500	938

Рисунок 2 – Продольный профиль трассы

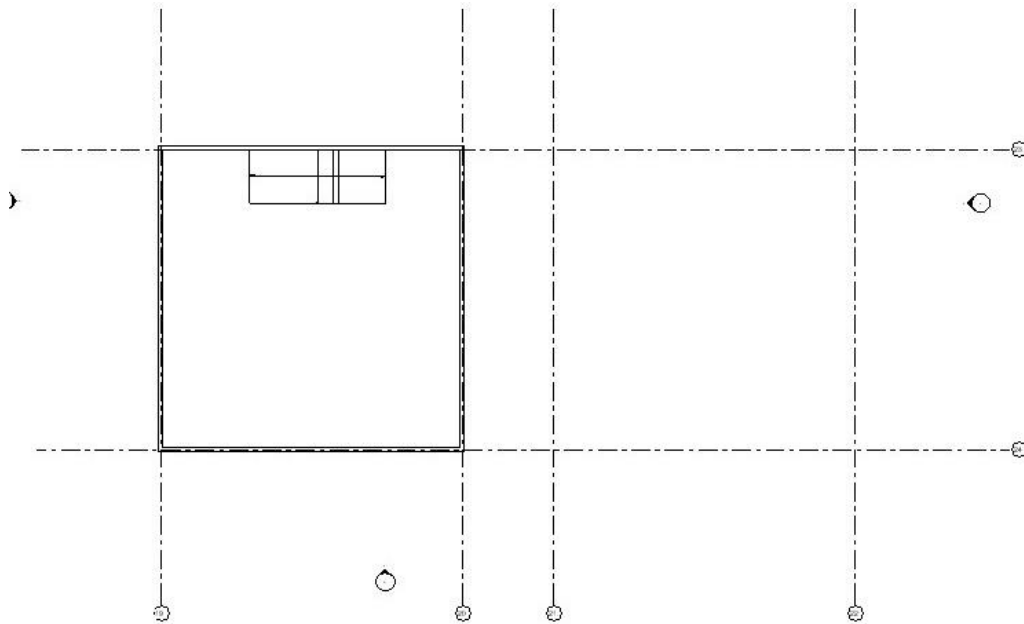


Рисунок 3 – Парковка 1 уровень

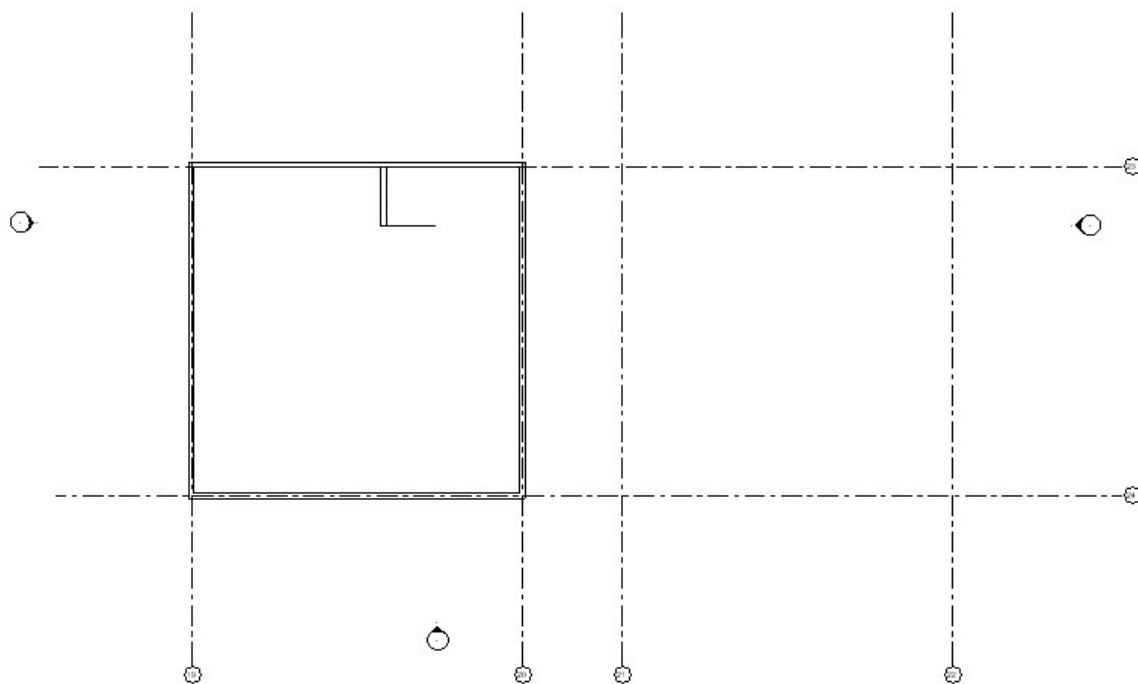


Рисунок 4 – Парковка 2 уровень

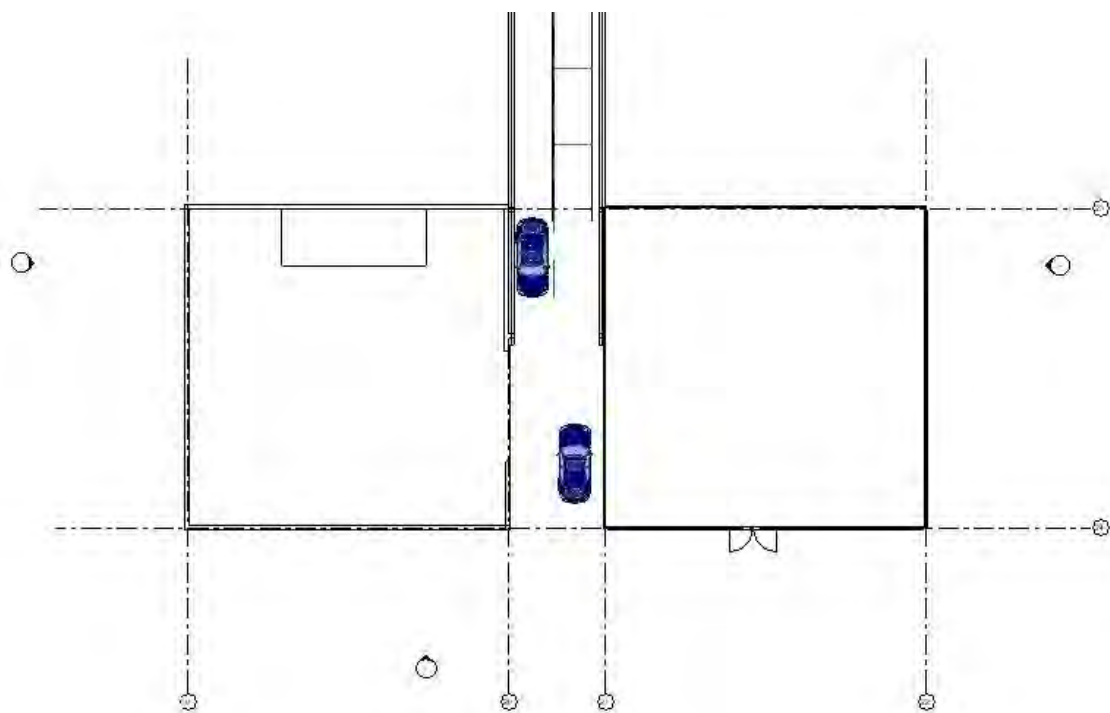


Рисунок 5 – План первого этажа

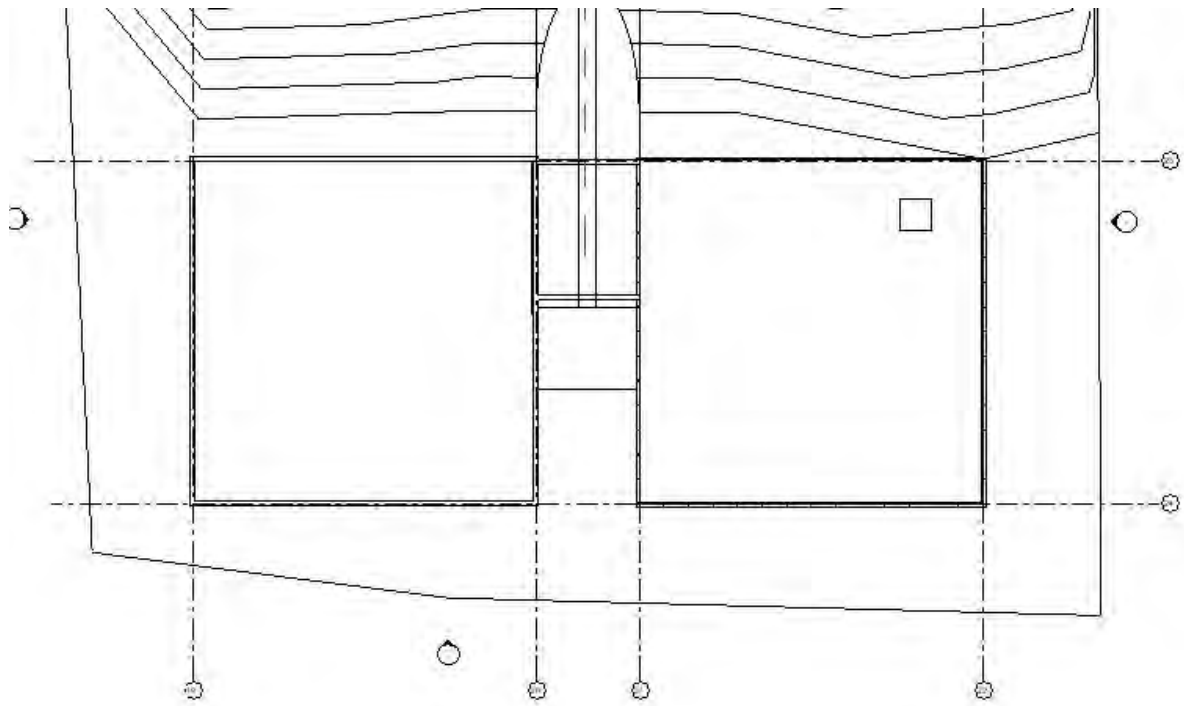


Рисунок 6 – План второго этажа

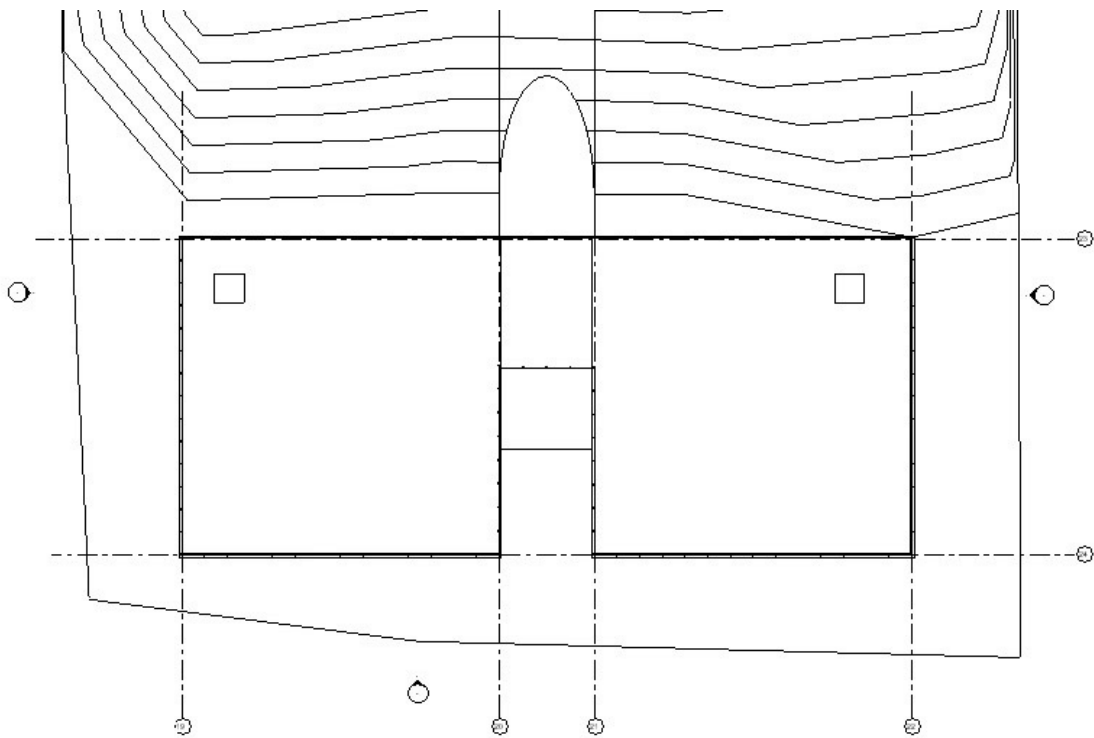


Рисунок 7 – План 3-8 этажа

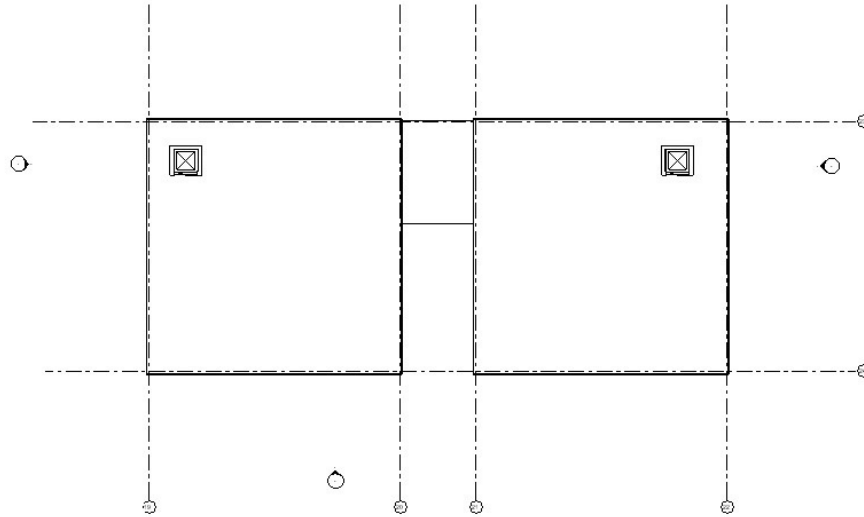


Рисунок 8 – План 9 этажа

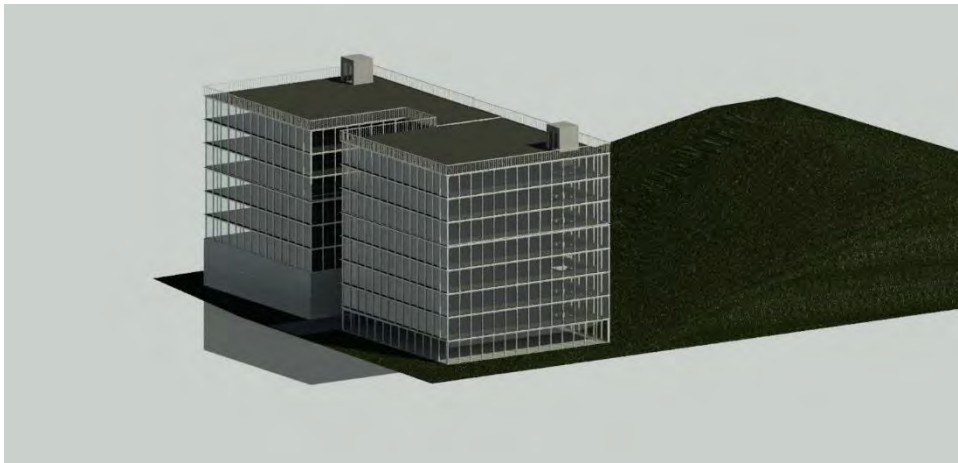


Рисунок 9 – Общий вид портала

Данный проект — это одно из возможных предложений по улучшению транспортной инфраструктуры региона. Так же открывает новые возможности для безопасного пассажиров между Авангай и Эссо, что приведёт к ускорению экономического роста региона, созданию новых рабочих мест и улучшению условий жизни местных жителей. В целом, данная работа подчеркивает, что благодаря технологиям и инженерным решениям можно улучшить текущую транспортную систему, что создаст новые варианты развития регионов и страны в целом.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС МЕЖДУ ГОРОДАМИ БАЛТА (ГРУЗИЯ) И ХУТОРОМ ПОПОВ (РОССИЯ)

*Самута Дмитрий Андреевич, студент 4-го курса
кафедра «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

Проект представляет собой объёмно-планировочное решение портала железнодорожного тоннеля, соединяющего два населенных пункта. Были выбраны: хутор, город Попов и Балта, находящиеся на границе России и Грузии соответственно. (Рис. 1). Протяжённость тоннеля составила 7 км. Тоннель имеет два поворота трассы с закруглениями по 2000 метров каждая. (Рис. 2).

В этом проекте была разработана концепция многофункционального комплекса, представляющего собой торговый центр, совмещенный с тоннельным порталом (Рис. 3-7). Комплекс адаптирован к существующему рельефу местности.



Рисунок 1 – План трассы

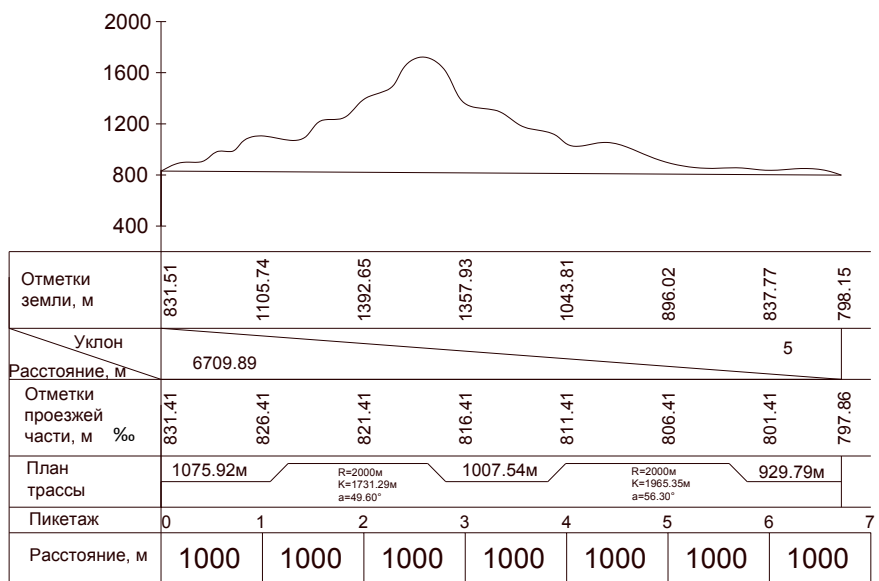


Рисунок 2 – Продольный профиль трассы

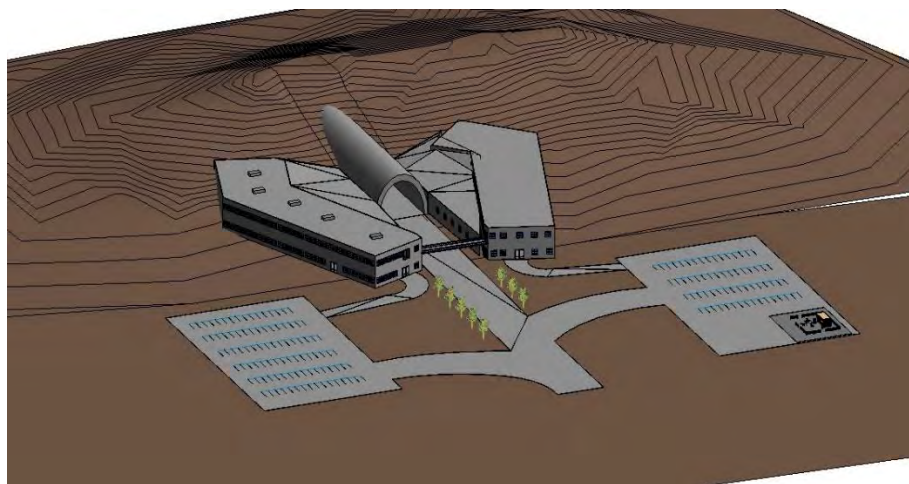


Рисунок 3 – Общий вид



Рисунок 4 – Фасад в осях 1 – 15

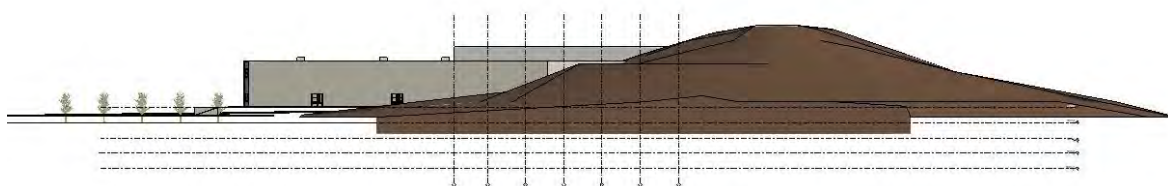


Рисунок 5 – фасад в осях А - Ж

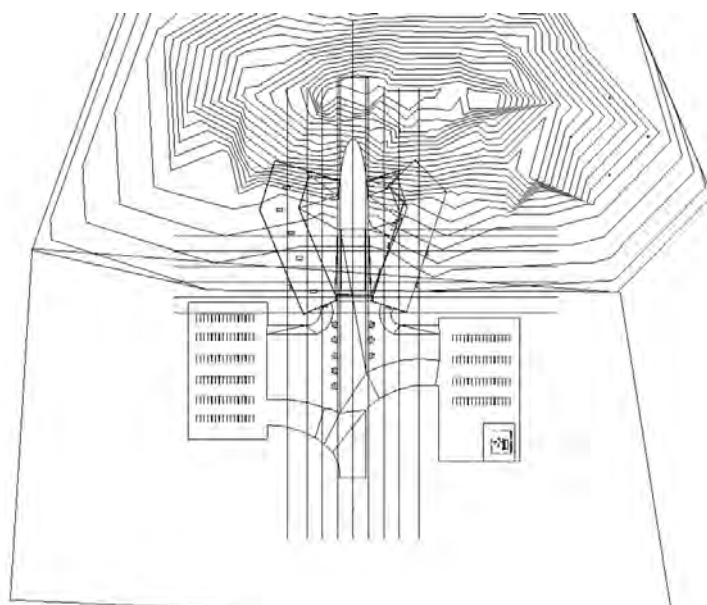


Рисунок 6 – План на отметке 0.000

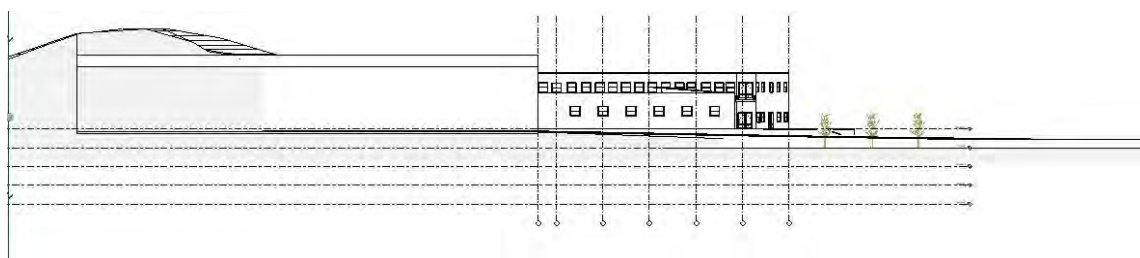


Рисунок 7 – Разрез в осях А-Ж

Строительство объектов подобного рода является очень сложным и длительным процессом, требующим не только огромных финансовых и ресурсных затрат, но и обширных знаний в области строительства и проектирования, что позволяет возводить здания и сооружения, которые не только безопасны в эксплуатации, но и практичны в использовании

Данный проект железнодорожного тоннеля между хутором Попов и городом Балта существенно повлияет, т.к. он значительно сократит время пути между ними, оптимизирует движение, а также способствует повышению уровня туризма и уровня жизни за счет строительства торгового центра.

АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ В РАЙОНЕ ГОРОДА ВЛАДИКАВКАЗ И ТАРСКОЕ (РОССИЯ)

*Сокол Даниил Сергеевич, студент 4-го курса кафедры «Мосты и тоннели»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

В процессе изучения дисциплины "Тоннели и подземные сооружения" был разработан проект автодорожного тоннеля с многофункциональным комплексом, который будет соединять города Владикавказ и Тарское в России. Данный проект тоннельного сооружения улучшит транспортную инфраструктуру в регионе, а также уменьшит путь между городами практически в 4 раза, что сокращает и экономит количество затраченного времени. Благодаря этому тоннелю перевозчики и туристы смогут использовать более удобный маршрут, что приведет к увеличению экономического потенциала региона, а также поможет разгрузить транспортный трафик.

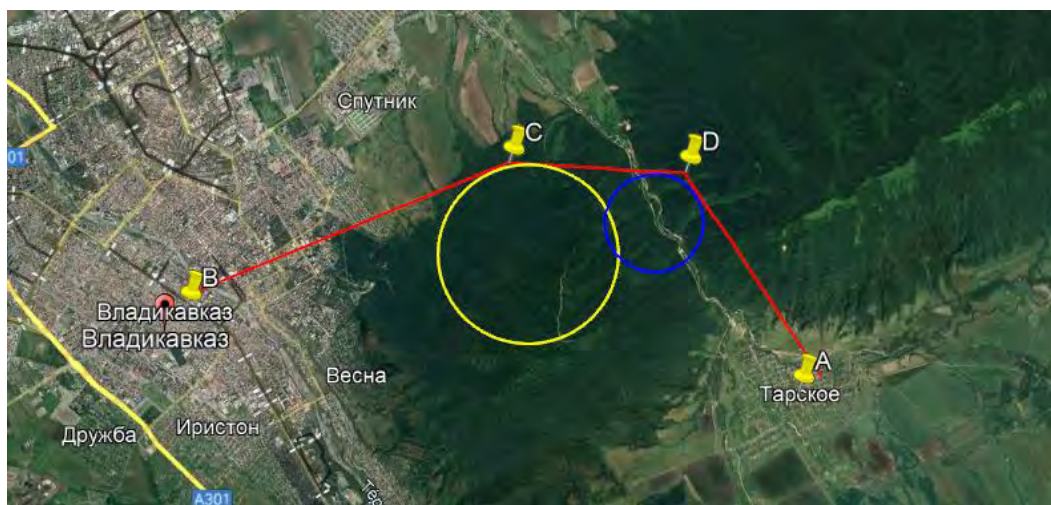


Рисунок 1 – План трассы

В рамках изучения дисциплины был спроектирован автодорожный тоннель, который включает в себя многофункциональный комплекс. Тоннель должен будет соединять города Владикавказ и Тарское в России. Данный тоннель запроектирован с двумя углами поворота радиусом 880м и 600м и имеет протяженность 10 км. Наличие многофункционального комплекса, в первую очередь качество инфраструктуры в регионе и поможет привлечь больше инвестиций. В проекте многофункционального комплекса предусмотрен

паркинг, ресторан, фудкорт, офисные помещения, а также технические и развлекательные помещения.

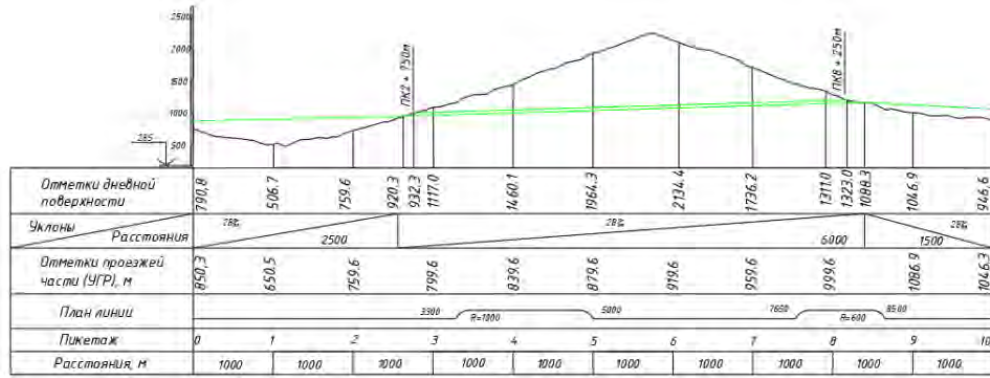


Рисунок 2 – Продольный профиль трассы

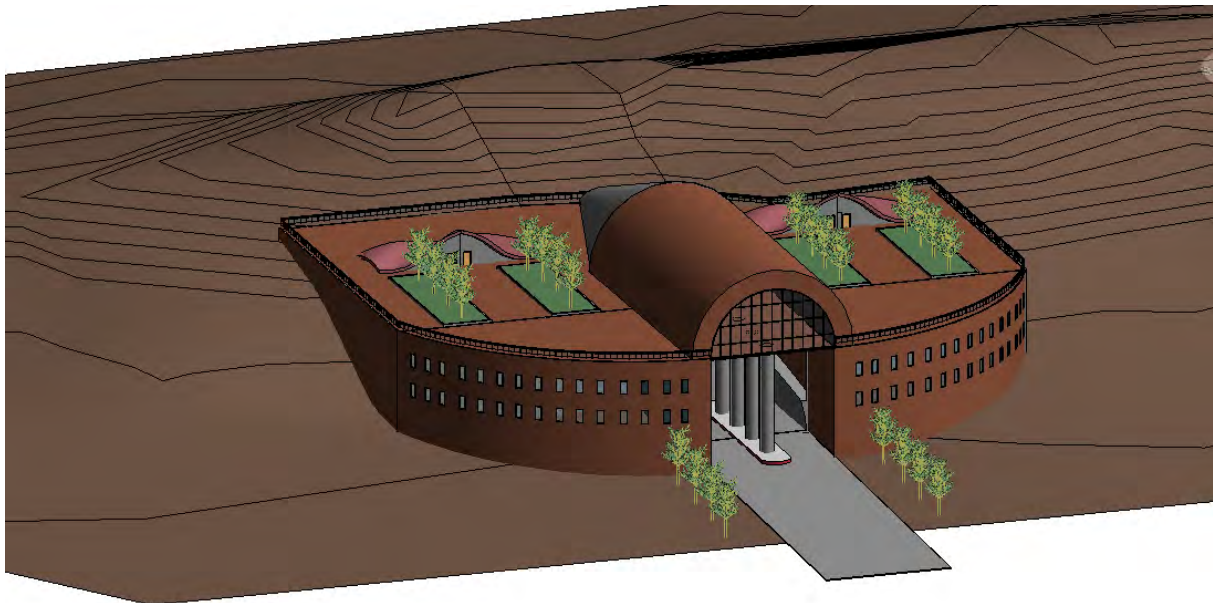


Рисунок 3 – Общий вид многофункционального дорожного комплекса

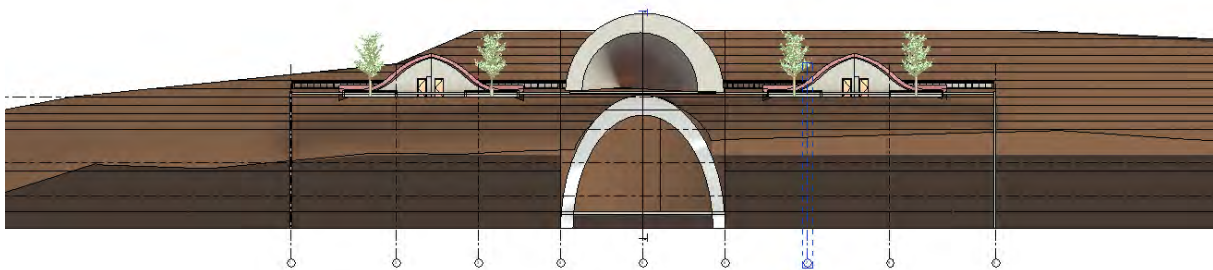


Рисунок 4 – Фасад в осях 1 – 9

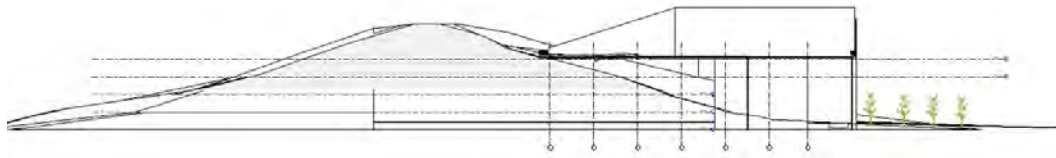


Рисунок 5 – Южный фасад многофункционального дорожного комплекса

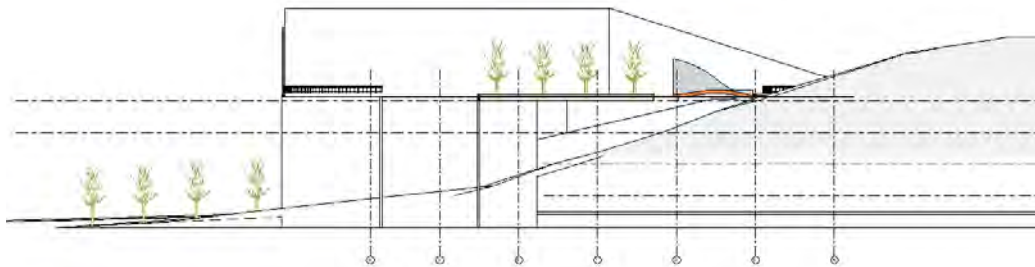


Рисунок 6 – Северный фасад многофункционального дорожного комплекса

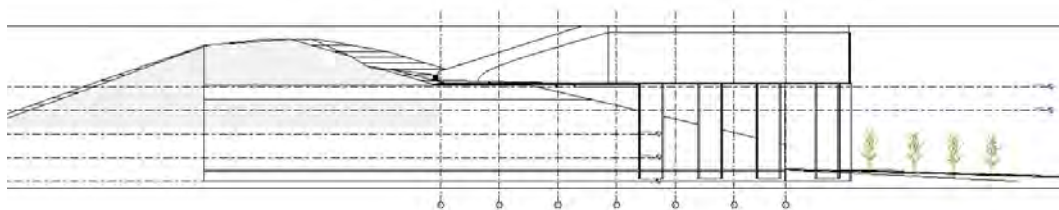


Рисунок 7 – Разрез в осях А – Е

Проект многофункционального комплекса является неотъемлемой частью автодорожного тоннеля для развития городов Владикавказ и Тарское. Он поспособствует более эффективной организации движения между ними. Кроме того, соединение этих сооружений способствует развитию туризма и экономики обоих городов.

МОКРИНСКИЙ МОСТ

*Странчевский Михаил Александрович, студент 4-го курса
кафедры «Автомобильные дороги»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Ходяков В.А., старший преподаватель)*

Мокринский железнодорожный мост через реку Ута, находится в деревне Мокры Канашского района Чувашской республики. Находится в списке объектов культурного наследия народов Российской Федерации и является бывшим железнодорожным переездом между станциями Мокры и Ачакс (Рис. 1).



Рисунок 1 – Мокринский мост

По официальным данным длина сооружения составляет 360 метров, ширина – 4 метра, высота – 34 метра, мост стоит на 16-ти бетонных столбах, образующих 15 арочных пролетов.

Точные даты строительства моста в разных источниках разнятся. Существует две версии происхождения данной конструкции. По одной из них строительство моста началось в 1914 году и завершилось через 4 года. Разработкой и проектированием железнодорожного переезда занимался

немецкий инженер-проектировщик Гехард Шумахер. В те года мост имел важное стратегическое значение, а именно соединял Казань с Москвой.

По другой версии, строительство моста началось в 1913 году отечественным инженером Григорием Петровичем Передерием и закончилось в 1917 году. В 1935 году мост взяли под охрану военнослужащие. В период Великой Отечественной войны мост был целью для немецкой авиации. По этим железнодорожным путям переправляли боеприпасы и оборудование. К ремонту и восстановлению сооружения привлекались военнопленные из Германии. В 1969 году мост был отремонтирован.

Мокринский мост сохранял свою функциональность до 1986 года. После была построена новая железнодорожная ветка. Старый мост был закрыт. Сегодня Мокринский виадук – интересная историко-архитектурная достопримечательность.

КЕРЧЕНСКИЙ ТОННЕЛЬ

*Странчевский Михаил Александрович, студент 4-го курса
кафедры «Автомобильные дороги»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Ходяков В.А., старший преподаватель)*

В 2014 году перед правительством Российской Федерации встал вопрос о соединении Крымского полуострова, расположенного в северной части Черного моря, с материковой частью России. Эта задача может быть осуществлена двумя способами: строительством моста или тоннеля (Рис. 1).



Рисунок 1 – Сравнение Керченского тоннеля и моста

Тоннель имеет некоторые минусы по сравнению с вариантами в виде моста: значительные затраты энергии при строительстве и эксплуатации, проблема складирования поднятых со дна миллионов кубометров грунта. В одном тоннеле невозможно разместить автомобильные и железнодорожные пути. Требуется как минимум два транспортных и один сервисный для эвакуации людей в случае чрезвычайного происшествия. Однако и этого недостаточно для обеспечения пропускной способности до 40 тысяч машин и до 47 пар поездов в сутки. Нужны дополнительные тоннели. Опасность строительства в зоне тектонического разлома. В случае землетрясения возможен разрыв тоннеля. Глубина илистого грунта достигает до 60-ти метров, поэтому работы по укреплению основания тоннеля являются крайне дорогостоящими.

Однако у автомобильного тоннеля есть и свои плюсы: мост создаёт вертикальные ограничения для прохода судов, а опоры большепролетных конструкций сузят морской канал на несколько десятков метров. Обеспечить

безопасную эксплуатацию моста весьма трудно при сильных ветрах и штормах, так как климатические условия региона достаточно сложные. Мост состоит из большепролетных металлоконструкций, которым необходимо обеспечить защиту от коррозии, а также проводить различные другие технические мероприятия. Мост гораздо более уязвим, чем тоннель, для возможных террористических и военных угроз. Тоннель имел бы значительно меньшую протяженность: длина автомобильного переезда могла составлять от 1,5 до 2 километров, а железнодорожных путей от 3 до 4 километров.

Несмотря на все плюсы, требование правительства было открыт движение к 2018-му году, а при строительстве тоннеля такое было просто невозможно. И в настоящее время был принят вариант именно в виде моста. Однако в профессиональном сообществе продолжают обсуждения о возможности сооружения подводного тоннеля.

ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ШВЫ MAURER

*Тарасевич Сергей Владимирович, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Ходяков В.А., старший преподаватель)*

В строительстве мостов не существует абсолютных материалов, которые не подвержены деформациям. Инженеры, которые проектируют мостовые сооружения вынуждены считаться с законами физики, которые приводят к таким явлениям как:

- температурное расширение материалов
- усадка и ползучесть бетона
- деформации сооружения
- автомобильные нагрузки

Все эти виды воздействия влияют на мостовое сооружение так, что геометрические параметры могут меняться, что происходит к некоторым перемещениям.

Основной проблемой являются температурные расширения, которые приводят к расширению материалов при высоких температурах и уменьшению объема материалов при понижении температуры. Этот фактор приводит к образованию трещин. Чем больше подобных циклов переживает сооружение, тем эти трещины становятся больше и опаснее, так же в них начинает попадать влага, а вода при замерзании превращается в лед, увеличиваясь в размерах, что приводит к еще большим разрушениям.

Величина деформации зависит от изменения температуры и вида материала. Для металлических материалов, из которых изготовлен мост, коэффициент температурного расширения обычно составляет около 11-13 микрон на метр на градус Цельсия. Например, для моста длиной 100 метров при изменении температуры на 20 градусов Цельсия, температурное расширение составит $100 \text{ м} * 20 \text{ град} * 13 * 10^{-6} \text{ м/м/град} = 0.026 \text{ метра}$ (или 26 мм).

Таким образом, при больших изменениях температуры между сезонами года эти изменения могут быть весьма значительными. Однако есть решение, которое позволяет это компенсировать.

Для предотвращения разрушений, связанных с перемещением, используют деформационные швы. Это позволяет конструкции изменять свои параметры без значительных напряжений и значительно увеличить сроки эксплуатации (Рис. 1).



Рисунок 1 – Пример деформационного шва

Деформационные швы имеют специальные конструктивные элементы. Металлические и резиновые уплотнения, которые поглощают удары и вибрации, и шарниры, которые позволяют конструкциям поворачиваться или смещаться. Благодаря этим элементам обеспечивается свобода движения в необходимом диапазоне.

Деформационные швы на мостах должны удовлетворять следующим требованиям:

- противостоять износу, удару, истиранию;
- не нарушать плавности движения автомобилей;
- обладать стойкостью к воздействию льда, снега, песка;
- обладать стойкостью к воздействию солей, нефтепродуктов, солнечных лучей.

Один из самых известных мировых лидеров по производству деформационных швов – MAURER. Эти деформационные швы рассчитаны на нагрузки от всех видов транспорта и обеспечивают высокую безопасность движения и комфортное движение.

Швы данного типа обеспечивают абсолютную герметичность, высокую долговечность (50 лет и более), такие швы не требуют технического ухода при эксплуатации и имеют высокие прочностные характеристики и стойкость к коррозии.

Для деформационных швов типа Maurer так же возможно применение модульной системы, которую можно использовать при перемещениях более 100мм, которая позволяет адаптироваться к конкретному сооружению, грамотно подобрав оптимальное количество модулей.

Одним из популярных решений для мостовых сооружений в Беларуси является конструкция деформационного шва с металлическим окаймлением и резиновым компенсатором, которые являются аналогом деформационного шва типа Maurer.

Литература:

1. Интернет-портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.idroshponka.by>. – Дата доступа: 03.12.2023
2. Интернет-портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.maurer.eu>. – Дата доступа: 03.12.2023

ПОДЗЕМНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ РАЗВЯЗКА, СОВМЕЩЕННАЯ С ПОДЗЕМНЫМ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМ КОМПЛЕКСОМ И СТАНЦИЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНА В ГОРОДЕ МИНСК

*Терешко Сергей Иванович, студент 5-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

Многофункциональный подземный комплекс расположен в г. Минск на пересечении улиц Мазурова и Скрипникова (Рис. 1).



Рисунок 1 – Расположение паркинга

Основной задачей данного проекта является снижение нагрузки на перекресток в час-пик.

В объеме данной работы были запроектированы подземные пешеходные переходы, подземная автомобильная развязка и шестиэтажный многофункциональный подземный комплекс, включающий в себя: парковку, торговый центр и станцию метро. Парковка вмещает в себя до 300 автомобилей.

Станция метрополитена залегает на глубине 36 метров, подземный пешеходный переход – 18 метров, автомобильный тоннель на глубине – 7 метров, подземный комплекс на глубине – 37 метров.

Расчет напряжений, возникающих в грунте при строительстве комплекса, использовался вычислительный комплекс SOFiSTiK.

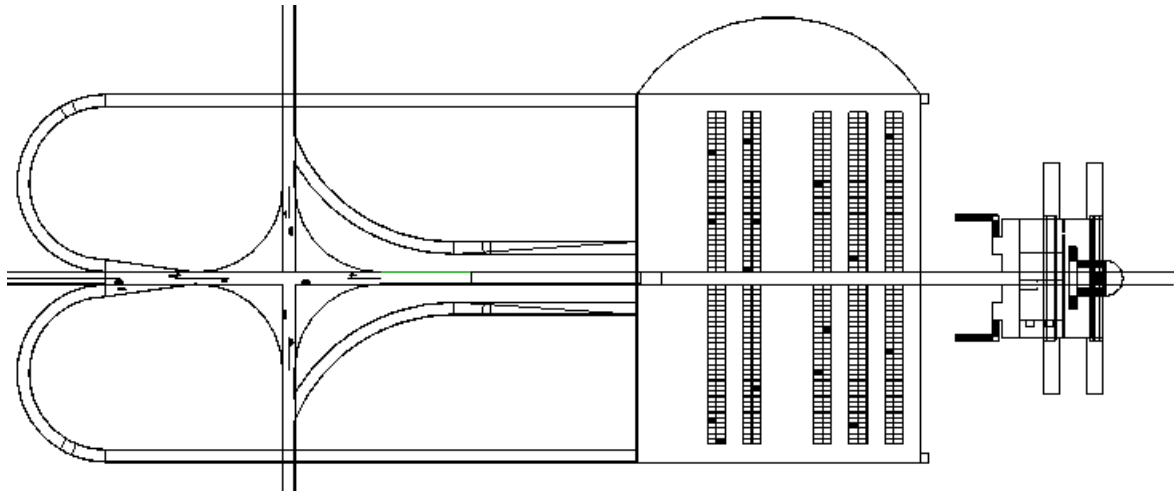


Рисунок 2 – План сооружения

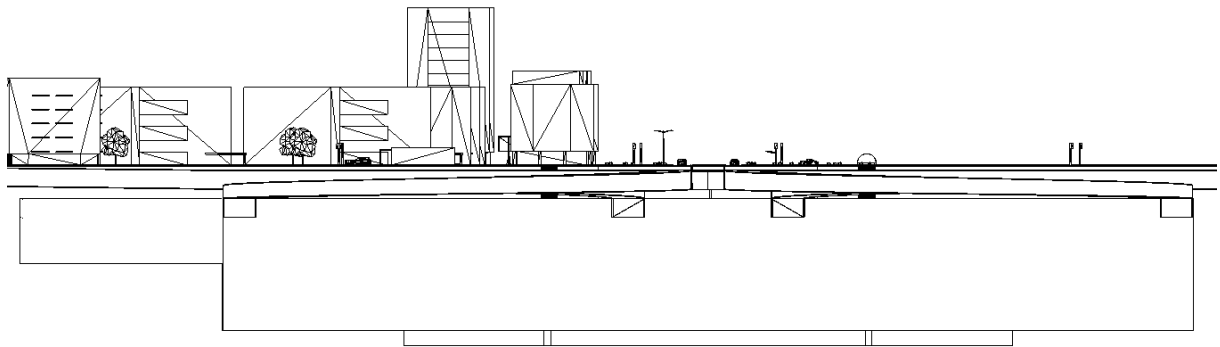


Рисунок 3 – Западный фасад сооружения

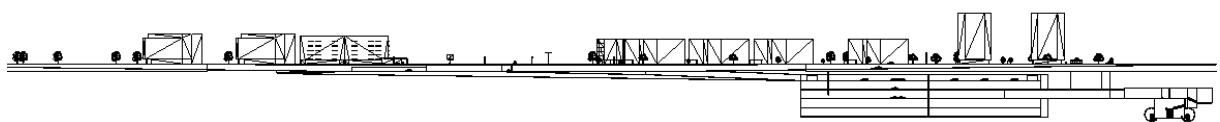


Рисунок 4 – Вид сооружения в разрезе по пересечению дорог

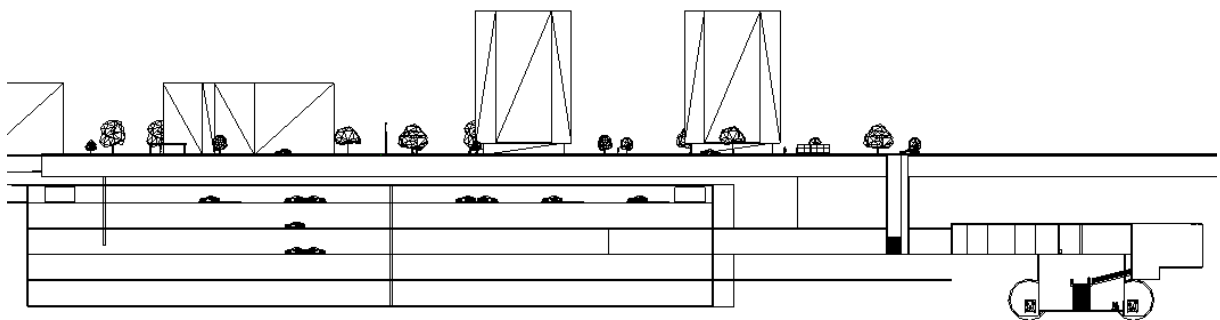


Рисунок 5 – Северный фасад сооружения

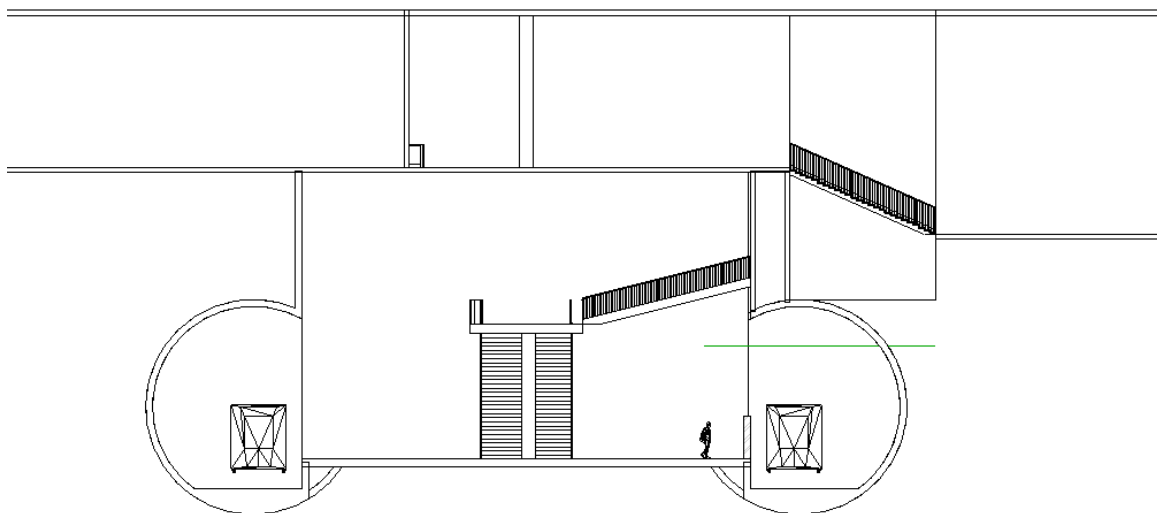


Рисунок 6 – Станция метро в разрезе по оси сооружения

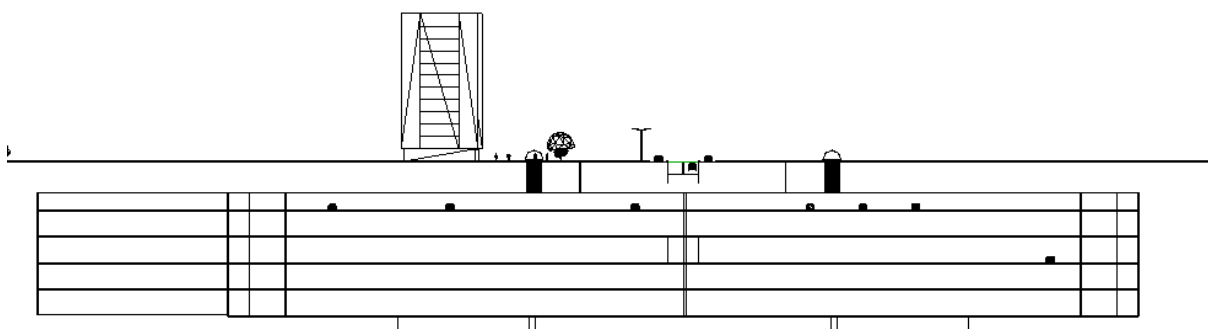


Рисунок 7 – Подземный многофункциональный комплекс в продольном разрезе



Рисунок 8 – Общий вид перекрестка



Рисунок 9 – Вход в подземный пешеходный переход и въезд в подземный перекресток



Рисунок 10 – Паркинг



Рисунок 11 – Кассовый зал метрополитена



Рисунок 12 – Станция метрополитена

Для создания визуализации использовалась программа Enscape.

При расчете в SOFiSTiK было использовано сечение затрагивающее подземный станцию метро, подземный автодорожный тоннель и многофункциональный подземный комплекс (Рис. 13).

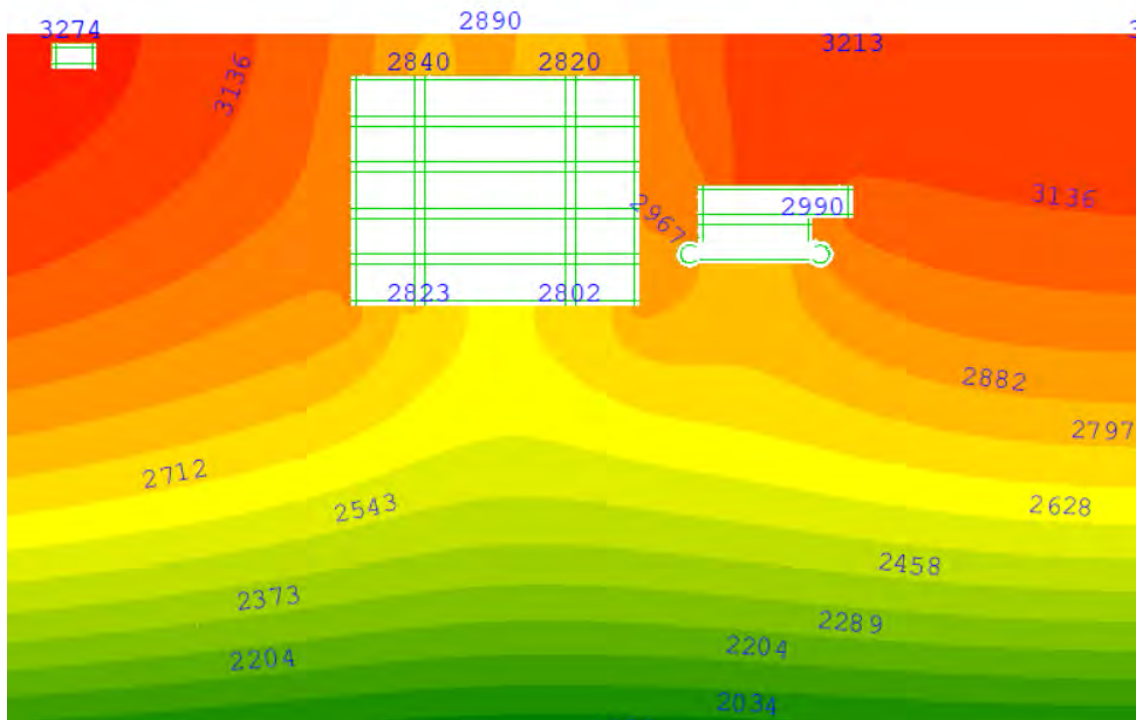


Рисунок 13 – Изополя перемещений грунта, возникающие при строительстве сооружений

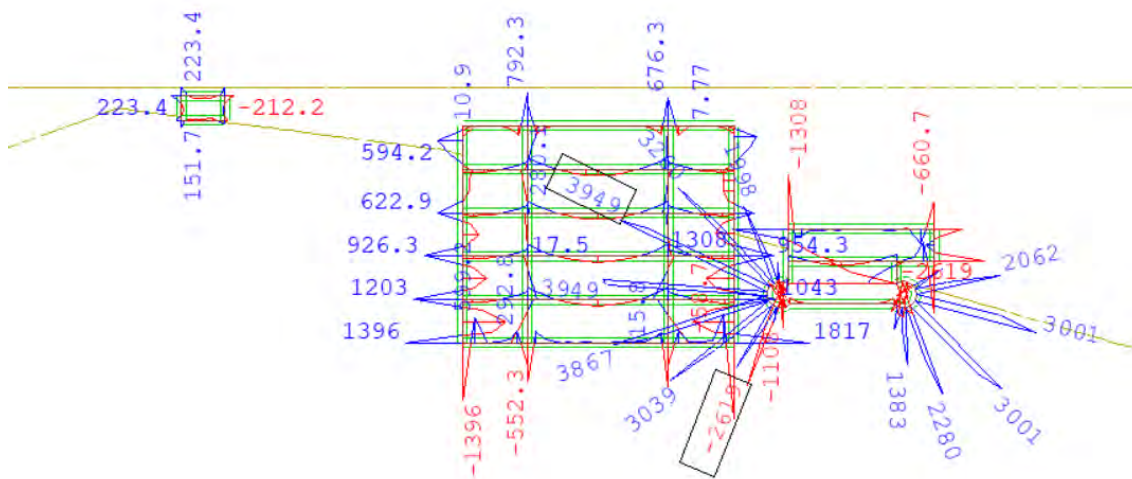


Рисунок 14 – Эпюры моментов, возникающих в конструкциях на финальном этапе строительства

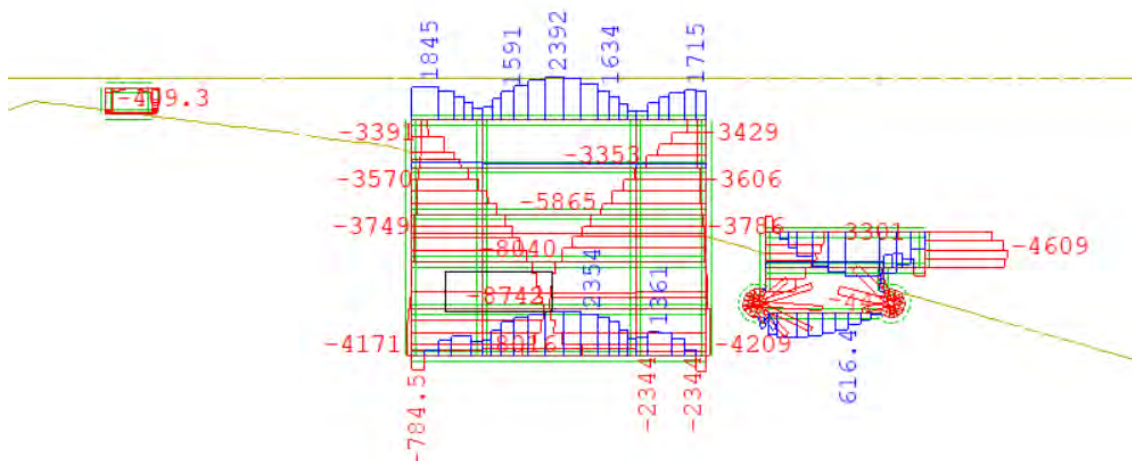


Рисунок 15 – Эпюры продольных усилий, возникающих в конструкциях на финальном этапе строительства

Опираясь на расчеты, полученные комплексом SOFiSTiK можно сделать вывод о возможности строительства вышеописанных сооружений в данном месте.

Так как строительство проходит в стесненных городских условиях следует минимизировать возможные деформации эксплуатируемых зданий которые попадают в зону строительства.

Для этой задачи подходит технология строительства подземных сооружений «сверху-вниз» или «top-down». Данная технология подразумевает собой возведение стен ограждения по контуру сооружения, устройство необходимых плит перекрытий на верхних этажах, выемку грунта из-под этих

перекрытий, а затем возведение перекрытий на этажах ниже. Во время строительства все плиты перекрытия опираются на сваи и ограждение котлована.

Плюсами строительства технологией «сверху-вниз» можно считать низкую стоимость и высокую жесткость ограждений котлована. Минусом же является добавление временных свай

Разработка грунта выполняется из-под перекрытия с использованием специальной техники: мини-экскаваторов, мини-погрузчиков и конвейерных лент.

Литература:

1. Кузьмицкий В. А. Методические указания к курсовому проекту по разделу «Расчет тоннельных обделок» курса «Проектирование и строительство тоннелей» для студентов специальности «Мосты и тоннели» Минск, 1982 г.
2. Кузьмицкий В. А., Лукша А. К. Современные конструкции тоннельных обделок. Учебно-методическое пособие к курсовому проекту по курсу «Проектирование и строительство тоннелей» для студентов строительных специальностей Минск, 1992 г.
3. Храпов В. Г. и др. «Тоннели и метрополитены» М: транспорт, 1989 г.
4. Фугенфиров А.А. «Строительство транспортных тоннелей» Омск, 2007 г.

ПОДЗЕМНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ РАЗВЯЗКА НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛИЦ СУРГАНОВА И КУЙБЫШЕВА В ГОРОДЕ МИНСК, СОВМЕЩЕННАЯ СО СТАНЦИЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНА И МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМ КОМПЛЕКСОМ

*Тишевич Вадим Олегович, студент 5-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

В нашей курсовой работе была поставлена задача – решить проблему пробок и загруженности дорог городов Республики Беларусь. Согласно моему варианту был выбран город Минск, участок пересечения дорог Сурганова и Куйбышева, рядом с ТЦ «Рига». Данная проблема теоретически была решена проектирование многофункционального подземного комплекса совмещенного со станцией метро и подземным паркингом.

Во время выполнения курсового проекта с помощью программы Revit (Рис. 2-5) была разработана визуальная модель будущего сооружения, а с помощью Sofistik (Рис. 6-8) были проведены расчеты на усилия и нагрузки для определения влияния зданий и автомобилей на грунт и комплекс.

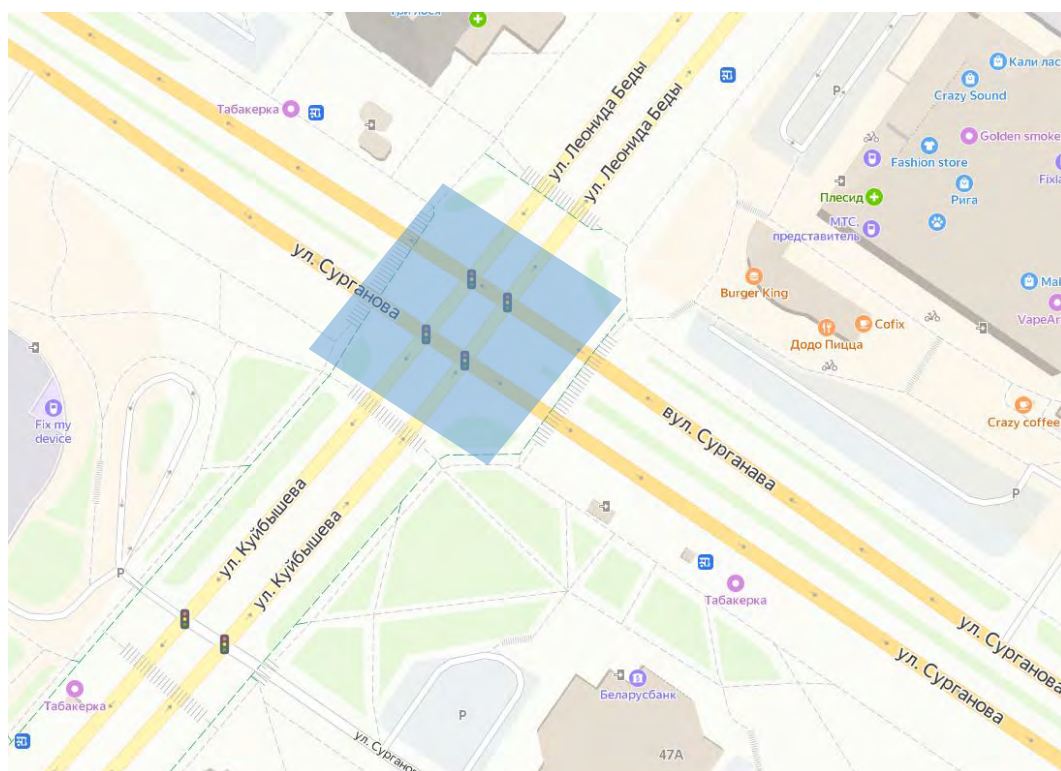


Рисунок 1 – Генеральный план, г. Минск



Рисунок 2 – Общий вид перекрестка



Рисунок 3 – Съезды в подземную транспортную развязку



Рисунок 4 – Внешний вид станции метро

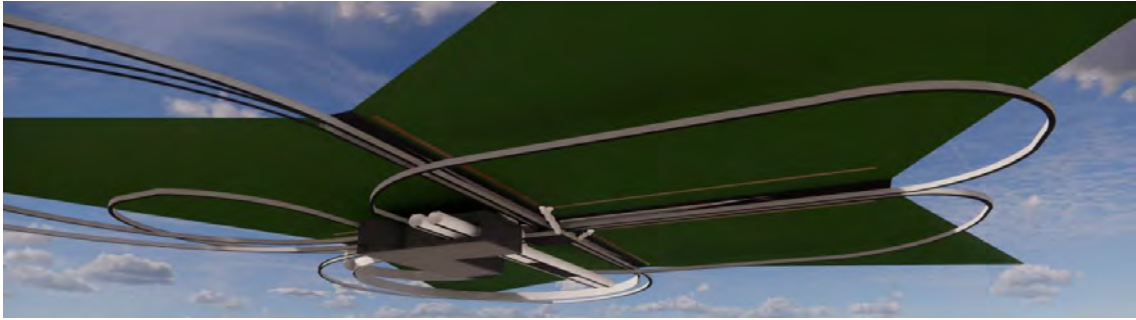


Рисунок 5 – Общий вид комплекса

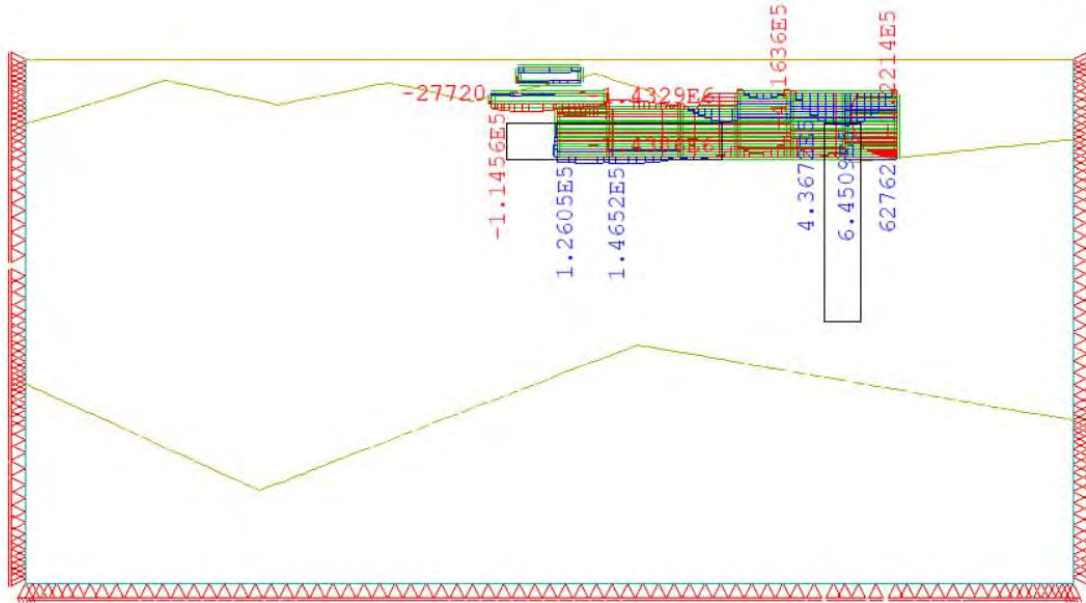


Рисунок 6 – Эпюра продольных усилий

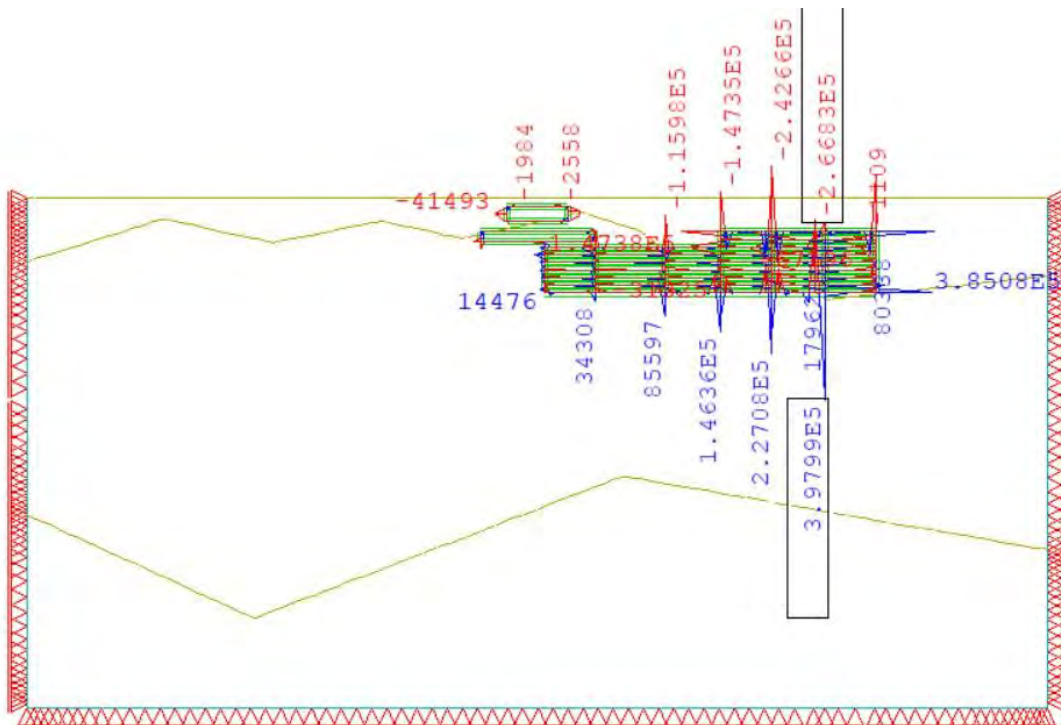


Рисунок 7 – Эпюра моментов

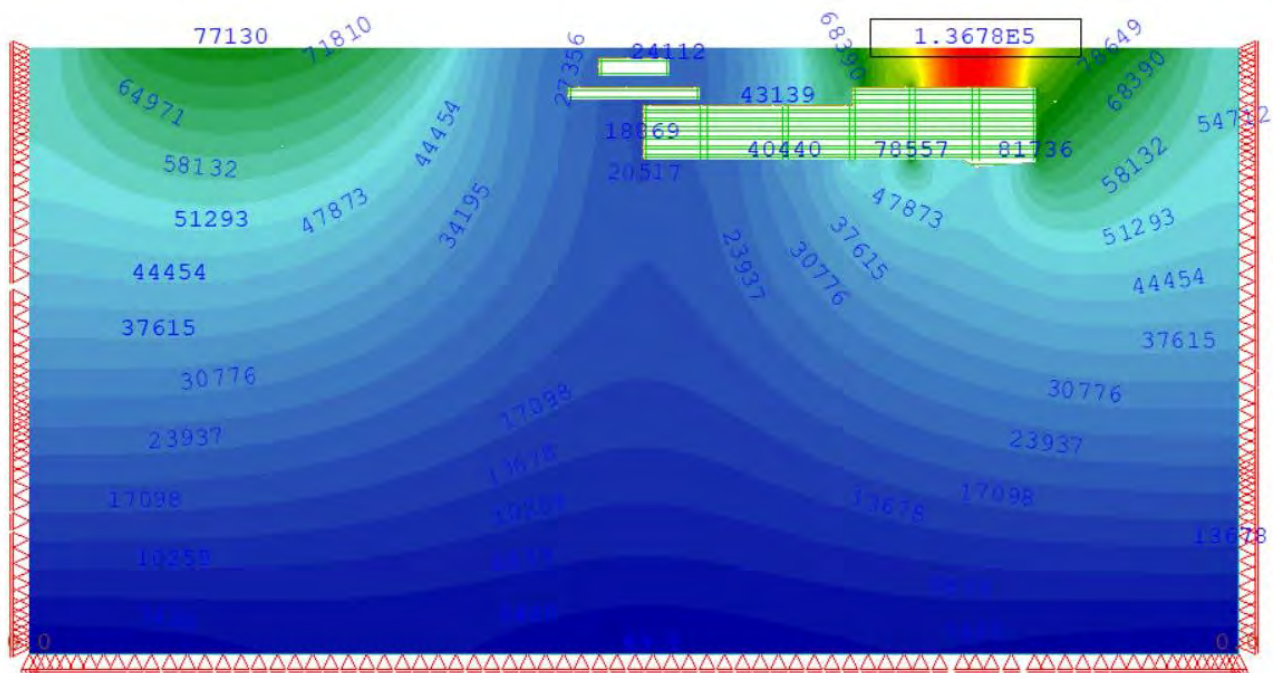


Рисунок 8 – Изополя перемещений

АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ, СОЕДИНЯЮЩИЙ ГОРОДА РЕВИЛЬЯ И БЬЕЛЬСА (ИСПАНИЯ)

*Фомичёв Андрей Андреевич, студент 4-го курса
кафедра «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

Разработанный мной проект по дисциплине «Тоннели и подземные сооружения» направлен на улучшение транспортной инфраструктуры между городами Ревилья и Бьельса в Испании (см. Рис. 1).

Проект включает в себя концептуальное решение для портала автодорожного тоннеля, протяженность которого составляет 7,4 км с двумя углами поворота и радиусами круговых кривых по 3000 м каждый. Максимальный уклон проезжей части не превышает 25‰ (см. Рис. 2).

Как на входе, так и на выходе из тоннеля были разработаны проекты порталов (см. Рис. 4, 5, 6).

Концепция портала представляет собой комплексное архитектурно-конструктивное решение, которое подразумевает строительство четырёхэтажного торгового центра и пятидесятиэтажного отеля. Отель и торговый центр имеют прилегающие к ним наземные паркинги.

В рамках данного проекта представлено архитектурное решение для отеля, расположенного при въезде в тоннель со стороны города Ревилья, а также торгового центра со стороны города Бьельса.



Рисунок 1 – План трассы

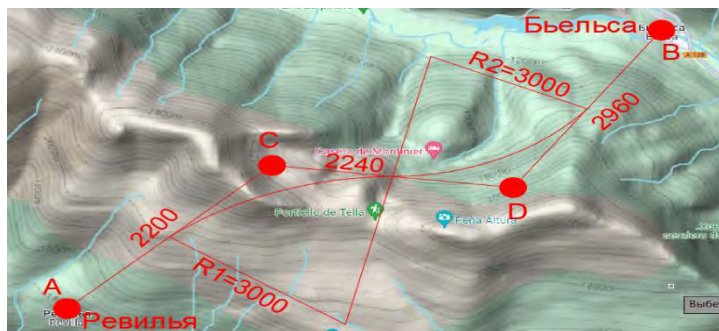


Рисунок 2 – План трассы

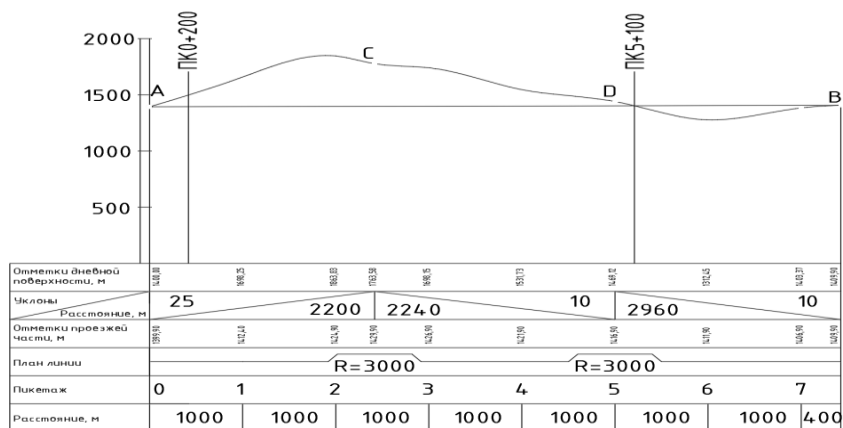


Рисунок 3 – Продольный профиль трассы



Рисунок 4 – Северный фасад

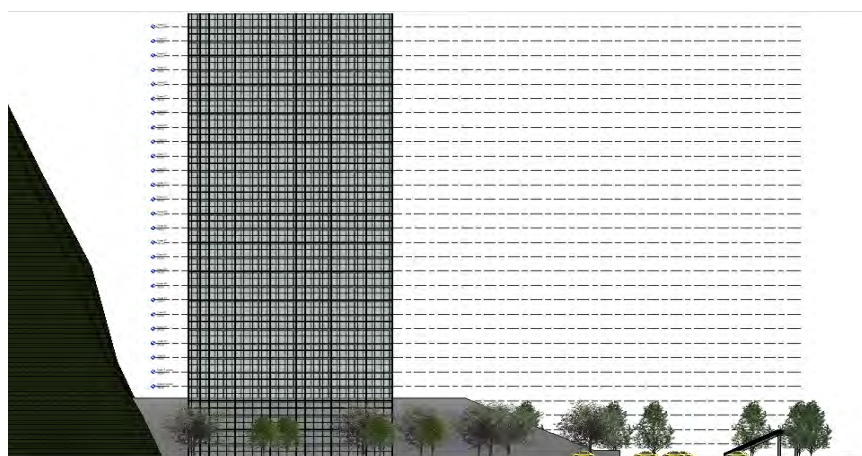


Рисунок 5 – Восточный фасад

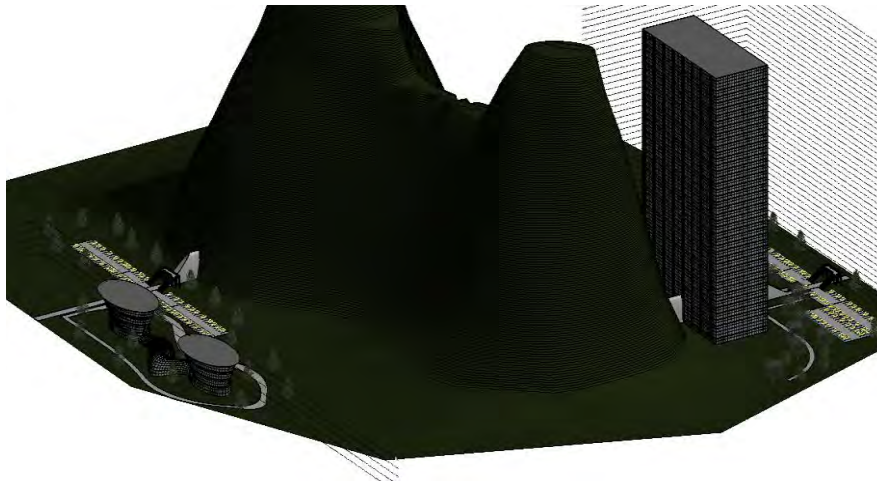


Рисунок 6 – Общий вид

Обделка тоннеля была рассчитана в программе SCAD. Ниже представлены расчетные схемы обделки и эпюры усилий (M, N, Q).

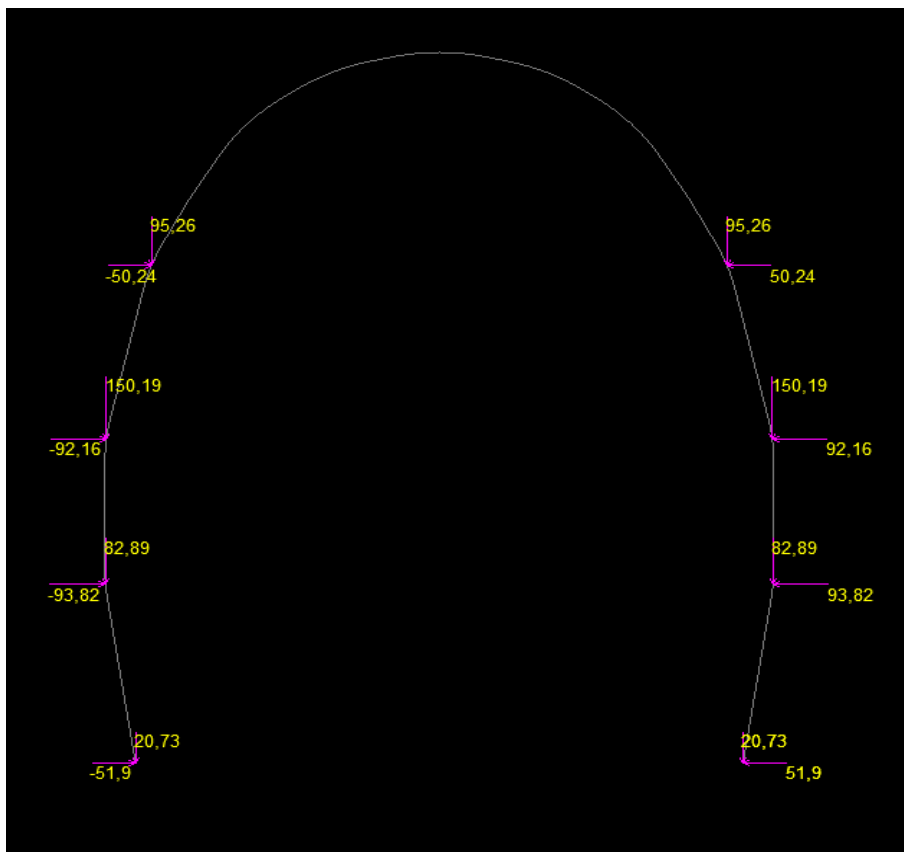


Рисунок 7 – Расчетная схема обделки тоннеля

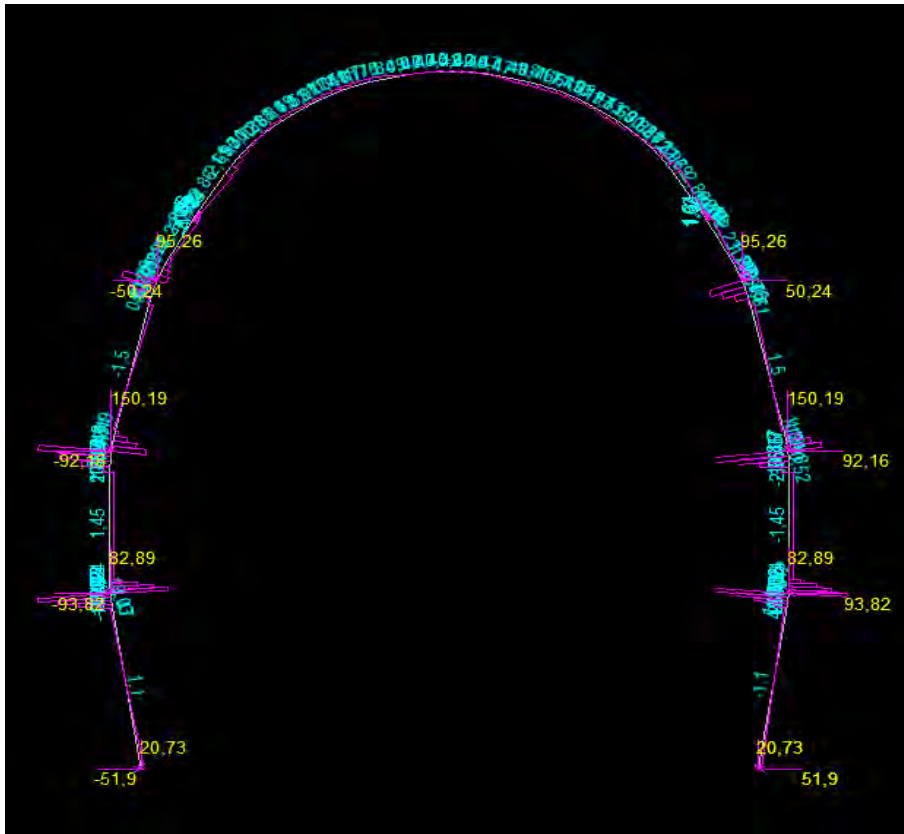


Рисунок 8 – Эпюра поперечных усилий Q

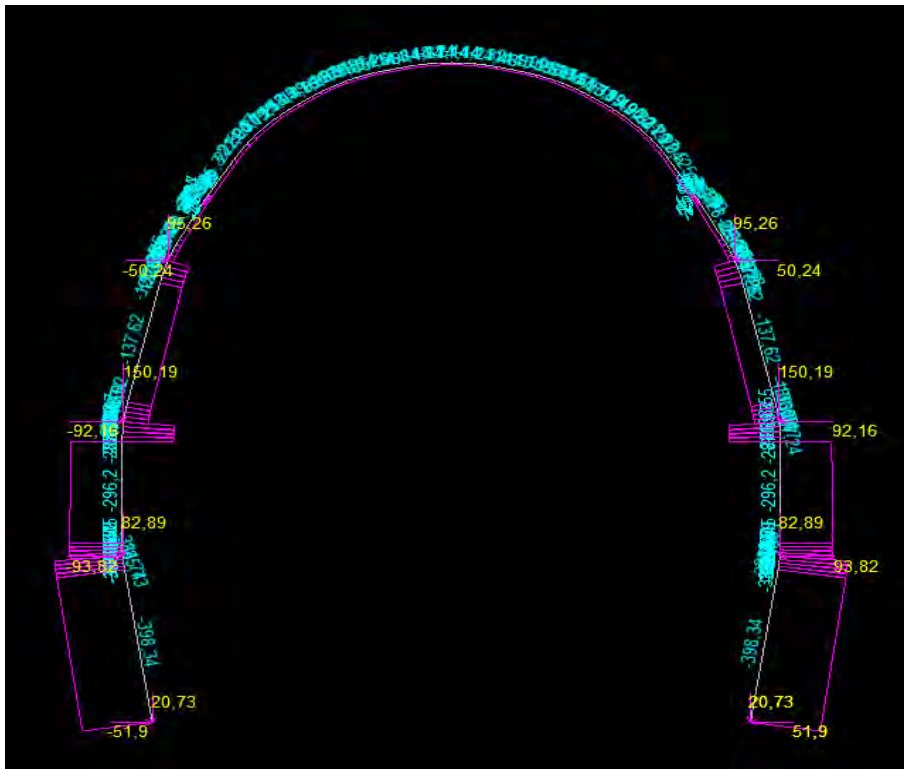


Рисунок 9 – Эпюра продольных усилий N

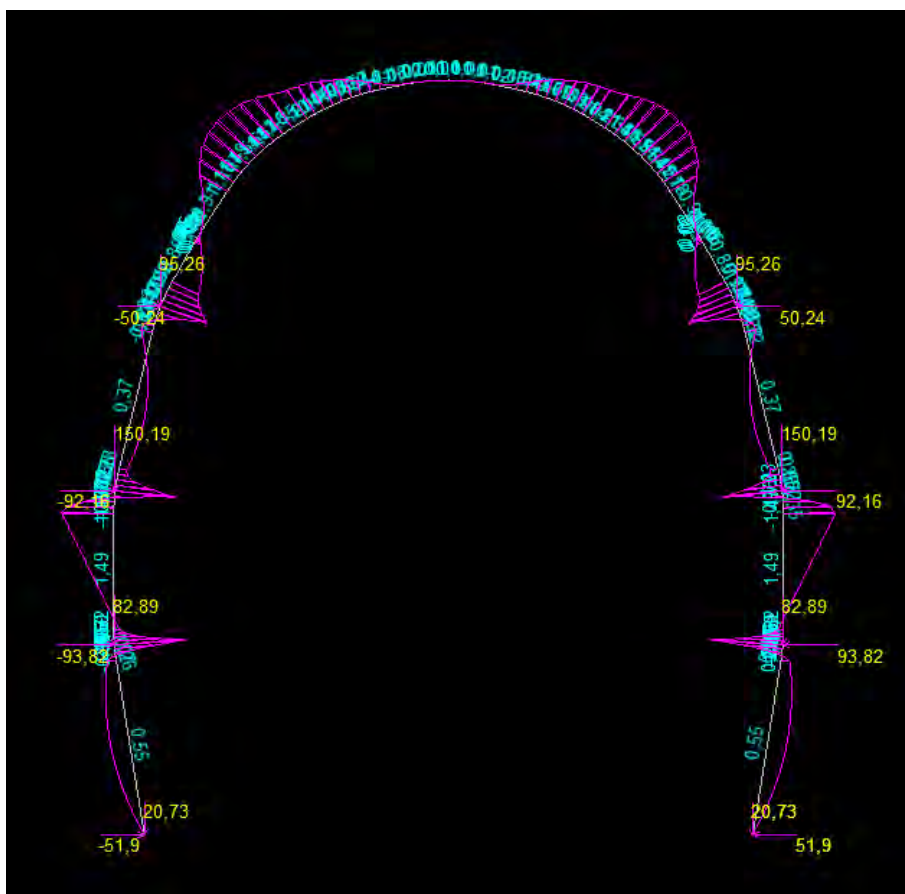


Рисунок 10 – Эюра изгибающих моментов М

Несомненно, строительство данного автодорожного тоннеля между городами Ревилья и Бьельса знаменует собой важную веху в развитии инфраструктуры и транспортного сообщения региона. Строительство данного тоннеля призвано привлечь в этот район большее количество туристов, тем самым положительно повлияв на экономику региона.

Важно понимать, что такие проекты влекут за собой значительные затраты времени и ресурсов. Процесс строительства требует не только значительных финансовых вложений, но и обширных знаний в области строительства и проектирования. Это позволяет создавать здания и сооружения, которые будут не только безопасны в эксплуатации, но и практичны в использовании, гармонично вписываясь в природный ландшафт окружающей местности.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС МЕЖДУ ГОРОДАМИ ГЁШЕНЕН И ХОСПЕНТАЛЬ (ШВЕЙЦАРИЯ)

*Харужик Сергей Сергеевич, студент 4-го курса
кафедра «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

Для строительства тоннеля были выбраны два города Гёшенен, Хоспенталь, Швейцария (Рис 1,2). Население составляет 436 тыс. и 254 тыс. человека. Плотность 5737 чел./км². Тоннель будет проходить вдоль Gotthardstrasse. В свою очередь строительство тоннеля будет осуществляться горным способом.

Горный способ строительства тоннелей характеризуется тем, что при строительстве тоннелей используют проходческий щит, являющийся передвижной механизированной крепью, которая обеспечивает защиту от обрушения грунта по всему контуру горной выработки в зоне ведения основных проходческих работ: разработки грунта, крепления забоя выработки, уборки разработанного грунта и возведения в основном сборной обделки. Щитовая проходка является основным способом строительства тоннелей в мягких и неустойчивых грунтах, в сложных геологических условиях, а также при сооружении подводных тоннелей.

Глубина заложения тоннеля находится на глубине 150 м. Внешний диаметр обделки составляет 12 м. Так как реальная инженерно-геологическая ситуация неизвестна, то для простоты вычисления были приняты два грунта: песок и глина.

Координаты подземного комплекса:

Начало тоннеля, точка А - широта 46.666151, долгота 8.589089.

Конец тоннеля, Точка В – широта 46.619638, долгота 8.569694.



Рисунок 1 – точка А(Гёшене)



Рисунок 2 – Точка В(Хоспенталь)

В процессе работы были разработаны продольные профили трассы тоннеля (Рис 4,5) с учетом рельефа местности (Рис 3).

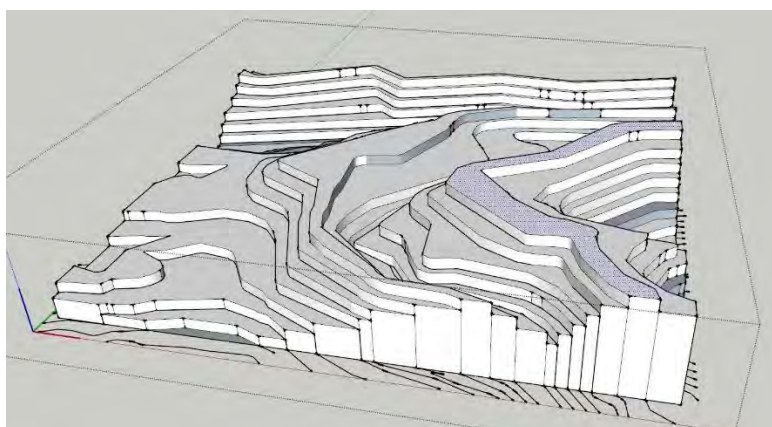


Рисунок 3 – Рельеф местности



Рисунок 4 – Продольный профиль трассы тоннеля в точке А.

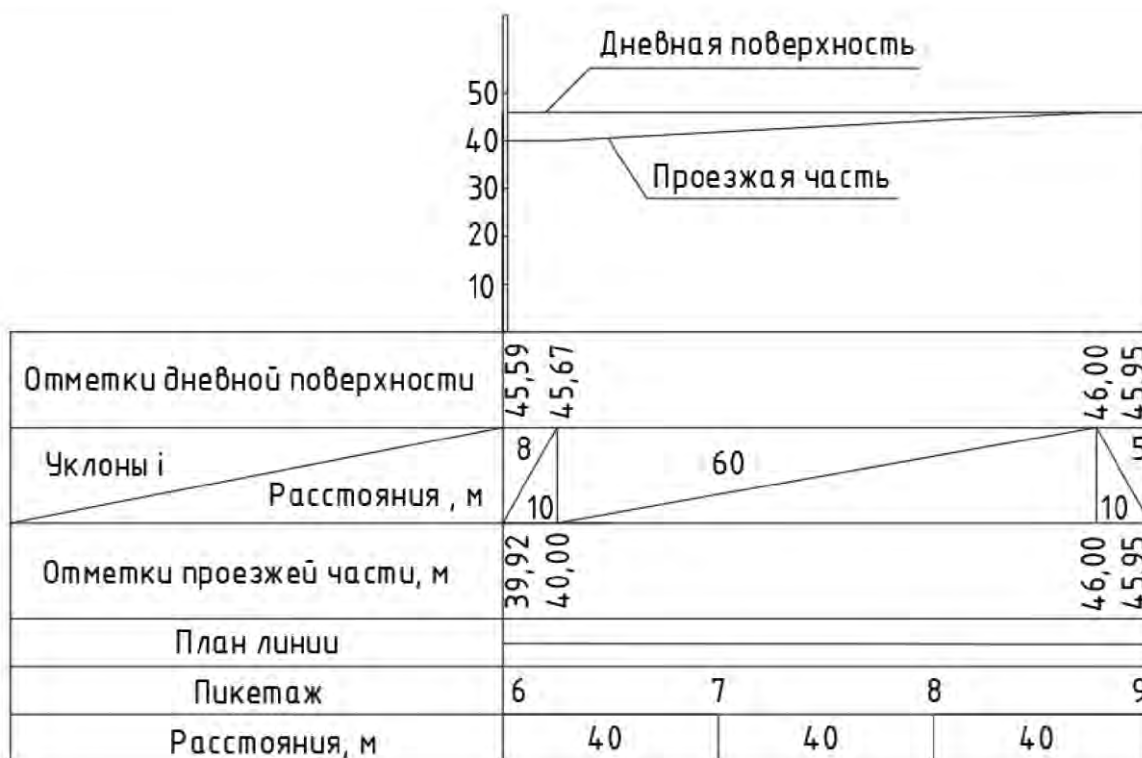


Рисунок 5 – Продольный профиль трассы тоннеля в точке В.

Также были спроектированы фасады данного тоннеля (Рис 6).

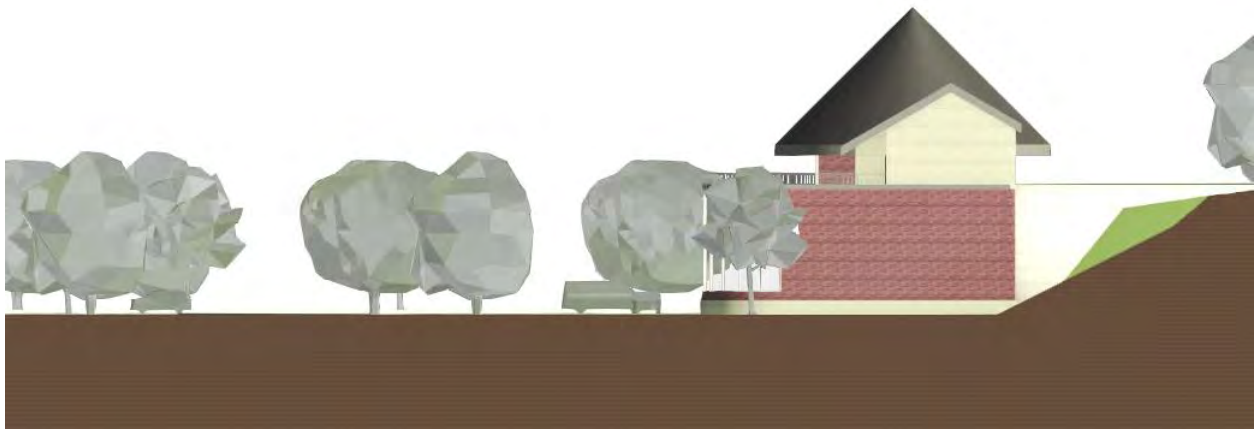


Рисунок 6 – Восточный фасад

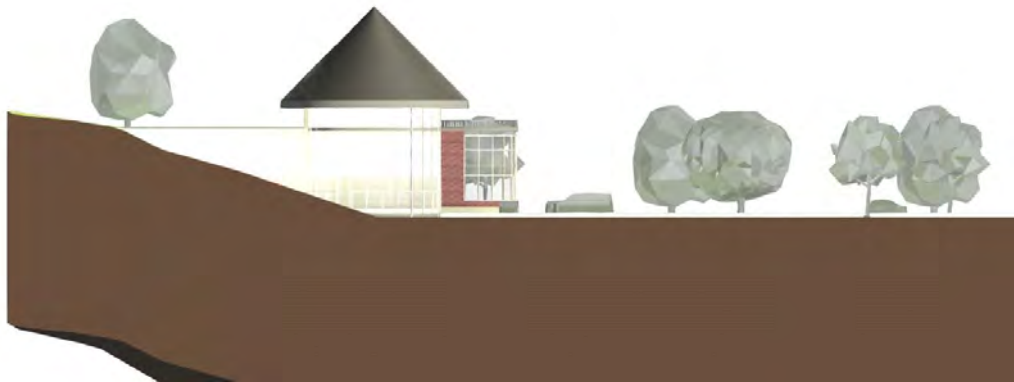


Рисунок 7 – Западный фасад



Рисунок 8 – Южный фасад



Рисунок 9 – Общий вид на вход в портал со стороны точки А

При выборе типа обделки в конкретной проектной ситуации следует анализировать такие показатели этих условий как деформационную характеристику (коэффициент упругого отпора, $K=2,5 \cdot 10^{-5} \text{ кН/м}^3$) и величину гидростатического давления водоносного грунта на уровне лотка тоннеля.

В случае залегания скальных сильнотрещиноватых грунтов с наличием г.с. давления применяем сборную железобетонную обделку повышенной водонепроницаемости.

Кольцо железобетонной обделки состоит из лоткового блока с плоской внутренней поверхностью, нормальных блоков и двух-трёх замковых блоков-вкладышей.

В данной обделке геометрические параметры блоков остаются постоянными, независимо от величины действующих на обделку внешней нагрузки, а площадь сечения рабочей арматуры, симметрично расположенной в сечении, определяется расчётом по наибольшему изгибающему моменту в конкретных условиях загрузки обделки и принимается одинаковой для всех блоков кольца. Тем самым обеспечивается взаимозаменяемость блоков в кольце и упрощается процесс изготовления.

Сопряжение всех элементов в кольце в виде цилиндрических стыков. Цилиндрический стык по статической работе представляет собой шарнирное соединение, допускающее некоторый взаимный поворот сопрягаемых элементов. Обделка с такими стыками рассматривается как многошарнирное кольцо, геометрическая изменяемость которого обеспечивается работой обделки совместно с окружающим грунтовым массивом. В проектном положении блоки фиксируются относительно друг друга парными шпильками, устанавливаемыми

при монтаже обделки. Шпильки представляют собой стальные штыри длиной 170мм и диаметром 27мм. Наличие шпилек способствует лучшему центрированию продольной силы в стыках и облегчает монтаж кольца.

Замыкание кольца производится железобетонными вкладышами, которые вручную заводятся с торца кольца. Для удержания вкладышей до нагнетания за обделку раствора на каждом из них закреплены по две стальные пластины для опирания их на смежные нормальные блоки.

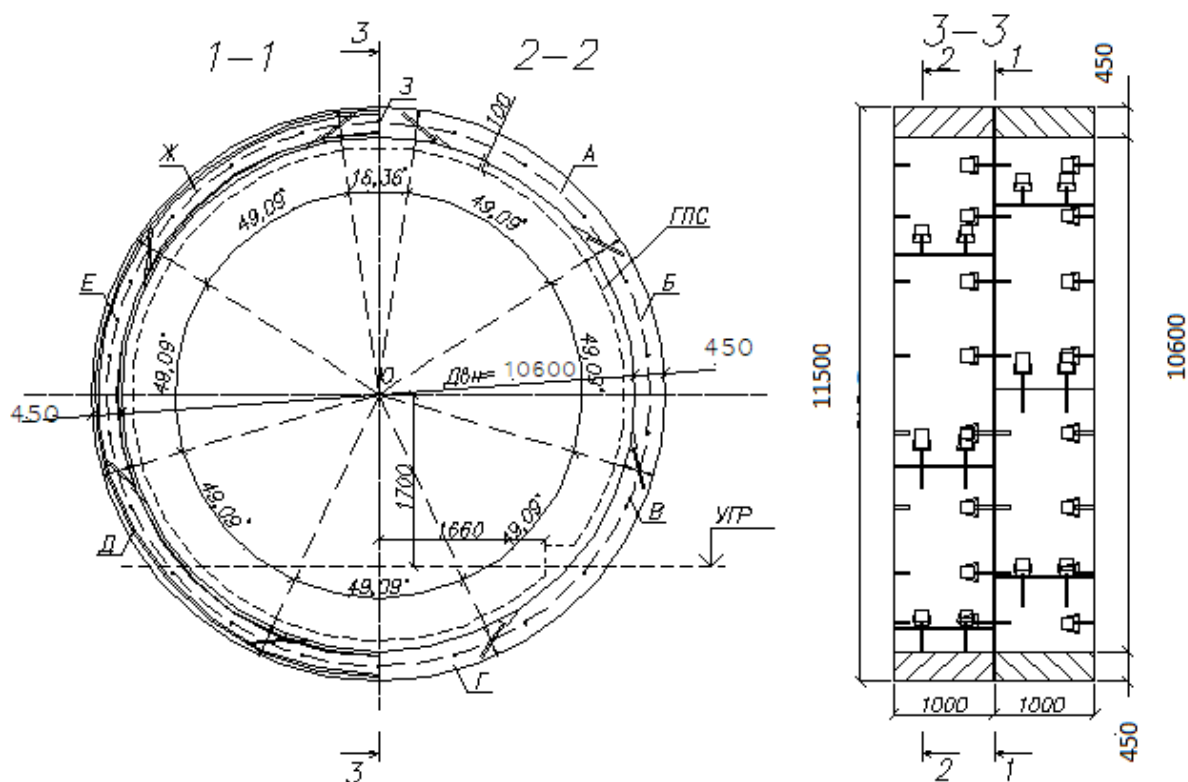


Рисунок 3.1.3 Железобетонная блочная обделка повышенной водонепроницаемости

Рисунок 10 – Железобетонная блочная обделка повышенной водонепроницаемости

На сегодняшний день разрабатывается все больше инноваций в строительстве тоннелей. Наиболее распространенными из них являются, во-первых, использование углепластика и композита, обеспечивающими высокую прочность и долговечность тоннеля. Во-вторых, использование беспилотных машин для контроля и наблюдения за процессом строительства, что позволяет более оперативно производить строительство. В-третьих, внедрение лазерного сканирования с целью повышения точности построения 3D-моделей будущего объекта. В-четвертых, строительство подводных тоннелей в целом, что позволяет оптимизировать инфраструктуру, создавая новые возможности для организации сообщения.

Таким образом, перечисленные инновации позволяют экономить ресурсы для строительства и достичь максимальной точности проектирования тоннеля.

ПОДЗЕМНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ РАЗВЯЗКА, СОВМЕЩЕННАЯ С МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМ ПОДЗЕМНЫМ КОМПЛЕКСОМ И СТАНЦИЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНА НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛ МАТУСЕВИЧА И УЛ ПЕТРА ГЛЕБКИ

*Цейко Михаил Геннадьевич, студент 5-го курса кафедры
«Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

В рамках курсового проекта требуется разгрузить перекресток в городе Минск, РБ. Перекресток находится на пересечении улиц Матусевича и Петра Глебки (Рис. 1). В ходе экономических соображений принято решение о строительстве подземной транспортной развязки, а также многофункционального подземного комплекса совмещенного со станцией метрополитена. Многофункциональный комплекс включает в себя подземный паркинг, торговые помещения. В ходе курсового проекта была разработана концептуальная модель (Рис. 2-6, 10). Также произведены расчеты продольных усилий, моментов и перемещений в приведенной конструкции сооружения. Расчет выполнен с помощью программного комплекса SoFiSTiK (Рис. 7-9).

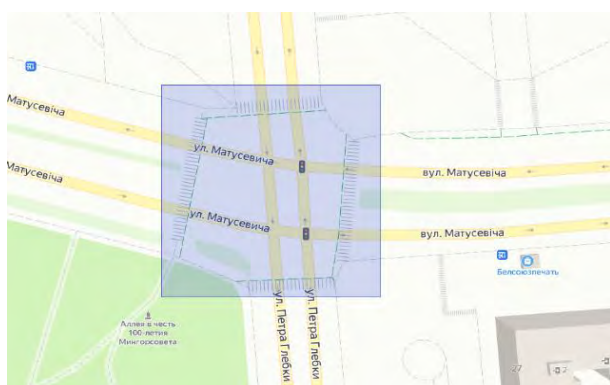


Рисунок 1 – Генплан



Рисунок 2 – Общий вид перекрестка



Рисунок 3 – Съезды в подземную транспортную развязку

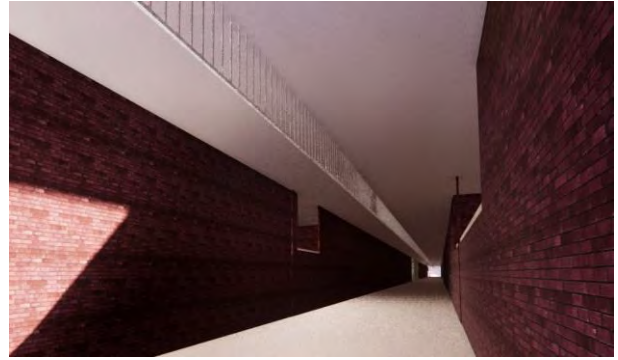


Рисунок 4 – Подземная транспортная развязка

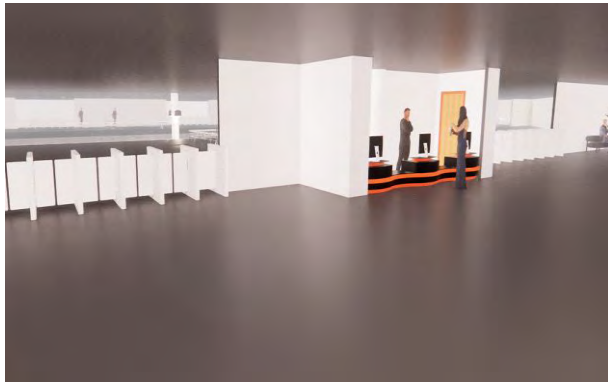


Рисунок 5 – Подземный пешеходный переход



Рисунок 6 – Станция метрополитена

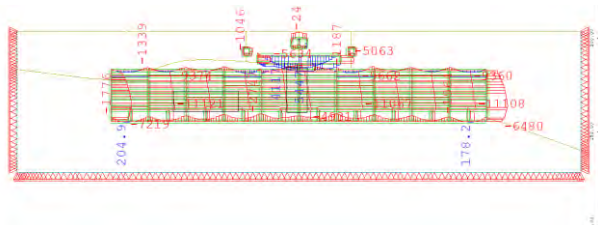


Рисунок 7 – Эпюра продольных усилий, возникающая в конструкции сооружения на стадии законченного строительства в разрезе

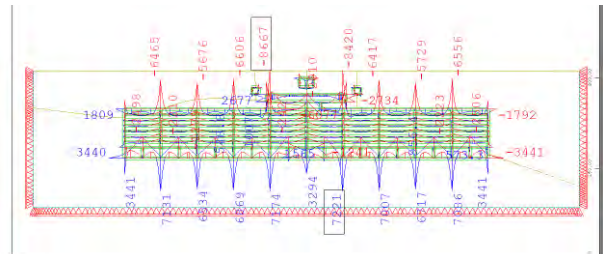


Рисунок 8 – Эпюра моментов, возникающая в конструкции сооружения на стадии законченного строительства в разрезе

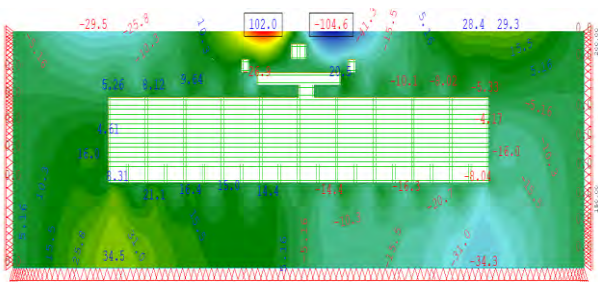


Рисунок 9 – Изополя перемещений

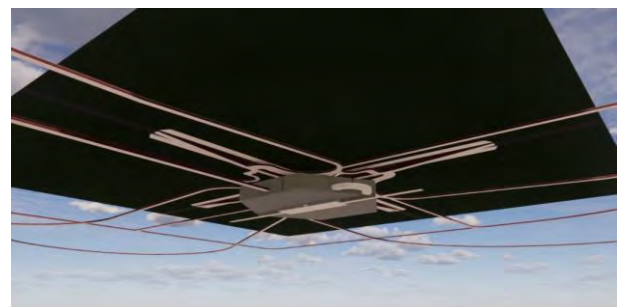


Рисунок 10 – Общий вид на многофункциональный комплекс

При возведении многофункционального комплекса был использован метод «Торкред». С помощью данного метода бетон подается к месту заливки по специальным шлангам и под высоким давлением что способствует максимальному уплотнению бетонной смеси. Во многих случаях данный метод намного экономичнее чем традиционная подача бетона. Существует два вида токретирования, сухое и влажное. При сухом используется сухая смесь, увлажнитель, торкретмашина, компрессор, вода, сопло. При влажном используется товарный бетон, бетононасос, компрессор.

Каждый метод подходит для достижения максимального качества бетона, согласно проекту. Благодаря данным торкретированию смесь тщательно перемешана, уменьшено пылеобразование, меньший расход цемента, меньше отходов.

При сооружении данного многофункционального комплекса рационально использовать данный метод подачи бетона из-за экономических и качественных соображений.

Литература:

1. Колокова Н.М., Кобац Л.М., Файнштейн И.С. «Искусственные сооружения». М., Транспорт, 1988 г.
2. Маковский Л.В. «Проектирование автодорожных и городских тоннелей». М., Транспорт, 1993 г.
3. Маренный Я.И. «Тоннели с обделкой из монолитно-прессованного бетона». М., Транспорт, 1985 г.
4. Волков В.П. «Тоннели». 3-е изд., М., Транспорт, 1970 г.
5. Омелянчук А.Г. «Системы безопасности автодорожных тоннелей». Журнал
6. «Технология защиты» №4 2007 г.
7. newelectronics. Innovations in radio technology to improve transport tunnel safety [Electronic resource] – Mode of access: <https://www.newelectronics.co.uk/electronicstechnology/innovations-in-radio-technology-to-improve-transport-tunnel-safety/150036/> – Date of access: 28.05.2020.

ПОДЗЕМНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ РАЗВЯЗКА НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ ПР-Т. НЕЗАВИСИМОСТИ С УЛ. КОЗЛОВА И С ПР-Т. МАШЕРОВА СОВМЕЩЕННАЯ СО СТАНЦИЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНА И МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМ КОМПЛЕКСОМ

*Шарко Евгений Андреевич, студент 5-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

В рамках курсовой работы требовалось решить проблему пробок в городе Минск, РБ. Для этого было принято решение разгрузить перекресток на пересечении пр-т. Независимости с ул. Козлова и с пр-т. Машерова (Рис. 1) с помощью транспортной развязки. Также, из экономических соображений, было принято решение о строительстве на перекрестке станции метрополитена и многофункционального подземного комплекса, включающего в себя торгово-развлекательный центр и подземный паркинг. Была разработана концептуальная модель (Рис. 2-6, 10). И произведены расчеты возникающих продольных усилий, моментов и перемещений в конструкции сооружения, с помощью вычислительного комплекса Sofistik (Рис. 7-9).



Рисунок 1 – Генплан, координаты перекрестка



Рисунок 2 – Общий вид перекрестка



Рисунок 3 – Съезды в подземную транспортную развязку



Рисунок 4 – Подземная транспортная развязка



Рисунок 5 – Подземный пешеходный переход



Рисунок 6 – Станция метрополитена

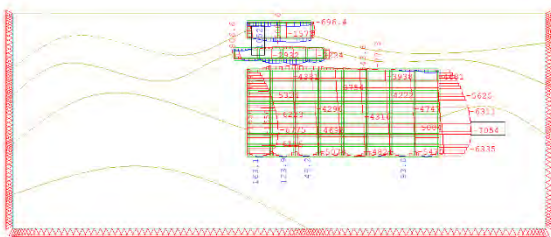


Рисунок 7 – Эпюра продольных усилий, возникающая в конструкции сооружения на стадии законченного строительства в разрезе

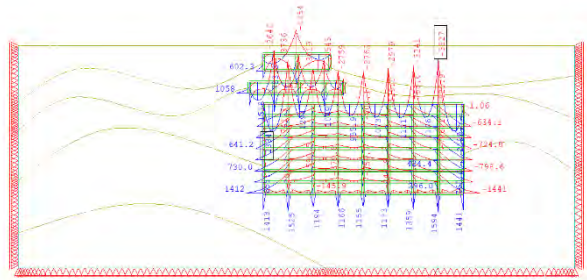


Рисунок 8 – Эпюра моментов, возникающая в конструкции сооружения на стадии законченного строительства в разрезе

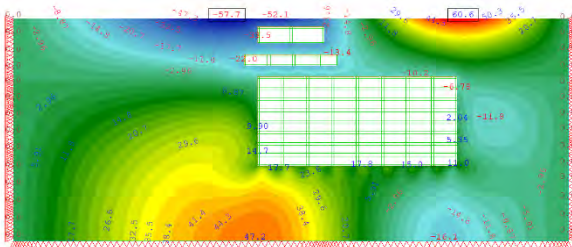


Рисунок 9 – Изополя перемещений

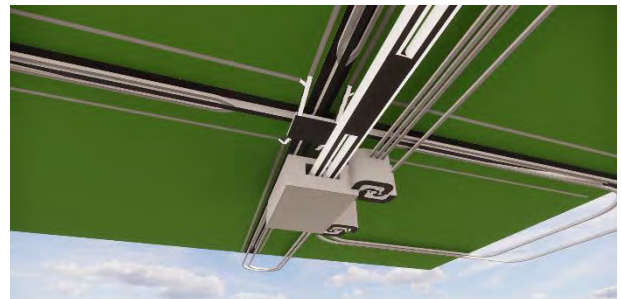


Рисунок 10 – Общий вид на многофункциональный комплекс

В проекте было принято решение обеспечить транспортную развязку и подземные сооружения системой мониторинга инженерных сооружений «СМИС». Данная система позволяет транспортной развязке и подземным сооружениям полностью отслеживать любые изменения с участием всего одного оператора.

СМИС включает в себя: сервер для хранения данных, подключенный к рабочему месту, где настраивается СМИС; сейсмостанция с сейсмоприемниками, измерительный модули, тензодатчики, инклинометры, видеонаблюдение, аудиосопровождение и т.д.

Она позволяет автоматизировать большинство процессов для повышения качества предупреждения неисправностей и аварий на объекте, для сокращения временных и трудовых издержек по получению сведений по объекту, состоянию его элементов, формированию отчётов и документации, для улучшения качества обслуживания посетителей объекта, для обеспечения эффективного контроля показателей деятельности службы эксплуатации и т.д. Также это существенно повысит безопасность во всем объекте, так как с помощью данной системы можно будет в кратчайшие сроки связаться с необходимыми службами в случае происшествия.

Литература:

1. Колокова Н.М., Кобац Л.М., Файнштейн И.С. «Искусственные сооружения». М., Транспорт, 1988 г.
2. Маковский Л.В. «Проектирование автодорожных и городских тоннелей». М., Транспорт, 1993 г.
3. Маренный Я.И. «Тоннели с обделкой из монолитно-прессованного бетона». М., Транспорт, 1985 г.
4. Волков В.П. «Тоннели». 3-е изд., М., Транспорт, 1970 г.
5. Омелянчук А.Г. «Системы безопасности автодорожных тоннелей». Журнал
6. «Технология защиты» №4 2007 г.
7. newelectronics. Innovations in radio technology to improve transport tunnel safety [Electronic resource] – Mode of access: <https://www.newelectronics.co.uk/electronicstechnology/innovations-in-radio-technology-to-improve-transport-tunnel-safety/150036/> – Date of access: 28.05.2020.

ВИДЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИЙ И ИХ ОЦЕНКА (ОСОБЕННОСТИ, НЕДОСТАТКИ, ПРЕИМУЩЕСТВА)

*Щербо Алексей Денисович, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель –Галковская Л.А., старший преподаватель)*

Виды эффективности инвестиций:

- эффективность проекта в целом;
- эффективность участия в проекте.

Эффективность проекта в целом рассматривает экономические и коммерческие показатели, а также финансовую поддержку со стороны. Необходимо понимать следующие факты:

1. Роль и последствия в обществе
2. Финансовые затраты на данный проект
3. Как это повлияет на экологию, социальную жизнь
4. Результаты проекта

Эффективность участия в проекте рассматривает реализацию и предполагаемые вложения. В данной эффективности есть некоторые особенности, которые помогают сделать правильный выбор. Участники следуют по определённым техническим условиям:

1. В чём смысл использования данного проекта
2. Сколько инвестировать и какая выгода
3. Заинтересованность выше стоящих структур
4. Какие регионы и народы в этом заинтересованы
5. Отрасль проекта и возможные объединения
6. Бюджет

Эффективность инвестиций зависит от выбора вида, участие в проекте рассчитано на осмысление и продуманный выбор действий, а эффективность проекта рассматривает показатели для продвижения и выбора дальнейших действий.

Конечно есть определённые недостатки, рассмотрим некоторые из них, которые чаще всего связаны с инвестициями:

- 1) организационные риски (есть установленные сроки, однако в них в большинстве случаев не выполняют свою работу, да, остаются небольшие недоделки, но есть и сроки, в итоге получаем замкнутый круг);

- 2) производственные риски (данный риск зависит от многих факторов, в том числе производственный, человеческий. Есть продукция, но нет времени, есть продукция, но нет выполненной работы);
- 3) технологические риски (наличие запасных частей, оснащённость инструментом, запас недостающих кадров, которые должны решиться в скором будущем);
- 4) финансовые риски (здесь всё логично, нет инвестиций);
- 5) экономические риски (упал спрос, повышение цен, недостающие деньги);
- 6) экологические риски (вред окружающей среде, незаконное строительство).

В заключении предприятия ищут методы решения, избегания множества рисков для своей выгоды.

Основные принципы оценки эффективности инвестиционных проектов:

- 1) Расчёт инвестиций на весь проект
- 2) На что идут деньги и куда
- 3) Рассмотрение различных проектов и их общая суть
- 4) Финансовая выгода
- 5) Время на исполнение проекта
- 6) Выделяемые затраты
- 7) Какой смысл данного проекта
- 8) Реализация проекта

Литература:

1. Национально правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – <https://blog.iteam.ru/ocenka-investicij/> –Дата доступа: 24.12.2023
2. Национально правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – <https://studfile.net/preview/399935/page:2/> – Дата доступа: 24.12.2023

АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ, СОЕДИНЯЮЩИЙ ГОРОДА РАЙНВАЛЬД И ВАЛЬС (ШВЕЙЦАРИЯ)

*Щербо Алексей Денисович, студент 4-го курса
кафедра «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

Данный учебный проект по дисциплине «Тоннели и подземные сооружения» представляет собой объёмно-планировочное решение портала автомобильного тоннеля. Тоннель был запроектирован в Швейцарии между городами Вальс и Райнвальд (Рис. 1). В принятие данного строительного решения поспособствовала нужда в более коротком сообщении между населёнными пунктами и, также это является выгодным маршрутом для водителей проезжающих транзитом через данную местность.

Протяжённость тоннеля составила 13 км. В углы поворота были вписаны закругления по 2000 метров каждая.

На въезде и выезде из тоннеля были запроектированы и порталы (Рис. 4,5,6).

Портал – это конструкцией созданная из строительного камня или бетона, который используется в качестве туннельной отделки по его внутреннему периметру. Основное назначение портала – нести весь собственный вес грунта, находящегося над порталом, для избегания обрушений туннеля. Для улучшения и ускорения окупаемости портала, портал подвергается архитектурной обработке исходя из местности, на которой он находится и финансовых возможностей, выделенных для строительства. В этом проекте представлен один из вариантов архитектурного решения по устройству отеля совместно с развлекательным и спа центром при въезде в тоннель со стороны города Райнвальд.



Рисунок 1 – План трассы

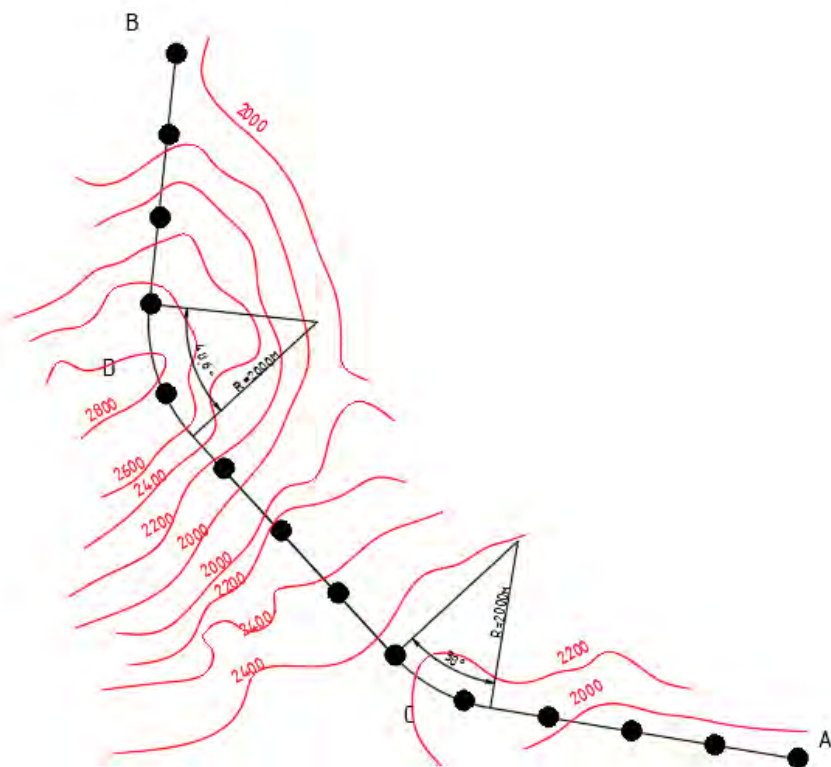


Рисунок 2 – План трассы

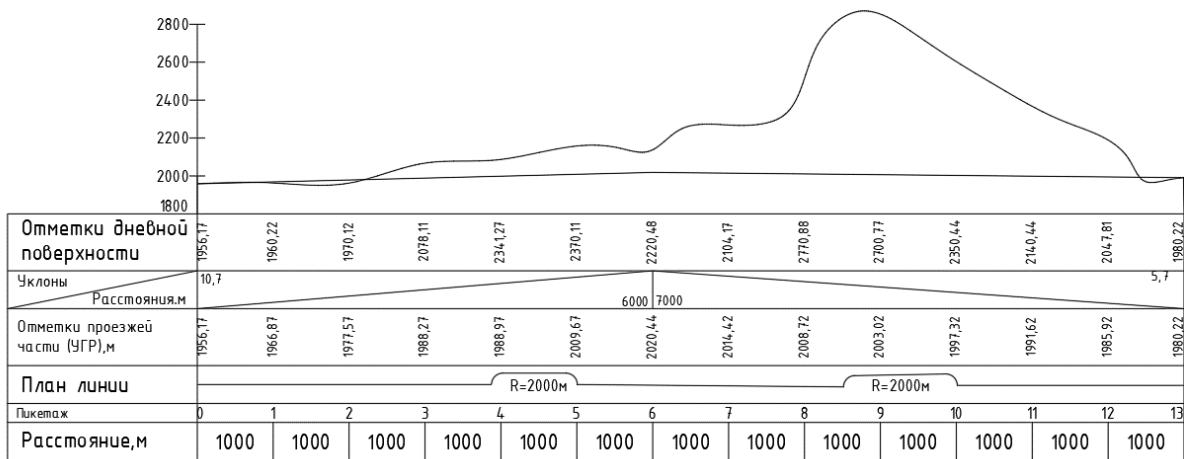


Рисунок 3 – Продольный профиль трассы

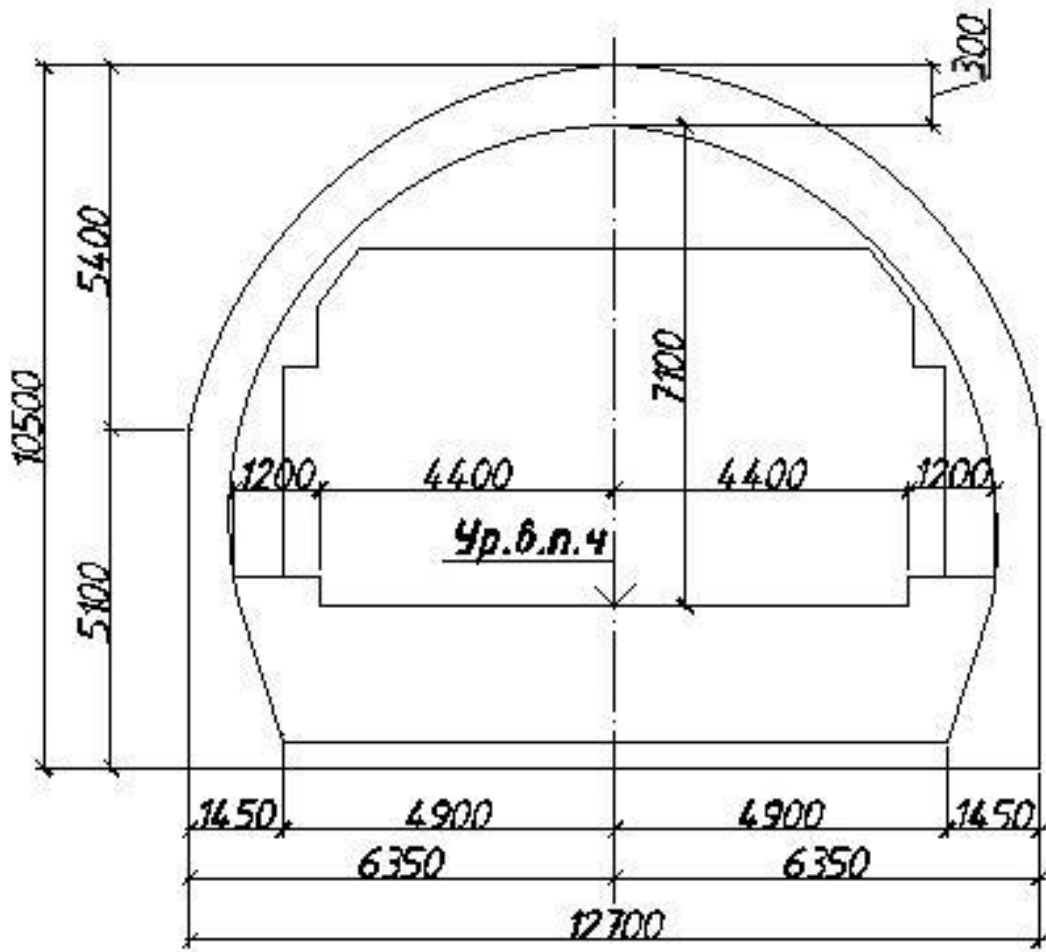


Рисунок 4 – Обделка автомобильного тоннеля



Рисунок 5 – общий вид

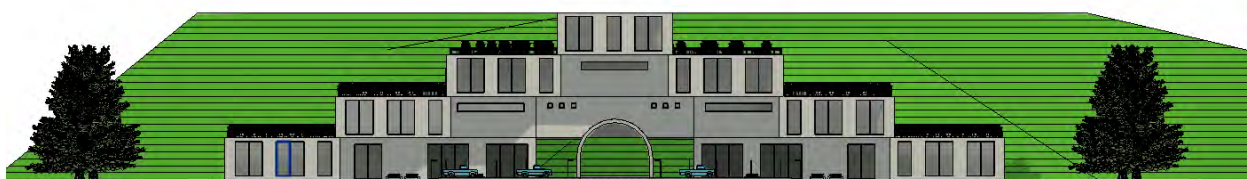


Рисунок 6 – фасад

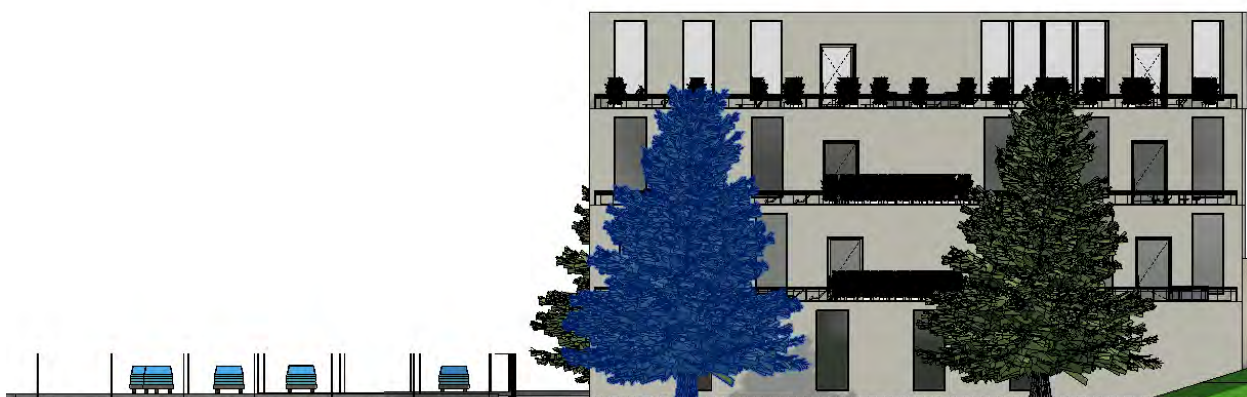


Рисунок 7 – фасад

Фасады и планы этажей представлены в чертёжном виде с осями

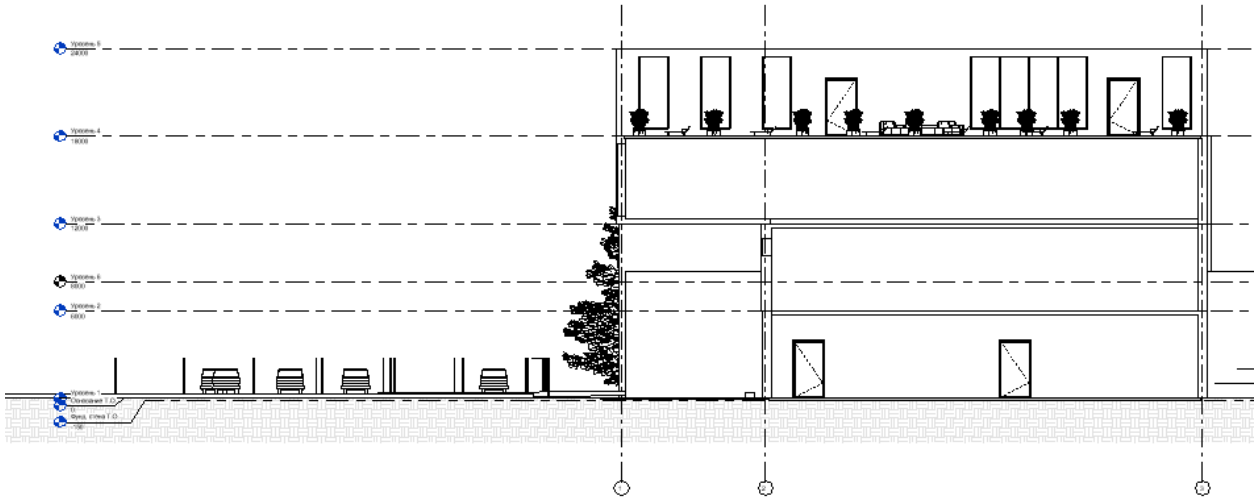


Рисунок 8 – Фасад в осях 1 – 3

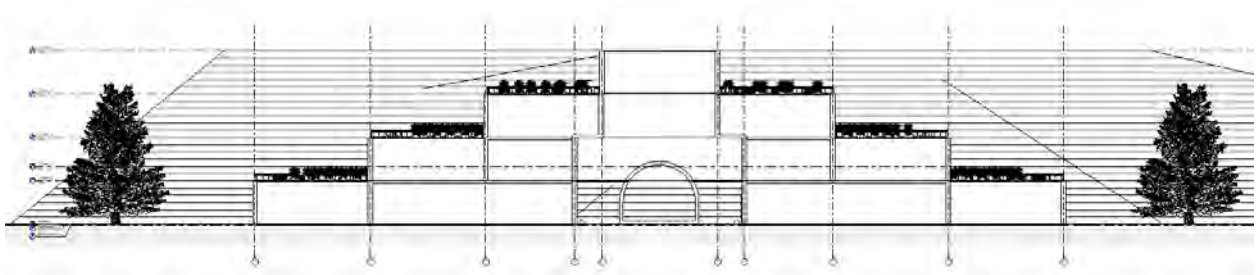


Рисунок 9 – Фасад в осях 4 -13

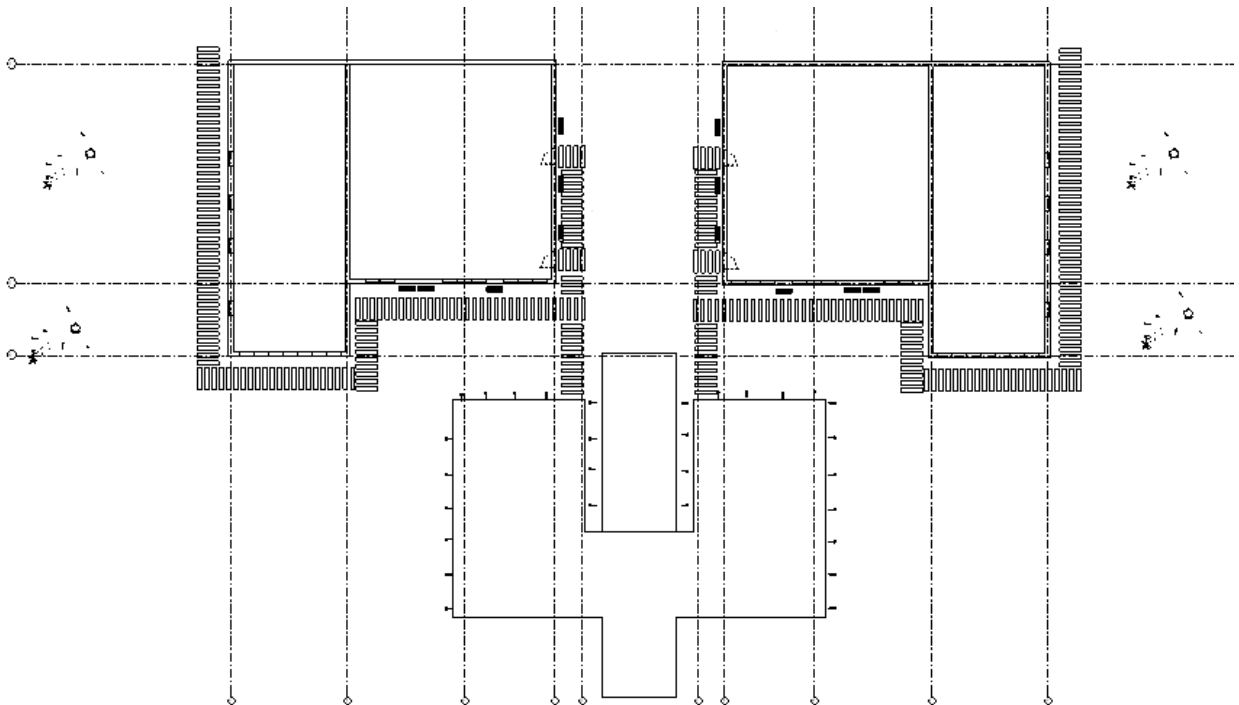


Рисунок 10 – План 1 этажа сооружения

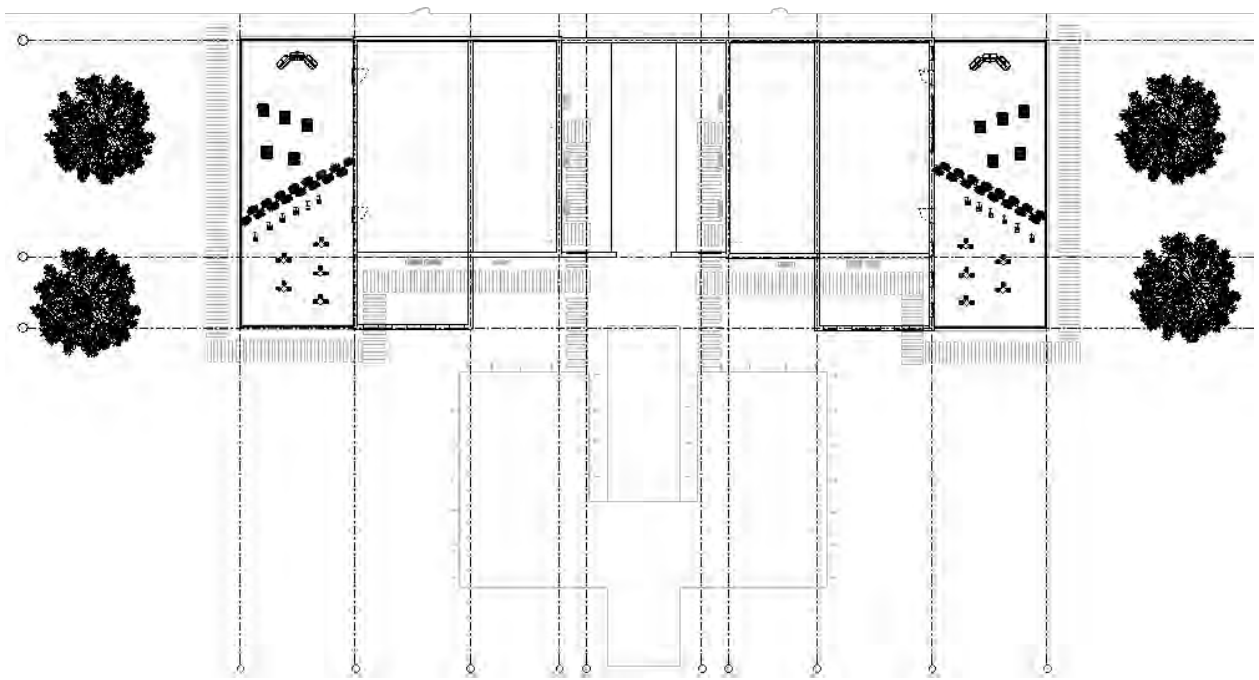


Рисунок 11 – План 2 этажа сооружения

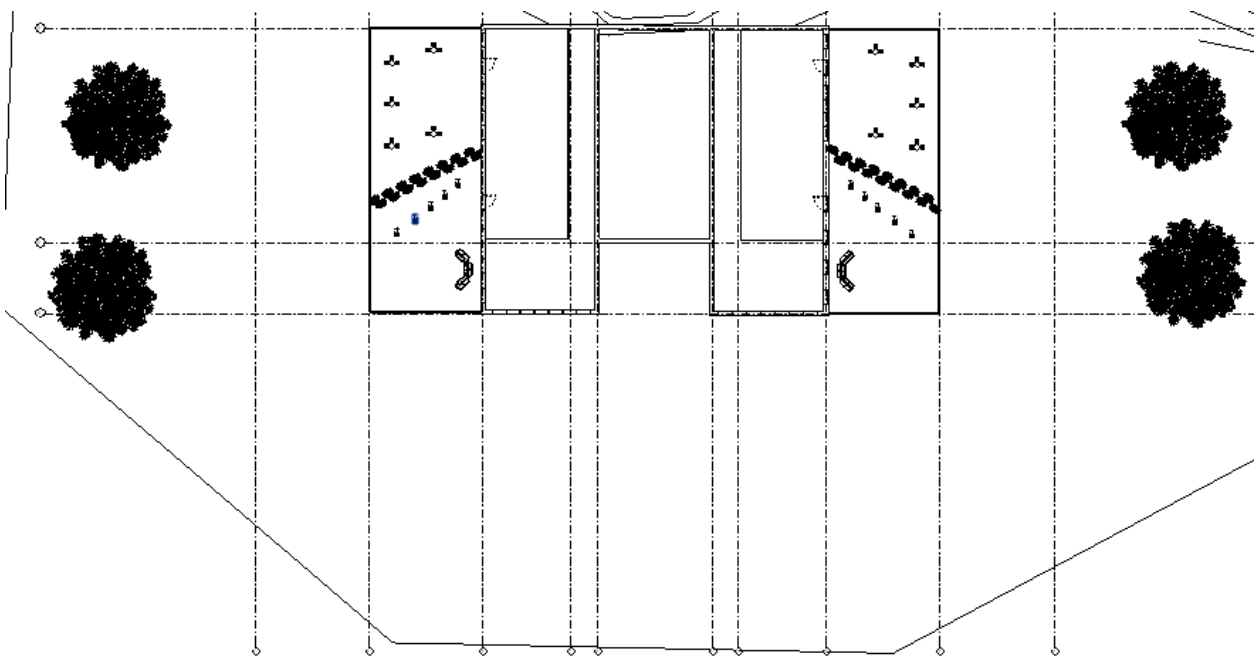


Рисунок 12 – План 3 этажа сооружения

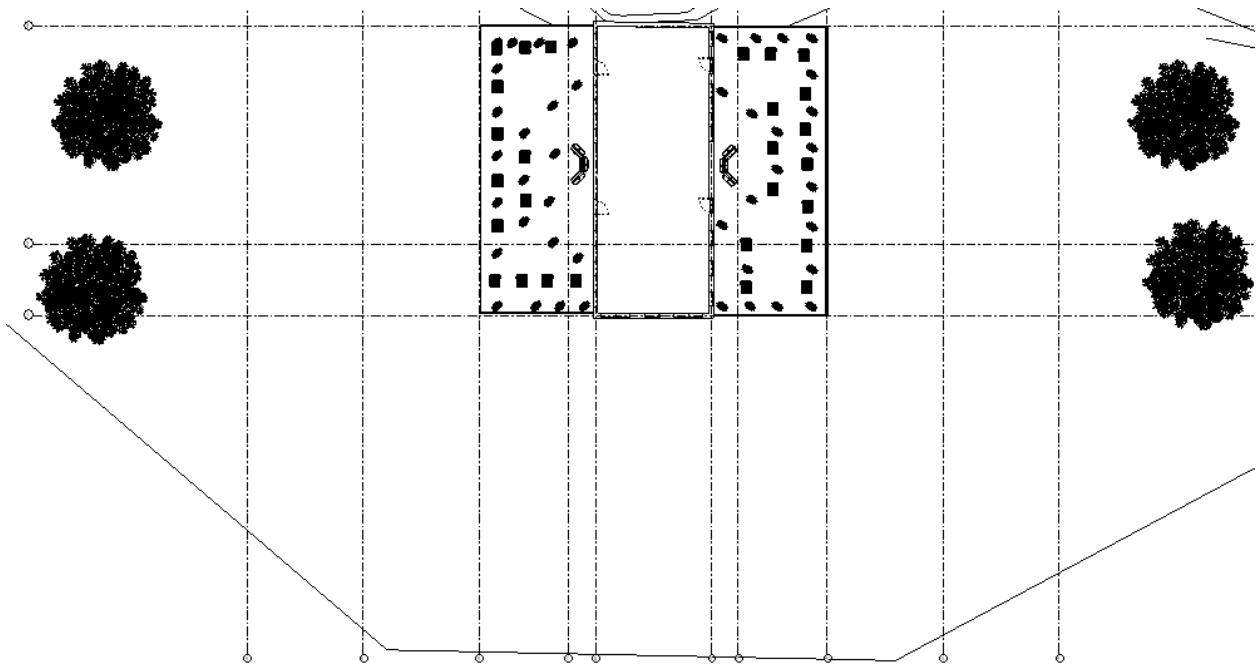


Рисунок 13 – План 4 этажа сооружения

Для расчёта обделки туннеля использовалась программа SKAD, она позволила точно рассчитать эпюры M , N , Q (Рис. 15,16,17). Это позволяет нам быть уверенным в наших расчётах и то, что в данном типе грунта (известняк мергелистый), на определённой глубине туннельная обделка, которую мы запроектировали не обрушится.

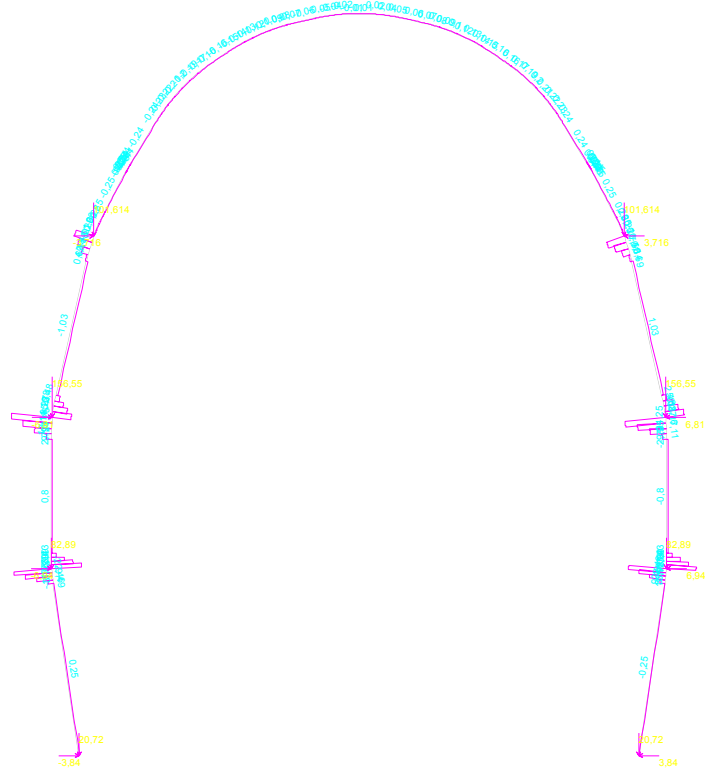


Рисунок 14 – Эпюра поперечных усилий Q

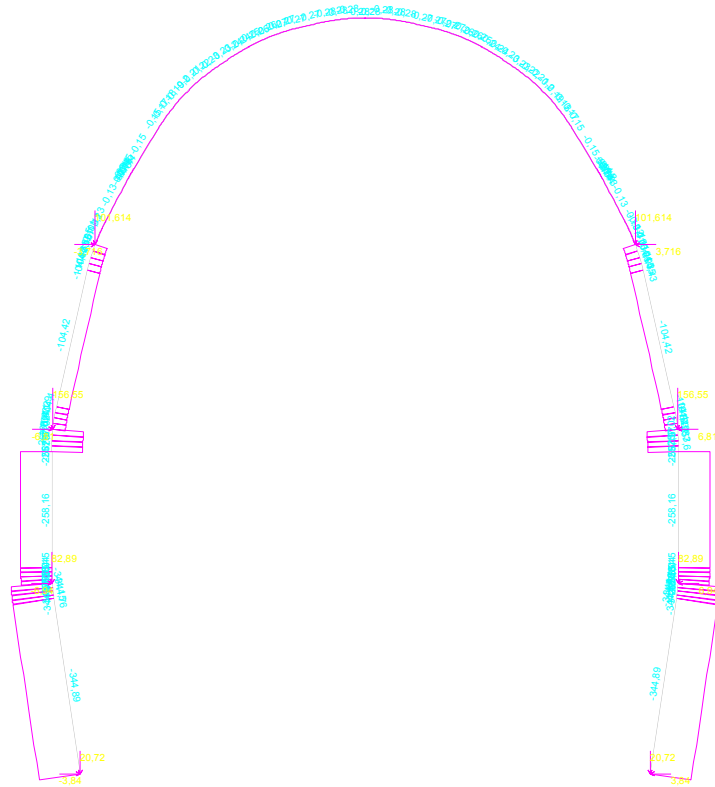


Рисунок 15 – Эпюра продольных усилий N

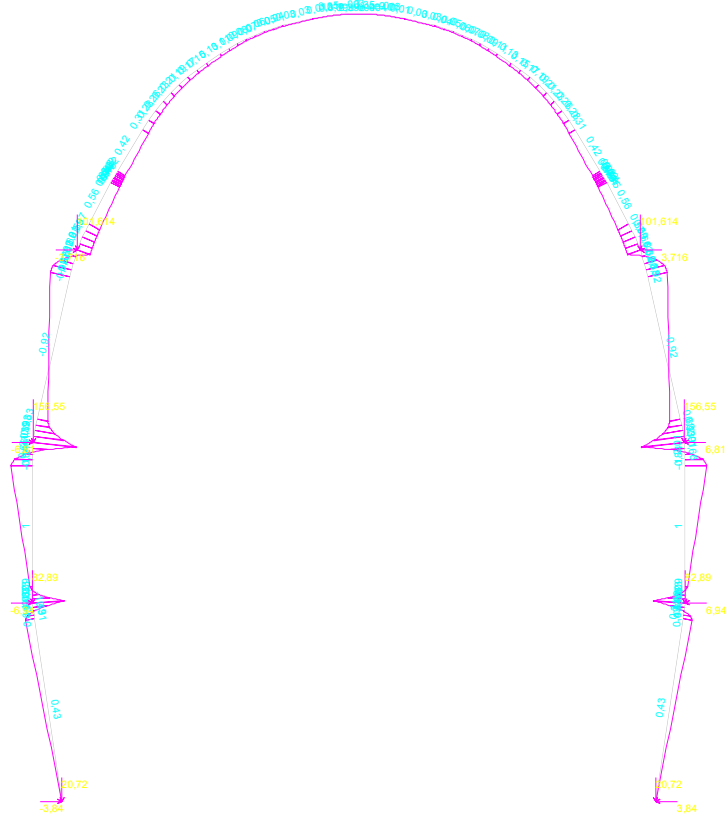


Рисунок 16 – Эпюра изгибающих моментов M

Данный проект спроектирован специально для данной местности и городов (Вальс и Райнвальд), он значительно сократит время передвижение между городами и сократит путь для людей проезжающих транзитом. В этом проекте мы спроектировали отель, развлекательный и спа центр. Так, как в данной местности идёт большой объём грузоперевозок и туристов, которые смогут отдохнуть и хорошо провести время, также ускорить окупаемость затрат на строительство данного архитектурного и инженерного проекта. Решающим плюсом для строительства архитектурное сооружение стало улучшение вида портала и увеличение притока туристов, что хорошо сказывается на экономике.

Строительство таких сооружений, является очень сложным и долгим процессом, для которого нужны квалифицированные кадры, с помощью, которых можно быть уверенным в надёжности и легкой эксплуатации сооружения, большие финансовые вложения и ресурсы.

КУЗНЕЧЕВСКИЙ МОСТ

*Ятченя Ярослав Евгеньевич, студент 3-го курса
кафедры «Автомобильные дороги»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Ходяков В.А., старший преподаватель)*

Кузнечевский мост – автодорожный висячий мост через реку Кузнечиху в городе Архангельске, соединяющий Соломбалу с центром города. Длина моста составляет 385 метров, а ширина - 20,4 метра. Из этой ширины, 13,6 метра отводится под проезжую часть, а оставшиеся 3,4 метра - под два тротуара.

Строительство моста было начато в 1936 году Эммануилом Давыдовичем Дашевским. Однако, он успел установить только опоры моста, поскольку в апреле 1937 года его арестовали и вскоре расстреляли по обвинению в "вредительстве". Его обвинили в том, что он умышленно поставил опоры моста с нарушением технологии.

По информации из открытых источников, ошибку Дашевского заметили, так как эти опоры деформировались в процессе эксплуатации.



Рисунок 1 – Основание моста

Отчеты, направленные в Москву о ходе работ по строительству моста за 1941-1942 годы, свидетельствуют о том, что "Строительство № 203" неразрывно связано со строительством Кузнечевского моста. После ошибки Дашевского строительство моста было поручено молотовским строителям, поскольку они

были единственными специалистами в области, способными выполнить ответственное поручение Государственного комитета обороны СССР в кратчайшие сроки.

Выполнение поручения Комитета в условиях суровой зимы 1941-1942 годов, дефицита строительных материалов и нехватки наемных рабочих было значительно осложнено. Единственное, что облегчало ситуацию - размытый, но все же существовавший уже насыпь в реке, которая перегораживала две трети ее русла. Благодаря находчивости и таланту инженера Бориса Александровича Неволлина (впоследствии куратора на строительстве "Звездочки", затем заместителя ее директора по капитальному строительству, заслуженного строителя РСФСР), так как именно он сумел разрешить другую острейшую проблему - дефицит стройматериалов, для чего, в частности, на свой страх и риск частично демонтировал законсервированные на период войны в Молотовске объекты, мост был построен за рекордно короткий срок с декабря по конец апреля.

Из постановления Государственного комитета обороны видно, какие материалы и ресурсы были выделены на "Строительство № 203", в которое входил Кузнечевский мост.

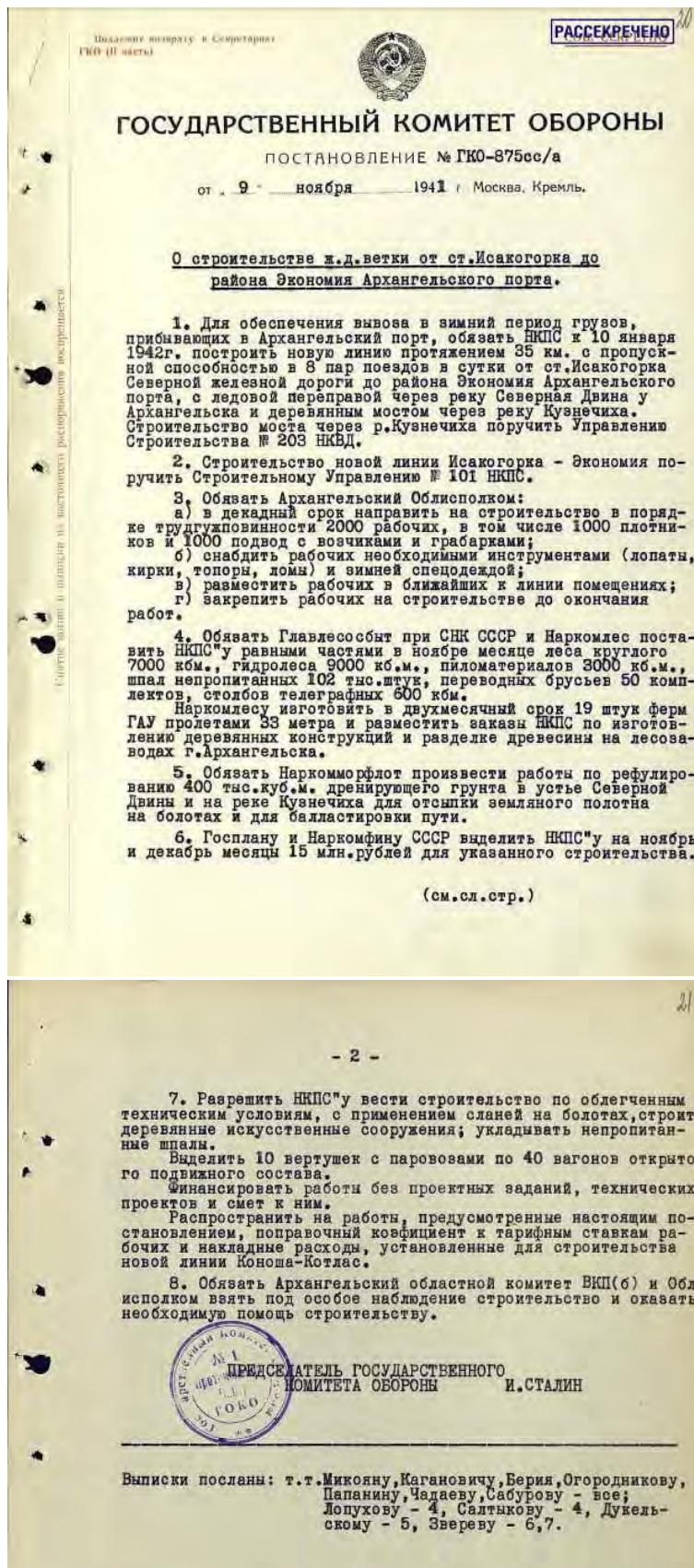


Рисунок 2 – постановление Государственного Комитета Оборны

После окончания войны, мост перешел в ведение городского отдела коммунального хозяйства.

Возобновление строительства моста произошло только в 1953 году, и тогда он был построен на тех же "вредительских" опорах. В год запуска моста в 1956 году Дашевский был реабилитирован, но уже посмертно.

В настоящее время Кузнечевский мост остается одним из основных мостов, соединяющих левый и правый берега реки Северная Двина, и является одной из достопримечательностей города.

Литература:

1. Градостроительство России середины XIX—начала XX века. Книга третья: Столицы и провинция / Под общей редакцией Е.И. Кириченко С. 239. —616 с.
2. Сайт Михаила Лощилова: Архангельский север былое [электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.loshchilov.su/>.
3. Постановление Государственного Комитета Обороны № ГКО-875сс/а

СЕКЦИЯ 2

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПРИ ИЗЫСКАНИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

*Андрейчик Ярослав Александрович, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Мытько Л.Р., канд. техн. наук, профессор)*

Развитие транспортной инфраструктуры в мире не стоит на месте. С каждым годом страны реализуют новые подходы в строительстве и эксплуатации автомобильных дорог.

Автомобильная дорога – важный объект транспортной инфраструктуры, качество выполнения которого напрямую влияет на эффективность коммуникаций в стране, что впоследствии сказывается на развитии государства.

С постепенным внедрением BIM (Building Informational Model) в строительство разрабатываются новые технологии и методы для строительных площадок. На фазе изыскания местности для последующего строительства автомобильных дорог используются новейшие технологии, которые стремительным темпом начали развиваться в начале 2000-х годов.

Одним из ярких примеров является внедрение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) (Рис. 1). Эти устройства позволяют в сжатые сроки производить комплексный контроль строительной площадки: от выявления трещин на дорожном полотне до создания полной цифровой 3D-модели (Рис. 2).



Рисунок 1 – Беспилотный летательный аппарат Swallow-P

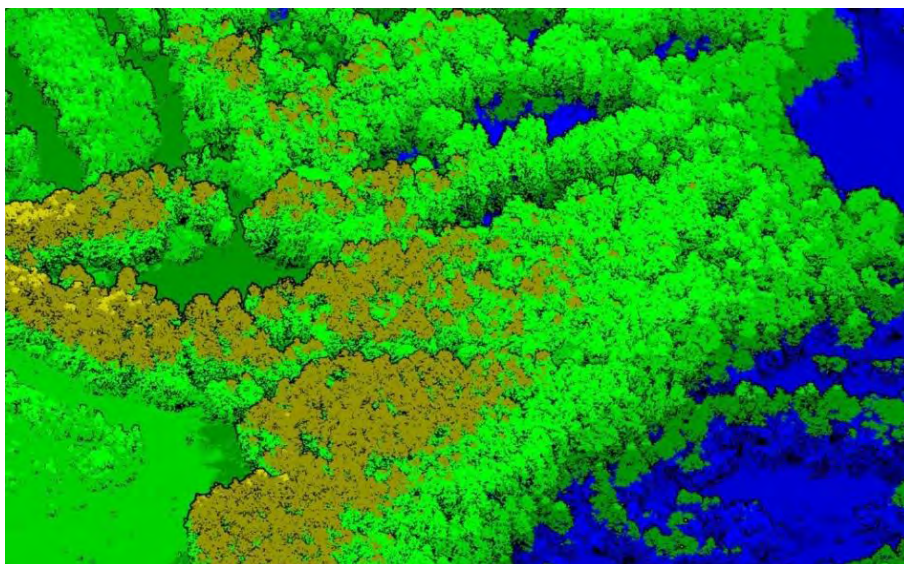


Рисунок 2 – Пример получаемых данных с БПЛА

БПЛА предоставляют возможность проследить за всеми этапами жизненного цикла транспортного сооружения. Этапы изыскания и проектирования включают в себя инженерно-геодезические изыскания, а также проверку рациональности принятых решений.

Второй этап, строительство, имеет широкий спектр задач. Например, комплексный строительный контроль над стройплощадкой. Это позволяет главным инженерам и проектировщикам быстро реагировать на любые расхождения с проектной документацией с дальнейшим внесением изменений.

Третий этап, мониторинг, он включает в себя множество аспектов, таких как быстрый обзор аварийных ситуаций, мониторинг дорожного движения, экологический мониторинг, обеспечение безопасности.

Развитие технологий БПЛА привносит в отрасль строительства транспортных сооружений ряд положительных факторов. БПЛА позволяют проводить мониторинг дорожной инфраструктуры в более сжатые сроки, если сравнивать их с традиционными методами. Они способны уменьшать расходы и экономить время, охватывая обширные территории лесных массивов.

Большинство дронов оборудованы современными камерами и сенсорами (Рис. 3), позволяющими собирать более точные данные для дальнейшей обработки. На этом этапе можно выявить дефекты дорожного покрытия и смежных элементов автомобильной дороги.

Применение дронов при изыскании автомобильных дорог помогает избежать опасностей, связанных с рельефом местности (Рис. 4). Данный подход позволяет сократить риски для работников.



Рисунок 3 – Мультиспектральная камера Geoscan Pollux



Рисунок 4 – использование дронов в строительстве дорог

В настоящее время программное обеспечение для обработки и хранения большого объема данных также не стоит на месте. Это значит, что операторы дронов могут более эффективно интерпретировать и использовать полученные данные для принятия решений, тем самым обеспечивая корректной и быстрой информацией инженеров. С развитием технологий и улучшением качества БПЛА становится всё более доступным средством для топографической съёмки местности.

Литература:

1. Геоскан – 2021г. – URL: <https://www.geoscan.ru/ru/products/geoscan201/geo>
2. Беспилотник для профессионального использования– 2023г. – URL: <https://www.aeroexpo.com.ru/prod/uaver/product-180874-36910.html>
3. Российские беспилотники – 2023г. – URL: https://russiandrone.ru/services/company/?show_by=100
4. Дроны в строительстве: 6 направлений, которые стимулируют БПЛА – 2019г. – URL: <https://www.planradar.com/ru/drony-v-stroitelstve/>

ШУМОИЗОЛЯЦИОННЫЕ СООРУЖЕНИЯ, ПРИМЕНЕНИЕ ИХ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ БЕЛАРУСИИ

*Балтрушайтис Юрий Эдуардасович, студент 2-го курса
кафедры «Автомобильные дороги»
(Научный руководитель – Козловская Л.В., старший преподаватель)*

С каждым годом шум в городах и особенно в пригородных районах становится всё большей проблемой для людей. К тому же шум повсеместен и происходит круглосуточно. С каждым годом людей, едущих на транспортных средствах становится всё больше и, следовательно, наличие крупных дорог к населённым пунктам становится всё больше, эта проблема становится всё острее.

Главной причиной возникновения шума на дорогах является движение транспортных средств, особенно на скоростных трассах. Автомобильные шины тоже являются фактором для увеличения звука от автомобилей, так как протектор может создать ещё больше шума. Следующим фактором является асфальт, его состояние и текстура играют роль.

Согласно санитарным нормам, уровень эквивалентного по энергии звука непостоянного шума в дневное время не должен превышать 55 дБ, а в ночное время 45 дБ.

Специальные асфальтовые покрытия: могут снизить шум от шин при движении транспортных средств.

Зелёные экраны: деревья или кустарники, которые могут немного снизить шум от движения автомобилей.

Шумозащиты для жилых зон: звукопоглощающие барьеры вдоль дороги помогают уменьшить воздействие шума от движения транспортных средств на жителей.

Шумозащитные экраны: работают по принципу отражения, поглощения или комбинировано. Эти сооружения, на данный момент, очень распространены в Беларуси и помогают убрать большую часть шума.

Эти сооружения к сожалению, не решают нашу проблему полностью. И, к счастью, инновации не стоят на месте и могут предоставить нам новые решения проблемы, которые в будущем, очевидно, будут использоваться на автомобильных дорогах.

Смарт-асфальт: специально разработанные асфальтные смеси, которые обладают характерно высокой степенью звукопоглощения. Помимо

звукоизоляции, в отличие от старой версии, смарт-асфальт имеет улучшенную акустическую абсорбцию, что позволяет не отражать звуковые волны, а активно поглощать их.

Нанотехнологии в изоляционных материалах: для шумозащитных экранов могут выдавать поразительные результаты, так как прошлые версии хоть и имеют строение сэндвича с наполнением стеклянной или базальтовой ваты, но новые материалы дешевле в производстве и на данный момент выполняют свою работу лучше.

Активные системы шумоизоляции: использование сенсоров и динамиков для обнаружения шума и создания контршума для его компенсации, что может значительно снизить уровень шума. Этот метод с борьбой шума рабочий, но даже на сегодняшний день затратный и подходит под узкий круг дорог.

Роботизированные звукопоглощающие панели: Использование роботизированных панелей, которые могут двигаться и адаптироваться к изменениям в потоке транспорта для максимальной эффективности. Опять же, очень эффективный метод, но на сегодняшний день требует доработки для масштабного эксплуатирования.

Уже сегодня, некоторые из этих технологий можно встретить в Беларуси.

Литература:

1. Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы «Шум на рабочих местах, в транспортных средствах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки», утвержденные Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларуси №115 от 16.11.2011 г.
2. ТКП 616–2017. Дороги автомобильные. Порядок применения шумозащитных сооружений.

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

*Гапонов Александр Сергеевич, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Мытько Л.Р., канд. техн. наук, профессор)*

Вместе со стремительным темпом развития возникает необходимость создания новой и модернизации старой транспортной инфраструктуры. Автомобильная дорога – важнейший объект транспортной инфраструктуры, от качества которого зависит эффективность коммуникаций, а в следствии и дальнейшее развитие страны.

Одним из способов улучшения качества строительства автомобильных дорог стало внедрение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). БПЛА имеют ряд преимуществ в использовании, и очень эффективны как в проектировании, так и во время эксплуатации и ремонта автомобильных дорог. С помощью беспилотников выполняются: точный сбор данных, съёмка местности в труднодоступных местах, осмотр состояния дорожных элементов, а также другие задачи (Рис. 1).



Рисунок 1 – БПЛА Matrice 300 RTK используемый в строительстве автомобильных дорог

Эффективность использования БПЛА в строительной отрасли полностью оправдана. Беспилотники в строительстве позволяют снизить затраты ресурсов и времени. Значительная протяжённость инфраструктуры современных стран создаёт острую необходимость использования беспилотников. С помощью дронов можно очень быстро совершить фото и видеосъёмку местности под строительство автомобильной дороги с дальнейшим созданием трёхмерной модели. Лазеры-сканеры при пролёте дроном по изучаемому участку выдают точные сведения о рельефе местности (Рис. 2).

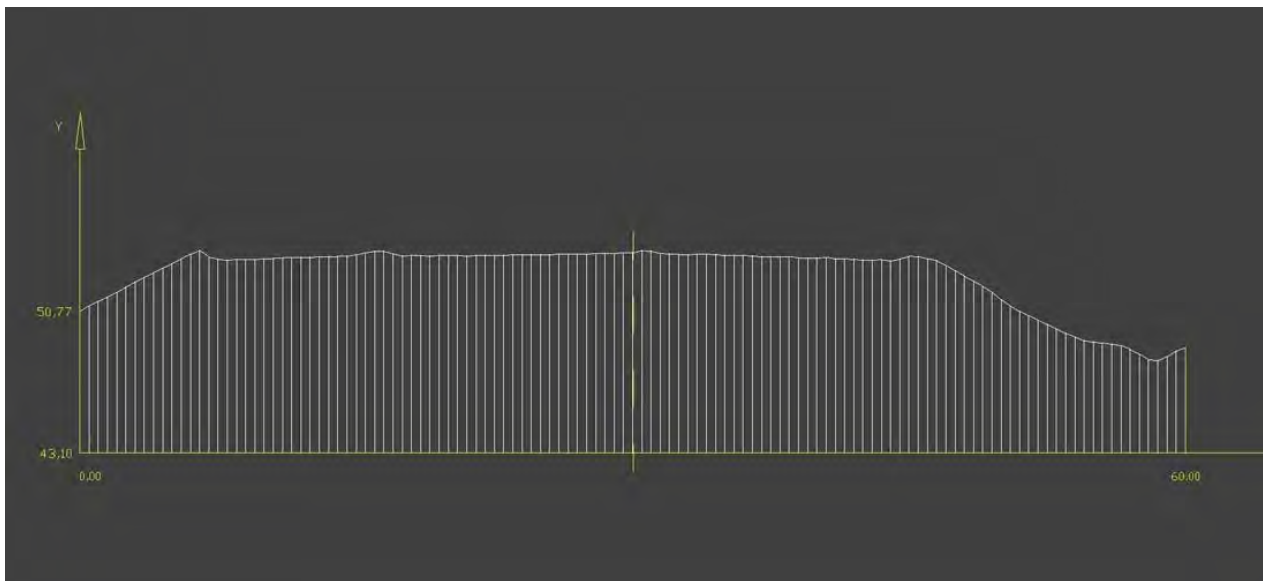


Рисунок 2 – продольный профиль местности снятый БПЛА

БПЛА можно использовать для передачи информации в реальном времени. Это позволяет инженерам тщательно следить за происходящим на строительной площадке, быстро принимать решения во время возникновения нарушений при строительстве. Использование БПЛА снижает затраты времени на обнаружение дефектов в ходе строительства и монтажа.

Помимо всего вышеперечисленного БПЛА могут быть использованы для контроля рабочих во время строительства: соблюдения ими технологии строительства, темпа работы, соответствие проектной документации, техники безопасности.

Одним из немаловажных факторов использования дронов является безопасность для человека. Во время строительства дорог в горах (Рис. 3) или при строительстве мостов (Рис. 4) есть вероятность несчастных случаев. Однако во время эксплуатации БПЛА оператор находится в полной безопасности.



Рисунок 3 – использование дронов в горах



Рисунок 4 – использование дронов в строительстве мостов

В наше время в Беларуси интенсивно начинают внедрять БПЛА в строительной отрасли. Сейчас на строительных площадках широко используются такие модели промышленных дронов: Phantom 4 RTK, Matrice 300 RTK, Matrice 30/30 T. Некоторые из характеристик этих моделей БПЛА приведены в таблице ниже (Табл. 1).

Таблица 1 – Модели дронов используемые в Беларуси

Модель	Макс. передача сигнала, км.	Макс. время полёта, мин.	Рабочая температура, °С	Макс. скорость, км/ч
Phantom 4 RTK	6	30	0...+40	50
Matrice 300 RTK	15	55	-20...+40	83
Matrice 30/30T	15	41	-20...+50	83

Литература:

1. Строительство – 2023г. – URL: <https://www.drone.com.kz/industries/stroitelstvo/>
2. Применение беспилотников в строительстве: современный подход – 2023г. – URL: <https://dji-minsk.by/news/primenenie-bespilotnikov-v-stroitelstve-sovremennyy-podkhod/>
3. Дорожное хозяйство – 2023г. – URL: https://www.geoscan.aero/ru/application/road_inspection
4. Основы проектирования автомобильных дорог – 2016г. – URL: https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/27304/Osnovy_proektirovaniya_avtomobilnyh_dorog.pdf?sequence=1&isAllowed=y
5. Дроны в строительстве: беспилотник экономит время и деньги – 2019г. – URL: <https://slysky.ru/blog/building-dron.html>

АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ИМУЩЕСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА ПРЕДПРИЯТИЯ

*Ерох Владислав Сергеевич, Викин Евгений Николаевич,
студенты 5-го курса кафедры «Автомобильные дороги»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Мордас М.С., старший преподаватель)*

Исследование и оценка имущественного комплекса предприятия играют важную роль в современном бизнесе. Это процесс, направленный на определение стоимости активов компании, их конкурентоспособности на рынке, а также эффективности использования. Анализ имущественного комплекса предприятия является необходимым этапом для принятия стратегических решений, таких как расширение бизнеса, завершение сделок о слиянии и поглощении, ценообразование акций, а также для привлечения инвестиций.

Комплексный анализ предприятия включает в себя оценку недвижимости, оборудования, интеллектуальной собственности и других активов. Оценка проводится с учетом финансовой отчетности, рыночных трендов, технологических изменений и других факторов, которые могут влиять на стоимость имущества.

Проведение анализа и оценки имущественного комплекса позволяет определить текущее положение предприятия на рынке, выявить его конкурентные преимущества и слабые стороны, а также увидеть потенциал для развития. Эта информация является ключевой для разработки бизнес-стратегии и принятия решений о дальнейших инвестициях и развитии предприятия.

Дополнительно, важно отметить, что анализ и оценка имущественного комплекса предприятия не только помогают определить рыночную стоимость компании, но также способствуют выявлению возможных рисков, связанных с имуществом. Это позволяет предпринимать меры по их сокращению и управлению, что повышает устойчивость бизнеса к изменениям внешней среды.

Кроме того, анализ имущественного комплекса может быть использован для принятия решений о реорганизации имущества, оптимизации его использования и повышения эффективности производства. Это особенно важно в условиях быстро меняющегося бизнес-окружения, где компании должны адаптироваться к новым условиям и требованиям рынка.

Таким образом, анализ и оценка имущественного комплекса предприятия играют важную роль в успешном управлении бизнесом и являются

неотъемлемой частью любого стратегического планирования в современной экономике.

Литература:

1. Методы оценки имущественного комплекса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://inex.company/o-kompanii/blog/induktivno-tvorit-tragicheskij-genij/>. – Дата доступа: 23.11.2023
2. Оценка имущественного комплекса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ocenka-ru.biz/business-assessment/assessment-of-a-property-complex/>. – Дата доступа: 23.11.2023

ВИДЫ ДОРОЖНЫХ КАТКОВ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Ивановская Александра Валерьевна, Малевич Татьяна Алексеевна,
студенты 4-го курса кафедры «Автомобильные дороги»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Ходан Е.П., старший преподаватель)*

Катки для дорожного строительства – одна из разновидностей техники специального назначения, предназначенная для уплотнения подложки и асфальтобетонного покрытия при строительстве дорог. Широко применяются в городском, аэродромном, промышленном, железнодорожном и автомобильном строительстве. От того, как качественно будут выполнены эти работы, зависят общие характеристики надежности, долговечности покрытия, его прочность, износостойкость. Поэтому к выбору этой техники подходят максимально ответственно. И здесь очень важно хорошо ориентироваться в разнообразии модификаций дорожных катков, которые предлагают современные производители.

Основные классификации дорожных катков

Несмотря на похожее назначение - уплотнение дорожного материала, катки представлены на современном рынке в очень широком разнообразии модификаций и конструктивных решений. Так, вы можете подобрать катки для уплотнения и стабилизации оснований на основе песка, глины, щебня, скальных пород, а также модели, предназначенные для уплотнения холодных и горячих асфальтобетонных смесей.

К классификациям спецтехники относятся:

- 1) Количество вальцов
- 2) Способ перемещения
- 3) Массогабаритные показатели
- 4) Тип рабочего элемента
- 5) Тип воздействия на уплотняемую поверхность.

Рассмотрим каждую из этих категорий дорожной техники подробнее, что позволит сориентироваться в разнообразии предложений современного рынка и подобрать ту модель, которая будет оптимальной в рабочих условиях.

Разновидность катков по количеству вальцов

Каток одновальцовый (Рис.1). Отличается малым весом и высокой маневренностью, используется для уплотнения асфальта и гранулированных

материалов, отлично подходит для ямочного ремонта, обслуживания мостов, дорожек, организации ландшафтного дизайна.



Рисунок 1 – Каток одновальцовый

Каток двухвальцовый (Рис. 2). Данная техника широко применяется в строительной отрасли. С ее помощью обеспечивается отличное уплотнение асфальтовых и гравийных поверхностей, как крупных, так и небольших участков. Отдельной модификацией двухвальцовых катков является тандемная техника. Их особенностями являются спаренная или шарнирно-сочлененная рама, сдвоенное рулевое управление и привод на два вальца.



Рисунок 2 – Каток двухвальцовый

Каток трехвальцовый (Рис. 3). Техника используется для уплотнения различных материалов (гравия, щебня, песков, асфальтобетона и пр.). Этот каток идеально подходит для работы в городе, на эстакадах и мостах. Оборудование обеспечивает значительную ширину уплотняемой полосы, позволяет работать у высоких бордюров.



Рисунок 3 – Каток трехвальцовый

Разновидность катков по способу перемещения

- Прицепная,
- Полуприцепная,
- Самоходная.

Прицепные машины не имеют собственного привода, передача массы осуществляется через рабочий орган. При работе полуприцепного агрегата его масса переносится на уплотняемое основание благодаря вращению вальца и использованию тягача. Самоходный дорожный каток имеет собственный двигатель и коробку передач. Они могут иметь разное число вальцов, осей, оборудованных рабочими приспособлениями. При этом главным их преимуществом перед прицепными и полуприцепными моделями являются высокая производительность.

Разновидности дорожных катков по массогабаритным показателям

В зависимости от массы и размера дорожные катки разделены на 3 отдельные категории:

Легкий. Здесь представлены машины, эксплуатационной массой до 6 тонн. При этом распределенная нагрузка не будет менее 40 кН/м.

Средние. Эксплуатационная масса таких дорожных катков находится в диапазоне от 6 до 10 тонн, а распределяемая нагрузка составляет от 40 до 60 кН/м. Мощность силового агрегата от 20 до 30 кВт.

Тяжелые. В этой категории собраны машины, масса которых превышает 10 тонн, а распределяемая нагрузка — более 60 кН/м. Комплектуется мощными двигателями, что позволяет работать в интенсивном и нагруженном режиме.

Разновидности дорожных катков по типу рабочего элемента

Рабочий элемент дорожных катков – вальцы. Именно они влияют на уплотняющую поверхность. Выделяют следующие категории:

Гладкий. Это широкие металлические вальцы с гладкой поверхностью. Их предназначение – уплотнение верхнего асфальтобетонного или асфальтового покрытия.

Кулачковые. Здесь на вальцах присутствуют выступы небольшой высоты, которые при их вращении будут проникать в верхние слои грунта, измельчая имеющиеся там комки и слегка перемешивая насыпной материал. Обеспечивают качественное уплотнение грунта, песка и других рыхлых насыпей высотой до 30 см.

Пластинчатые. На ободе таких вальцов путем шарнирного соединения дополнительно монтируются специальные «башмаками». С их помощью обеспечивается послойная укладка и уплотнение грунта в насыпях.

Решетчатые. На поверхности предусмотрена металлическая решетка, которая в процессе вращения вала измельчает большие комки грунта, способствуя тем самым лучшей уплотняемости покрытия.

Ребристые. Здесь на вальцах установлены дополнительные ребра, обеспечивающие послойную укладку грунта. Это своего рода аналог пластинчатых моделей.

Пневмоколесные. Вальцы заменены на собранные в пакет колеса с пневматическими шинами. Используются для укладки асфальтобетонного покрытия. Т.к. колеса имеют промежутки, при движении они оставляют за собой не уплотненный шов, избежать которого позволяет несимметричное расположение цилиндров (вальцов).

Разновидности дорожных катков по способу воздействия на уплотняющую поверхность

В зависимости от этой классификации выделяют 3 категории дорожных катков:

Статические. Обеспечивают уплотнение материалов в виде собственного веса. Такие машины будут трудными для дополнительной установки на них специальных бетонных или металлических конструкций. Используется там, где

необходимо минимизировать вибрационное действие на поверхность: путепроводы, эстакады, укладка покрытий в жилых зонах и т.д.

Вибрационные. Получили массовое применение при укладке автомагистралей, автомобильных дорог, аэродромных покрытий. Здесь к своей массе катка добавляется еще и вибрационное действие, которое генерируется вибровозбудителем. Обеспечивает повышенное действие на поверхность, позволяет достигать необходимых параметров уплотнения в 1,5-2 раза быстрее статических моделей.

Осцилляционные. Для уплотнения мягких смесей, для работы на мостах или рядом с зданиями лучше всего подходят катки с осцилляцией. Они могут обеспечить уплотнение смеси при температуре на 15-20 °С ниже нормы.

По сравнению с виброкатками, осцилляторы обладают большим преимуществом. Осцилляционная система для создания оптимального уплотнения состоит в том, что колебания волн направляются по определенному направлению (Рис 4). При уплотнении грунта с помощью этих катков происходит соединение статической нагрузки с воздействием горизонтальных сил, что позволяет вальцам постоянно находиться на поверхности грунта, который уплотняется.

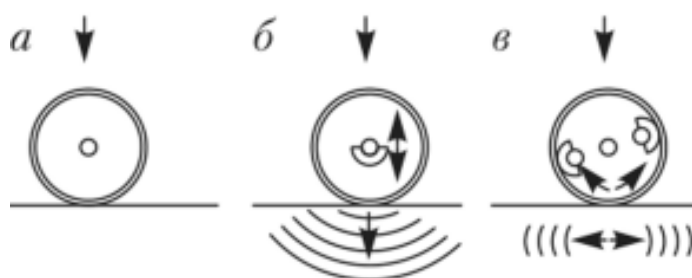


Рисунок 4 – Способы уплотнения грунта: а – статика; б – вибрация; в – осцилляция

Литература:

1. «Дорожно-строительные машины», А.В. Вавилов, И.И. Леонович, А.Н. Максименко, Л.С. Шкрадюк, А.М. Щемелев. Минск «Технопринт» 2000.
2. «Дорожно-строительные машины. Справочник», А. А. Васильев, И. А. Васильев, Б. Н. Пруссак, Москва 1977 г.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА ТРЕЩИН НА АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЯХ

*Карабнева Анна Анатольевна, студентка 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Мытько Л.Р., канд. техн. наук, профессор)*

В процессе эксплуатации дорожные покрытия из асфальтобетона подвергаются многим деформациям. Износ асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог и образование трещин происходит под воздействием колес транспортных средств и климатических факторов.

Ремонт трещин производят в осенний и весенний период года. Главным условием выполнения ремонтных работ является сухое покрытие и благоприятная погода, при температуре воздуха не менее +5°C.

Основным способом ремонта трещин является заливка их битумной мастикой. В состав битумной мастики при ремонте трещин входит минеральный порошок, резиновая крошка, асбест коротковолокнистый. (Табл.1).

Таблица 1 – Компоненты, используемые при заделке трещин

Компоненты	Процентная доля по массе для температуры размягчения битумной мастики, %			
	55°C	58°C	60°C	65°C
Битум вязкий 90/130 или 60/90	80	70	60	60
Минеральный порошок	10	25	25	25
Резиновая крошка	10	5	5	-
Асбест коротковолокнистый	-	-	10	15

Ремонт трещин производят с использованием специальной техники по следующей технологии:

- Разделка трещин;
- Очистка поверхности от пыли, грязи и влаги;
- Заполнение трещин битумной мастикой;

С развитием технологического прогресса появились новые методы ремонта трещин на асфальтобетонных покрытиях, главным образом основанные на применении полимерных материалов.

Одним из таких методов является метод химической инъекции, который позволяет заполнить трещины специальными полимерными смесями. Эти полимерные смеси обладают высокой прочностью и эластичностью, что обеспечивает длительность срока службы отремонтированных трещин.

Еще один современный метод ремонта трещин – метод ленточной инъекции. Он основан на использовании специальной полимерной ленты, которая вводится в трещины под давлением. Эта полимерная лента воздействует на стенки трещины, расширяясь и заполняя все малейшие неровности. Благодаря этому методу, ремонтируемые трещины обладают высокой прочностью и эластичностью, что помогает им сохранять эти характеристики в условиях температурных колебаний и нагрузок транспортных средств.

Преимущество современных технологий ремонта трещин:

- Улучшенные эксплуатационные характеристики. Современные полимерные материалы обладают высокой прочностью и эластичностью, что обеспечивает длительный срок службы отремонтированных трещин.
- Устойчивость к температурным колебаниям. Полимерные смеси и ленты обладают способностью расширяться и сжиматься в зависимости от изменения температуры, что позволяет им приспособиться к условиям эксплуатации.
- Экономическая эффективность. Современные методы ремонта трещин позволяют снизить затраты на ремонт и обслуживание дорожного покрытия за счет продолжительного срока службы и отсутствия необходимости в частом ремонте.

Литература:

1. Новая технология ремонта трещин и ям на асфальте – 2023г. – URL: <https://dzen.ru/a/YqiCBFshgxK2FhAL/>
2. Ремонт трещин асфальтобетонных покрытий – 2023г. – URL: <https://studfile.net/preview/5616022/page:65/>

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ И ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ СПЕЦИФИКА ДОРОЖНОЙ ТЕХНИКИ

*Коваль Максим Русланович, Лаптёнок Захар Сергеевич,
студент 4-го курса кафедры «Автомобильные дороги»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Ходан Е.П. старший преподаватель)*

Для обеспечения функционирования автомобильных дорог, их ремонта и строительства применяется специальная дорожно-строительная техника. Это могут быть как обычные строительные средства механизации, так и машины, выполняющие определенные работы с высокой степенью производительности.

К дорожной технике можно отнести множество самоходных механизмов, автотранспортных средств и приспособлений, которые в свою очередь разделяются на несколько групп и рассчитаны на выполнение конкретных видов работ.

К видам дорожно-строительной техники можно отнести приспособления для подготовительных операций (корчевания пней и удаления валунов, резки кустов, рыхления почвы и пр.); Землеройные и профилировочные машины, среди которых бульдозеры, автогрейдеры, экскаваторы и скреперы; техника для укладки твердых дорожных покрытий; техника для изготовления и перевозки бетонных смесей (автобетоносмесители, автоцементовозы, бетононасосы); сортировочно-дробильные машины, которые приспособлены к дроблению и сортировке горных пород с целью получения промышленного гравия и щебня для дальнейшего использования в производстве или строительстве. Так же можно упомянуть технику, необходимую для проведения свайных и карьерных работ, а именно автокраны и самосвалы большой грузоподъемности.

Основными преимуществами использования автокранов при дорожно-строительных работах являются высокая мобильность и способность работать в ограниченных пространствах. Передвигается кран на автомобильном колесном шасси, обеспечивая при этом достаточную для дорожно-строительных работ грузоподъемность (от 16 до 50 тонн).

Машина может применяться для погрузки и выгрузки строительных материалов, кирпичей, конечной установки и перемещения монолитных блоков, перемещения бытовок и строительных вагончиков.

Современные автокраны характеризуются не только превосходными эксплуатационными качествами, но и высокой степенью безопасности, экологичностью и прекрасным дизайном. (Рис. 1).



Рисунок 1 – Автокран

В процессе строительства автомобильных дорог применяются самоходные экскаваторы на гусеничном и ходу. (Рис. 2). Гусеничные экскаваторы обладают высокой проходимостью в местах, где множество строительной техники не имеет возможности выполнять поставленную задачу. К таким местам могут относиться неустойчивые и болотистые грунты, лед и в условия пересеченной местности. Гусеничные самоходные экскаваторы обладают хорошей маневренностью, способностью преодолевать различные неровности рельефа, надежными механическими и гидравлическими системами.

Гусеничные экскаваторы применяются дорожно-строительными организациями для разработка котлованов, формирования насыпей и первичных дорожных оснований, формирование траншей и канав для устройства систем водостока и трубопроводов, погрузки и разгрузки различных материалов и грузов на объекте. (Рис. 2).



Рисунок 2 – Самоходный экскаватор

В работе дорожников принимают участие бульдозеры, которые являются неотъемлемой частью строительства дорог. (Рис. 3). Эта техника применяется на начальных этапах строительства автомобильных дорог.

С помощью бульдозера осуществляется профилирование оснований под дорожные полотна, снятие плодородного слоя, перемещения гравия и грунта на необходимое расстояние. В зависимости от проводимых операций используются различные типы бульдозеров, отличающиеся по мощности и конструкции крепления отвалов. (Рис. 3).



Рисунок 3 – Бульдозер

На поздних этапах строительства дорог применяются катки дорожные. (Рис. 4). Каток предназначен для уплотнения грунта, асфальтобетона и сыпучих строительных материалов.

Рабочий элемент дорожных катков – вальцы. При уплотнении они оказывают непосредственное влияние на уплотняющую поверхность. Вальцы разделяют на следующие категории:

Гладкий. Это каток с цилиндрическими вальцами с гладкой металлической поверхностью. Предназначены для уплотнения верхнего асфальтобетонного покрытия.

Пневмоколесные. Катки, в конструкции которых вальцы заменены на колеса с пневматическими шинами. Используются для укатки асфальтобетонного покрытия.

Кулачковые. На вальцах кулачковых катков присутствуют выступы, позволяющие осуществлять глубинное уплотнение. Применяются преимущественно для уплотнения грунтов.

Так же катки разделяют по способу воздействия на уплотняющую поверхность. Выделяют статические, вибрационные и осцилляционные катки.

Статические катки обеспечивают уплотнение грунта собственным весом. Вибрационные катки помимо своей массы используют вибрации, которые

вызывает вибратор. Осцилляционные катки используют дебаланс, создавая колебания в определенном направлении.



Рисунок 4 – Каток дорожный

Для профилировочных работ на объектах строительства используют автогрейдеры. (Рис. 5). Этот класс машин применяется для разработки и профилирования поверхности дорожного полотна, кюветов, формирования откосов, придания заданных поперечных и продольных уклонов дорожному полотну.

Главным отличием от бульдозера является то, что автогрейдер при наличии отвала с возможностью изменять углом установки, имеет колесную базу, позволяя машине точнее контролировать процесс профилирования и придавать заданные уклоны. Кроме этого, техника может быть оснащена навесным оборудованием. Современные автогрейдеры оснащаются системами управления и контроля, позволяющие оператору точно контролировать процесс работы и достичь необходимых результатов.



Рисунок 5 – Автогрейдер

Незаменимой техникой в дорожно-строительной отрасли являются асфальтоукладчики. (Рис. 6). Они служат для укладки асфальтобетонной смеси на подготовленное основание.

Различают колесные и гусеничные асфальтоукладчики.

Гусеничные асфальтоукладчики благодаря своей массивной конструкции обеспечивают эффективность и стабильность при работе на автомагистралях. Гусеницы позволяют равномерно распределить вес по всей поверхности, предотвращая повреждение дорожного покрытия. Колесные асфальтоукладчики, в свою очередь, отличаются мобильностью и легкостью в управлении. Благодаря этому они могут перемещаться по городским улицам и узким дорогам. С введением современных технологий и систем управления асфальтоукладчики становятся все более эффективными и точными в своей работе, что способствует улучшению качества укладки асфальтобетона.



Рисунок 6 – Асфальтоукладчик

Литература:

1. «Дорожно-строительные машины. Системное проектирование, моделирование, оптимизация», В. П. Павлов, Г. Н. Карасев, Красноярск, 2011 г.
2. «Автогрейдеры: Устройство, основы расчета», В. И. Баловнев, Р. Г. Данилов, Г. В. Кустарев, Н. Д. Селиверстов, Москва, 2014 г.
3. «Дорожно-строительные машины», А.В. Вавилов, И.И. Леонович, А.Н. Максименко, Л.С. Шкрадюк, А.М. Щемелев. Минск «Технопринт», 2000 г.
4. «Краны башенные и автомобильные» Л. А. Невзоров, М. Д. Полосин, 2005 г.
5. «Машины для земляных работ», В. В. Кузнецов, 2019 г.

АНАЛИЗ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОДУКЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА

*Комаров Никита Александрович, Солоневич Михаил Вячеславович,
студенты 5-го курса кафедры «Автомобильные дороги»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Мордас М.С., старший преподаватель)*

Анализ себестоимости продукции является важным инструментом в управлении предприятием дорожного хозяйства (Рис. 1). Понимание структуры и динамики себестоимости помогает руководителям принимать эффективные решения по оптимизации затрат и улучшению финансовых показателей предприятия.



Рисунок 1 – Пример дорожного хозяйства

Себестоимость продукции предприятия дорожного хозяйства включает в себя все затраты, связанные с процессом производства, включая материалы, трудовые ресурсы и косвенные расходы. Анализ себестоимости позволяет выявить факторы, влияющие на ее изменение и принять меры по снижению затрат.

Первый шаг в анализе себестоимости - это определение структуры затрат. Для предприятия дорожного хозяйства основными статьями расходов будут материалы, затраты на труд и косвенные расходы, такие как амортизация, обслуживание оборудования и прочие накладные расходы. Распределение затрат

по статьям позволяет увидеть их долю в общей себестоимости и выявить приоритетные направления для снижения затрат.

Второй шаг - анализ динамики себестоимости. Сравнение показателей себестоимости за разные периоды времени позволяет выявить тренды и изменения в структуре затрат. Если себестоимость продукции постепенно растет, то необходимо искать причины увеличения затрат и принимать меры по их уменьшению. Расчет показателей, таких как коэффициент роста себестоимости или доля изменения стоимости отдельных статей расходов, помогает оценить динамику затрат.

Третий шаг - идентификация факторов, влияющих на себестоимость. Это может быть рост цен на материалы, изменение трудовой интенсивности производства, неэффективное использование ресурсов или другие факторы. Путем исследования и анализа этих факторов можно выделить наиболее значимые и разработать меры по снижению затрат.

Важным аспектом анализа себестоимости является сравнение с конкурентами или отраслевыми стандартами. Это позволяет оценить конкурентоспособность предприятия и выявить потенциал для снижения затрат. Если себестоимость продукции предприятия выше, чем у конкурентов, то требуется улучшение эффективности производства или поиск других путей снижения затрат.

Таким образом, анализ себестоимости продукции предприятия дорожного хозяйства является необходимым инструментом для оптимизации затрат и повышения финансовых показателей. Путем анализа структуры и динамики себестоимости, идентификации факторов, влияющих на затраты, и сравнения с конкурентами можно принять эффективные меры по снижению затрат и улучшению конкурентоспособности предприятия.

Литература:

1. <https://nauchniestati.ru/spravka/pokazateli-sebestoimosti-produkczii/>

АНАЛИЗ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*Крамковский Михаил Александрович, Саваш Илья Николаевич,
студенты 5-го курса кафедры «Автомобильные дороги»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Мордас М.С., старший преподаватель)*

Инвестиционное исследование – это комплекс методических и практических действий, которые дают возможность оценить инвестиционную привлекательность того или иного проекта. Вторая группа — владельцы компаний, заинтересованные в привлечении инвестора. В таком случае анализ проводится с целью определить, является ли бизнес привлекательным для инвестора и какие меры предпринимаются для увеличения привлекательности.

Инвестиционная аналитика может быть интересна и для контрагентов, так как позволяет оценить способность компании выполнять свои обязательства с точки зрения возможности изменения финансового состояния в результате инвестиционной деятельности.

Потенциальная аудитория – это кредиторы, которые заинтересованы в инвестиционном анализе для того, чтобы оценить кредитоспособность и платежеспособность компании.

Заинтересованными могут быть представители государственных органов — в случае принятия решения об оказании финансовой господдержки.

Необходимо проанализировать крупные инвестиции, т.е. инвестиции в реконструкцию, строительство новых производств, перевооружение технического оборудования или диверсификацию бизнеса. Такие инвестиции направлены на снижение издержек бизнеса, они носят долгосрочный характер, сочетаются со стратегическими целями компании, и их объем обычно велик. Поэтому им необходим комплексный многомерный анализ конструкции. Анализируйте финансовые вложения, то есть покупайте ценные бумаги – акции, облигации, облигации. Финансовые вложения направлены на непосредственное получение прибыли. Наиболее распространенными видами финансово-инвестиционного анализа являются фундаментальный анализ, основанный на исследовании мировых фондовых рынков, технический анализ, предполагающий прогнозирование цен ценных бумаг на основе их прошлого и недавнего развития, и анализ. Инвестиционный портфель, где основными методами оценки являются показатели риска и доходности инвестиционного портфеля. С целью анализа проанализируйте всю компанию без выделения

отдельных отделов. отделы или направления экономической деятельности. С помощью такого анализа можно найти цель и общую картину успешности инвестиций в бизнес и при необходимости разработать пути ее улучшения. Этот метод анализа часто используется при крупных инвестициях, которые могут повлиять на положение компании на рынке, например, в случае диверсификации бизнеса. Часто используется в случаях, когда необходимо финансирование локальных проектов, например, закупка оборудования, проведение исследований по разработке продукции и т.п. Во время анализа:

Прединвестиционный процесс представляет собой аналитический процесс от первоначального исследования до принятия окончательного решения об инвестировании в конкретный проект. Это может быть одна из категорий комплексного анализа или самостоятельный тип, который может ограничиваться краткосрочными инвестициями относительно небольших сумм. В настоящее время или активно осуществляется контроль соответствия текущих и плановых показателей и оперативная корректировка инвестиционной деятельности. Это можно делать время от времени и только в течение короткого периода времени. Постинвестиционный или ретроспективный анализ выбранного отчетного периода – месяца, квартала или года. С помощью ретроспективного анализа можно дополнительно изучить инвестиционную ситуацию и результаты инвестиционной деятельности организации благодаря наличию обширных статистических и бухгалтерских отчетных документов.

Литература:

1. <https://www.kp.ru/guide/investitsionnyi-analiz.html>
2. <https://ru.wikipedia.org>
3. https://peomag.by/number/2006/7/analiz_invest_deyateln/

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ СБОРА ПОШЛИН ПЛАТНЫХ ДОРОГ

*Красовский Кирилл Сергеевич, студент 4-го курса
кафедры «Автомобильные дороги»*

*Белорусский национальный технический университет
(Научный руководитель – Шохалевич Т.М., старший преподаватель)*

Платные дороги – вид автомобильных дорог за проезд по которым с водителей взимается плата назначаемая, в большинстве случаев, основным инвестором проекта.

Основной целью создания таких дорог является амортизация расходов на строительство и содержание автомобильной дороги, путём прямого получения прибыли с тех, кто на них ездит.

Достоверно неизвестно с каких пор и откуда пошла практика взимания платы за проход по определённой территории. Однако, прообразом современных платных дорог можно считать таможенные пункты феодалов в средневековье, которые возводили дороги и мосты на свои средства, и требовали за эти блага плату с пользователей этих сооружений.

Первые платные дороги современного типа были построены в начале 20-го века в Италии. после долгой Первой Мировой Войны экономика государства была в упадке, из-за чего для развития транспортной сети требовались инвестиционные средства, получаемые не из государственного бюджета. Почти сразу после Италии, платные дороги в 1927 году также ввела Греция. В 50-е 60-е годы 20-го века пришёлся крупнейший бум строительства платных автодорог в Испании, Франции, Португалии, благодаря чему, эти страны смогли сохранить немалую долю бюджета пустив деньги на иные нужды.

Первые платные дороги в Беларуси появились в 2013 году, и на тот момент их протяженность составляла около 800 километров. На сегодняшний день протяженность сети платных автомобильных дорог в Беларуси составляет около 1800 километров, и к 2026-му году их число планируется довести до 1957.8 километров. С 2013 года, плату за проезд по платным дорогам в Беларуси вносят только автомобили массой более 3,5 тонн, либо машины, зарегистрированные не в странах членах Таможенного союза.

Платные дороги можно разделить на три типа систем:

Открытые, с пунктом взимания пошлины, перекрывающим основное движение.



Рисунок 1 – Пункт взимания платы на платных дорогах открытого типа

Закрытые, со сбором средств при въезде или выезде.

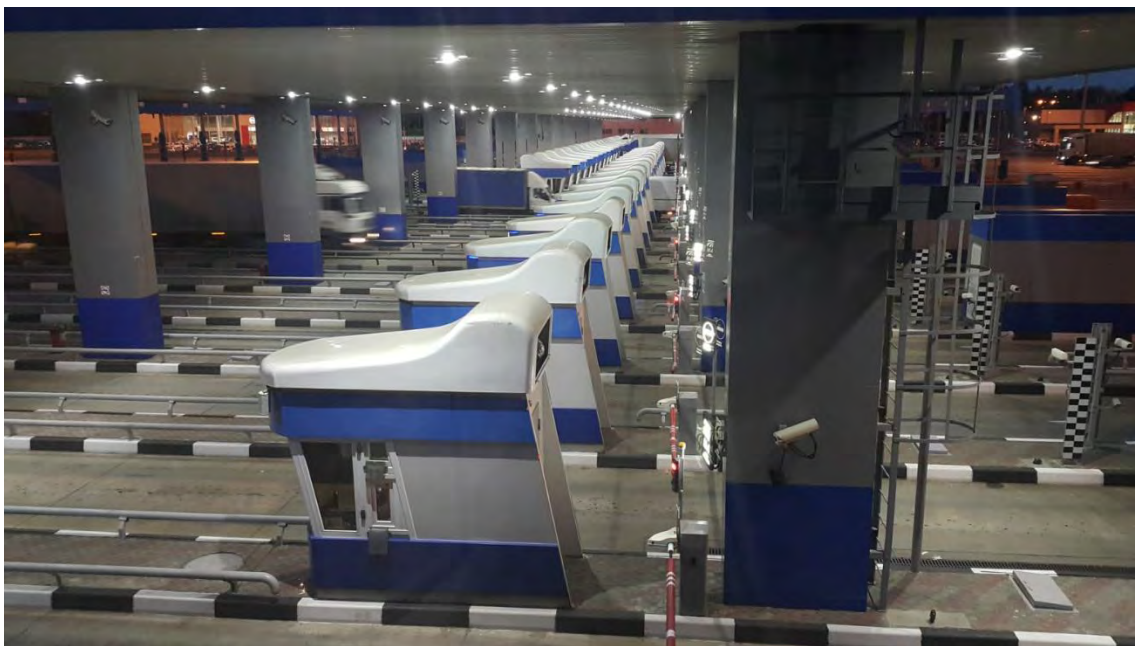


Рисунок 2 – Пункт взимания платы на дороге закрытого типа

Электронные системы, на которых отсутствуют какие-либо пункты оплаты пошлины. Оплата происходит с помощью электронных устройств (транспондер).



Рисунок 3 – Собственно, сам транспондер

Каждый тип системы платной дороги имеет свои плюсы и минусы, как единые для всех, так и индивидуальные для каждого.

Из плюсов единых для всех типов платных дорог можно выделить:

- быстрая окупаемость строительства дороги, при условии введения платы на дороге, пользующейся постоянным спросом;
- часто платная дорога проложена кратчайшим маршрутом от точки А к точке Б из-за чего время в поездке проводится меньше;
- более высокая разрешённая скорость по сравнению с бесплатной дорогой, что тоже сокращает время поездки;
- меньший поток машин на дороге, простые водители предпочитают бесплатные трассы;
- снижение транспортной нагрузки на дорожное полотно;
- более дешёвое содержание такой дороги, которое достигается не только резервированием части средств, получаемых с пошлин, и уходящих на её обслуживание, но и за счёт более щадящих режимов эксплуатации такой дороги.

Что же до плюсов индивидуальных для каждой системы, то тут можно обозначить такие характеристики как:

- экономия средств из-за отказа от строительства пунктов сбора пошлин на любом съезде дороги в открытой системе;
- надёжность сбора пошлин в случае с закрытой системой;
- возможность оплаты за проезд по платной дороге без необходимости останавливать автомобиль в случае с электронной системой сборов пошлин с платной дороги.

Как это часто бывает, многие минусы продукта исходят из его плюсов, такая участь не миновала и платные дороги. К таким минусам относятся:

- высокая вероятность создания заторов у пунктов сбора средств, а также высокой вероятностью того, что водители будут уклоняться от уплаты пошлины заезжая на дорогу с въездов, не перекрытых пунктами сбора, которые

устанавливают с основных направлений транспортного потока, что относится в основном к Открытой системе сборов пошлин;

- минусы закрытой системы заключаются в дороговизне по сравнению с предыдущим способом, а также неисчезнувшая вероятность создания крупных заторов в местах сбора пошлин;

- минусы электронной системы сбора пошлин заключаются в том, что, для оплаты проезда автомобиль нуждается в транспондере, покупка которого может стоить немалую сумму денег, в европейском союзе вполне себе существует ситуация что на проезд по множеству участков платных дорог, необходимо едва ли не такое же количество транспондеров, связано это с особенностями обмена информацией и регистрацией автомобиля у разных операторов платных дорог. Так же электронная система мешает если автомобиль нуждается в проезде по платной дороге один единственный раз.

Исходя из слов, сказанных выше, можно сделать вывод что, на нынешний день, платная дорога – это неплохой способ привлечения инвестиций в строительную отрасль, позволяющий экономить бюджет и получать постоянную прибыль с дороги. Однако, ещё необходимо некоторое время чтобы система сбора пошлин выработала идеальный метод, совмещающий удобство для водителей и операторов.

Литература:

1. Платные автомобильные дороги [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mintrans.gov.by/ru/dorozhnoe-khozyajstvo/platnye-avtomobilnye-dorogi> – Дата доступа: 18.11.2023.
2. Технологии платных дорог: настоящее и недалёкое будущее [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://habr.com/ru/articles/330876/> – Дата доступа: 15.11.2023.
3. В Беларуси появились платные дороги [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gorod.lv/novosti/200983-v-belarusi-poyavilis-platnye-dorogi> – Дата доступа: 15.11.2023

ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ДОРОЖНЫХ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ

Лобан Сергей Викторович, магистрант

кафедры «Автомобильные дороги»

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

«Научный руководитель – Бабаскин Ю.Г., канд. тех. наук, доцент, профессор»

Определение причин возникновения дефектов является важным и обязательным условием решения проблемы качественного ремонта цементобетонных покрытий. Разрушение цементобетонного камня может происходить как в результате химических процессов, так и физического воздействия нагрузки, климатических факторов. Для полного обоснования причин разрушения необходимо собрать данные, свидетельствующие о процессах происходящих, как внутри неоднородного материала - цементобетона, так и в окружающем пространстве дорожной конструкции. В связи с этим, проводят комплекс полевых и лабораторных исследований, которые включают: визуальные, инструментальные и лабораторные наблюдения и испытания.

На основании визуальных наблюдений собирают материал, характеризующий количественный и качественный состав дефектов;

- трещины (отдельные расстояние друг от друга 10...20 м, редкие (10...20 м), частые (1...4 м), сетка трещин (менее 1 м));
- вертикальное смещение плит (менее и более 10 мм);
- выбоины с площадью более 0,09 м² и глубиной более 0,05 м;
- сколы (учитываются на расстоянии до 10 см от швов), измеряются м²;
- разрушение кромки (при расстоянии до 15 см от сопряжения с обочинами), измеряются м²;
- шелушение, выкрашивание, отставание поверхностной обработки характеризуемые площадью разрушения, м²;
- ровность покрытия, наличие и состояние поверхностной обработки, м².

С целью уточнения данных, собранных при визуальной оценке, проводят инструментальные измерения выявленных дефектов, на основании которых составляется дефектная ведомость, включающая:

- длину и ширину раскрытия трещин;
- ровность покрытия;
- уровень залегания грунтовых вод (бурение скважин, шурфование);

- отбор проб грунтов в основании, в местах просадки или вспучивания;
- отбор проб бетона в местах возникновения дефектов;

Для получения достоверных результатов проводят лабораторные исследования по определению физико-механических и химических свойств компонентов бетона (щебня, песка, цемента), грунтов, цементобетона и воды. Методы определения свойств дорожного цементобетона включают определение макро- и микро-строение структуры, определение химического состава водных вытяжек, термический и рентгенофазовый анализы.

Щебень, как крупный заполнитель цементобетона, образует прочный каркас цементобетонной смеси и представляет собой каменный материал различной фракции (5...40 мм). Щебень представляет собой продукт дробления горных пород. Прочности щебня характеризуется маркой по дробимости, для магматических пород она составляет от 600 до 1400.

Песок выполняет функцию заполнителя и применяется в бетоне как природный, так и из отсевов дробления. Одним из показателей, принятым для оценки качества песка является модуль крупности ($M_k=1,5 \dots 3,5$). Для покрытий и оснований дорог I...III категорий применяют пески с модулем крупности не менее 2,25. Грунты, и в частности пески, оцениваются по прочности удельным сопротивлением грунта под конусом зонда (для песков изменяется от $q_c < 1,2$ до $q_c > 15,0$) и условным динамическим сопротивлением грунта (от $p_d < 1,5$ до $p_d > 14,0$).

Цемент (портландцемент) является гидравлическим вяжущим и предназначен для соединения всех компонентом в прочный бетон. Для дорожного бетона наилучшие качества проявляет портландцемент типа ПЦ-Д0-Н /1/. Содержание в цементе добавки гранулированного шлака допускается не более 15 %. Марка по прочности на сжатие не менее 400. Начало схватывания не ранее чем через 2 ч. Тонкость помола цемент, при просеивании через сито № 008, не менее 85 %.

Для улучшения физико-механических свойств бетонных смесей применяют добавки, которые играют роль: пластифицирующих, воздухововлекающих, водоудерживающих, ускоряющих твердение, противоморозных.

Дорожный цементобетон характеризуются такими показателями как:

- предел прочности при сжатии (для тяжелого и мелкозернистого бетона от $B_{3,5}=R_{сж}=2,1$ МПа до B_{105} . При $B_{60}=R_{сж}=33$ МПа);
- предел прочности на осевое растяжение ($B_r=0,4 \dots 4,0$);
- предел прочности на растяжение при изгибе ($B_{tb}=0,4 \dots 8,0$).

В дорожном строительстве в зависимости от назначения применяют бетоны следующих классов: по прочности на сжатие:

- для покрытий – не ниже В30 ($R_{сж}=17$ МПа) ;
- для оснований – не ниже В5 ($R_{сж}=2,8$ МПа).

по прочности на растяжение при изгибе:

- для покрытий: от B_{tb} 4,0 до B_{tb} 6,0;
- для оснований: от B_{tb} 1,2 до B_{tb} 2,8;

Таким образом, проведенный анализ характеризует реальные условия формирования цементобетонных смесей, а после затвердевания и образования цементного камня состав цементобетона.

В результате проведенных исследований определяются причины разрушения дорожного цементобетона. Устанавливаются тип коррозии, возникновение температурных напряжений, деформация основания конструкции за счет просадки или вспучивания, местные разрушения покрытия за счет воздействия динамических нагрузок.

Согласно ДМД 02191.5.001-2006 /2/ причинами возникновения дефектов могут быть:

- ненадлежащий контроль или ошибки, допущенные при строительстве или ремонте дорожных покрытий;
- влияние климатических факторов;
- воздействие нагрузок, превышающие нормативные значения, а также накопление деформации при многократном приложении нагрузки и время её приложения;
- прогрессирование дефектов при несоблюдении сроков содержания и ремонта покрытия.

Согласно Методическим рекомендациям по ремонту цементобетонных покрытий автомобильных дорог/3/, дефекты на цементобетонных покрытиях подразделяются на три типа.

Первый тип характеризует покрытие как достаточно прочное, но имеющее различные трещины, разрушение кромок покрытия, нарушение ровности между плитами, в сечении поперечных швов, не более 10 мм.

Второй тип характеризует бóльшие разрушения, по сравнению с первым типом, которые включают: шелушение, выбоины, коробление плит и нарушение ровности между плитами.

Третий тип характеризует значительные разрушения в виде проломов, просадки, вспучивания, колебание плит, шелушение, выкрашивание и разрушение на глубину 5...10 см, сетка трещин.

Виды повреждений цементобетонных покрытий характеризуются коэффициентом разрушения, который определяется отдельно для трещин, отдельно для выбоин и отдельно для шелушения и выкрашивания. Коэффициент разрушения для трещин определяется как отношение удельной длины всех

трещин ($\text{м}/\text{м}^2$) к стандартному отклонению удельной длины, равной $0,05 \text{ м}/\text{м}^2$. Коэффициент разрушения по наличию сколов и выбоин и коэффициент разрушения по шелушению и выкрашиванию определяются как отношение фактической площади дефекта (м^2) к площади рассматриваемого участка (м^2). Из полученных трех значений коэффициента разрушения, для дальнейших расчетов, принимают тот, который имеет наибольшее значение. С учетом значения этого показателя, а также с учетом толщины покрытия, модулей упругости асфальто- и цементобетона рассчитывают толщину защитного слоя.

Для устранения дефектов третьего типа определяют толщину слоя усиления, который включает трещинопрерывающий слой из черного щебня и слой асфальтобетона. В результате вычисляют остаточную толщину цементобетонного покрытия, принимают значение коэффициента, учитывающего его остаточный ресурс и рассчитывают толщину слоя усиления.

Чтобы получить исходные данные для расчетов, необходимо провести обследование участков дорог, на которых образовались дефекты. В качестве исходных данных принимают:

- суммарное значение длины всех трещин, имеющихся на обследуемом участке, измеряемого в метрах;
- протяженность обследуемого участка, м;
- суммарное значение площадей всех выбоин и сколов, м^2 ;
- суммарное значение площадей покрытия, на которых обнаружены шелушение и выкрашивание составляющих компонентов цементобетона (щебня, цементного камня, песка), м^2 ;
- глубина разрушения при шелушении и выкрашивании, м;
- расчетное значение площади обследуемых участков дороги, в зависимости от категории дороги, м^2 ;
- расчетные значения или значения, принятые по таблицам, модулей упругости асфальтобетона и цементобетона

Для оценки показателей технико-эксплуатационного состояния дороги приняты коэффициенты соответствия: геометрических параметров элементов плана и профиля дороги; прочности дорожной одежды; ровности и скользкости покрытия; удобства движения по дороге и безопасности движения.

Причинами возникновения дефектов на стадии строительства могут быть:

- деформация основания земляного полотна из-за наличия слоев переувлажненных грунтов, недостаточное уплотнение грунта основания;
- нарушение регламента при приготовлении бетонной смеси, использование некачественных материалов, нарушение технологии укладки и обеспечения режима твердения;

- нарушение транспортировки смеси на объект, стихийный выход подвижного транспорта на бетон с неокрепшей структурой;

- влияние погодных-климатических и эксплуатационных условий, которые связаны: с характером местности; наличием поверхностных и грунтовых вод; интенсивностью движения; превышением допустимой нагрузки на колесо; применением противогололедных химических реагентов; несвоевременность выполнения ремонтных работ.

Помимо вышеперечисленных факторов, в цементобетоне возникает коррозия, которые могут быть представлены трех видов.

Коррозия 1-го вида связана с растворимостью продуктов гидратации цемента, его выщелачиваемостью, о чем судят по наличию наиболее растворимого компонента - портландита (гидроксида кальция).

Коррозия 2-го вида вызвана обменными реакциями между кислотами, солями и составными частями цементного камня. О наличии углекислой коррозии судят по присутствию ваттерита, что свидетельствует о перекристаллизации структуры.

Коррозия третьего типа вызвана накоплением солей в порах бетона, их кристаллизации и увеличения объема твердой фазы, в результате чего возникают растягивающие напряжения, ведущие к разрушению структурных элементов. Сульфатная коррозия связана с образованием этtringита (соль), ведущая к образованию трещин

На основании представленного анализа полевых и лабораторных исследований, анализа коррозионных факторов, видов дефектов и методов их оценки можно заключить, что в бетоне при эксплуатации дорожных покрытий, возникают различные дефекты, которые должны быть ликвидированы во время ремонтных работ или при реконструкции. С целью разработки системы достоверной оценки причин разрушения дорожного цементобетона, необходимо руководствоваться не только статистическими данными по количественному составу собранных дефектов, но и учитывать результаты петрографического, химического, термогравиметрического рентгенофазового анализов образцов цементобетона.

Литература:

1. Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия. ГОСТ 10178-85. Государственный строительный комитет СССР. М., 1985. С. 5.
2. Дорожный методический документ. ДМД 02191.5.001-2006 «Классификатор дефектов при оценке эксплуатационного состояния и качества содержания автомобильных дорог общего пользования». «Белавтодор». Минск. 2006. С. 83.

3. Дорожный методический документ. ДМД 02191.2.005-2006. Методические рекомендации по ремонту цементобетонных покрытий автомобильных дорог. «Белавтодор». Минск. 2007. С. 55.

АНАЛИЗ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОДУКЦИИ

*Малышев Даниил Сергеевич, Ветров Арсений Николаевич,
студенты 5-го курса кафедры «Автомобильные дороги»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Мордас М.С., старший преподаватель)*

Себестоимость продукции – это сумма затрат, которые были понесены предприятием на производство одной единицы продукции. Это понятие является одним из ключевых в экономической деятельности любой компании, ведь именно от правильного расчета себестоимости зависит успешность бизнеса.

Как правило, себестоимость продукции состоит из следующих элементов:

1. Материальные затраты – это затраты на закупку необходимых для производства материалов и комплектующих изделий. К этой группе расходов можно отнести стоимость сырья, энергии, топлива, комплектующих и других материалов.

2. Затраты на оплату труда – это затраты на оплату труда всех работников, задействованных в производственном процессе. К этой группе расходов можно отнести зарплаты рабочих, инженеров, технологов и других специалистов.

3. Амортизация оборудования – это затраты на износ оборудования, используемого в производственном процессе. К этой группе расходов можно отнести стоимость аренды производственных помещений, обслуживание и ремонт оборудования.

4. Прочие затраты – это затраты, которые не относятся к вышеперечисленным группам расходов. К этой группе расходов можно отнести стоимость транспортировки готовой продукции, расходы на упаковку и маркетинг.

Расчет себестоимости продукции позволяет оценить рентабельность бизнеса, определить цену продажи продукции и принять решения о необходимости внесения изменений в производственный процесс. Важно отметить, что себестоимость продукции может меняться в зависимости от различных факторов, таких как изменение цен на сырье, изменение технологии производства или изменение курса валюты.

Необходимо постоянно контролировать затраты на производство и стремиться к их оптимизации, чтобы повысить рентабельность компании и обеспечить ее долгосрочную устойчивость на рынке.

В зависимости от влияния на изменение объема производства затраты делятся на постоянные и переменные.

Переменные затраты – это затраты, которые изменяются пропорционально изменению объема производства. К этой группе расходов можно отнести затраты на материалы, энергию, оплату труда рабочих и другие затраты, которые напрямую связаны с объемом производства. Например, если предприятие производит один продукт, то затраты на его производство будут переменными, так как они будут меняться в зависимости от количества произведенной продукции.

Постоянные затраты – это затраты, которые не зависят от объема производства. К этой группе расходов можно отнести затраты на аренду производственных помещений, зарплаты административного персонала, расходы на рекламу и другие затраты, которые не изменяются при изменении объема производства. Например, если предприятие производит один продукт, то затраты на аренду производственных помещений будут постоянными, так как они не зависят от количества произведенной продукции.

Различие между постоянными и переменными затратами очень важно для правильного расчета себестоимости продукции и определения точки безубыточности. Точка безубыточности – это объем продаж, при котором компания не получает ни прибыли, ни убытка. Она рассчитывается с учетом постоянных и переменных затрат. Если компания производит продукцию с высокой долей постоянных затрат, то ей потребуется продавать больше продукции, чтобы достичь точки безубыточности.

В заключение, правильный расчет постоянных и переменных затрат – это ключевой фактор успешности бизнеса. Необходимо постоянно контролировать затраты на производство и стремиться к их оптимизации, чтобы повысить рентабельность компании и обеспечить ее долгосрочную устойчивость на рынке.

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ ПРЕДПРИЯТИЯ

*Маринин Александр Андреевич, Зеленкевич Евгений Витальевич,
студенты 5-го курса кафедры «Автомобильные дороги»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Мордас М.С., старший преподаватель)*

Анализ использования трудовых ресурсов предприятия является ключевым инструментом для детального исследования процесса трудоустройства, эффективности работы и оптимизации рабочих процессов. Этот анализ позволяет предприятию оценить текущее состояние использования ресурсов труда и выявить потенциал для улучшения производительности и конкурентоспособности.

Одним из основных аспектов анализа использования трудовых ресурсов является изучение структуры рабочей силы предприятия. Это включает в себя анализ количества работников в каждом отделе, их квалификации, возрастного состава, пола и опыта работы. Такие данные помогают понять, как оптимально распределить трудовые ресурсы по различным секторам предприятия и обнаружить возможности для оптимизации.

Для более обширного анализа использования трудовых ресурсов, необходимо изучение времени, затрачиваемого сотрудниками на выполнение различных задач. Это позволяет выявить участки, где трудовые ресурсы используются наиболее эффективно, а также обнаружить локальные проблемы, такие как перегрузка работников или недостаток ресурсов в конкретных областях. На основе таких данных предприятие может принять меры по демобилизации рабочих мест или перераспределению персонала.

Оценка производительности труда является также важным компонентом анализа использования трудовых ресурсов. Это может быть измерено как производительность на единицу времени, так и производительность на единицу продукции. Предприятие может проводить сравнение своей производительности с конкурентами или средним показателем в отрасли для оценки своей конкурентоспособности и возможности оптимизации.

Помимо всего вышеперечисленного, анализ использования трудовых ресурсов также позволяет выявить проблемы с безопасностью и здоровьем работников. Наблюдение за количеством травматизма, частотой заболеваемости и своевременностью прохождения медицинских осмотров, позволяет

предприятию принимать меры по снижению рисков и повышению благоприятной рабочей среды.

В целом, анализ использования трудовых ресурсов предприятия является неотъемлемой частью стратегии улучшения эффективности и конкурентоспособности компании. Благодаря использованию соответствующих методов и инструментов, предприятие может оптимизировать использование трудовых ресурсов, улучшить производительность и снизить риски, связанные с качеством работы и безопасностью.

Литература:

1. <https://studfile.net/preview/9895028/page:40>.
2. https://kubsu.ru/sites/default/files/users/18937/portfolio/kursovaya_1.pdf.
3. <https://finzz.ru/analiz-ispolzovaniya-trudovykh-resursov-formula-primer.html>.

ДОРОЖНАЯ РАЗМЕТКА И ИЗДЕЛИЯ ДЛЯ ДОРОЖНОЙ РАЗМЕТКИ

*Меркушев Андрей Валерьевич, студент 2-го курса
кафедры «Автомобильные дороги»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Козловская Л.В., старший преподаватель)*

Дорожная разметка – это различные обозначения на проезжей части автомобильной дороги, которые помогают водителям ориентироваться на дороге и соблюдать правила дорожного движения. Дорожная разметка является важной частью дорожной инфраструктуры, которая обеспечивает безопасность и удобство движения транспортных средств на дорогах. Она включает в себя различные линии, символы и знаки (Рис. 1).



Рисунок 1 – Пример того, как выглядит дорожная разметка

Изначально дорожная разметка была выполнена вручную с помощью краски или горячего асфальта, но с развитием технологий появились специальные изделия для дорожной разметки, которые позволяют более быстро и точно наносить разметку на дорогу.

Одним из основных элементов дорожной разметки являются линии, которые разделяют движение транспортных средств на полосы. Существует несколько видов линий, каждая из которых имеет свою функцию. Например, сплошная линия указывает на запрет обгона, прерывистая – на разрешение обгона, а двойная сплошная – на запрещение движения в обе стороны. Кроме

того, на дорогах также присутствуют различные символы и знаки, которые сообщают водителям о правилах и ограничениях на данном участке дороги. Например, знак "Стоп" указывает на необходимость остановки, а знак "Дети" предупреждает о наличии детей на дороге.

Для нанесения дорожной разметки используются специальные изделия, такие как дорожные краски, маркеры и ленты. Дорожные краски представляют собой специальные составы, которые наносятся на дорожное покрытие при помощи специального оборудования. Они отличаются по цвету и характеристикам, в зависимости от того, для какой цели они используются.

Маркеры и ленты для дорожной разметки также имеют различные цвета и формы и используются для создания временной разметки или для выделения определенных участков дороги. (Рис. 2).



Рисунок 2 – Мерная лента для нанесения временной дорожной разметки

Важно отметить, что дорожная разметка должна соответствовать определенным стандартам и нормам, чтобы обеспечить безопасность и удобство движения на дороге. Например, ширина и цвет линий должны быть определенными, а знаки должны быть четко видимы и понятны для всех водителей.

Одним из главных направлений развития дорожной разметки являются инновации. Новые технологии и материалы позволяют улучшать качество и долговечность дорожной разметки, а также вносить изменения в ее функциональность. Одной из инноваций, которая уже нашла широкое применение в дорожной разметке, является использование термопластичных материалов. Эти материалы обладают высокой стойкостью к износу и воздействию окружающей среды, а также позволяют создавать более яркую и

контрастную разметку. Кроме того, благодаря своей эластичности, они могут применяться для нанесения разметки на дорожные покрытия с любым рельефом.

Еще одной интересной инновацией является использование специальных красок, которые меняют цвет в зависимости от температуры окружающей среды. Такие краски позволяют создавать различные знаки и символы, которые становятся видимыми только при определенной температуре, например, при наличии гололеда на дороге. Кроме того, современные технологии позволяют создавать более устойчивую и долговечную разметку. Например, использование специальных присадок к дорожным краскам позволяет увеличить их стойкость к воздействию ультрафиолетовых лучей и химических веществ, что продлевает срок службы разметки.

Новые технологии также позволяют автоматизировать процесс нанесения дорожной разметки. Специальные машины с программным обеспечением могут самостоятельно наносить разметку на дорогу, что повышает точность и скорость работы, а также уменьшает вероятность ошибок.

Еще одной инновацией в дорожной разметке является использование светоотражающих материалов. Это позволяет улучшить видимость разметки в темное время суток и при плохой погоде, что повышает безопасность на дороге. Кроме того, такие материалы могут быть использованы для создания трехмерной разметки, которая еще более эффективно привлекает внимание водителей.

В заключении можно сказать, что дорожная разметка и изделия для ее нанесения играют важную роль в обеспечении безопасности и удобства движения на дорогах. Они помогают водителям соблюдать правила дорожного движения и предупреждают о возможных опасностях на дороге. Поэтому важно следить за состоянием дорожной разметки и своевременно ее обновлять.

Литература:

1. СТБ 1231-2012. «Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Общие технические условия».
2. Межгосударственный стандарт ГОСТ 32830-2014. «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы для дорожной разметки. Технические требования».

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСНОВНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФОНДОВ

*Михайлова Дарья Владимировна, Гордович Кирилл Сергеевич,
студенты 5-го курса кафедры «Автомобильные дороги»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Мордас М.С., старший преподаватель)*

Основные производственные фонды предприятия – это материальные и нематериальные активы, используемые организацией неоднократно или постоянно в течение длительного периода времени (не менее года) для производства продукции или предоставления услуг. При этом основные производственные фонды переносят свою стоимость на продукцию частями по мере использования. Перенос стоимости происходит через механизм амортизации.

К основным производственным фондам относят не только те основные средства, которые напрямую участвуют в процессе производства (активные основные фонды), но и фонды, которые в процессе производства не участвуют, однако необходимы для создания нормальных условий для функционирования активных основных фондов (пассивные основные фонды). Эти фонды включают здания и сооружения, оборудование и машины, транспортные средства, информационные технологии, интеллектуальная собственность. Основные производственные фонды являются важным ресурсом для предприятий и играют ключевую роль в производственном процессе. Их эффективное использование и обслуживание основных фондов являются важными задачами для предприятия, так как это позволяет повысить производительность, снизить издержки и обеспечить конкурентоспособность на рынке.

Анализ использования основных производственных фондов включает в себя изучение эффективности использования активов и ресурсов в производственном процессе. Он позволяет определить, насколько эффективно используются основные средства, здания, машины и оборудование, а также основные материальные ресурсы предприятия.

Для выполнения такого анализа могут использоваться следующие показатели:

1. Коэффициент использования производственных мощностей – показывает, насколько полно используется производственная мощность предприятия. Он рассчитывается как отношение фактического объема

производства к максимально возможному объему на данном объекте. Чем ближе этот показатель к 100%, тем более эффективно используются производственные фонды.

2. Коэффициент использования производственных фондов – отражает степень использования основных средств, таких как здания, оборудование, машины и другие активы. Рассчитывается как отношение фактической стоимости использованных средств к их общей стоимости. Чем ближе этот показатель к 100%, тем эффективнее используются основные производственные фонды.

3. Коэффициент использования материалов – позволяет оценить эффективность использования материальных ресурсов в производственном процессе. Он рассчитывается как отношение используемого объема материалов к их доступному объему. Чем выше этот показатель, тем более эффективно используются материалы.

4. Коэффициент использования рабочего времени – показывает, сколько часов рабочего времени фактически используется для производства товаров или услуг, а сколько времени тратится на простои, ремонт и обслуживание оборудования.

5. Коэффициент использования трудовых ресурсов – отражает эффективность использования трудовых ресурсов на предприятии. Он рассчитывается как отношение фактического количества отработанных часов к плановому объему рабочих часов. Чем выше этот показатель, тем эффективнее используются трудовые ресурсы.

Анализ основных производственных фондов имеет несколько целей и может быть полезным в различных аспектах управления предприятием. В результате проведения анализа определяют эффективности использования ресурсов, оценивают конкурентоспособность предприятия, прогнозируют потребность в капиталовложениях, принимают решение о переналадке и обновлении. Кроме того, анализ основных производственных фондов позволяет выявить потенциальные риски и проблемы, связанные с использованием ресурсов, и помогает разработать стратегии для оптимального использования активов предприятия. Он также может быть полезным при оценке эффективности инвестиций в производственные активы и позволит улучшить планирование и принятие решений на уровне предприятия.

Литература:

1. Шинкаренко, А. Е. Анализ основных фондов на примере предприятия дорожно-строительной отрасли / Шинкаренко, А. Е. // Молодой ученый. –2020.–№3 (293). – С.385-388.

2. Экономическая энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vocable.ru/termin/osnovnyye-fondy.html> (дата обращения 16.10.2023).

АНАЛИЗ ФИНАНСОВЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

*Папович Антон Александрович, студент 5-го курса
кафедры «Автомобильные дороги»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Мордас М.С., старший преподаватель)*

Анализ финансовых результатов является важным инструментом для оценки финансового состояния и эффективности деятельности организации. Путем изучения финансовых показателей, таких как выручка, прибыль, рентабельность и оборачиваемость активов, аналитики способны определить степень рентабельности и устойчивости бизнеса. Анализ финансовых результатов также позволяет выявить проблемные области и разработать стратегии для улучшения финансовых показателей компании. Все это делает анализ финансовых результатов неотъемлемой частью процесса принятия управленческих решений и планирования деятельности организации.

Анализ финансовых результатов играет ключевую роль в оценке финансовой устойчивости и успеха организации. Он включает в себя оценку и интерпретацию финансовых отчетов, таких как отчет о прибылях и убытках, отчет о движении денежных средств и балансовый отчет.

В процессе анализа финансовых результатов используются различные методы и показатели. Например, рентабельность продаж позволяет оценить эффективность использования ресурсов и генерации прибыли. Рентабельность активов показывает, насколько эффективно организация использует свои активы для генерации дохода.

Другие важные показатели включают оборачиваемость запасов, расчетный период погашения долгов, коэффициент текущей ликвидности и многое другое. Анализ финансовых результатов помогает выявить слабые места, проблемные области и возможности для улучшения финансового положения организации.

Кроме того, анализ финансовых результатов может быть полезен для прогнозирования будущих финансовых показателей и разработки стратегии роста. Компании могут использовать результаты анализа для определения своей конкурентоспособности, принятия инвестиционных решений и планирования бюджета.

В целом, анализ финансовых результатов играет важную роль в управлении организацией, позволяя принимать обоснованные решения,

основанные на фактах и данных, которые имеют прямое отношение к финансовой производительности и успеху компании.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Пархимович Максим Игоревич, студент 2-го курса

кафедры «Автомобильные дороги»

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

(Научный руководитель – Козловская Л. В., старший преподаватель)

Оценка технико-экономических характеристик автомобильных дорог является важным аспектом для определения их эксплуатационного состояния. Эти показатели позволяют оценить эффективность использования дорог, а также выявить проблемные участки, требующие ремонта или модернизации.

Один из основных показателей - это покрытие дороги. Качество покрытия напрямую влияет на безопасность и комфортность движения. Плохое состояние покрытия может привести к повышенному уровню шума, вибрации и повреждениям автомобилей. Поэтому оценка состояния покрытия включает в себя анализ его ровности, целостности.

Пропускная способность дороги также является важным показателем. Пропускная способность определяет количество транспортных средств, которое может пройти по дороге за определенное время. Она зависит от ширины проезжей части, наличия разделительной полосы, количество и качество перекрестков и развязок. Оценка пропускной способности позволяет определить, насколько эффективно используется дорога и возможность увеличения объема перевозок.

Также важным показателем является безопасность движения. Оценка безопасности включает в себя анализ состояния покрытия, разметки и знаков, а также наличие необходимых сигнальных устройств и других элементов безопасности. Плохое состояние дороги может стать причиной аварий и дорожно-транспортных происшествий, поэтому необходимо регулярно проводить оценку безопасности и принимать меры по улучшению.

Экономические характеристики автомобильных дорог включают в себя ряд показателей, которые отражают эффективность использования дорожной инфраструктуры и ее влияние на экономику страны.

Один из основных экономических показателей - это стоимость строительства и ремонта дорог. Стоимость строительства новой дороги или реконструкции существующей зависит от многих факторов, таких как площадь покрытия, количество полос, наличие разделительной полосы, сложность

рельефа и другие технические характеристики. Ремонт и техническое обслуживание дорог также требуют значительных затрат. Определение стоимости строительства и ремонта дорог является важным этапом планирования бюджетных расходов на дорожное строительство.

Еще одним экономическим показателем является время, затрачиваемое на проезд по дороге. Длительные пробки и задержки на дорогах приводят к потере времени для водителей и пассажиров, а также к увеличению затрат на топливо. Определение времени, затрачиваемого на проезд по дороге, позволяет оценить эффективность использования дорожной инфраструктуры и принять меры для улучшения пропускной способности.

Также важным экономическим показателем является влияние состояния дорог на экономику страны. Плохое состояние дорог может привести к увеличению затрат на транспортировку товаров и услуг, а также на обслуживание автопарка. Это может негативно сказаться на конкурентоспособности предприятий и на общей экономической ситуации в стране. Оценка экономического влияния состояния дорог позволяет определить необходимость инвестиций в дорожную инфраструктуру и разработать стратегию развития транспортной системы.

Таким образом, оценка технико-экономических характеристик автомобильных дорог является важным аспектом для определения их эксплуатационного состояния. Она позволяет определить эффективность использования дорог, а также выявить проблемные участки, требующие ремонта или модернизации. Для достижения оптимальных результатов необходимо проводить регулярный мониторинг состояния дорог и принимать меры по их улучшению.

Литература:

1. <https://elcat.bntu.by/index.php?url=/notices/index/IdNotice:23580/Source:default#>

ЯМОЧНЫЙ РЕМОНТ В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ ГОДА

*Римашевская Елизавета Михайловна, Гинько Максим Сергеевич,
студенты 5-го курса кафедры «Автомобильные дороги»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Ходан Е.П., старший преподаватель)*

Виды ямочного ремонта – это различные методы и технологии, которые используются для восстановления поверхности дорог и устранения ям и трещин. Ямочный ремонт является неотъемлемой частью обслуживания и ремонта дорожного покрытия, и существуют различные подходы к его выполнению. Рассмотрим некоторые из основных видов ямочного ремонта:

1. Холодный ямочный ремонт: Этот метод включает в себя заполнение ям и трещин в дорожном покрытии с использованием холодного асфальтного материала. Холодный асфальт или ремонтная смесь обычно состоит из агрегатов (камней и песка) и битумной эмульсии. Этот материал наносится в яму или трещину и уплотняется для создания ровной поверхности. Холодный ямочный ремонт является быстрым и относительно простым методом, который может использоваться для восстановления маленьких ям и трещин на дороге.

2. Горячий ямочный ремонт: В этом методе для ремонта ям и трещин используется горячий асфальт. Горячий асфальтный материал имеет более высокую температуру, что позволяет ему быть более пластичным и долговечным. Горячий ямочный ремонт включает нагрев асфальта до высокой температуры, нанесение его в яму или на поврежденную поверхность и последующее уплотнение. Этот метод обеспечивает более долговечный ремонт и более качественное восстановление дорожного покрытия.

3. Ремонт грунтовым материалом: Этот метод используется в тех случаях, когда размер ямы или повреждения в дорожном покрытии велики, и требуется более глубокое вмешательство. Грунтовой материал, такой как щебень или гравий, используется для заполнения больших ям и образования стабильной основы. Затем грунтовой материал покрывается асфальтным или другим покрытием для создания и восстановления поверхности дороги.

4. Ремонт с использованием полимерных или композитных материалов: В последние годы разработаны новые материалы, которые могут быть использованы для ямочного ремонта. Полимерные или композитные материалы обладают высокой прочностью и долговечностью и могут быть использованы для заполнения ям и трещин. Эти материалы обычно представляют собой смеси смол, агрегатов и других добавок, которые затвердевают и образуют прочное покрытие.

Каждый из этих видов ямочного ремонта имеет свои преимущества и недостатки, и выбор метода зависит от типа повреждения, степени повреждения, доступных ресурсов и время, затрачиваемое на ремонт. В некоторых случаях может потребоваться комбинация разных методов ямочного ремонта для достижения наилучшего результата. Цель ямочного ремонта состоит в том, чтобы обеспечить безопасность и комфорт движения на дороге, а также продлить срок службы дорожного покрытия. Ямочный ремонт – неотъемлемый этап технического обслуживания дорожного покрытия, который направлен на восстановление его эксплуатационных характеристик. В зимнее время года особенно актуальной задачей является эффективное проведение ямочного ремонта при неблагоприятных погодных условиях. Рассмотрим основные аспекты и методы ямочного ремонта в зимний период.

1. Причины возникновения дорожных ям:

- Воздействие атмосферных явлений, таких как заморозки, оттепели, снегопады.
- Интенсивное движение транспорта, включая грузовые автомобили.
- Некачественное строительство и ремонт дорог.

2. Особенности ямочного ремонта в зимние месяцы:

- Усложненные погодные условия, включая низкие температуры и наличие снега.
- Ограниченная доступность строительного оборудования и материалов.
- Увеличенный риск проседания дорожного полотна после ямочного ремонта

3. Методы ямочного ремонта в зимнее время:

- Холодный ямочный ремонт: использование холодного асфальта или асфальтобетонной смеси для заполнения ям.
- Горячий ямочный ремонт: применение горячего асфальта или асфальтобетона при специальной технологии.
- Использование грунтозамещающих материалов, таких как щебень или гравий.

4. Преимущества и недостатки ямочного ремонта в зимний период:

- Преимущества: возможность оперативного восстановления дорожного полотна, улучшение безопасности дорожного движения.

- Недостатки: более высокая затратность по сравнению с ремонтом в другие времена года, ограниченная прочность ремонтных материалов, необходимость закрытия участка дороги для проведения работ.

Ямочный ремонт в зимнее время года представляет собой сложную задачу, которую необходимо решать с учетом особенностей погодных условий и возможностей строительных технологий. Оптимальный выбор метода ремонта, использование качественных материалов и правильная организация работ позволят эффективно и оперативно восстановить дорожное полотно, повысить безопасность участка дороги и улучшить качество дорожного движения в зимний период.

Литература:

1. https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/17531/Soderzhanie_i_remont_avtomobilnyh_dorog.pdf?sequence=1&isAllowed=y

СОДЕРЖАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Римашевская Елизавета Михайловна, студент 5-го курса

кафедры «Автомобильные дороги»

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

(Научный руководитель – Реут Ж.В., старший преподаватель)

Автомобильная дорога – это инфраструктурный объект, предназначенный для движения транспортных средств, особенно автомобилей. Они играют важную роль в обеспечении мобильности, связи и развития регионов. Мы рассмотрим основные аспекты автомобильных дорог.

Первоначально автомобильные дороги использовались для облегчения путешествий и торговли между городами и регионами. Они способствовали увеличению скорости и эффективности транспортных перевозок, а также сокращению времени поездок. Однако, с течением времени функции дорог расширились, и они стали играть важную роль в экономическом и социальном развитии.

Создание автомобильных дорог начинается с планирования и проектирования. Это включает в себя определение маршрута, необходимых дорожных сооружений, а также учет окружающей среды и долгосрочных потребностей региона. Критически важно учесть максимальную пропускную способность, безопасность и экономическую эффективность дороги.

Одним из ключевых аспектов автомобильных дорог является дорожное покрытие. Дорожное покрытие должно быть прочным, гладким и обеспечивать хорошую сцепляемость с шинами автомобилей. Оно часто состоит из асфальтобетона или битумного покрытия, в зависимости от типа дороги и интенсивности движения. Регулярное обслуживание и ремонт дорожного покрытия необходимы для его долговечности и безопасности движения.

Однако, дорожное покрытие – это только одна составляющая автомобильной дороги. Другие элементы включают в себя разметку и дорожные знаки, которые предупреждают водителей о правилах дорожного движения и обозначают опасные участки. Также важными элементами являются обочины, дорожные ограждения, освещение, системы дренажа и мосты.

Одна из главных целей автомобильных дорог - обеспечение безопасности дорожного движения. Для достижения этой цели важно создать условия для безопасного проезда транспортных средств. Дорожные знаки и разметка, а также

планирование и учет дорожной безопасности - все это помогает снизить риски и предотвратить аварии.

Содержание автомобильных дорог является важной составляющей их эксплуатации и поддержания в безопасном и работоспособном состоянии. Включает в себя ряд мероприятий и работ, которые выполняются с целью обеспечения качественного и устойчивого дорожного покрытия. Рассмотрим некоторые аспекты содержания автомобильных дорог:

1. планирование и инспектирование: Оперативное планирование и регулярные инспекции дорожного покрытия являются основой эффективного содержания дорог. Планирование может включать в себя определение приоритетов ремонтных и обслуживающих работ, составление расписания и оценку затрат. Инспекции выполняются для идентификации повреждений, ям, трещин, износа дороги и других проблем, требующих вмешательства.

2. Поддержание дренажной системы: Эффективная дренажная система является неотъемлемой частью содержания автомобильных дорог. Дренажные системы включают в себя канавы, почвенные колодцы, водостоки и другие элементы, которые направляют дождевую воду и предотвращают образование стоячих вод на дорожном покрытии. Регулярная очистка и обслуживание этих элементов помогают предотвратить повреждение дороги и улучшить ее сцепление со структурой.

3. Ремонт и заполнение выбоин: Регулярный ремонт выбоин и трещин является важным аспектом содержания автомобильных дорог. При обнаружении ям, трещин и других повреждений на дорожном покрытии они могут быть заполнены асфальтом или другими ремонтными материалами. Это помогает предотвратить дальнейшее развитие повреждений и обеспечить безопасность движения автомобилей.

4. Укладка новых слоев асфальта: Периодическая укладка новых слоев асфальта является одним из способов обновления и поддержания дорожного покрытия. Этот процесс, называемый асфальтированием, включает в себя удаление старого асфальта и укладку нового слоя. Это помогает улучшить качество дорожного покрытия, улучшить сцепление с дорожными машинами и обеспечить безопасность движения.

5. Регулярное обслуживание и очистка: Дороги требуют регулярного обслуживания и очистки, чтобы поддерживать их в работоспособном состоянии. Это может включать в себя очистку от мусора, листьев и других загрязнений, обслуживание дорожных знаков, маркировку и сигнализацию, а также регулярное обслуживание светофоров и других систем управления движением.

Содержание автомобильных дорог играет важную роль в обеспечении безопасности и комфорта движения автомобилей. Регулярное обслуживание и

ремонт помогают предотвратить разрушение дорожного покрытия, увеличить его срок службы и улучшить качество дорожной инфраструктуры. Правильное содержание дорог также способствует снижению аварийности и оптимизации путешествий на автотранспорте.

Литература:

1. https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/17531/Soderzhanie_i_remont_avtomobilnyh_dorog.pdf?sequence=1&isAllowed=y

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ ПРИБЫЛИ НА ФИНАНСОВОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ

*Свирский Владислав Сергеевич, Борисенко Елена Александровна,
студенты 5-го курса кафедры «Автомобильные дороги»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Мордас М.С., старший преподаватель)*

Налогообложение прибыли является одним из ключевых аспектов финансовой деятельности предприятия. Оно оказывает значительное влияние на финансовое состояние компании и может стать как причиной её успеха, так и причиной неудач. Мы рассмотрели основные принципы налогообложения прибыли, его влияние на финансовое состояние предприятия, а также оптимизацию налоговых платежей и последствия налоговых изменений для компании.

Принцип налогообложения по доходам. Согласно этому принципу, налоги начисляются на прибыль, полученную предприятием в течение определенного периода времени. Прибыль определяется как разница между доходами и расходами, учитывая все необходимые корректировки, предусмотренные законодательством.

Принцип налогообложения по расходам. Согласно этому принципу, налоги начисляются на прибыль, уменьшенную на сумму расходов, связанных с деятельностью предприятия. К таким расходам могут относиться зарплата сотрудников, аренда помещений, закупка сырья и т.д.

Принцип налогообложения по смешанной системе. Этот принцип сочетает в себе элементы первых двух принципов. Налоги начисляются на прибыль, уменьшенную на сумму расходов, но при этом могут быть учтены некоторые доходы, которые не были учтены при расчете прибыли.

Оптимизация налоговых платежей является важной задачей для предприятия. Это может быть достигнуто путем использования различных налоговых льгот, корректного заполнения налоговой отчетности, а также использования специальных инструментов и программ для налогового планирования.

В заключение можно сказать, что налогообложение играет ключевую роль в финансовом положении предприятия. Оптимизация налоговых платежей может существенно повлиять на прибыльность компании. В то же время, налоговые изменения могут как улучшить, так и ухудшить финансовое

состояние предприятия. Поэтому важно следить за изменениями в налоговом законодательстве и анализировать их влияние на бизнес.

Литература:

1. Влияние налогообложения прибыли на финансовые результаты предприятий. [Электронный ресурс]. – Режим доступа [https:// moluch.ru/archive/341/76617/](https://moluch.ru/archive/341/76617/). – Дата доступа: 23.11.2023

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБОРОТНЫХ СРЕДСТВ ПРЕДПРИЯТИЯ

Чирский Алексей Александрович, студент 5-го курса

кафедры «Автомобильные дороги»

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

(Научный руководитель – Мордас М.С., старший преподаватель)

Анализ эффективности использования оборотных средств предприятия важен для определения эффективности текущих активов и позволяет оценить, насколько предприятие умело управляет своими краткосрочными ресурсами. Этот анализ включает оценку показателей оборачиваемости запасов, дебиторской и кредиторской задолженности, а также расчет коэффициентов ликвидности и платежеспособности. Результаты анализа помогают выявить потенциальные проблемы в использовании оборотных средств и принять меры для их оптимизации, что способствует повышению эффективности работы предприятия и его конкурентоспособности на рынке.

Анализ эффективности использования оборотных средств предприятия является важным инструментом финансового анализа. Оборотные средства представляют собой краткосрочные активы, которые предприятие использует для поддержания своей текущей деятельности, такие как запасы, дебиторская задолженность и денежные средства.

Основная цель анализа состоит в определении эффективности использования этих оборотных средств. Его проведение позволяет оценить, насколько предприятие эффективно обращается с краткосрочными активами в процессе своей деятельности.

Один из ключевых аспектов анализа — это оценка показателей оборачиваемости оборотных средств. Эти показатели помогают определить, сколько времени требуется предприятию для преобразования краткосрочных активов в денежные средства и насколько быстро оно возобновляет запасы или получает платежи от клиентов.

Другой важный аспект анализа — это оценка ликвидности и платежеспособности предприятия. Расчет различных коэффициентов ликвидности позволяет оценить, насколько предприятие может покрыть свои текущие обязательства с использованием своих текущих активов. Это дает представление о финансовой устойчивости и способности предприятия своевременно выплачивать свои обязательства.

Результаты анализа эффективности использования оборотных средств предоставляют полезную информацию для принятия решений по оптимизации использования краткосрочных активов. Если оказывается, что некоторые оборотные средства замедляют процесс оборачиваемости или не используются эффективно, предпринимаются соответствующие меры для улучшения текущей ситуации. Это может включать сокращение запасов, оптимизацию процессов управления дебиторской и кредиторской задолженностью, а также улучшение управления денежными потоками.

В результате анализа предприятие может повысить свою эффективность во взаимодействии с краткосрочными активами, достичь лучшей ликвидности и платежеспособности, а также повысить свою конкурентоспособность на рынке.

Литература:

1. Сущность оборотных средств, основы их организации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ebooks.grsu.by/finans_i_org/5-pokazateli-effektivnosti-ispolzovaniya-oborotnykh-sredstv.htm. –Дата доступа: 06.12.2023
2. Оценка имущественного комплекса [Электронный ресурс]. – Режим доступа:https://afdanalyse.ru/publ/finansovyj_analiz/analiz_oborotnykh_sredstv/pokazateli-effektivnosti-ispolzovaniya-oborotnykh-sredstv/34-1-0-36.- Дата доступа: 06.12.2023

СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ

*Терехова Анастасия Владиславовна, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Мытько Л.Р., канд. техн. наук, профессор)*

Дорожные знаки играют одну из важнейших ролей в нашей жизни, благодаря им мы остаемся в безопасности. Дорожные знаки сохранили тысячи жизней. Они предупреждают о множестве нюансов на дороге, помогая верно и своевременно разобраться в конкретной дорожной ситуации. Производство дорожных знаков заключается в строгом соблюдении стандартов. В Республике Беларусь к знакам дорожного движения применяется ГОСТ 32945-2014.

Но, к сожалению, не все дорожные знаки полноценно выполняют свою задачу. При различных факторах они могут быть не видны, плохо читаемы или, элементарно, выполнены из некачественного материала. Поэтому в настоящее время с этим борются тысячи компаний, используя новейшие технологии, чтобы исправить эти недоработки.

Использование современной техники, материалов, к которым предъявляются специальные требования и технологии, способствует выпуску качественной продукции: дорожные знаки с повышенной четкостью, устойчивые к неблагоприятным погодным условиям и негативному воздействию окружающей среды (Рис. 1).

Раньше для изготовления дорожных знаков использовали обычную сталь, но сейчас широкое применение получила оцинкованная сталь, выигрывая в ряде свойств: коррозионная стойкость, наличие защитного цинкового слоя, что увеличивает износостойкость металла.

Для нанесения изображения на уже готовую форму используются специальные пленки, где в основе лежит светоотражающий полимерный материал. Они отлично переносят климатические, механические нагрузки и эффективны для использования как в дневное, так и в ночное время.

В наше время наибольшую популярность набирают пленки на основе флуоресцентных кристаллов, которые реагируют на прошедшее через объект излучение.



Рисунок 1 – Дорожные знаки

Основные этапы изготовления дорожных знаков:

- для изготовления качественных и долговечных знаков используют металлическую основу, толщиной 0,8-1 мм. В качестве материала используют оцинкованный металл. После этого из материала вырезают форму знака: круг, прямоугольник, треугольник или квадрат. После этих процессов проводят отбортовку изделия.
- на лицевую сторону дорожного знака клеят специальную плёнку. При этом на пленке заранее печатают дорожный знак.
- для тыльной стороны знака используется полимерное покрытие, не отражающее свет автомобильных фар;
- с обратной стороны знака крепятся ручки, которые изготавливают из обычной стали и покрывают, в целях защиты, краской, чтобы замедлить процесс коррозии, далее их устанавливают на столбы;
- далее сверху наносят специальное покрытие, выполняющее функцию защиты пленки от неблагоприятных погодных условий и воздействий окружающей среды.

Литература:

1. Твое авто [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://tvoe-avto.com/23526-kak-izgotavlivayutsya-sovremennye-dorozhnye-znaki.html>
2. РТ Знак [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://rt-znak.ru/stati/34-sposoby-izgotovleniya-dorozhnykh-znakov>

3. НОКС. Там где дороги [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://rusdorinfo.ru/izgotovlenie>
4. Электронный учебно-методический комплекс по учебной дисциплине «Автомобильные дороги» (Мытько Л. Р.) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://rep.bntu.by/handle/data/103434>

ДЕФЕКТЫ ДОРОЖНЫХ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

*Толстикова Надежда Александровна, студентка 5-го курса
кафедры «Автомобильные дороги»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Бабаскин Ю.Г., канд. тех. наук, профессор)*

Одним из недостатков дорожных цементобетонных покрытий является возникновение и развитие так называемых объемных деформаций под действием климатических факторов, а также при неработающих деформационных швах, в цементобетонных покрытиях возникают как растягивающие, так и сжимающие напряжения, которые является одной из причин возникновения дефектов.

Дефект – это элемент автомобильной дороги, в котором свойства этого элемента не соответствуют требованиям, предъявляемым к дороге по прочности, безопасности и функционированию.

На основании «Классификатора дефектов при оценке эксплуатационного состояния и качества содержания автомобильных дорог общего пользования» /1/ дефекты, возникающие на автомобильных дорогах, классифицируются по следующим признакам: по принадлежности к конструктивным элементам; по влиянию на работоспособность дороги; по способу устранения.

Особое внимание занимают дефекты, которые влияют на работоспособность дороги, поскольку от них зависит долговечность дороги и безопасность движения. В результате возникновения различных причин в дорожном цементобетонном покрытии возникают дефекты, которые можно разделить на отдельные группы.

Группа А включает: проломы, просадку и вспучивание, вертикальное смещение плит и разрушение их кромок, коробление плит. Эти дефекты весьма опасны, поскольку они напрямую влияют на движение транспортного средства.

Группа Б включает: износ покрытия под многократным воздействием колеса транспортного средства, приводящее к уменьшению толщины покрытия; шелушение – разрушения верхнего слоя покрытия, также приводящее к уменьшению толщины покрытия, и как следствие, нарушению ровности; выбоины и раковины, имеющие местное разрушение покрытия. Наличие этих дефектов в основном отражается на снижении коэффициента сцепления колеса автомобиля с дорожным покрытием и увеличением риска возникновения ДТП.

Группа В, включает такие дефекты как: трещины поперечные и косые сквозные, волосяные усадочные и поверхностные, трещины продольные сквозные. Наличие этих дефектов влияют на проникновение влаги и солевых растворов в толщу дорожной одежды.

Эксплуатационное состояние автомобильной дороги оценивается следующими требованиями:

- ровностью (метод профилирование по IRI) а зависимости от уровня требований (5 уровней), зависящих от интенсивности движения: для первого уровня – не более 4,1 мм/м; для второго – не более 5,5 мм/м.

- коэффициента сцепления не менее 0,35 /2/;

- сроки устранения дефектов – не более 14 дней /2/;

- выступ плит не более 4 см;

- предельно допустимые величины дефектов по ТКП 45-3.03-19 /3/:

- вертикальное смещение плит бетонного покрытия в зависимости от уровня требований - 1 и 2 – не более 2 см;

- выбоины площадью не более 0,09 м² и глубиной не более 5 см: 1 – 0,5 м²/км, 2 – 2,0 м²/км (более указанных величин не допускаются).

При возникновении дефектов необходимо своевременно принимать меры по их ликвидации /4/. В начальный период (при небольшом сроке после окончания строительства) ликвидировать дефекты можно при помощи проведения профилактических работ. Одним из эффективных методов является гидрофобизация поверхности бетонных плит или устройство слоев износа. Гидрофобизаторы – это растворы, которые применяют для защиты от проникновения влаги в пористую среду материала. Они улучшают водоотталкивающие и морозозащитные свойства бетона.

При появлении мелких трещин, которые характеризуются глубиной развития менее половины толщины плиты, эффективно применение мастик и шпаклевок. В случае возникновения глубоких трещин, т.е. при глубине развития более половины покрытия, рекомендуется производить вырезку разрушенного бетона с последующим армированием и укладкой нового бетона. К этому виду ремонта относится и восстановление деформационных швов и сколов кромки плит. В этом случае, при ремонте деформационных швов, производят демонтаж изоляционного материала, расшивку шва и его заполнение новым герметиком. Сколы ликвидируют путем ямочного ремонта.

При значительном нарушении ровности бетонного покрытия или качания плит при проезде автомобиля, производят подъем просевших плит до уровня соседних и закачивание специальных растворов под их основание. При незначительном пороге или возникшей неровности размером свыше 25 мм, что приводит к возникновению вибрации транспортного средства, можно

ограничиться фрезерованием выступающей части плиты или неровности. Если разрушения затрагивают не только бетонную плиту, но и основание, необходимо удалить разрушенную часть плиты, усилить основание песчаной или щебеночной подушкой и произвести бетонирование, с обязательным армированием участка разрушения.

Одним из площадных разрушений цементобетона является такой вид дефекта, как шелушение. Особенно он опасен при возникновении на аэродромных покрытиях, поскольку образовавшиеся: цементная пыль, могут попасть в двигатель самолета, что отразится на их работоспособности. Борьба с шелушением может проводиться следующими способами: стабилизацией поверхности, если глубина шелушения не превышает 5 мм; ремонтом на глубину до 10 мм с фрезерованием и укладкой гидрофобизирующего раствора; ремонтом на глубину более 10 мм. В этом случае требует применение безусадочной ремонтной смеси. Благодаря металлической фибре с высоким содержанием углерода такие смеси обладают повышенной стойкостью к динамическим воздействия и набирают прочность через 7 суток равную 80% от максимальной прочности при 28 сутках.

На основании выполненного анализа видов дефектов и методов их устранения можно сделать следующее заключение. Во-первых, возникающие дефекты на дорожных цементобетонных покрытиях хорошо изучены, классифицированы и систематизированы под виды ремонтных работ. Во-вторых, для выбора вида ремонта необходимо не только собрать количественный состав разрушений, но и установить причину этих разрушений для правильного выбора вида ремонта. В-третьих, разработка новых рецептов, используемых материалов при ремонте, а также способов устранения дефектов, является важной задачей научно-исследовательских работ, направленных на улучшение качества цементобетонных покрытий автомобильных дорог.

Литература:

1. Дорожный методический документ. ДМД 02191.5.001-2006 «Классификатор дефектов при оценке эксплуатационного состояния и качества содержания автомобильных дорог общего пользования». «Белавтодор». Минск. 2006. С 83.
2. Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. СТБ 1291-2016. Госстандарт Минск. 2017. С 27.
3. Автомобильные дороги. Нормы проектирования. ТКП 45-3.03-19-2006. Министерство архитектуры и строительства РБ. Минск. 2006. С 47.
4. Дорожный методический документ. ДМД 02191.2.005-2006. Методические рекомендации по ремонту цементобетонных покрытий автомобильных дорог. «Белавтодор». Минск. 2007. С 55.

АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

*Шебеко Максим Русланович, Хомич Денис Витальевич,
студенты 5-го курса кафедры «Автомобильные дороги»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Мордас М.С., старший преподаватель)*

Анализ производственной мощности предприятия является важным инструментом для управления производственными процессами. Он позволяет оценить эффективность использования имеющихся ресурсов и выявить потенциальные возможности для увеличения производительности и прибыльности.

Для оценки объема производства необходимо определить максимальную производительность предприятия в текущих условиях. Это можно сделать путем анализа производственных мощностей, технологических возможностей и кадрового потенциала. Например, если производственные мощности позволяют производить 1000 единиц продукции в месяц, а кадровый потенциал позволяет работать в две смены, то максимальный объем производства составит 2000 единиц продукции в месяц.

Для оценки эффективности использования имеющегося оборудования необходимо провести анализ его состояния и технических характеристик. Если оборудование устарело или не соответствует требованиям производства, то необходимо рассмотреть возможность его замены или модернизации. Также необходимо оценить эффективность использования оборудования в рамках производственного процесса. Например, если оборудование может работать на 8 часов в день, а производство осуществляется только 4 часа в день, то это говорит о неэффективном использовании ресурсов.

Для оценки эффективности использования кадрового потенциала необходимо провести анализ квалификации сотрудников, их мотивации и уровня производительности. Если кадровый потенциал не соответствует требованиям производства, то необходимо рассмотреть возможность его улучшения путем обучения и повышения квалификации. Также необходимо оценить эффективность использования кадрового потенциала в рамках производственного процесса. Например, если сотрудники работают только 4 часа в день, а кадровый потенциал позволяет работать в две смены, то это говорит о неэффективном использовании ресурсов.

Для оценки эффективности использования материалов необходимо провести анализ затрат на их приобретение и использование. Если затраты на материалы слишком высоки, то необходимо рассмотреть возможность снижения затрат путем оптимизации производственного процесса или замены материалов на более дешевые. Также необходимо оценить эффективность использования материалов в рамках производственного процесса. Например, если из-за неправильного использования материалов происходят потери, то это говорит о неэффективном использовании ресурсов.

Для оценки конкурентоспособности предприятия необходимо провести анализ рынка и конкурентов. Если предприятие не может конкурировать на рынке из-за высоких цен или низкого качества продукции, то необходимо рассмотреть возможность улучшения качества продукции и снижения цен. Также необходимо оценить эффективность маркетинговой стратегии предприятия. Например, если предприятие не использует все возможности для продвижения своей продукции на рынке, то это говорит о неэффективном использовании ресурсов.

Таким образом, анализ производственной мощности предприятия является важным инструментом для управления производственными процессами. Он позволяет выявить потенциальные возможности для увеличения производительности и прибыльности, а также определить необходимые меры для их реализации. Для проведения анализа необходимо рассмотреть объем производства, использование оборудования, кадровый потенциал, использование материалов и конкурентоспособность предприятия.

Литература:

1. <https://up-pro.ru/encyclopedia/proizvodstvennaya-moschnost/>
2. https://studref.com/666896/ekonomika/analiz_ishpolzovaniya_proizvodstvennoy_moschnosti_predpriyatiya
3. <https://buklib.net/books/31509/>

МЕТОДИКА ВЫЯВЛЕНИЯ И ПОДСЧЕТА РЕЗЕРВОВ В ЭКОНОМИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ ПРЕДПРИЯТИЯ

*Шестак Дмитрий Андреевич, Муравьев Кирилл Олегович,
студенты 5-го курса кафедры «Автомобильные дороги»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Мордас М.С., старший преподаватель)*

В экономическом контексте термин «резерв» обладает двойным значением. С одной стороны, под резервами понимаются необходимые запасы — такие как сырье, материалы, оборудование, топливо — для стабильной работы предприятия. С другой стороны, резервы представляют собой потенциал для улучшения производственной эффективности.

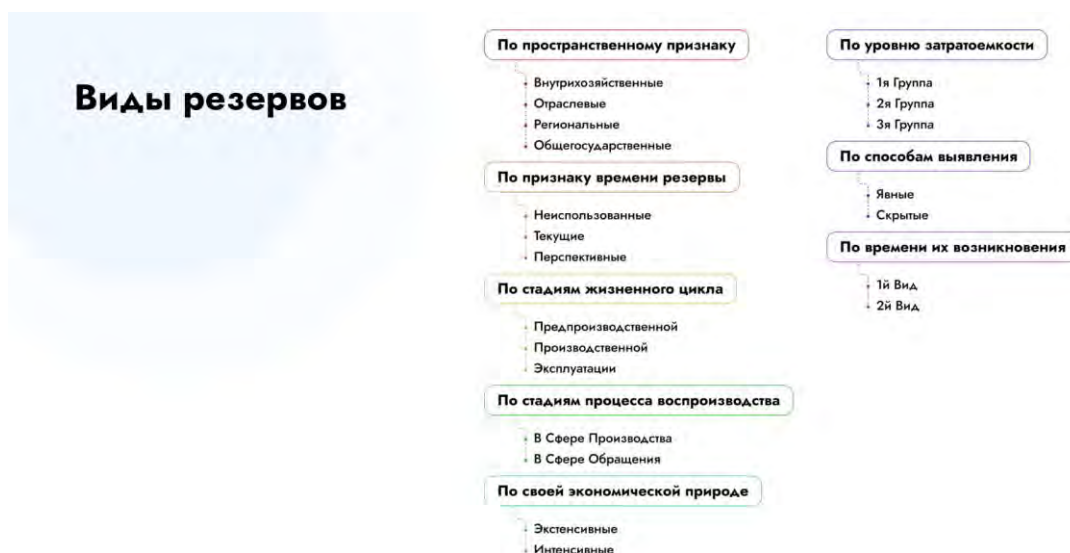


Рисунок 1 – Виды резервов

Резервы можно классифицировать по пространственным критериям на четыре группы: предприятия, отрасли, региона и нации. Предприятий ограничены внутренним потенциалом, отраслевые связаны с инновациями в отрасли, региональные зависят от географии, а национальные включают общенациональные экономические изменения.

В зависимости от времени, резервы классифицируются как прошлые (неиспользованные), настоящие (текущие) и будущие (перспективные). Прошлые резервы указывают на упущенные в прошлом возможности. Настоящие резервы представляют собой возможности для немедленного улучшения.

Резервы в экономике проходят через три этапа: подготовка к производству, сам производственный процесс и последующее использование продукции. На первом этапе ключевыми являются планирование и разработка, на втором - внедрение технологий и производство, а на третьем - эффективное обслуживание и экономия ресурсов.

Также резервы делятся на основе процесса воспроизводства на производственные и связанные с обращением. Производственные резервы касаются улучшения процессов производства, в то время как резервы в области обращения сосредоточены на оптимизации логистики, хранения и распределения продукции.

С точки зрения их экономической сути, резервы подразделяются на экстенсивные, связанные с привлечением дополнительных ресурсов, и интенсивные, фокусирующиеся на эффективном использовании существующих ресурсов.

В зависимости от уровня затрат, необходимых для их реализации, резервы группируются в три категории: с низкими затратами, средними затратами и высокими затратами.

Наконец, резервы можно классифицировать по способам их выявления на явные и скрытые. Явные резервы легко обнаруживаются через бухгалтерский учёт и отчётность, в то время как скрытые требуют более глубокого и комплексного анализа.

Таким образом, глубокое понимание различных типов и классификаций экономических резервов способствует эффективному и целенаправленному их поиску и использованию, что в конечном итоге способствует повышению производительности и устойчивому развитию предприятий и экономики в целом.

Литература:

1. А. С. Зиневич, Экономический анализ деятельности предприятия, Минск 2023.

УМНЫЕ ДОРОГИ БУДУЩЕГО: ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

*Зеленкевич Евгений Витальевич, Маринин Александр Андреевич,
студенты 5-го курса «Автомобильные дороги»
Белорусский национальный технический университет
(Научный руководитель – Зленко Л.В., старший преподаватель)*

Умная дорога представляет собой непрерывную и инновационную систему, которая объединяет человека, транспортные средства и окружающую среду. Она использует передовые концепции взаимодействия между всеми этими субъектами, а также обеспечивает анализ погодных условий, таких как температурный режим и количество осадков. Все эти процессы осуществляются в автоматизированном и интеллектуальном режиме, с учетом внутренних и внешних факторов, чтобы гарантировать наиболее эффективную работу всех инженерных систем.



Рисунок 1 – «Умная» дорога

Суть умной дороги заключается в том, что она объединяет транспортную инфраструктуру и современные технологии, чтобы обеспечить более безопасное и эффективное передвижение всех участников дорожного движения. Используя передовые методы и инструменты, система умной дороги предоставляет возможность автоматического контроля и управления различными аспектами дорожной инфраструктуры.

Одной из ключевых особенностей умной дороги является способность анализировать погодные условия и принимать решения в реальном времени. Благодаря этому, система способна предупреждать об опасных погодных условиях, таких как сильные дожди, гололед или сильные ветра. Это позволяет водителям и другим участникам движения принимать меры предосторожности и выбирать наиболее безопасные маршруты.

Кроме того, умная дорога оснащена современными технологиями, такими как система позиционирования GPS и системы связи, которые обеспечивают постоянную связь между различными участниками дорожного движения. Благодаря этому, система способна предоставлять актуальную информацию о состоянии дороги, пробках или других препятствиях, что помогает водителям принимать информированные решения и снижает время путешествия.

Важным аспектом умной дороги является также возможность автоматизации работы различных инженерных систем. Система способна задавать и контролировать режимы работы освещения, дорожных знаков и сигнализации в зависимости от текущих условий. Например, при плохой видимости система может автоматически активировать дополнительное освещение и предупредительные знаки, чтобы повысить безопасность дорожного движения.

Умная дорога также способна обеспечивать управление трафиком и оптимизировать поток автомобилей. С помощью алгоритмов и моделей искусственного интеллекта система способна предсказывать будущее движение транспортных средств и распределять потоки таким образом, чтобы снизить конгестии и сократить время простоя.



Рисунок 2 – Проект «умной» дороги

Как результат, умная дорога представляет собой инновационную систему, которая способна существенно улучшить безопасность и эффективность дорожного движения. Она объединяет передовые технологии с традиционной

транспортной инфраструктурой, чтобы создать наиболее комфортные условия для всех участников дорожного движения. Развитие умных дорог влияет на развитие городов, экономику региона и благополучие общества в целом.

Литература:

1. Интернет ресурс: [https:// trends.rbc.ru/](https://trends.rbc.ru/)
2. Интернет ресурс: [https:// iot.ru/](https://iot.ru/)
3. Интернет ресурс: [https:// autogoda.ru/](https://autogoda.ru/)
4. Интернет ресурс: [https:// techinsider.ru/](https://techinsider.ru/)

ПРОДОЛЬНАЯ И ПОПЕРЕЧНАЯ ШУМОВАЯ РАЗМЕТКА КАК ИННОВАЦИЯ В ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

*Зеленкевич Евгений Витальевич, Маринин Александр Андреевич,
студенты 5-го курса «Автомобильные дороги»
Белорусский национальный технический университет
(Научный руководитель – Зленко Л.В., старший преподаватель)*

Во многих европейских странах широко применяются продольная шумовая или вибрирующая разметка на дорогах, которая служит предупреждением водителям о приближении или пересечении опасных участков. Эти инновационные меры безопасности активно используются на автострадах с целью предотвращения непреднамеренного съезда автомобиля с полосы движения.

Продольная шумовая или вибрирующая разметка представляет собой специальные полосы или рельефные элементы, размещенные на дорожном покрытии. Когда автомобиль съезжает с полосы, его колеса проезжают по таким разметочным элементам, создавая характерный шум или вибрацию. Это незамедлительно привлекает внимание водителя и предупреждает его о возможной опасности.



Рисунок 1 – Вибрирующая разметка

Применение продольной шумовой или вибрирующей разметки на автострадах имеет ряд важных преимуществ. Во-первых, она способствует соблюдению рядности движения, так как водитель получает ясный сигнал о своем отклонении от полосы. Это особенно важно в условиях высокой интенсивности движения и при высоких скоростях, когда даже незначительное отклонение может привести к серьезным аварийным ситуациям.

Во-вторых, продольная шумовая или вибрирующая разметка снижает риск возникновения аварийных ситуаций. Она предупреждает водителя о возможной опасности и дает ему возможность принять необходимые меры для предотвращения аварии. Благодаря этому инновационному решению количество дорожных происшествий снижается, что способствует улучшению безопасности на дорогах.

Кроме того, продольная шумовая или вибрирующая разметка является эффективным инструментом для повышения осведомленности водителей о правилах дорожного движения. Она напоминает о необходимости соблюдать рядность и быть внимательным за рулем. Такое постоянное напоминание способствует формированию безопасной и ответственной дорожной культуры.



Рисунок 2 – Продольная шумовая разметка

В заключение, продольная шумовая или вибрирующая разметка на автострадах Европы является эффективным средством предупреждения водителей о возможных опасностях и снижения риска аварийных ситуаций. Она

способствует соблюдению рядности движения и повышению безопасности на дорогах. Внедрение таких инновационных решений в других странах может существенно улучшить дорожную обстановку и снизить количество дорожных происшествий.

Литература:

1. Интернет ресурс: <https://rovnyadoroga.ru/>
2. Интернет ресурс: [https:// igrader.ru/](https://igrader.ru/)
3. Интернет ресурс: [https:// drivertip.ru/](https://drivertip.ru/)

СЕКЦИЯ 3

ГЕОДЕЗИЯ И АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ ГЕОТЕХНОЛОГИИ

МЕНЕДЖМЕНТ КАК СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИЕЙ В РЫНОЧНЫХ УСЛОВИЯХ

*Евстрат Ольга Владимировна, студент 4-го курса
кафедры «Геодезия и аэрокосмические геотехнологии»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Кашура В.Н., старший преподаватель)*

Менеджмент понимает под собой функцию управления, иными словами, является одним из видов профессиональной деятельности по управлению людьми в любой отрасли экономики.

Менеджмент в сфере геодезии объединяет различные аспекты управления организацией, такие как: планирование, мотивация, организация, контроль и координация. Данная перечень необходима для достижения целей и является фундаментом для эффективного функционирования организации [1].

Оптимизация процессов производства является одной из наиболее важных задач управления, для достижения этой цели необходимо грамотно организовать полевые и камеральные работы, имеющие свои специфические особенности и влияние на эффективность производства. Рассмотрим наиболее подробно каждый вид работ.

Полевые работы подразумевают выполнение процессов производства вне офиса. Зачастую такие работы требуют физического присутствия на месте выполнения задач. При их организации также учитываются факторы трудовых процессов и погодные условия, которые непосредственно отражаются на самой работе.

В отличие от полевых работ, камеральные работы выполняются в специально оборудованном помещении или в офисе, однако с развитием технологий, обработка данных может выполняться на месте. При таких работах от сотрудника требуется значительная скрупулёзность и точность в расчетах. Важным преимуществом камеральных работ является возможность более детального исследования и анализа данных, полученных с полевых работ.

Рассмотрим основные особенности при организации этих видов работ:

1. Управление должно обеспечивать взаимодействие между работниками, выполняющие камеральные и полевые работы.

2. Грамотное распределение ресурсов и выставление приоритетов между геодезическими работами.

3. Организация производства камеральных и полевых работ может влиять на принятие управленческих решений (например, полевые работы могут потребовать оперативного реагирования со стороны организации, связанное с ухудшением погодных условий) [2].

Поскольку организация является неотъемлемой частью функцией менеджмента, и предполагает грамотное распределение ресурсов и установление структуры, что позволяет достичь максимальной эффективности. Кроме того, менеджмент создает структуру, способную молниеносно реагировать на изменение в сфере геодезии.

Оценивая эффективность деятельности организации используют такое понятие как контроль, позволяющий предпринять соответствующие меры для улучшения процессов. При согласовании действий различных подразделений и сотрудников для достижения общих целей и выполнения проектов в срок в структуру организации вводится такой аспект как координация.

Кроме того, на просторах менеджмента существует понятие как звезда качества. Она представляет собой награду, присуждаемую организации за высокое качество услуг или продукции. Ее получение может стать одним из главных преимуществ в привлечении новых клиентов и укреплении своей репутации на рынке. Поэтому любая организация стремится к получению звезды качества [3].

Исходя из вышесказанного отметим, что менеджмент позволяет организации адаптироваться к изменениям в отрасли и достигать поставленных целей и задач, что отражается на рациональном использовании ресурсов и управление работниками. Одним словом, менеджмент позволяет организации быть конкурентоспособным.

Литература:

1. Менеджмент как управление в условиях рыночной экономики [Электронный ресурс] – Академия Труда и Социальных Отношений: Режим доступа: <https://otherreferats.allbest.ru/> – Дата обращения: 10.10.2023
2. Современные подходы к анализу эффективности производства продукции в управлении промышленным предприятием [Электронный ресурс] – Научный результат. экономические исследования: Режим доступа: <http://reconomic.ru/> – Дата обращения: 13.10.2023
3. Основные этапы развития систем качества [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://victor61058.narod.ru> – Дата обращения: 16.10.2023

МОРАЛЬНЫЕ КАЧЕСТВА И ПОЛИТИЧЕСКАЯ ЗРЕЛОСТЬ РУКОВОДИТЕЛЯ

*Алехнович Виктория Валерьевна, студент 4-го курса
кафедры «Геодезия и аэрокосмические геотехнологии»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научные руководители – Рак И.Е., канд. техн. наук;
Кашура В.Н., старший преподаватель)*

Моральные качества и политическая зрелость руководителя являются важными аспектами его профессиональной деятельности, включая сферу геодезии. Геодезисты, как и другие специалисты, зависят от качественного руководства, которое обеспечивает эффективную работу и развитие отрасли.

Одним из важных моральных качеств руководителя является честность. Геодезисты работают с географическими данными, которые могут быть критическими для различных проектов, включая строительство и инфраструктурные работы. Руководитель должен быть честным и непредвзятым в своей работе, чтобы гарантировать точность и надежность результатов геодезических измерений.

Еще одним важным качеством руководителя является ответственность. Геодезисты часто работают на строительных площадках и выполняют измерения, которые могут иметь большое значение для безопасности и стабильности сооружений. Руководитель должен быть ответственным и заботиться о том, чтобы его команда выполняла свои обязанности с высоким уровнем профессионализма и точности.

Кроме того, руководитель должен обладать этическими принципами и уметь принимать этические решения. Геодезисты работают с конфиденциальной информацией, которая может быть использована в корыстных целях или нарушена. Руководитель должен быть этичным и уметь защищать права и интересы своей команды, а также клиентов и заказчиков.

Еще одним важным аспектом для руководителя в сфере геодезии является умение эффективно коммуницировать и устанавливать связи с другими профессионалами и заинтересованными сторонами. В работе геодезистов часто требуется сотрудничество с инженерами, архитекторами, строителями и представителями государственных органов. Руководитель должен быть способен устанавливать доверительные отношения и эффективно общаться с

этими людьми, чтобы обеспечить успешное выполнение проектов и достижение поставленных целей.

Кроме того, руководитель в геодезии должен обладать навыками управления ресурсами, включая бюджетирование, планирование и распределение задач. Он должен быть способен эффективно управлять временем и ресурсами, чтобы обеспечить выполнение проектов в срок и в рамках бюджета.

Все эти аспекты вместе помогают создать успешную и профессиональную среду в сфере геодезии, где руководитель способен эффективно руководить командой, устанавливать связи с другими профессионалами и достигать поставленных целей.

В данной статье была рассмотрена важность моральных качеств и политической зрелости руководителя в сфере геодезии. Она подчеркнула необходимость честности и ответственности для обеспечения точности и безопасности геодезических измерений. Также было отмечено значение политической грамотности и способности адаптироваться к изменяющимся политическим условиям. Важность этических принципов и принятия этических решений в работе геодезистов также была подчеркнута.

В целом, эти аспекты являются неотъемлемой частью профессионального роста и успеха в сфере геодезии. Руководитель, обладающий высокими моральными качествами и политической зрелостью, способен эффективно руководить командой и принимать важные решения, учитывая этические и политические аспекты. Такой руководитель способен создать надежную и безопасную рабочую среду для своих сотрудников, а также обеспечить качество и точность геодезических измерений.

В итоге, развитие моральных качеств и политической зрелости является важной задачей для руководителей в сфере геодезии. Эти аспекты помогают не только достичь успеха в профессиональной деятельности, но и способствуют созданию этических и безопасных условий работы.

Литература:

1. Неверов, А. В. Управление персоналом: учебное пособие / А. В. Неверов. – Минск: БГТУ, 2009. – 296 с.
2. Золотогоров, В. Г. Организация производства и управление предприятием: учебное пособие / В. Г. Золотогоров. – Минск: Книжный дом, 2005. – 448с.
3. Мильнер, Б. З. Теория организации: учебник / Б. З. Мильнер. – 4-е изд. – Москва: ИНФРА-М, 2005. – 648 с.

ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ РАБОЧИХ И СПЕЦИАЛИСТОВ. АТТЕСТАЦИЯ

*Купчик Данила Александрович, студент 4-го курса
кафедры «Геодезия и аэрокосмические геотехнологии»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научные руководители – Кашура В.Н., старший преподаватель;
Гармаза О.Е., старший преподаватель)*

Повышение квалификации рабочих и специалистов – это процесс обучения и развития профессиональных навыков и компетенций, направленный на улучшение качества работы и повышение производительности труда. Это может включать в себя как формальное обучение на курсах, так и неформальное, например, обучение на рабочем месте, наставничество, самостоятельное изучение новых технологий и методов работы.

Основные цели повышения квалификации рабочих и специалистов:
улучшение профессиональной подготовки сотрудников;
мотивация сотрудников к непрерывному обучению и развитию;
повышение производительности труда;
увеличение конкурентоспособности организации на рынке труда;
снижение текучести кадров;
обеспечение соответствия профессиональных компетенций сотрудников требованиям рынка и современным технологиям;
подготовка персонала к работе в условиях быстро меняющихся технологий.

Существуют различные формы повышения квалификации:
обучение на курсах и семинарах;
наставничество;
самостоятельное изучение новых технологий;
стажировки;
тренинги;
дистанционное обучение;
обучение в рамках корпоративного университета.

Аттестация рабочих – это система оценки профессиональных качеств и квалификации работника, проводимая с целью определения его соответствия занимаемой должности и повышения эффективности работы. Она включает в

себя проведение экзаменов, тестов, собеседований и других мероприятий, направленных на определение уровня знаний и навыков работника.

Аттестация может проводиться как на регулярной основе, так и в случае возникновения необходимости в оценке квалификации сотрудника. Регулярная аттестация позволяет контролировать профессиональный рост работников и выявлять области, требующие дополнительного обучения или повышения квалификации.

Одним из основных преимуществ аттестации является возможность выявить слабые стороны работника и разработать план его развития. Кроме того, аттестация помогает определить, соответствует ли сотрудник занимаемой должности, и при необходимости принять меры по его перемещению на другую позицию.

Однако аттестация может вызывать стресс у сотрудников, особенно если они не готовы к ней или не уверены в своих знаниях и навыках. Чтобы избежать этого, важно проводить предварительную подготовку и информирование работников о предстоящей аттестации.

Также стоит отметить, что проведение аттестации требует определенных затрат, связанных с организацией процесса, подготовкой документов и проведением самой процедуры. Однако эти затраты могут быть оправданы повышением эффективности работы сотрудников и улучшением качества продукции или услуг.

Литература:

1. А. Большаков "Менеджмент". Учебное пособие. СПб, изд. ЗАО "ПИтер", 2000 г. Серия Краткий курс.
2. А. Я. Кибанов, Д. К. Захаров "Организация управления персоналом на предприятии" - М. ГАУ, 1994 г.

СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ РУКОВОДСТВА. МОЛОДОЙ СПЕЦИАЛИСТ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

*Миронов Никита Сергеевич, студент 4-го курса
кафедры «Геодезия и аэрокосмические геотехнологии»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научные руководители – Рак И.Е., канд. техн. наук;
Кашура В.Н., старший преподаватель)*

Социально-психологические методы руководства играют важную роль в успешном управлении командой молодого специалиста на производстве, включая и геодезиста. В данном реферате рассмотрим основные аспекты этих методов и их применение в работе геодезиста.

Коммуникация является одним из ключевых аспектов эффективного руководства. Геодезисту необходимо уметь ясно и четко выражать свои мысли, а также быть готовым слушать и понимать своих подчиненных. Важно установить доверительные отношения с командой и создать атмосферу открытого общения. Например, геодезист должен четко объяснять задачи и требования, учитывая особенности каждого сотрудника, и быть готовым выслушать их мнение или предложения.

Ещё одним важным аспектом для успешного развития молодых специалистов в сфере геодезии является наставничество или менторинг. Ментор — это опытный и уважаемый профессионал, который помогает молодому специалисту освоиться в новой среде работы, обучает его профессиональным навыкам, делится своим опытом и знаниями.

Менторинг помогает молодым специалистам быстрее адаптироваться к рабочей среде, улучшить свои профессиональные навыки и повысить уровень самооценки. Ментор может предоставить ценные советы и рекомендации, помочь развить стратегическое мышление и принятие решений, а также поддерживать молодого специалиста в трудных ситуациях.

Мотивация также играет важную роль в руководстве командой. Молодому геодезисту необходимо находить источники мотивации для своей команды, будь то финансовые стимулы, возможность профессионального роста или признание за выполненную работу. Например, геодезист может предложить дополнительные бонусы за выполнение сложных задач или повышение квалификации в области геодезии.

Развитие лидерских навыков также является неотъемлемой частью успешного руководства. Геодезист должен быть готов принимать ответственность за принимаемые решения и уметь вести команду к достижению поставленных целей. Для этого могут быть использованы различные тренинги и курсы по развитию лидерских качеств. Например, геодезист может пройти курсы по управлению проектами или повышению эффективности работы команды.

Управление конфликтами также является необходимым фактором руководства. Молодому геодезисту важно научиться эффективно управлять конфликтами, чтобы они не негативно сказывались на работе команды. Для этого необходимо развивать навыки медиации, умение находить компромиссы и строить диалог с конфликтующими сторонами. Геодезисту важно быть объективным и справедливым при разрешении конфликтов между членами команды, а также уметь находить компромиссы, чтобы сохранить работоспособность коллектива.

Нельзя забывать и о развитии эмоционального интеллекта. Молодому геодезисту важно развивать свой эмоциональный интеллект, чтобы лучше понимать свою команду и уметь эффективно реагировать на эмоциональные ситуации. Геодезист должен быть эмоционально устойчивым и способным контролировать свои эмоции, особенно в стрессовых ситуациях на производстве.

Таким образом, социально-психологические методы руководства играют важную роль в успешном управлении командой молодого геодезиста на производстве. Коммуникация, мотивация, развитие лидерских навыков, управление конфликтами и развитие эмоционального интеллекта – все эти аспекты помогут молодому геодезисту стать успешным руководителем своей команды.

Социально-психологические методы руководства играют важную роль в успешном развитии молодых специалистов на производстве, особенно в сфере геодезии. Коммуникация, мотивация, руководство и поддержка, развитие команды и решение конфликтов - все эти аспекты помогают создать благоприятную рабочую атмосферу и повысить производительность труда. Молодым специалистам необходимо осознать важность этих методов и развивать соответствующие навыки, чтобы достичь успеха в своей профессии.

Литература:

1. Неверов, А. В. Управление персоналом: учебное пособие / А. В. Неверов. – Минск: БГТК, 2009. – 296 с.
2. Иванова Е. Н. Социально-психологические факторы адаптации молодых специалистов на предприятии / Иванова Е.Н. – Москва: МГТУ, 2014. – 128 с.

УПРАВЛЕНИЕ ТРУДОВОЙ ДИСЦИПЛИНОЙ

*Гормаиш Дарья Игоревна, студент 4-го курса
кафедры «Геодезия и аэрокосмические геотехнологии»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научные руководители – Кашура В.Н., старший преподаватель;
Гармаза О.Е., старший преподаватель)*

Производственный процесс – это совокупность всех операций и действий, необходимых на данном предприятии для изготовления продукции. Он включает в себя все этапы от подготовки исходных материалов до готового продукта или оказания услуги.

Трудовая дисциплина является неотъемлемой частью производственного процесса, влияющая на все его этапы. Самым главным этапом является получения качественной продукции за минимальный срок, используя все необходимые технологии. Исполнение добросовестно трудовых обязанностей, приводит к эффективному и организованному труду в организации или предприятии. Поведение работников во время исполнения ими своих обязанностей, определяющих их права и обязанности регулируется Трудовым кодексом Республики Беларусь от 26 июля 1999 г. №296-3.

В соответствии со статьёй 194 ТК трудовой распорядок для работников определяется:

1. правилами внутреннего трудового распорядка, коллективными договорами, соглашениями, положениями и инструкциями по охране труда и другими локальными правовыми актами;
2. штатным расписанием;
3. должностными (рабочими) инструкциями работников;
4. графиками работ (сменности);
5. графиками отпусков.

Одной из основных характеристик трудовой дисциплины является точное и своевременное выполнение трудовых обязанностей. Работник должен прилагать усилия для выполнения поставленных перед ним задач в заданное время и при необходимости готов быть гибким и адаптироваться к условиям и изменениям в рабочих процессах. Нарушение трудовой дисциплины может привести к множеству негативных последствий, как для работника, так и для всей организации.

Управление дисциплиной – это процесс контроля и регулирования поведения и деятельности людей в организации или обществе. Цель управления дисциплиной заключается в поддержании порядка, предотвращении нарушений и обеспечении соблюдения правил и норм поведения.

Для поддержания дисциплины руководителю необходимо иметь и повышать свою квалификацию, обладать минимальными знаниями в психологии коллектива и уметь находить решения в спорных ситуациях, а также мотивировать коллектив на эффективную работу, используя поощрение за работу, а также применять методы дисциплинарных наказаний за несоблюдения необходимых правил труда. Кроме того, руководство должно создавать благоприятную атмосферу в коллективе, в которой работникам было бы комфортно и интересно работать. Коллективный дух и взаимопомощь также содействуют повышению трудовой дисциплины.

Для улучшения трудовой дисциплины необходимо:

1. Установить чёткие и реалистичные цели и сроки выполнения задач. Руководитель должен ясно объяснить, что ожидается от сотрудников, и установить правила и стандарты работы.

2. Обеспечить хорошую коммуникацию. Регулярные встречи, отчёты и обратная связь помогут сотрудникам понять, что от них ожидается, и предоставят возможность решить возникающие проблемы вовремя.

3. Создать комфортные условия работы. Важно обеспечить сотрудников необходимыми ресурсами, инструментами и оборудованием для выполнения задач. Это позволит им быть более продуктивными и сосредоточенными.

4. Развивать навыки самоорганизации. Постановка приоритетов, планирование времени и эффективное использование ресурсов помогут сотрудникам более организованно выполнять свою работу.

5. Поощрять и поддерживать достижения. Вознаграждение за хорошую работу и публичное признание успехов мотивируют сотрудников и помогают им чувствовать себя ценными членами команды.

6. Проводить обучение и тренинги. Регулярные обучающие мероприятия помогут сотрудникам развить необходимые навыки работы, личностные качества и мотивацию к развитию.

7. Установить систему ответственности. Чёткие правила и процедуры должны быть установлены, чтобы сотрудники понимали, что от них ожидается, и было понятно, какие последствия могут быть в случае несоблюдения правил.

8. Поддерживать здоровую рабочую атмосферу. Разрешение конфликтов, поощрение сотрудничества и поддержка коллег в создании позитивной рабочей среды, способствуют повышению трудовой дисциплины.

Все вышеперечисленные факторы могут помочь улучшить трудовую дисциплину, но каждая организация может иметь свои особенности, которые нужно учитывать.

Трудовая дисциплина является неотъемлемой частью эффективной работы организации. Она обеспечивает порядок, стабильность и успешность в трудовой деятельности. В свою очередь, повышение трудовой дисциплины требует усилий как со стороны работников, так и со стороны руководства. Только соблюдение трудовой дисциплины позволяет достичь прогресса и развития в рабочей сфере.

Литература:

1. Трудовой кодекс Республики Беларусь от 26 июля 1999 г. № 296-3
2. Володько., В. Ф. Организация производства и управление предприятием: учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальностям «Управление инновационными проектами промышленных предприятий», «Экономика и управление на предприятии», «Экономика», «Маркетинг», «Менеджмент (по направлениям)», «Логистика», «Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент» / В. Ф. Володько; Белорусский национальный технический университет, Кафедра "Менеджмент". - Минск: БНТУ, 2017. – 492 с.
3. Касперович, С. А. Организация производства и управление предприятием: учебное пособие для студентов технических специальностей / С.А. Касперович, Г.О. Коновальчик - Минск: БГТУ, 2012. – 344 с.

РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ГЕОДЕЗИИ

*Зановская Дарья Сергеевна, студент 1-го курса
кафедры «Геодезия и аэрокосмические геотехнологии»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Будо А.Ю., старший преподаватель)*

Геодезия – это наука об измерении и определении формы, размеров и положения Земли. К геодезии относятся также методы определения изображения земной поверхности на планах и картах и производства измерений в полевых условиях, которые непосредственно связаны с решением различных научных и практических задач. Современные технологии играют важную роль в современной геодезии, обеспечивая точность и оперативность выполнения геодезических измерений и анализа полученных данных. В статье рассматривается роль информационных технологий в геодезии и их влияние на развитие этой науки.

Использование ГИС в геодезии

Геоинформационная система (географическая информационная система, ГИС) — система сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных (географических) данных и связанной с ними информации о необходимых объектах.

Геоинформационные системы дают возможность управлять и анализировать пространственные данные. С помощью ГИС мы легко можем получить любые интересующие данные. Данная система может использоваться для создания цифровых карт, моделирования поверхности Земли, анализа изменений рельефа вследствие возможных отклонений и многих других задач. Понятие геоинформационной системы используется и в более узком смысле - как инструмент, позволяющий пользователям искать, анализировать и редактировать как цифровые карты местности, так и дополнительную информацию об объекте. С помощью ГИС геодезисты могут быстро и точно обрабатывать внушительные объемы данных, как следствие эффективность, скорость и точность значительно повышаются.

Использование GNSS в геодезии

Глобальная система позиционирования (GNSS) позволяет определять координаты точек на поверхности Земли с высокой точностью, что делает его удобным инструментом для проведения геодезических измерений. GNSS используется для определения положения геодезических сетей, создания

цифровых моделей местности, навигации и других задач. Благодаря GNSS могут проводиться измерения с высокой точностью и быстрыми результатами без лишних усилий.

Использование дистанционного зондирования в геодезии

Само по себе дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) представляет из себя наблюдение поверхности Земли наземными, авиационными, а также космическими средствами, которые оснащены различными видами съёмочной аппаратуры. Дистанционное зондирование является одним из методов получения информации об объекте или же явлении без физического контакта с данным объектом. ДЗЗ можно назвать подразделом географии, так как оно охватывает широкий диапазон данных. В настоящее время, термин в основном относится к технологиям воздушного или космического зондирования местности с целью обнаружения, классификации и анализа земной поверхности, а также атмосферы и океана. Космические аппараты дистанционного зондирования Земли также используются и для других целей, например, изучение природных ресурсов Земли и решения задач метеорологии, что также не мало важно для геодезии в полевых работах.

Сегодня ДЗЗ имеет большой вес в геодезии. С помощью спутниковых снимков можно получить подробную информацию о местности, высотах точек, изменениях местности и других интересующих параметрах. Огромным преимуществом считается то, что дистанционное зондирование даёт возможность наблюдать за изменениями на поверхности Земли, фиксировать их, а также создавать цифровые модели местности и выполнять другие задачи, что делает его незаменимым «помощником» геодезиста.

ГИС, GNSS и ДЗЗ позволяют геодезистам быстро и точно обрабатывать массивы данных, определять координаты точек с высокой точностью и создавать цифровые модели местности. Благодаря современным технологиям геодезисты имеют возможность эффективно выполнять свои задачи и получать точные результаты, а значит – качественно и не затрачивая много времени выполнять работы.

Справедливости ради стоит отметить, что информационные технологии имеют неопределимое значение не только в геодезии, а в целом в науке: они играют настолько важную роль в изучении окружающего мира, что без них невозможно представить современный мир и его дальнейшее развитие.

СЕКЦИЯ 4

МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

«УМНЫЕ» ДОРОГИ

Кузьмитович Денис Олегович, студент 1-го курса

кафедры «Механизация и Автоматизация дорожно-строительного комплекса»

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

(Научный руководитель – Лазуцкий М.О., преподаватель-стажер)

«Умные» дороги на сегодняшний день используют весь спектр технологических решений, основные задачи которые они решают – создание быстрого, эффективного, экологичного и безопасного дорожного движения. Умные дороги включают физическую инфраструктуру (датчики освещения, датчики воды, солнечные панели) а также технологии нейронных сетей, искусственного интеллекта и обработки данных.

Важную роль в структуре таких дорог исполняют «умные» знаки которые оповещают водителей о дорожной обстановке в данную минуту, таким образом водители могут оперативно изменять свой скоростной режим, маршрут следования.

Также следует отметить немаловажный факт, что своевременное и доходчивое информирование водителей транспортных средств и пешеходов о ситуации в транспортных коммуникациях (загруженность трафика, дорожные заторы, дорожно-транспортные происшествия, погодные-климатические условия) является сегодня крайне важнейшей задачей, решение которой создает предпосылки для рациональной координации в работе служб дорожного и ремонтного хозяйства. С применением технологий «умных» дорог и разработок в области связи и микроэлектроники, современное регулирование дорожного движения включает в себя анализ большого объема данных о дорожной обстановке, что предоставляет предварительный анализ потенциальных транспортных потоков, неэффективных и потенциально аварийных транспортных участков. Данная технология обеспечивает автоматическое регулирование движения на основе фактических данных, получаемых в режиме реального времени, что позволяет максимально быстро и эффективно регулировать движение транспортных потоков по всему городу.

Одним из компонентов инфраструктуры умных дорог выступает беспилотный автомобиль. Беспилотные автомобили используют данные от датчиков, но их широкое распространение затрудняется высокой стоимостью радарного оборудования и статистикой дорожных инцидентов. Разработка инновационных систем взаимодействия транспорта с дорожной

инфраструктурой, таких как "умные" дороги, может помочь решить эту проблему. Использование систем датчиков позволяет беспилотным автомобилям прогнозировать движение других транспортных средств и обнаруживать препятствия на дороге.

Уже сегодня можно предположить перспективность данной технологии «умных» дорог, улучшающих управляемость, и повышают интеллектуальность современных дорожно-транспортных сооружений. Их использование и масштабное распространение создаст преимущества сразу по нескольким крайне важным направлениям: скорость и безопасность перевозок, улучшение дорожной обстановки, улучшение экологической обстановки. Государственные инвестиции в развитие дорожно-транспортной инфраструктуры позволит активнее развиваться современным технологиям, микроэлектронике, новым сетям связи и транспортно-логистических направлений.

Литература:

1. Афанасенко, И. Д. Цифровая логистика: Учебник для вузов / И. Д. Афанасенко, В. В. Борисова. – СПб.: Питер, 2019
2. Щербаков, В. В. Информационные тренды логистики в условиях становления цифровой экономики 2017.

ЭКСКАВАТОРЫ ОДНОКОВШОВЫЕ

*Долинчик Александр Александрович, студент 1-го курса
кафедры «Механизация и Автоматизация дорожно-строительного комплекса»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Лазыцкий М.О., преподаватель-стажер)*

В рамках своего научного проекта я собрал материал по такому виду дорожно-строительного транспорта, как экскаватор одноковшовый.

Главная моя задача – с помощью этой научной работы кратко и доступно передать всю информация об этой технике.



Рисунок 1 – Экскаватор одноковшовый гусеничный



Рисунок 2 – Экскаватор одноковшовый с сменным оборудованием (драглайн)

Экскаваторы – это самоходные землеройные машины с ковшовым рабочим оборудованием, предназначенные для разработки грунтов и горных пород с перемещением их на сравнительно небольшие расстояния в отвал или в транспортные средства.

Для каких конкретно работ предназначены экскаваторы? Их можно использовать при рытье котлованов, каналов, траншей, разработке выемок и насыпей, сооружении дамб и расчистке территорий, на вскрышных работах и в карьерах, при перегрузке сыпучих строительных материалов и планировочных работах и во многих других случаях.

Область их применения в строительстве практически не ограничена. Там, где есть доступ для этой машины, земляные работы будут выполнены с высоким темпом и качеством.

Экскаваторы могут вести разработку грунта как выше уровня площадки, например для разработки насыпи грунта в котловане, так и ниже этого уровня, разрабатывая траншеи, каналы и т.п. Они могут работать в ограниченных условиях и разрабатывать грунт под толщей воды, выгружать в автосамосвалы или в отвалы грунта на расстояние ограничиваемое вылетом стрелы, а также с довольно-таки высокой точностью планировать горизонтальную и вертикальные поверхности строительной площадки или дна траншей и котлованов.

Экскаваторы одноковшовые являются более универсальной техникой чем многоковшовые экскаваторы, так как могут выполнять гораздо больший спектр строительных работ, поэтому и получили значительно большее распространение в строительстве. Универсальность – это одна из важнейших способностей экскаватора, так как данная техника может применяться как в дорожно-строительной сфере так и в гражданском или промышленном строительстве, для погрузочно-разгрузочных работ.

У экскаватора есть несколько стрел, и последняя кончается ковшом для зачерпывания земли. Многие экскаваторы, вроде того что изображен ниже на рисунке, имеют впереди мощный стальной щит для выравнивания поверхности грунта. Так же как и на подъемном кране, в экскаваторе применяются гидравлические цилиндры для приведения в движение его стрел и ковша. Другие гидравлические двигатели и клапаны управления, находящиеся в кабине, позволяют управлять движением гусениц и бульдозерного щита. Гидроцилиндры приводятся в действие тем же двигателем внутреннего сгорания, что передвигает гусеницы экскаватора. Основной двигатель приводит в действие насосы, которые создают избыточное давление масла в гидроцилиндрах, и при этом вытягивается стрела. Водитель в кабине с помощью рычагов управляет движениями ковша и щита. Гидроцилиндры приводятся в действие тем же двигателем внутреннего сгорания, что передвигает гусеницы

экскаватора. Основной двигатель приводит в действие насосы, которые создают избыточное давление масла в гидроцилиндрах, и при этом вытягивается стрела. Водитель в кабине с помощью рычагов управляет движениями ковша и щита. Стрела поднимается и удлиняется, когда поршень в цилиндре идет вверх. А когда поршень опускается, стрела укорачивается и тоже опускается. Поршень плечевого цилиндра управляет движением плеча. Ковш черпает или высыпает, когда поршень его цилиндра вытягивается или втягивается.

Подведя итог, я могу сказать, что одноковшовые экскаваторы это довольно-таки универсальная техника, которая способна выполнять работу не только в строительной области, а также на других. К тому же благодаря широкому спектру сменного оборудования и ходового оборудования, они могут выполнять работу в труднодоступных местах.

Литература:

1. А.В. Вавилов , И.И. Леонович, А.Н. Максименко, Л.С. Шкрадюк, А.М. Шемелев - Дорожно-Строительные машины 2000г.
2. А.В. Вавилов, А.Л. Дашко, А.А. Замула - Строительные машины и Оборудование 2021г.

СЕКЦИЯ 5

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ
В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

МАТЕМАТИКА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ МОСТОВ

*Бабич Леонид Вячеславович, студент 2-го курса
кафедры «Вакуумная и компрессорная техника»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Ковалёнок Н.В., старший преподаватель
кафедры «Математические методы в строительстве»)*

Математика в сфере строительства ж/д путей позволяет смоделировать ситуации, которые происходят каждый день, по-разному. Это позволяет охарактеризовать культуру мышления, вырабатывает подчёркивать и детализировать самое главное, сравнивать и анализировать полученные результаты.

При проектировании мостов инженеры обращают внимание на такие важные составляющие, как места, размеры и формы конструкции, меры по сохранению окружающей среды и т.д. (Рис.1). Каждое строительство имеет свои оптимальные варианты:

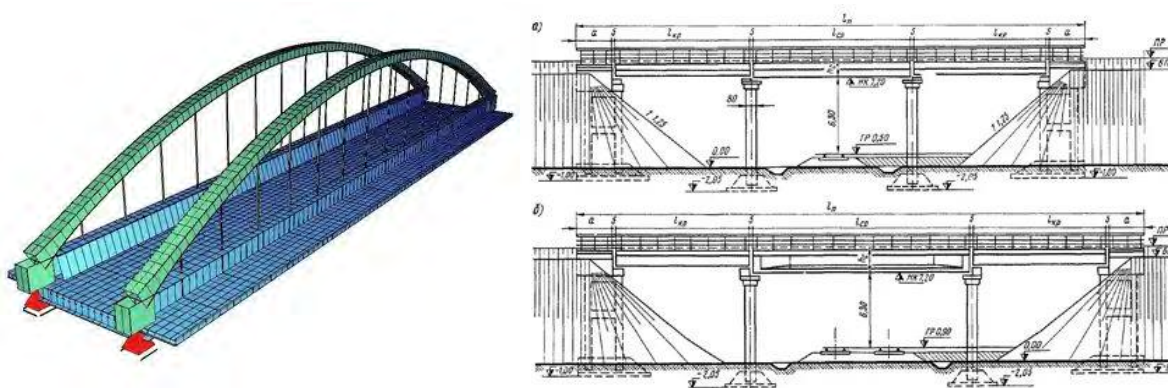


Рисунок 1 – Проектирование мостов

Вариант № 1 обладает благоприятными архитектурно-эстетическими качествами, но является самым дорогим по стоимости из-за применения массивных анкерных устоев. Увеличиваются сроки строительства моста. Для монтажа пролетного строения применяются дополнительные временные опоры.

Вариант № 2 дешёвый, но из-за больших размеров пролётов в вантах будут возникать значительные усилия, что утяжеляет вес вант, число вант, число узлов прикрепления. С другой стороны, большое число вант дает возможность в случае аварии перераспределить усилия. Данный вариант обладает благоприятными

архитектурно-эстетическими качествами. В этом варианте мы избавляемся от необходимости устраивать дорогостоящие дополнения.

Вариант № 3 отличается самой низкой стоимостью. Но в данном варианте используется многопролетная вантовая система, в которой сложно контролировать расчетные усилия в вантах. Так же в этом варианте устраивается пилон на большой глубине, что в свою очередь осложняет строительство

В результате получим, что оптимальным вариантом является второй вариант.

Рассчитывают растягивающие усилия в таком случае в вантах:

$$N_{\text{в1}} = \frac{(p + p_v) \cdot d + P_{\text{тел}}}{\sin \phi}$$

где p, p_v – интенсивность соответственно постоянной и временной нагрузки;
 d – расстояние между точками прикрепления вант на балке жесткости (панель);
 α – углы наклона вант к горизонту;

$P_{\text{тел}}$ –

Интенсивность постоянной нагрузки:

$$p = \frac{G_{\text{пс}}}{L} = \frac{5451,6}{452,5} = 12,05 \text{ т/м}$$

Интенсивность временной нагрузки:

$$p_v = \sum S \cdot \nu = 0,1 \cdot K \cdot (1,0 + 0,6 + 0,6 + 0,6) = 0,1 \cdot 14 \cdot 2,8 = 3,92 \text{ т/м}$$

Для проектирования железнодорожных мостов в строительстве используют следующие математические методы:

- Теория вероятности и статические нагрузки;
- Динамические нагрузки и их моделирование;
- Механика материалов и прочность конструкции;
- Теория конструкции и геометрические расчеты;
- Современные компьютерные методы.

В заключение подчеркну, что математика является одним из основных компонентов при расчётах любых сооружений, в т.ч. и железнодорожных мостов, от правильности проведенных математических расчетов зависит надежность конструкции, обеспечивается безопасность людей и сохранность материальных ценностей при эксплуатации данного вида мостов.

Литература:

1. <https://studfile.net/preview/7691612/page:4/>
2. <https://ufchgu.ru/blog/zachem-nuzhna-matematika-na-zheleznoj-doroge-rol-i>
3. <https://studfile.net/preview/9941147/page:3/>

ОПЕРАТОРНЫЙ СПОСОБ НАХОЖДЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ЧЕТНЫХ ФУНКЦИЙ БОЛЬШИХ СТЕПЕНЕЙ РЯДОВ ФУРЬЕ

*Бартошевич Анастасия Валерьевна, Семенович Ангелина Викторовна,
студенты 2-го курса Строительного факультета
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Акимов В.А., канд. физ.-мат. наук)*

Как известно [3, 5] функцию $f(x)$, периодичную с периодом $T=2l$ и удовлетворяющую условиям Дирихле, можно разложить в ряд Фурье на отрезке $[-l, l]$:

$$f(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos \delta_n x)$$

где:

$$\delta_n = \frac{\pi n}{l}, \quad a_n = \frac{1}{l} \int_{-l}^l f(x) \cos \delta_n x dx, \quad n = 0, 1, \dots$$

Если $f(x)$ – четная функция, то $b_n=0$, $n=1, 2, \dots$,

$$a_n = \frac{2}{l} \int_0^l f(x) \cos \delta_n x dx, \quad n = 0, 1, \dots$$

В некоторых случаях заданную на отрезке $[0, l]$ функцию достаточно разложить в ряд только по косинусам, а затем продолжить ее четным способом на отрезок $[-l, 0]$. В точке разрыва первого рода ряд Фурье функции сходится к значению $f(x)=0,5[f(x+0)+f(x-0)]$.

Рассмотрим оператор

$$T_l[f(x)] = \frac{f(x+l) - f(x-l)}{2} \quad (3.1)$$

Используя известные тригонометрические формулы, определяем:

$$T_l[\cos \delta_n x] = -\sin \delta_n x \sin \pi n = 0 \quad (3.2)$$

Аналогично:

$$T_l[\cos \delta_n x] = (-1)^n l \cos \delta_n x \quad (3.3)$$

Кроме T_l введем оператор V_n :

$$V_n[f(x)] = \frac{f(x)}{1 + d_x^2/\delta_n^2} \quad (3.4)$$

На основе принципа суперпозиции устанавливаем свойства операторов D_0 и D_2 :

$$D_0 = \frac{sh(ld_x)}{ld_x}$$

$$D_0[\cos \delta_m x] = 0, D_0[C] = C$$

$$D_2 = \frac{ld_x sh(ld_x)}{1 + d_x^2/\delta_n^2}$$

$$D_2[\cos \delta_m x] = \begin{cases} \frac{(-1)^n l^2 \delta_n^2}{2} \cos \delta_n x & \text{при } m \neq n; D_2[C] = 0 \\ 0 & \text{при } m = n \end{cases}$$

Рассмотрим конкретные примеры нахождения коэффициентов рядов Фурье операторным методом.

$$\text{Пусть } x^{2r} = \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos \delta_n x, \quad r = 0, 1, 2, \dots$$

Непосредственно установим:

$$D_0[x^{2r}]|_{x=0} = \frac{l^{2r}}{2r+1}, D_0 \left[\sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos \delta_n x \right] = a_0,$$

$$\begin{aligned} D_0[x^{2r}]|_{x=0} &= 2rl^{2r} + \dots + (-1)^{r-1} \frac{(2r)! l^2}{\delta_n^{2r-2}}, D_2 \left[\sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos \delta_n x \right] |_{x=0} = \\ &= a_n \frac{(-1)^n l^2 \delta_n^2}{2} \end{aligned}$$

Окончательно получим:

$$x^{2r} = \frac{l^{2r}}{2r+1} + 2 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \left[\frac{2r(2r-1)l^{2r-2}}{\delta_n^2} + \dots + (-1)^{r-1} \frac{(2r)!}{\delta_n^{2r}} \right] \cos \delta_n x \quad (3.5)$$

Выражение (3.5) после подстановки в него значений $r=4$ и $l=\pi$, а также $r=5$ и $l=\pi$ принимает соответственно следующий вид:

$$x^8 = \frac{\pi^8}{9} + 2 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \left[\frac{8\pi^6}{n^2} - \frac{6 \cdot 7 \cdot 8 \cdot \pi^4}{n^4} + \frac{4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 7 \cdot 8 \cdot \pi^2}{n^6} - \frac{8!}{n^8} \right] \cos nx$$

$$x^{10} = \frac{\pi^{10}}{11} + 2 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \left[\frac{10\pi^8}{n^2} - \frac{8 \cdot 9 \cdot 10 \cdot \pi^6}{n^4} + \frac{6 \cdot 7 \cdot 8 \cdot 9 \cdot 10 \cdot \pi^4}{n^6} - \frac{4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 7 \cdot 8 \cdot 9 \cdot 10 \cdot \pi^2}{n^8} - \frac{10!}{n^{10}} \right] \cos nx$$

Таким образом приходим к разложению четных степенных функций в ряды Фурье.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕГРАЛОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Башура Валерия Юрьевна, студентка 2-го курса
кафедры «Технология и методика преподавания»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Коваленок Н.В., старший преподаватель
кафедры «Математические методы в строительстве»)*

В современном мире сооружения занимают огромную часть территории. Они выполняют различные функции: это могут быть жилые дома, дороги, достопримечательные конструкции (Рис. 1). Такие сооружения должны быть прочными и качественными для того, чтобы они стали долговечными. Безусловно всех этих качеств можно добиться только путем точных измерений, расчетов и проектирования. Этим и занимается математика, благодаря которой мы можем точно подсчитать все размеры, прогнозировать качество и долговечность сооружений. В математике значимое место занимает раздел интегрального исчисления.

Интегралы имеют большое практическое значение, так как они позволяют найти площади и объёмы различных криволинейных фигур, центры тяжести, и другие моменты в проектировании строительных сооружений.



Рисунок 1 – Строительство различных сооружений

Строитель, который умеет применить математические формулы и методы в строительстве, способен решать такие задачи как: находить закономерности при вычислении размеров; грамотно определять место для сооружений в пространстве; представлять какой-либо объект в виде математической формулы и проектировать сооружения при помощи математических моделей.

Рассмотрим простейшее применение интеграла на примере:

Задача 1: скорость автомобильного крана (МАЗ) определяет его формулой: $v = 100 + 8t$ (v – метр в минуту). Найти путь, который пройдет кран за промежуток времени $[0; 10]$.

Решение: «берем» интеграл на промежутке от 0 до 10:

$$\int_0^{10} (100 + 8t) dt = \int_0^{10} 100 dt + \int_0^{10} (8t) dt = 100(10-0) + 8\left(\frac{10^2}{2} - 0\right) = 1400$$

Ответ: 1400 м.

Задача 2: найти центр тяжести одной арки циклоиды $x = a(t - \sin t)$, $y = a(1 - \cos t)$, $0 \leq t \leq 2\pi$, при условии, что $\rho = 1$.

Решение. Объем тела, полученного в результате вращения одной арки циклоиды вокруг оси Ox , равен

$$V = \pi \int_0^{2\pi a} y^2 dx = \pi a^3 \int_0^{2\pi} (1 - \cos t)^3 dt = 5\pi^2 a^3$$

Площадь одной арки циклоиды $S = 3\pi a^2$. Пусть y_c – координата центра тяжести. Согласно второй теореме Гульдена, $2\pi y_c * S = V$, откуда $y_c = 5a/6$. Из симметрии одной арки циклоиды относительно прямой $x = \pi a$ следует, что абсцисса центра тяжести $x_c = \pi a$.

Ответ: πa .

Литература:

1. Кремер, Н. Ш. Высшая математика для экономистов / Н. Ш. Кремер [и др.] ; под редакцией Н. Ш. Кремер. – 2-е издание, переработано и дополнено – М. : ЮНИТИ, 2000. – 471 с.
2. Черняк, Ж. А. Контрольные задания по общему курсу высшей математики /Ж. А. Черняк [и др.] ; под общей редакцией Ж. А. Черняк, А. А. Черняк. – СПб. : Питер, 2006. – 446 с.
3. Ахтямов, А. М. Математика для социологов и экономистов : учеб. Пособие /А.Ахтямов ; под ред. Р. А. Бунатян. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 464 с.

ОБ ЭВРИСТИКО-ДИДАКТИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЯХ В МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРА ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ «КОМПЬЮТЕРНАЯ МЕХАТРОНИКА»

*Черняк Валерий Иванович, Бобрович Алексей Олегович,
студенты 2-го курса кафедры «Интеллектуальные и мехатронные системы»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Бадак Б.А., заместитель декана ФИТР,
старший преподаватель кафедры «Высшая математика»)*

Вопросы, связанные с когнитивным мышлением в рамках математической подготовки студентов технического вуза, представляют собой актуальные и важные аспекты современной инженерной практики в Беларуси. Выпускник должен быть способен к быстрой адаптации к условиям, в которых он начинает свою профессиональную карьеру. Успешное решение эвристических задач способствует развитию творческого и критического мышления, мотивации и интереса к изучению математики, а также формированию профессиональных компетенций в области компьютерной мехатроники.

Эвристическими заданиями называют те задачи, которые направлены на создание продукта с применением эвристических методов и способов решения.

По мнению Е.И. Скафы, эвристико-дидактические конструкции при формировании и усвоении математических понятий могут использоваться в следующих направлениях: для диагностики уровня усвоения тех понятий, на которых базируется новое, изучаемое понятие; для актуализации знаний (эвристически ориентированные системы задач, программы актуализации знаний в виде «предпрограмм», акцентированные программы); для образования новых понятий (программы актуализации знаний в виде «задачи-метода», «задачи-софизма», программы с запаздывающей коррекцией); для усвоения понятия (программы «задача-метод», тестовые задания в виде эвристического тренажера); для закрепления понятия, его дальнейшего развития, то есть применения (сцепленные программы, программы с запаздывающей коррекцией, программы-софизмы, эвристически ориентированные системы задач); для выявления уровня сформированности понятия, устранения недостатков в знаниях (тестовые задания в виде эвристических тренажеров) [1].

Эвристические задания обладают следующими особенностями:

- **Открытость:** Эвристические задачи не имеют однозначного решения. Они позволяют искать различные подходы и решения, что способствует развитию творческого мышления.
- **Нестандартность:** Эвристические задания часто решаются нестандартными методами. Они требуют применять необычные подходы и исследовать новые пути.
- **Процесс оценки:** В эвристических задачах важен не только результат, но и процесс решения.
- **Множественные решения:** Одна и та же эвристическая задача может иметь несколько различных решений. Это позволяет искать оптимальные варианты и сравнивать их.
- **Развитие навыков:** Решение эвристических задач способствует развитию критического мышления, аналитических навыков и умения применять знания на практике.

Эвристические задачи в инженерии для решения прикладных математических задач по специальности «Компьютерная мехатроника» представляют собой задачи, которые требуют от студентов использования творческого подхода, логического мышления и знания основ искусственного интеллекта. Эти задачи направлены на формирование компетенций специалиста в области проектирования, создания и эксплуатации компьютерных систем, основанных на принципах мехатроники. Для выполнения таких задач студенту требуется знание основ теории матриц и систем линейных уравнений, векторной алгебры, аналитической геометрии, теории вероятностей и статистики, а также понимание физических процессов. Кроме того, студент должен быть способен применять эвристические методы, то есть практические приемы, которые не обеспечивают точного или оптимального решения, но позволяют ускорить процесс поиска решения или приблизиться к нему.

Приведём пример эвристического задания: Будущему инженеру по специальности «Компьютерная мехатроника» поручено разработать систему управления для робота-доставщика, который должен самостоятельно перемещаться по городу и доставлять посылки. Для этого необходимо использовать знания по математике, физике, программированию и искусственному интеллекту.

Его задача состоит в следующем:

- Сформулировать математическую модель движения робота-доставщика по городу, учитывая его размеры, скорость, угол поворота, датчики расстояния и препятствий, а также карту города (здания, дороги и других объектов).

- Разработать алгоритм управления роботом-доставщиком, который позволит ему оптимально покрыть всю площадь города, избегая столкновений с препятствиями и минимизируя время и энергозатраты.
- Программировать робота-доставщика на выбранном вами языке программирования, используя соответствующие библиотеки и инструменты для работы с мехатронными устройствами и искусственным интеллектом (лучше всего подойдут языки: C++, C, Assembler).
- Провести тестирование и отладку системы управления роботом-доставщиком, анализируя его поведение и результаты доставки в различных ситуациях и погодных условиях.

Для решения данной задачи могут понадобиться следующие знания и навыки:

- Математика: геометрия, тригонометрия, векторная алгебра, дифференциальные уравнения, оптимизация, теория вероятностей и математическая статистика.
- Физика: кинематика, динамика, электроника, электротехника, механика, термодинамика.
- Программирование: основы программирования, структуры данных, алгоритмы, объектно-ориентированное программирование, функциональное программирование, параллельное и распределенное программирование, визуальное программирование, отладка и тестирование программ.
- Искусственный интеллект: логика, поиск, планирование, обучение, распознавание, рассуждение, робототехника, нейронные сети, генетические алгоритмы, нечеткая логика, экспертные системы, машинное зрение, естественный язык.

Данная задача является эвристической, так как она требует от студентов творческого подхода, логического мышления и знания основ искусственного интеллекта и направлена на развитие компетенций специалиста в области проектирования, разработки и эксплуатации компьютерных систем, основанных на принципах мехатроники. Также она способствует развитию интереса и мотивации к изучению инженерных дисциплин и прикладной математики и саморазвития студентов, расширению и углублению знаний по инженерным и математическим темам, формированию умения применять теоретические знания на практике, развитию навыков роботов с различными источниками информации, в том числе с современными информационно-коммуникационными технологиями, развитию навыков коммуникации, развитию навыков работы в команде, распределения ролей и ответственности.

Литература:

1. Скафа, Е.И. Перспективные технологии эвристического обучения математике. Дидактика математики: проблемы и исследования. – 2005. – Вып. 4 (24). – С.137-140.

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Гайко Екатерина Юрьевна, Щерба Диана Александровна,
студенты 2-го курса кафедры «Вакуумная и компрессорная техника»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Ковалёнок Н.В., старший преподаватель
кафедры «Математические методы в строительстве»)*

Многие говорят, что математика — это царица всех наук. Область применения математических законов не знает границ, они используются во многих отраслях науки и производства. В данной статье будет рассмотрен вопрос о использовании математических аксиом и формул с точки зрения строительного дела.

Строительные задачи могут отличаться по степени сложности расчетов. Например, к сложнейшим вычислениям относятся: прочностные расчеты, определяющие геометрию основных элементов здания и степень выносливости несущих конструкций. С точки зрения математики существуют и более простые задачи. С вопросами по решению простых задач в строительстве может столкнуться и профессионал, и любитель, затеявший несложный капитальный ремонт.

К задачам, которые имеют строго прикладной характер можно отнести следующие:

Рассмотрим первый вариант. Строителю был дан заказ о покраске помещения. Для этого нужна краска. Но возникает вопрос: сколько же краски нужно купить? Рабочий знает, сколько расходуется покрасочного материала на 1 квадратный метр (приблизительно, что на 1 квадратный метр понадобится 3 литра краски). Остается рассчитать площадь потолка и стен. Зная, что высота — 2,5 метров, а длина — 6 метров, можно при помощи формулы $S = a \cdot b$ узнать, что площадь одной стены равна 15 м². Тогда рабочий узнает, что ему на одну стену израсходуется 45 литров краски. Такие же вычисления проводятся им с расчетом краски для потолка и других стен. Только потом строитель едет в магазин.

Рассмотрим второй вариант. Например, строителю необходимо поменять пол для укладки ламината. Для этого потребуется заливки пола раствором на высоту 6 см. Изначально, строителю нужно узнать объем заливаемого раствора (длина пола 7 метров, ширина 6 метра). С помощью формулы $S = a \cdot b$ можно узнать площадь пола, которая равна 42 м². Для вычисления объема

воспользуемся следующей формулой: $V = S \cdot h$. Так как пол строителю нужно поднять ровно на 10 сантиметров, это расстояние будем принимать за высоту. Из формулы узнаем, что объем пола составляет 4,2 кубометра.

Теперь рассмотрим более сложную задачу, например построение дорожного полотна.

Дорожное полотно — это такое многослойное покрытие, которое воспринимает нагрузку от транспортных средств. Он состоит из: песчаной подушки, гранитного щебня, бетона марки М200, асфальтобетона с щебнем.

Для этого нужны: песчаная подушка, толщина которой равна 40 сантиметрам; гранитный щебень, фракция которого равна 40 – 70 миллиметров, а толщина слоя равна 20 сантиметрам; гранитный щебень, фракция которого равна 20 — 40 миллиметров, а толщина слоя равна 10 сантиметрам; тощий бетон марки М200, толщина которого равна 30 сантиметрам; асфальтобетон с щебнем, фракция которого равна 25 – 40 миллиметров, а толщина слоя равна 10 сантиметрам; асфальтобетон с щебнем, фракция которого равна 15 – 20 миллиметров, а толщина слоя равна 8 сантиметрам; асфальтобетон с щебнем, фракция которого равна 5 – 10 миллиметров, а толщина слоя равна 8 сантиметрам.

Воспользуемся формулой, благодаря которой можно рассчитать количество материалов, которые необходимы для постройки дороги: $m = S \cdot h \cdot \rho_n \cdot K_{уп}$ (1), где m – масса материала в килограммах, S – площадь участка, h – высота слоя материала, ρ_n – насыпная плотность материала, $K_{уп}$ – коэффициент уплотнения материала.

Для начала рассчитаем количество карьерного песка, который необходим для постройки 1 м² дороги. Показатель насыпной плотности равен $\rho_n = 1\,500$ кг/м³, а коэффициент уплотнения — $K_{уп} = 1,15$. Тогда подставив все значения в формулу (1), получим, что масса материала равна $m_{п} = 1 \cdot 0,4 \cdot 1\,500 \cdot 1,15 = 690$ кг.

Теперь рассчитаем гранитный щебень фракции 40–70 миллиметров, который необходим для 1 м² дороги. Показатель насыпной плотности $\rho_n = 1\,400$ кг/м³, а коэффициент уплотнения — $K_{уп} = 1,3$. Подставив все значения в формулу (1), получим, что $m_{щ1} = 1 \cdot 0,2 \cdot 1\,400 \cdot 1,3 = 281,3$ кг.

После рассчитаем гранитный щебень фракции 20–40 миллиметров, который необходим для 1 м² дороги. Показатель насыпной плотности $\rho_n = 1\,370$ кг/м³, а коэффициент уплотнения — $K_{уп} = 1,3$. После подставленных всех значений в формулу (1) получим, что $m_{щ2} = 1 \cdot 0,1 \cdot 1\,370 \cdot 1,3 = 178,1$ кг.

Рассчитаем количество бетона марки М200, который необходим для постройки 1 м² дороги. Показатель насыпной плотности равен $\rho_n = 2\,430$ кг/м³, а

коэффициент уплотнения — $K_{уп} = 1,02$. Тогда подставив все значения в формулу (1), получим, что масса материала равна $m_B = 1 \cdot 0,3 \cdot 2\,430 \cdot 1,02 = 743,58$ кг.

Теперь рассчитаем асфальтобетон со щебнем фракции 25–40 миллиметров, который необходим для 1 м^2 дороги. Показатель насыпной плотности $\rho_n = 2\,300$ кг/м³, а коэффициент уплотнения — $K_{уп} = 1,02$. После подставленных всех значений в формулу (1) получим, что $m_{A1} = 1 \cdot 0,1 \cdot 2\,300 \cdot 1,02 = 234,6$ кг.

После рассчитаем асфальтобетон со щебнем фракции 15–20 миллиметров, который необходим для 1 м^2 дороги. Показатель насыпной плотности $\rho_n = 2\,400$ кг/м³, а коэффициент уплотнения — $K_{уп} = 1,02$. После подставленных всех значений в формулу (1) получим, что $m_{A2} = 1 \cdot 0,08 \cdot 2\,400 \cdot 1,02 = 195,84$ кг.

Теперь рассчитаем асфальтобетон со щебнем фракции 5–10 миллиметров, который необходим для 1 м^2 дороги. Показатель насыпной плотности $\rho_n = 2\,440$ кг/м³, а коэффициент уплотнения — $K_{уп} = 1,01$. После подставленных всех значений в формулу (1) получим, что $m_{A3} = 1 \cdot 0,08 \cdot 2\,440 \cdot 1,01 = 197,15$ кг.

Полученные результаты занесем в таблицу и округлим (Табл. 1).

Таблица 1 — Результаты вычисления

Вид материала	Количество материала для строительства дороги 1 м^2
Песок	690
Щебень фракции 40–70 миллиметров	282
Щебень фракции 20–40 миллиметров	179
Тощий бетон марки М200	744
Асфальтобетон со щебнем фракции 25–40 миллиметров	235
Асфальтобетон со щебнем фракции 15–20 миллиметров	196
Асфальтобетон со щебнем фракции 5-10 миллиметров	198

Некоторые люди считают, что «Математика способна решить всё!». На самом же деле-не всё и, -не всегда. Математика никогда не сможет ответить на основные вопросы бытия, определить, что такое искусство, красота.

Не надо забывать, что математика решает только поставленные задачи, а они должны быть корректно поставлены. Необходимо помнить и главный принцип математики: «Нельзя объять бесконечное, но можно досконально изучить строение материальных объектов и поведения процессов и явлений в малых областях». При грамотном её применении можно решить почти любую задачу.

Литература:

1. Дорога из первичных материалов — как рассчитать расход материалов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://taxi-pesok.ru/stati/doroga-iz-pervichnyh-materialov-kak-rasschitat-rashod-materialov>. Дата доступа: 13.12.2023.
2. Саматов Н.М. Строительная математика. 1975 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://vuzlit.com/1234502/matematika_v_stroitelstve?ysclid=lpvgp153l8661613557. Дата доступа: 07.12.2023

ПРОИЗВОДНАЯ В МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ СЛОЖНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

*Ганусевич Алина Андреевна, студентка 2-го курса
кафедры «Технология и методика преподавания»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Коваленок Н. В., старший преподаватель
кафедры «математические методы в строительстве»)*

Математическое моделирование – это процесс создания абстрактной математической модели, которая описывает реальные явления и процессы. В строительстве математическое моделирование играет важную роль, позволяя предсказывать и анализировать различные аспекты проектирования и строительства, такие как прочность конструкций, энергетическая эффективность и так далее [1].

Математическое моделирование используется в различных областях науки и инженерии, включая физику, химию, экономику, биологию, социологию и другие. Оно позволяет исследовать и предсказывать поведение системы в различных условиях, проводить эксперименты в виртуальной среде, а также оптимизировать процессы и принимать обоснованные решения. Математическое моделирование является мощным инструментом и помогает углубить наше понимание сложных систем и явлений, а также разрабатывать стратегии и прогнозировать их поведение.

Использование производной в математическом моделировании сложных строительных процессов является важным инструментом для анализа и оптимизации этих процессов. Производная может быть применена для описания изменений и тенденций во времени, а также для оценки скорости изменения параметров строительных процессов.

Процессы строительства могут быть сложными и зависеть от различных факторов, таких как геометрия объекта, свойства материалов, нагрузки и другие внешние условия. Математическое моделирование позволяет представить эти процессы в виде уравнений, которые можно решить, чтобы получить количественные данные о различных параметрах и поведении системы.

При моделировании сложных строительных процессов производная может быть использована для следующих целей:

1. Описание динамики процессов: Производная позволяет описать, какие изменения происходят с течением времени. Например, производная может быть

использована для определения скорости изменения уровня воды в грунте в процессе строительства, или для оценки изменений в форме конструкции со временем.

2. Анализ стабильности и устойчивости: Производная может быть использована для анализа стабильности и устойчивости системы. Например, производная может помочь определить, в каких условиях конструкция начинает терять свою прочность или устойчивость.

3. Оптимизация процессов: Производная может быть использована для оптимизации строительных процессов. Например, производная может помочь определить оптимальные параметры для системы или предсказать, как изменение параметров может повлиять на производительность строительства.

4. Анализ деформаций и напряжений: Производная может быть использована для анализа деформаций и напряжений в конструкциях. Например, производная может помочь определить максимальные значения напряжений или точку, где конструкция начинает деформироваться.

5. Моделирование потоков материалов и энергии: Производная может быть использована для моделирования потоков материалов и энергии в строительных процессах. Например, производная может помочь предсказать распределение тепла в здании или поток воды в системе водоотведения [2].

Важно понимать, что использование производной в математическом моделировании строительных процессов требует глубокого понимания физических законов и особенностей конкретного процесса. Также необходимо учитывать, что реальные строительные процессы могут быть сложными и содержать множество факторов, которые не всегда могут быть полностью учтены в модели.

Производные в математическом моделировании сложных строительных процессов могут быть использованы для решения различных задач. Вот один из примеров.

Анализ изменения радиуса кривой дороги: Пусть функция $R(t)$ задает радиус кривой дороги в момент времени t . Тогда производная этой функции по времени $\frac{dR}{dt}$ дает изменение радиуса кривой дороги. Например, если $R(t) = 2t^2 + t$, то $\frac{dR}{dt} = 4t + 1$. Если в определенный момент времени $t = 3$, то $\frac{dR}{dt} = 12 + 1 = 13$ [3].

Это лишь некоторые примеры использования производных в математическом моделировании сложных строительных процессов. Реальные задачи могут быть гораздо более сложными, но принципы решения останутся примерно такими же - нужно найти производную функции, задающей интересующую нас величину, и использовать ее для анализа изменений.

Литература:

1. Математическое моделирование: ключевой инструмент в современном строительстве [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://nauchniestati.ru/spravka/matematiceskoe-modelirovanie-v-stroitelstve/> (Дата доступа: 05.12. 2023).
2. Производная в строительстве конспект [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://obrazovanie-gid.ru/konspekty/proizvodnaya-v-stroitelstve-konspekt.html> (Дата доступа: 05.12. 2023).
3. Применение производной в решении задач с практическим содержанием [Электронный ресурс] – Режим доступа <https://infourok.ru/primenenie-proizvodnoy-pri-reshenii-zadach-s-prakticheskim-soderzhaniem-1127013.html> (Дата доступа: 06.12. 2023).

БЫСТРОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ФУРЬЕ: РОЛЬ В ОБНАРУЖЕНИИ ЯДЕРНЫХ ИСПЫТАНИЙ И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

*Дедюля Илья Игоревич, Кривулец Павел Андреевич,
студенты 2-го курса кафедры «Технология и методика преподавания»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Коваленок Н.В., старший преподаватель
кафедры «математические методы в строительстве»)*

В 20-м веке две ведущие ядерные державы, США и СССР, проводили масштабные ядерные испытания, каждая израсходовав по 10 триллионов долларов, скорректированных на инфляцию. Однако, если бы ученые начала 60-х годов уверенно знали, что они смогут обнаруживать ядерные испытания на расстоянии, возможно, это стало бы основой для полного запрета на ядерные испытания и предотвратило бы гонку в ядерном вооружении. Ричард Гарвин, один из ученых того времени, обсудил этот сценарий, выразив свое восхищение такой возможностью, но подчеркнул, что это оставалось всего лишь теоретической перспективой.

Однако стоит отметить, что идея об обнаружении ядерных испытаний с помощью сейсмометров не была новой. Уже в 1963 году американские и советские исследователи, встретившись в Женеве, объединили усилия, чтобы разработать способ определения подземных испытаний. Сложности возникали из-за необходимости обширных вычислений для расшифровки данных, получаемых с сейсмометров. Здесь вступает в игру преобразование Фурье.

Преобразование Фурье - это метод, позволяющий разложить сложные сигналы на составляющие частоты. В контексте поиска подземных испытаний сейсмометры регистрировали вибрации, и чтобы отличить их от обычных землетрясений, ученым нужно было анализировать частотный спектр. Преобразование Фурье позволяет представить сигнал в виде суммы синусоид разных частот, что упрощает определение частот, присутствующих в сигнале.

Основной проблемой было не только количество данных, но и необходимость определения глубины и мощности подземных взрывов. Сейсмометры регистрируют вибрации, исходящие от разных глубин, и для точного определения характеристик взрывов требовалось более глубокое исследование частотного спектра.

Здесь в решение проблемы вступает дискретное преобразование Фурье, которое работает с конечными данными, состоящими из отдельных точек. Этот

метод позволяет эффективно анализировать данные и выявлять характеристики подземных взрывов.

Быстрое Преобразование Фурье (БПФ) представляет собой эффективный метод вычисления дискретного преобразования Фурье. Для последовательности данных X_n длиной N (Рис. 1).

$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n * e^{-\frac{2\pi i}{N}kn}, k = 0, 1, \dots, N - 1$$

Где:

- X_k - комплексные амплитуды частотных компонент,
- x_n - значения временного сигнала,
- $e^{-\frac{2\pi i}{N}kn}$ - т.н. “базисные” функции, представляющие различные частоты.

БПФ существенно ускоряет вычисления, особенно когда N является степенью двойки, что делает его важным инструментом в обработке сигналов.

Быстрое преобразование Фурье (БПФ) стало ключевым в обработке данных и анализе сигналов. Главной заслугой в разработке БПФ стали усилия математиков Джеймса Кули и Коузи Тьюки. Алгоритм БПФ позволяет существенно сократить количество вычислений, необходимых для преобразования Фурье, и был применен в различных областях, включая сжатие данных, обработку изображений и радиосвязь.

Необычайным фактом становится открытие, что Карл Фридрих Гаусс в 1805 году проводил исследования астероидов, разрабатывая подход к гармоническому анализу, который, вероятно, предвосхитил дискретное преобразование Фурье. Это открытие осталось без должного внимания из-за отсутствия публикаций со стороны Гаусса, а его работы стали известными лишь после его смерти.

Следует отметить, что быстрое преобразование Фурье не только нашло применение в обнаружении подземных ядерных испытаний, но и стало фундаментальным алгоритмом в обработке данных и технологических приложениях.

Один из широко используемых примеров применения быстрого преобразования Фурье (БПФ) в обработке данных и технологических приложениях — это обработка сигналов и аудио.

Применение БПФ в аудиообработке обеспечивает возможность анализа и сжатия звуковых сигналов, а также решения различных задач, таких как фильтрация шума, распознавание речи, сжатие аудиоданных и многое другое.

Предположим, у нас есть набор данных, представленный функцией $f(t)$, где t - это время. Мы хотим преобразовать этот сигнал в частотное пространство с помощью БПФ.

Математическая формула для БПФ выглядит следующим образом:

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) \cdot e^{-i2\pi kn/N}$$

где:

$X(k)$ - это значение БПФ на частоте k ,

$x(n)$ - это значение сигнала в момент времени n ,

N - общее количество отсчетов в сигнале,

i - мнимая единица.

Эта формула описывает преобразование сигнала из временной области в частотную. Применение БПФ позволяет нам анализировать, какие частоты присутствуют в сигнале, и в какой степени.

Эти примеры подчеркивают универсальность математических методов в решении проблем различных областей, от научных исследований до вопросов безопасности. Математика, включая такие мощные инструменты, как БПФ, не только предоставляет эффективные средства анализа данных, но и играет ключевую роль в развитии технологий и научных подходов к сложным проблемам и их решениям.

Литература:

1. История создания алгоритма Быстрого Преобразования Фурье [Электронный ресурс] / История создания алгоритма Быстрого Преобразования Фурье – Режим доступа: <http://mydebianblog.blogspot.com/2014/07/blog-post.html> – Дата доступа: 02.12.2023.
2. Понимание алгоритма БПФ [Электронный ресурс] / Понимание алгоритма БПФ. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/companies/otus/articles/449996/> – Дата доступа: 02.12.2023.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ КУЛАЧКОВОГО МЕХАНИЗМА

Исаченко Евгений Васильевич, студент 2-го курса

кафедры «Автомобили»

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Лебедева Г.И., канд. техн. наук., доцент)*

Кулачковый механизм состоит из кулачка (или эксцентрика), шатуна и рычага. Кулачок имеет форму выступающего элемента, который вращается вокруг оси. Шатун соединён с кулачком и может двигаться вверх-вниз или вперёд-назад под воздействием вращения кулачка. Рычаг соединён с шатуном и используется для передачи движения.

Принцип работы кулачкового механизма заключается в том, что при вращении кулачка шатун двигается вверх-вниз или вперёд-назад, передавая движение рычагу. Это позволяет преобразовывать вращательное движение кулачка в линейное или обратное.

Кулачковые механизмы широко применяются в различных устройствах, таких как двигатели внутреннего сгорания, насосы приводы машин и. т. д. Они обеспечивают эффективную передачу движения и позволяют реализовать различные функции в механизмах.

Обнаружено, что толкатель кулачкового механизма совершает криволинейные перемещения. Для более удобного и точного расчёта автор предпринял попытку упростить процесс путём построения математических моделей, воспользовавшись корреляционно-регрессионным анализом. Этот метод широко используется для изучения различных зависимостей между статистическими рядами. В отличие от функциональной зависимости, корреляционная зависимость не является строго определённой, так как на функцию влияют и другие факторы. Тем не менее, общая закономерность изменения функции прослеживается чётко, хотя и не строго. Парные зависимости могут быть как линейными, так и нелинейными.

Нелинейные зависимости лучше описывать параболой различного порядка.

$$y = b_0 + b_1x_i - b_2x_i^2 - \dots - b_px^p, \text{ где } P - \text{порядок параболы.}$$

Неизвестные параметры рассчитываются по методу наименьших квадратов, сущность которого состоит в том, что сумма квадратов отклонений расчётных значений от фактических есть величина минимальная.

$$S = \sum_{i=1}^n l_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - b_0 - b_1 x_i - b_2 x_i^2 - \dots - b_p x_i^p)^2 \rightarrow \min$$

Имеем функцию нескольких переменных.

Порядок параболы p устанавливается путём последовательного рассмотрения парабол, начиная со второго порядка. Процесс увеличения порядка параболы идёт до тех пор, пока остаточная сумма квадратов не станет меньше 1 или среднеквадратическое отклонение $S_{y.x}$ не станет наименьшим:

$$S_{y.x} = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - b_0 x_i - b_1 x_i^2 - \dots - b_p x_i^p)}{\sqrt{n-p-1}}.$$

После определения коэффициентов b_i проверяется теснота криволинейной связи между y и x . Теснота криволинейной связи определяется по корреляционному отношению

$$\eta = \sqrt{1 - \frac{S_{y.x}^2}{S_x^2}},$$

где

$$S_y^2 = \frac{1}{n-p-1} \sum_{i=1}^n (y_i - b_0 - b_1 x_i - \dots - b_p x_i^p)^2.$$

$$S_y^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2.$$

Чем ближе η к единице, тем более теснее криволинейная связь существует между исследуемыми случайными величинами. Если $\eta = 0$, то корреляционная связь между y и x отсутствует.

Для проверки согласованности полученных зависимостей с данными эксперимента используется статистика Стьюдента t . Для этого производится расчёт значения t : $t = \frac{\eta\sqrt{n-2}}{1-\eta^2}$

и проводится сравнение с табличным значением $t_{a,n-p-1}$.

Если вычисленное значение: $t < t_{a,n-p-1}$,

Где $t_{a,n-p-1}$, – табличное значение статистики Стьюдента, то корреляционная связь между рассматриваемыми y и x отсутствует. Полученная модель согласуется с данными эксперимента, что делает её рекомендуемой для практического использования.

Если построенное уравнение хорошо согласуется с данными эксперимента, переходим к следующему этапу - проверке значимости коэффициентов b_i . Значимость коэффициентов b_i проверяется с помощью статистики t' :

$$t' = \frac{|b_i|}{S_{b_i}}$$

где S_{b_i} – среднеквадратическое отклонение для коэффициента b_i ;

$$S_{b_i} = S_{y.x} \sqrt{c_{ii}^{-1}},$$

где S_{b_i} - элементы матрицы c^{-1} , стоящие на пересечении i -й строки и i -го столбца (диагональные элементы матрицы C^{-1}). Если вычисленное значение $t \geq t_{\alpha, n-p-1}$, взятого по таблице, то коэффициент b_i – значимый.

Как уже отмечалось, результаты моделей, полученных с использованием корреляционно-регрессионного анализа, обладают наглядностью, простотой в применении, и достаточно точно соответствуют фактическим данным. Исходные данные для анализа были получены автором с использованием метода планов.

В процессе исследования были рассмотрены модели парабол различной степени сложности.

$$S_B = 0.001\varphi^3 - 0,439\varphi^2 + 47,54\varphi, \eta = 0,975;$$

$$i_{31} = -3E - 06\varphi^3 - 0.009\varphi^2 + 3\varphi + 74,1, \eta = 0,9;$$

$$i'_{31} = 0.001\varphi^3 - 0.460\varphi^2 + 7.996, \eta = 0,985;$$

$$\Delta\omega_1 = 0.004\varphi^3 + 0.762\varphi^2 - 19.16, \eta = 0,96;$$

$$\varepsilon_1 = 2E - 05\varphi^3 + 0,006\varphi^2 - 0,175\varphi - 46.97, \eta = 0,953;$$

$$\Delta t = -0.004\varphi^2 - 0,750\varphi + 97,92, \eta = 0,93.$$

Все модели демонстрируют высокое корреляционное отношение, что свидетельствует о тесной криволинейной связи.

Соответствие моделей экспериментальным данным было проверено с использованием t - критерия. Для всех моделей $t_{расч.} > t_{табл.}$, взятого при уровне значимости $\alpha=0,05$. Таким образом, модели демонстрируют высокую степень соответствия с экспериментальными данными.

Коэффициенты полученных моделей, в основном, являются статистически значимыми. Установлено, что в модели для скорости $S'_B = i_{31}$ коэффициент b_4 является не существенным ($t_{расч.} < t_{табл.}$). Следовательно, этот коэффициент может быть исключён и модель станет параболой третьего порядка:

$$S'_B = i_{31} = -3E - 0,5x^3 - 0,0091x^2 + 0,2657x + 72,781.$$

Расчётные доверительные интервалы для коэффициентов полученных моделей представлены в таблице.

Таблица 1 – Доверительные интервалы для коэффициентов уравнения регрессии

Показатель	Коэффициенты уравнений				
	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4
S_B	41,44-42,44	(-0,76)-(-0,50)	(-0,0018)-(-0,0004)	0,000028-0,000032	0,00000006-0,00000005
S'_B	72,0-73,48	0,2627-0,2687	(-0,0099)-(-0,0083)	(-0,000035)-(-0,000025)	–
S''_B	5,0-5,22	(-0,7)-(-0,42)	(-0,0021)-(-0,0016)	(-0,000015)-(-0,000095)	0,000000035-0,000000045
Δw	(-18,09)-(-16,53)	1,13-1,17	0,0036-0,0040	(-0,00005)-(-0,00003)	(-0,000000014)-(-0,000000006)
ε	(-57)-(-54,96)	(-0,53)-(-0,49)	0,006-0,009	0,000005-0,000007	0,000000004-0,000000016
Δt	100,1-105,8	(-0,9)-(-0,8)	(-0,006)-(-0,004)	0,000006-0,000008	0,000000023-0,000000037

Предложенные модели применимы исключительно к кулачковым механизмам, поскольку для других механизмов требуются индивидуальные разработки. Использование этих моделей упростит сложные инженерные расчёты. Кроме того, путём задавания числового значения функции, возможно вычислить значение аргумента. Полученные модели также могут быть использованы для прогнозирования соответствующих показателей.

Литература:

1. Герасимович, А.И. Теория вероятностей и математическая статистика. Часть 1 / А.И. Герасимович, Я.И. Матвеева. - Мн.: БПИ, 1975. – 194 с.
2. Девойно, Г.Н. Курсовое проектирование по теории механизмов и машин / Г.Н. Девойно. - Мн.: Высшая школа, 1986. – 200 с.
3. Лебедева, Г.И. Прикладная математика. Математическое моделирование в транспортных системах / Г.И. Лебедева, Н.А. Микулик. - Мн.: Асар, 2009. – 512 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕГРАЛОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

*Кицун Милана Владимировна, студентка 2-го курса
кафедры «Технология и методика преподавания»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Коваленок Н.В., старший преподаватель
кафедры «Математические методы в строительстве»)*

Интеграл – это математическая операция, обратная дифференцированию. Это одно из важнейших понятий математического анализа, которое возникает при решении задач о нахождении площади под кривой, пройденного пути при неравномерном движении, массы неоднородного тела, а также в задачах о восстановлении функции по ее производной.

Интегралы являются важным инструментом в дорожном строительстве, так как позволяют решать различные задачи, связанные с изучением геометрии и физики дорожного покрытия.

Одна из ключевых областей применения интегралов в строительстве дорог – это расчет объемов земляных работ. При строительстве дорог необходимо определить количество выемки или насыпи, которые потребуются для укладки дорожного полотна. Это можно сделать, используя интеграл для определения площади под кривой высот, которая может быть представлена функцией.

Другой не менее важный пример применения интегралов в дорожном строительстве – это расчет объема материалов, необходимых для строительства дороги. Если речь идет о расчете объема асфальтобетона, необходимого для покрытия дороги, то для этого нужно учесть геометрические особенности дороги - ее ширину, длину и профиль.

Кроме того, интегралы можно использовать для определения параметров кривых дороги. Например, при проектировании поворотов или изломов дороги необходимо определить радиус кривизны. Это можно сделать, используя интеграл для определения длины дуги и изменения угла поворота на этой дуге.

Еще одним способом применения интегралов в дорожном строительстве является анализ нагрузок на дорогу. Например, чтобы определить распределение нагрузок от движущегося транспортного средства, можно использовать интегралы для вычисления веса каждого элемента дороги. Это позволяет проектировщикам определить оптимальную конструкцию дорожного покрытия и гарантировать его прочность и безопасность [2].

При ремонте или обслуживании дороги важно правильно определить площадь поверхности дорожного полотна. В этом случае уместно применение интегралов. Если необходимо замерить или покрасить дорожное полотно, интегралы могут быть использованы для вычисления требуемого количества материала. Интегралы также могут использоваться для вычисления площадей дорожных сооружений, таких как различные виды разделительных островков и обочин. Например, для вычисления площади треугольного разделительного островка можно использовать интегралы, учитывая его основание и высоту.

Задача 2. Условие: При строительстве гоночной трассы необходимо найти объем материала для формирования поворота. Для этого требуется найти объем цилиндрического клина, основанием которого служит половина эллипса, а наклонная плоскость проходит через малую ось эллипса.

Решение. Сечение клина плоскостью, перпендикулярной к оси Ox , представляет собой прямоугольник, площадь которого $S(x) = 2yh$.

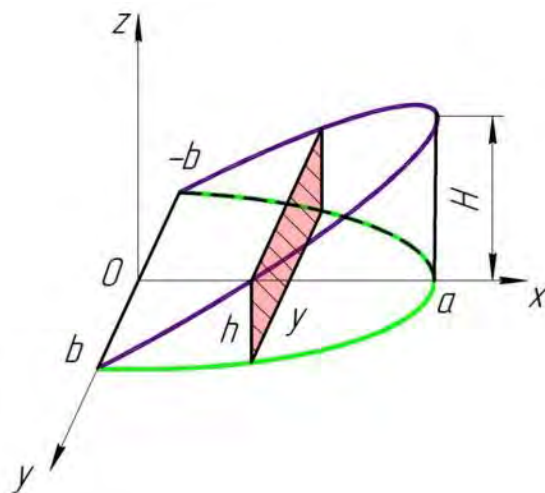


Рисунок 1

Поскольку (из уравнения эллипса) $y = \frac{b}{a} \sqrt{a^2 - x^2}$, а $h = \frac{H}{a} x$, то $S(x) = \frac{2bH}{a^2} x \sqrt{a^2 - x^2}$ и искомый объем клина равен:

$$\int_0^a S(x) dx = \frac{2bH}{a^2} \int_0^a x \sqrt{a^2 - x^2} dx = -\frac{2bH}{3a^2} \sqrt{(a^2 - x^2)^3} \Big|_0^a = \frac{2}{3} abH$$

Рассмотренная практическая задача дает нам ясное представление о значимости интегралов в строительстве автомобильных дорог и видно, что применение интегралов при строительстве автомобильных дорог достаточно широкое [3].

Решение данной задачи позволило нам глубже понять и систематизировать знания об интеграле и возможностях его применения в различных областях науки, а именно в сфере дорожного строительства.

Таким образом, интегралы имеют широкое применение в дорожном строительстве, позволяя решать различные задачи, связанные с изучением геометрии и физики дорожного покрытия, а также с его планировкой, проектированием и обслуживанием. Они помогают оптимизировать процесс строительства и обеспечивают безопасность и устойчивость дорожных сооружений.

Литература:

1. Интегралы [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.uznaughtotakoe.ru/integral/> (Дата доступа: 04.12. 2023).
2. Использование интегралов при строительстве автомобильных дорог [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/125220/315-317.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Дата доступа: 04. 12. 2023).
3. Практическое применение интегральных исчислений в строительстве [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://elib.mitso.by/bitstream/edoc/776/1/427-430.pdf> (Дата доступа: 06. 12. 2023).

ПРИМЕНЕНИЕ ЛИНЕЙНОЙ АЛГЕБРЫ В ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЗАДАЧАХ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОФИЛЯ

*Ковалёнок Константин Леонидович, студент 1-го курса
кафедры «Робототехнические системы»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Ковалёнок Н.В., старший преподаватель
кафедры «Математические методы в строительстве»)*

Говоря о сфере строительной деятельности, мы должны представлять какой широкий спектр строительных дисциплин необходим для специалиста этого профиля. Кроме пространственного мышления, в этой сфере деятельности также очень важно иметь отличное понимание и владение математикой.

Здесь применяются все основные направления: линейная алгебра, аналитическая геометрия, математический анализ и другие. Именно поэтому, кто стремится стать хорошим специалистом, добиться успеха и хочет научиться слаженно работать в команде, должен хорошо знать математику и применять её в задачах практического содержания.

Уже на начальном этапе строительства какого-либо сооружения, нужно точно и грамотно провести все измерения: рассчитать уклоны земли, чтобы сооружение находилось на идеально ровной поверхности, и в дальнейшем не возникло каких-либо проблем. На стадии возведения фундамента очень важно представлять и уметь руководствоваться архитектурными планами, которые включают в себя математические расчеты. Таким образом можно будет избежать ряд непредвиденных проблем в дальнейшем.

После стадии возведения фундамента применение математики будет еще больше и обширнее. Например, для внутренних работ в доме нужно знать и применять основные законы и формулы геометрии. Так, например, для установки окон или дверей нужно произвести все необходимые расчеты очень точно, чтобы они могли корректно закрываться и служить долгое время. Установка лестницы требует точного расчета геометрических форм и точности высоты, длины каждой ступени, иначе она будет не безопасной в применении.

Заключительные этапы постройки дома – укладка пола или плитки требуют определенных знаний того, как рассчитать площадь или объем неправильной формы, что будет способствовать наименьшему количеству отходов материала и сможет сэкономить затраты данной строительной работы.

На примерах решения задач физического и экономического содержания, покажем применение матриц в практико-ориентированных задачах, которые могут быть полезными в строительной сфере.

Задача 1. Через диск, имеющего массу $m = 80$ кг, перекинут гибкий трос, к концам которого подвешены блоки ФБС 6.4.3. массами $m_1 = 100$ кг (пол блока) и $m_2 = 200$ кг (целый) (Рис. 1). С каким ускорением будут двигаться данные грузы и каковы силы натяжения троса, если их предоставить самим себе?

Решение. Для решения воспользуемся основными законами вращательного и поступательного движения. На каждый из двух движущихся грузов (блоков) действуют две силы, а именно: сила тяжести mg , которая направлена вниз, и сила T натяжения троса, которая направлена вверх. $T_1 > m_1g$, потому что вектор ускорения a для груза m_1 будет направлен вверх. Равнодействующая этих сил вызывает равноускоренное движение и по второму закону Ньютона:

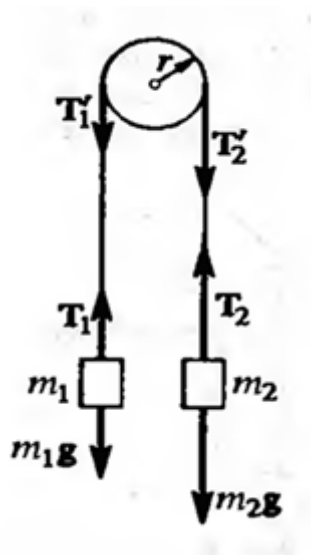


Рисунок 1 – Диск с блоками

$$T_1 = m_1g + m_1a.$$

$T_2 < m_2g$, так как вектор ускорения a для груза m_2 будет направлен вниз:

$$T_2 = m_2g - m_2a.$$

Согласно основному закону динамики вращательного движения, вращательный момент M , приложенный к диску, равен произведению момента инерции J диска на его угловое ускорение ε :

$$M = J\varepsilon.$$

Далее необходимо определить вращательный момент. Силы натяжения троса действуют как на грузы, так и на диск. Исходя из третьего закона Ньютона, силы T_1' и T_2' , приложенные к ободу диска, соответственно равны силам T_1 и T_2 , но по направлению им противоположны.

Диск, при движении грузов, будет ускоренно вращаться по направлению часовой стрелки, значит $T'_1 > T'_2$. Вращательный момент, приложенный к диску, равен произведению разности этих сил на плечо, которое равно радиусу диска, что означает $M = r \cdot (T'_2 - T'_1)$. Момент инерции диска $J = \frac{mr^2}{2}$, а угловое ускорение связано с линейным: $\varepsilon = \frac{a}{r}$.

Тогда:

$$(T'_2 - T'_1)r = \frac{mr^2}{2} \frac{a}{r}$$

откуда получаем:

$$T'_2 - T'_1 = \frac{m}{2} a.$$

Таким образом составим систему трёх линейных алгебраических уравнений с тремя неизвестными:

$$\begin{cases} m_1 a = T_1 - m_1 g \\ m_2 a = m_2 g - T_2 \\ \frac{ma}{2} = T_2 - T_1 \end{cases}.$$

Подставив числовые значения, получим:

$$\begin{cases} 100a - T_1 + 0 = -981 \\ 200a - 0 + T_2 = 1962, \\ 40a + T_1 - T_2 = 0 \end{cases}$$

Запишем матрицу коэффициентов системы и вычислим её определитель:

$$A = \begin{pmatrix} 100 & -1 & 0 \\ 200 & 0 & 1 \\ 40 & 1 & -1 \end{pmatrix}$$

Определитель равен:

$$\Delta = \begin{vmatrix} 100 & -1 & 0 \\ 200 & 0 & 1 \\ 40 & 1 & -1 \end{vmatrix} = -340$$

Найдем все алгебраические дополнения A_{ij} :

$$A_{11} = -1, A_{12} = 240, A_{13} = 200,$$

$$A_{21} = -1, A_{22} = -100, A_{23} = -140,$$

$$A_{31} = -1, A_{32} = -100, A_{33} = 200.$$

Обратная матрица A^{-1} имеет вид:

$$A^{-1} = \begin{pmatrix} \frac{1}{340} & \frac{1}{340} & \frac{1}{340} \\ -\frac{12}{17} & \frac{5}{17} & \frac{5}{17} \\ \frac{10}{17} & \frac{7}{17} & -\frac{10}{17} \end{pmatrix},$$

Выполнив преобразования и применив метод обратной матрицы, получим решение системы:

$$\begin{pmatrix} a \\ T_1 \\ T_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{1}{340} & \frac{1}{340} & \frac{1}{340} \\ -\frac{12}{17} & \frac{5}{17} & \frac{5}{17} \\ \frac{10}{17} & \frac{7}{17} & -\frac{10}{17} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} -981 \\ 1962 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Ответ: $a = 2,88; T_1 = 1269,53; T_2 = 1384,94$.

Задача 2. Завод по производству асфальтовых смесей изготавливает три типа продукции t_1, t_2, t_3 . Для её изготовления требуется четыре вида сырья m_1, m_2, m_3, m_4 . Данные по нормам расхода сырья и соответствующие запасы указаны в таблице ниже (Табл. 1):

Таблица 1 – Нормы запасов и расходов

Продукция \ Сырьё	t_1	t_2	t_3	Запасы сырья
m_1	1	1	2	190
m_2	2	0	2	180
m_3	2	1	0	160
m_4	1	2	2	250

Рассчитать план выпуска продукции, где полностью расходуется все сырьё.

Решение. Для решения данной задачи, предположим, что три типа продукции производятся в количестве x_1, x_2, x_3 .

Затем составим систему уравнений и запишем её в матричном виде:

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 2 & 190 \\ 2 & 0 & 2 & 180 \\ 2 & 1 & 0 & 160 \\ 1 & 2 & 2 & 250 \end{pmatrix}.$$

Применив методом Гаусса, приводим ее к виду:

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 2 & 190 \\ 0 & 1 & 0 & 60 \\ 0 & 0 & 1 & 40 \end{pmatrix},$$

где можно заключить, что ранг матрицы будет равен 3, количество неизвестных также 3. Соответственно система будет иметь одно единственное решение, где

$$x_1 = 50, x_2 = 60, x_3 = 40.$$

Ответ: три типа продукции в количестве: 50, 60 и 40 штук соответственно.

Литература:

1. Носков М.В., Шерстнева В.А. Качество математического образования инженера: традиции и инновации. // Высшее образование в России. 1999. №2
2. Математика для инженеров : учебник. В 2 т. Т. 1 / С.А. Минюк, Н.С. Березкина, А.В. Метельский ; под науч. ред. Н.А. Микулика.—Минск : Элайда, 2006.—560 с.

О ТВОРЧЕСКИХ ПОДХОДАХ В МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРОВ-ПРОГРАММИСТОВ

Ковальчук Софья Викторовна, студентка, факультет информационных технологий и робототехники, кафедра «Программное обеспечение информационных систем и технологий»

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Бадак Б.А., заместитель декана ФИТР, старший преподаватель кафедры «Высшая математика»)*

В современном обществе, где технологии играют ключевую роль, спрос на высококвалифицированных инженеров в области информационных технологий неуклонно растет. Эффективная математическая подготовка является важной частью формирования карьеры в IT-сфере. Однако, помимо технических навыков, требуется развитие креативности и когнитивного мышления, что обуславливает актуальность исследования творческих методов в обучении математике.

Под творческой деятельностью человека понимается такая деятельность, в результате которой создаётся нечто новое, независимо от того, будет ли это какой-нибудь материальный продукт или построение ума данного человека, т.е. высшая форма активной и самостоятельной деятельности личности [3].

Целью исследования является оценка решений творческих задач в области обучения математике и когнитивного развития студентов IT-направления.

Важным периодом в формировании креативности и когнитивных компетенций является обучение в высшем учебном заведении. Именно в это время происходит процесс интеграции творческого мышления в учебную среду, а также закрепление профессиональных навыков будущих специалистов.

В собственной образовательной практике нами выделены некоторые творческие подходы, которые способствуют развитию когнитивных компетенций будущих специалистов в процессе обучения математике в высшей школе: формирование креативного подхода к научно-исследовательской деятельности, вовлечение студентов в олимпиадную деятельность, создание условий для адаптации студентов к будущей профессиональной деятельности, применение интерактивных технологий обучения.

Реализацию данных подходов рассмотрим на следующих примерах:

«Коучинг» для студентов-программистов может быть эффективным способом поддержки в их учебном и профессиональном росте. Персональный тренинг ориентирован на развитие духовных и профессиональных качеств, а также на достижение конкретных целей. Основной идеей коучинга в системе образования является создание условий для личностного роста, повышения мотивации к обучению [2]. Поэтому коучинг является не столько методом обучения, сколько инструментом повышения эффективности.

Математическое моделирование – это идеальное научное моделирование, при котором описание объекта осуществляется на языке математики, а исследование модели проводится с использованием тех или иных математических методов [1]. Приведем пример задания на основе использования математического моделирования, предлагаемого студентам первого курса при изучении дисциплины «Дискретная математика»: <http://www.stefanom.org/spc/>.

1) Использование криптографических задач. Одной из важнейших областей применений математики является криптография — наука о шифрах, т. е. способах преобразования информации, позволяющих скрывать её содержание от посторонних. Криптография может обеспечить развитие когнитивного мышления посредством операций с числами, логическими операциями и алгоритмами. Задачи, связанные с криптографией, могут не только увлекать, но и стимулировать логическое мышление.

Реализацию данного подхода рассмотрим на примере решения следующей задачи: предполагается, что есть шифротекст, закодированный с использованием шифра Цезаря, и студенту нужно расшифровать сообщение. Шифр Цезаря ставит каждую букву алфавита в фиксированное количество позиций. Шифротекст: «Ёугс - ахс прсйзфхес хсззн, нсхсуз фсзжлрвбхфв прсйзфхесп олрлм.» Чтобы разгадать это сообщение, нужно использовать когнитивные навыки, такие как: абстрактное мышление, а также понимание того, что шифр Цезаря включает смену букв.

2) Использование эвристических задач и алгоритмов. Эвристика – отрасль, которая изучает специфику творческой деятельности. По мнению Е.И. Скафы, в обучении эвристические задачи выступают как средство мотивации, средство создания проблемных ситуаций, их используют как средство конструирования новых математических задач и ситуаций, как поиск развития задачи, как средство построения гипотез, высказывания догадок и др. Эвристические задачи (имеют высокий уровень структурной организации) являются эффективным средством целенаправленного математического развития обучающихся [4]. Многие известные психологи считают, что посредством эвристического познания люди лучше понимают суть проблемы и намного быстрее находят пути решения. Поэтому на этот принцип стоит обратить внимание. Также существуют эвристические алгоритмы. Под эвристическими алгоритмами будем понимать алгоритмы, правильность

которых для всех возможных случаев не доказана, но про которых известно, что они дают достаточно хорошее решение в большинстве случаев. Они подразделяются на следующие типы: жадный алгоритм, алгоритм имитации отжига, муравьиный алгоритм, генетический алгоритм.

Рассмотрим пример задачи «Алгоритм жизни»

В жизни мы часто являемся исполнителями какого-либо алгоритма, иногда даже не подозревая об этом (готовим блюдо по рецепту соблюдаем ПДД при пересечении проезжей части и т.д.). Как бы сложилась ваша жизнь, если бы она проходила только по заданным алгоритмам? Помогает ли такой подход структурировать собственную жизнедеятельность? В каких областях своей реальной жизни вы бы хотели навести порядок, чтобы стать более организованным? Выберите одну из таких неорганизованных сфер вашей жизни и создайте алгоритм, графически представленный в форме комикса.

Как мы можем заметить, данная задача актуальна для методов, описанных выше.

Заключение: В ходе проводимого исследования в Белорусском национальном техническом университете выяснилось, что развитие когнитивного мышления посредством решения творческих задач может повысить мотивацию студентов, выработать самостоятельность мышления, а также стать эффективным средством подготовки высококвалифицированных инженеров, способных эффективно решать проблемы в области информационных технологий.

Литература:

1. Абдуразаков, М. М. Математическое моделирование как средство обучения / М. М. Абдуразаков, О. Доржпалам // Балтийский гуманитарный журнал. – 2017. – Т. 6. – № 4 (21). – С. 223–226.
2. Бадак, Б. А. Использование «коучинг»-технологии в образовательном процессе современной высшей школы/ Б.А.Бадак, О.Б. Долгополова// THEORIA: педагогика, экономика, право. – 2022. – № 3(4). – С. 14–22. Режим доступа: https://doi.org/10.51635/27129926_2022_4_14
3. Розанова С.А. Математическая культура студентов технических университетов. – 2003. –176 с.
4. Скафа, Е.И. Методологический подход к пониманию роли эвристической задачи в математическом образовании школьников / Е.И. Скафа, М.В. Дрозд // Дидактика математики: проблемы и исследования: Междунар. сборн. науч. работ. – 2017. – Вып. 46. – С.15-20.

СТРОИТЕЛЬСТВО ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕМАТИКИ

*Котлярова Полина Александровна, Кравченко Владимир Дмитриевич,
студенты 2-ого курса кафедры «Технология и методика преподавания»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Коваленок Н.В., старший преподаватель
кафедры «математические методы в строительстве»)*

Строительство транспортных тоннелей – это как вихрь в современной инфраструктуре, где математика вламывается, играя в жизни проектов роль, о которой многие даже не задумываются.

Математические методы – это не просто технический детектор на различных этапах строительства тоннелей. От проектирования (Рис. 1) до возведения (Рис. 2) – математические модели вдруг заставляют инженеров точно определить параметры, учитывая геологические заморочки местности и инфраструктурные капризы. Прогнозирование деформаций и нагрузок становится как взрыв – все благодаря математическим чудесам.

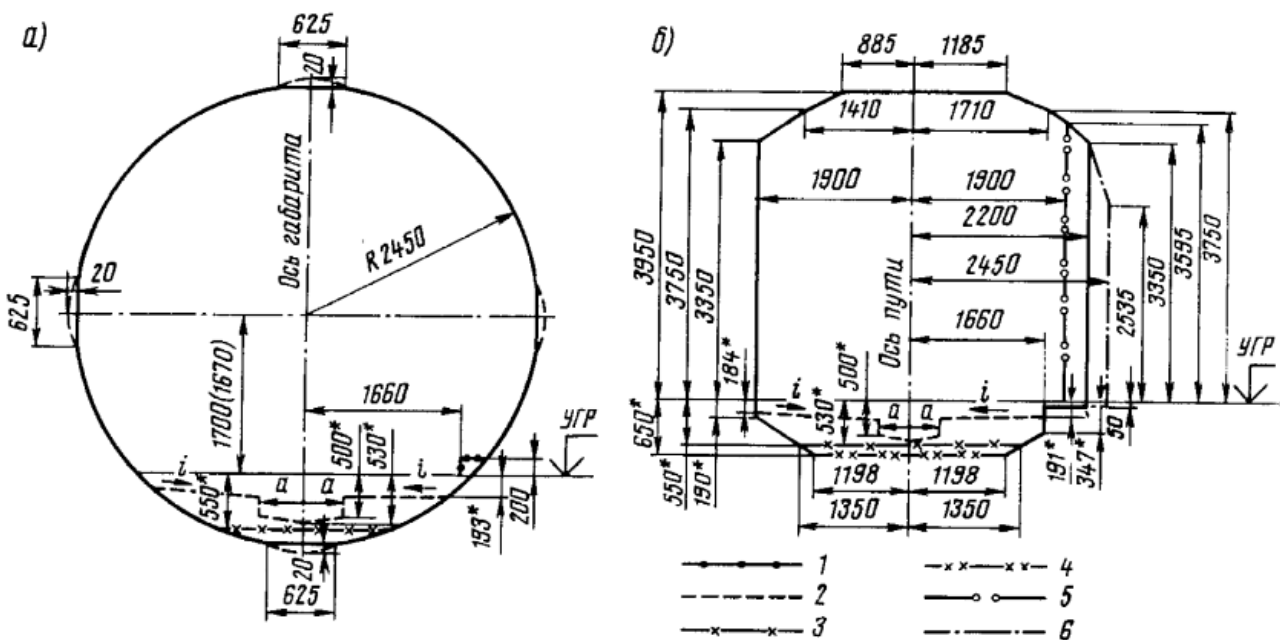


Рисунок 1 – Проектирование тоннеля



Рисунок 2 – Возведение тоннеля

Математические методы играют решающую роль на различных этапах строительства тоннелей. Начиная с проектирования, математические модели позволяют более точно определить геометрию тоннеля, учитывая факторы, такие как геология местности и инфраструктурные требования.

Однако применение математики не ограничивается только проектированием. Математические модели позволяют предсказывать деформации и нагрузки на структуру тоннеля при различных сценариях строительства, что существенно снижает риски возможных проблем в будущем.

Одним из ключевых преимуществ использования математики является возможность оптимизации различных параметров проекта. Математические модели позволяют более эффективно выбирать геометрию тоннеля, использовать оптимальные строительные материалы и предвидеть влияние различных строительных сценариев.

Реальные строительные проекты, где использовались математические методы, подтверждают практическую эффективность такого подхода. Более точные прогнозы, более эффективное использование ресурсов и снижение рисков в процессе строительства - все это становится реальностью благодаря математике.

В общем, использование математики в строительстве транспортных тоннелей становится какой-то неотъемлемой частью современной инженерной

практики. Результаты исследований просто кричат об этой важности математических методов для повышения точности проектирования, оптимизации расходов и вообще для обеспечения какой-то устойчивости всей этой инфраструктуры в долгосрочной перспективе.

Неоспоримые преимущества математических методов не исключают необходимость дальнейших исследований. Развитие более универсальных математических моделей, учитывающих все аспекты строительства тоннелей, представляет интерес для будущих проектов. Перспективы включают в себя не только улучшение процессов строительства, но и оперативный мониторинг тоннелей в период их эксплуатации.

В заключение, математика становится неотъемлемой частью современного строительства транспортных тоннелей. Оптимизация процессов, повышение эффективности, и снижение рисков делают использование математических методов обоснованным и перспективным подходом в сфере инфраструктурных проектов. Результаты исследования подчеркивают важность математических методов для повышения точности проектирования, оптимизации затрат и обеспечения устойчивости инфраструктуры в долгосрочной перспективе.

Литература:

1. Математические методы строительства тоннелей [Электронный ресурс] / Математические методы строительства тоннелей – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/matematicheskie-modeli-aerogazodinamiki-tonneley-pri-ih-stroitelstve> – Дата доступа: 11.12.2023.
2. Строительства транспортных тоннелей [Электронный ресурс] / Строительства транспортных тоннелей – Режим доступа: <https://elima.ru/books/?id=1299> – Дата доступа: 11.12.2023.

ОБ ИНДИКАТОРНОЙ СИСТЕМЕ ОЦЕНИВАНИЯ В ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

*Крижевич Аким Денисович, студент 2-го курса
кафедры «Интеллектуальные и мехатронные системы»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Бадак Б.А., заместитель декана ФИТР,
старший преподаватель кафедры «Высшая математика»)*

Индикаторная система оценивания в системе образования является актуальной темой, требующей внимания и исследования. В современном быстро меняющемся мире традиционная система оценивания, основанная на простом подходе «правильно» или «неправильно», уже не соответствует потребностям современных учебных заведений.

Одним из основных недостатков традиционной системы оценивания является концентрация обучающихся на получении высокой отметки, чем на изучении материала и анализе выполненной работы. Многие обучающиеся задаются целью получить хорошую отметку, не думая о том, чтобы проанализировать усвоенный материал и выявить пробелы в своих знаниях, которые можно было бы исправить.

Другим минусом традиционной системы оценивания является ее недостаточная объективность. В данной системе оценка задачи основывается на том, выполнена ли она или нет. Такой подход не учитывает пути решения задачи и не дает полной картины о знаниях студента.

Низкая информативность отметки также является серьезным недостатком традиционной системы оценивания. Когда студент получает отметку, он видит только число, которое не предоставляет ему информацию о пробелах в его знаниях и определенных навыках.

Для исправления указанных недочетов предлагается использование индикаторной системы оценки в контексте самостоятельной работы по математике. Формализованной основой модели контроля компетенций явилась теория индексов и индексного анализа (В.Е.Адамов, Р.Аллен, П.Кевеш, Т.Ричард) и индексная квалиметрия (А.И.Субетто). Индекс, по своей сути, есть инструмент сравнения и измерения, получаемый из комбинации индикаторов. «Квалиметрия рассматривает измеряемый объект как иерархию его свойств, верхом которой является интегральное свойство объекта, состоящее из группы показателей более низкого уровня. Показатели каждого уровня могут быть

элементарными (единичными) или, в свою очередь, распадаться на свою иерархию. Показатель, не разлагающийся на составляющие, называется элементарным (индикатором), их значения дают количественные оценки, которые агрегируются в комплексную оценку» [1]. Теоретически материал включает знание определенных формул и методов решения. В каждом задании будет проверяться знание формул с оценкой в 1 балл, а также умение их использовать на практике, также с оценкой в 1 балл. Кроме того, многие задания предусматривают не только знание формул, но также методов решения и умение их правильно применять со стандартной оценкой в 1 балл за знание метода решения и 1 балл за правильное его применение. Сам метод решения можно подразделить на множество шагов, каждый из которых будет оцениваться отдельно. Конечную сумму баллов нужно будет умножить на номер задания, чтобы в самой самостоятельной работе не было заданий с одинаковым количеством баллов. В табл.1 приведён пример реализации индикаторной системы оценивания студентов машиностроительного факультета при обучении математике:

Таблица 1 – Пример самостоятельной работы

Номер задания	Условие	Критерии оценивания (1 балл)	Сумма баллов
1	$\int 10^x dx$, $\int \frac{dx}{\sqrt{x^2-7}}$	-Знание таблицы интегралов -Правильное применение формул	4
2	$\int (3x^5 - \frac{2}{\sqrt[3]{x^2}} - 3) dx$ $\int \frac{x^2 - 3x + 5\sqrt{x}\cos(x)}{\sqrt{x}} dx$	-Знание таблицы интегралов -Правильное применение формул -Свойства интегралов	6
3	$\int_{\frac{\pi}{2}}^{\pi} \sin(2x + 1) dx$	-Знание таблицы интегралов -Метод замены переменных -Решение определенного интеграла -Ответ	12
4	$\int_0^e x^3 \ln(x) dx$	-Знание таблицы интегралов -Интегрирование по частям -Решение определенного интеграла -Ответ	16
5	$\int_1^3 \frac{2x^3 + 3}{x^2 + x + 1} dx$	-Знание таблицы интегралов -Решение определенного интеграла -Деление в столбик -Интегрирование по дробно-рациональных функций -Ответ	25

Использование индикаторной системы оценивания позволяет более точно оценить уровень знаний и навыков ученика. Вместо простого правильно-неправильно подхода, индикаторная система оценивания ориентируется на более детальное анализирование решаемых задач. Каждая задача имеет определенные индикаторы, которые указывают на успешное использование теоретического материала и понимание студентом решения.

Индикаторная система успешно опробована при обучении студентов 1-2 курсов специальности «Компьютерная мехатроника». Результаты и анализ полученных отметок приведен в таблице 2.

Таблица 2 – анализ подготовки группы к самостоятельной работе.

Номер задания	Процент правильного выполнения задания, %	Знание используемых формул, %	Правильное использование методов решения, %	Средний балл	Средняя отметка за самостоятельную работу
1	95	95	-	3,98	7,78
2	89	95	85	5,39	
3	74	75	81	8,99	
4	58	85	35	9,73	
5	44	77	52	12,77	

Индикаторная система оценивания представляет собой перспективные направления развития в образовании. Они позволяют преодолеть недостатки традиционной системы оценивания, предоставляя более объективные и информативные данные о знаниях и навыках учеников. Использование данной системы позволяет улучшить процесс оценивания, делая его более эффективным и точным. Однако, необходимо провести дальнейшие исследования и практические испытания этих систем в образовании для их успешной реализации и интеграции в учебный процесс.

Литература:

1. Борисова Е.В. Квалиметрия компетенций: методологические подходы и методы / Е.В. Борисова. Монография. Тверь: ТГТУ, 2011, 152 с.

ВЗАИМОСВЯЗЬ МАТЕМАТИКИ И СИММЕТРИИ В АРХИТЕКТУРЕ ГОРОДА МИНСКА

*Кузьмич Юрий Витальевич, Сименгор Эвелина Александровна,
студенты 2-го курса кафедры «Технология и методика преподавания»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Коваленок Н.В. старший преподаватель
кафедры «математические методы в строительстве»)*

Симметрия играет важную роль в различных областях математики, физики, искусства и других дисциплин. Ее изучение помогает понять закономерности и свойства объектов, а также применять их в различных областях науки и техники. Симметрия и математика это две важных, но при этом взаимосвязанных составляющих архитектуры. В этой исследовательской работе будет рассмотрена эта связь на примере города Минска, а именно на его нескольких архитектурных объектах.

Симметрия – это свойство, которое определяется соразмерностью и пропорциональностью частей объекта относительно его центра. В математике существуют несколько видов симметрии, а именно симметрия относительно центра, относительно прямой и относительно плоскости. Различные сочетания всех этих видов позволяют архитекторам возводить столь удивительные сооружения. При этом не стоит забывать, что симметрия напрямую связана с математикой и описана ей. Хорошим примером симметрии в математике являются математические функции, например, график функции $y = x^2$. Эта кривая симметрична относительно оси ординат, и это можно хорошо проследить на струях фонтана, находящегося в парке имени Янки Купалы (Рис. 1).

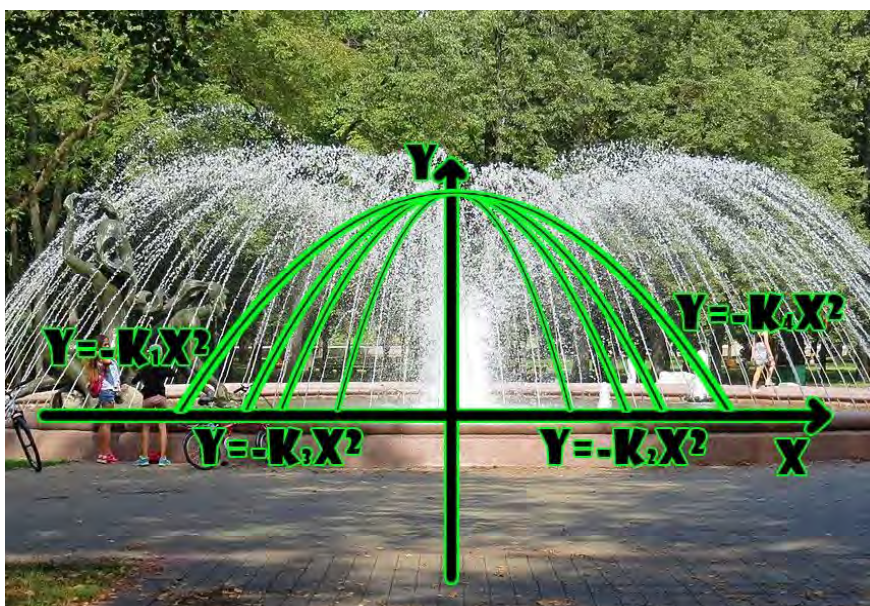


Рисунок 1 – Фонтан в парке имени Янки Купалы

Следующим примером являются графики функций $y = \sin(x)$, $y = \cos(x)$, которые симметричны относительно начала координат и относительно оси Y соответственно. Следует добавить, что каждый период, который равен 2π , функция повторяется и каждый такой повтор симметричен сам по себе. Пример соблюдения такого рода симметрии можно проследить на колонах национального художественного музея Республики Беларусь. (Рис. 2).



Рисунок 2 – Национальный художественный музей Республики Беларусь

Еще один пример проявления симметрии в городе — это круг. Уравнение круга задается формулой $x^2 + y^2 = r^2$, где x и y - координаты точки, а r - радиус круга. Это строго симметричная фигура как относительно центра, так относительно любой прямой, которая проходит через него. Обычно такое используется при строительстве площадей, фонтанов и элементов некоторых зданий.



Рисунок 3 – Площадь Ленина, ТЦ Столица

Вышеперечисленные примеры описывают математические принципы в симметрии, которые используются в архитектуре. Это только малая доля их использования в архитектуре города Минска, но даже на столь небольшом количестве примеров можно понять, что симметрия оказывает заметное влияние на восприятие того или иного объекта.

Все эти примеры показывают, что симметрия в большинстве своём опирается на математику, и что даже за такой простой фигурой как круг кроется некоторая формула, описанная в данной науке.

Литература:

1. Взаимосвязь математики и симметрии в архитектуре города Кемерово [Электронный ресурс] / Взаимосвязь математики и симметрии в архитектуре города Кемерово. – Режим доступа: <https://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/RM/2023/RM23/pages/Articles/094910.pdf>. – Дата доступа: 30.11.2023.
2. Что такое симметрия [Электронный ресурс] / Что такое симметрия. – Режим доступа: <https://simkinanotary.ru/cto-takoe-simmetriya-i-kogda-eto-ponyatie-vozniklo/>. – Дата доступа: 30.11.2023.

АНАЛИЗ РИСКОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МОСТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТИ

*Лавцевич Анастасия Светославовна, Цареня Владислав Денисович,
студенты 2-го курса кафедры «Технология и методика преподавания»,
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Ковалёнок Н.В., старший преподаватель
кафедры «Математические методы в строительстве»)*

Теория вероятностей в разрушении мостов занимается оценкой вероятности разрушения в различных условиях и при воздействии внешних факторов. Таких как: землетрясение, сильный ветер, наводнение и прочие природные явления, а также при учёте конструкции и изнашивания материалов самой постройки.

Для того чтобы выявить вероятность разрушения моста необходимо произвести анализ конструкции самой постройки, материалов, используемых при строительстве, геологических условий и природных факторов, которые влияют на его прочность. Для того чтобы произвести анализ по данным критериям необходимо использовать методы статистики и вероятностного моделирования, позволяющие выявить вероятность различных исходов разрушения мостов.

В статье рассматривается применение теории вероятности для подсчета рисков в эксплуатации мостов при землетрясении.

Подсчет вероятности имеет большое значение в данной области, с помощью ее можно минимизировать риски обрушения мостов из-за различных факторов, действующих на мосты.

Для примера мы возьмем воздействие землетрясения на мост. Рассмотрим задачу с применением теории вероятности для выявления рисков при воздействии землетрясения на мост:

Допустим, мост был построен на территории, где происходят землетрясения. Оценим вероятность разрушения данного моста в течении 1 года; 10 лет при землетрясениях.

Данные:

1. Вероятность землетрясения на данной территории в течении года составляет 0,05 (5%).

2. Так же известно, что вероятность разрушения моста при землетрясении с определённой магнитудой составляет 0,15 (15%).

Решение:

1. Найдём вероятность того, что в течении года не произойдет землетрясение:

$$P(\text{землетрясение не произойдёт})=1-0,05=0,95.$$

2. Вычислим вероятность того, что в течении года землетрясение произойдет и мост разрушится: $P(\text{землетрясение произойдёт и мост разрушится}) = 0,05*0,15=0,0075$.

3. Рассчитаем вероятность того, что мост не разрушится в течении года:

$P(\text{мост не разрушится})=1- P(\text{землетрясение произойдёт и мост разрушится})=1-0,0075=0,993$. Исходя из расчетов, мы видим, что мост не разрушится с вероятностью в 99,3% за год.

Теперь найдём вероятность разрушения моста в течении 10 лет, для этого используем формулу для независимых событий:

$$4. P(\text{мост не разрушится за 10 лет})=P(\text{ мост не разрушится в течении года})^{10}.$$

$$5. \text{Рассчитаем: } P(\text{мост не разрушится за 10 лет})=0,993^{10}\approx 0,932.$$

Таким образом вероятность того, что мост не разрушится при воздействии землетрясения в течении 10 лет, составляет приблизительно 93,2%.

На примере данной задачи видна вероятность разрушения моста за год и за 10 лет при воздействии землетрясения. Но в реальной жизни необходимо учитывать дополнительные факторы, такие как мощность землетрясения, устойчивость конструкции моста, износ материалов и другие.

Исходя из данной статьи можем сделать вывод, что теория вероятностей очень значима для инженеров и дизайнеров в области строительства, так как она помогает предсказать возможные риски и предпринять меры по укреплению конструкции моста для повышения его устойчивости, надежности и безопасности. Так же теория вероятности помогает оценить возможный результат разрушения конструкции по отношению к человеческим жизням и природе, что позволяет изобретать наиболее оптимальные системы устранения и манипулирования стрессовыми ситуациями.

Литература:

1. Учебное пособие. Е. А. Трофимова, Н. В. Кисляк, Д. В. Гилев. Теория вероятностей и математическая статистика. 2018. – 12 с.
2. Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://7ink.ru/eUzWO>. – Дата доступа: 05.12.2023.
3. Учебное пособие / часть 1. М. А. Гундина, Н. А. Кондратьева, И. В. Прусова, Н. К. Прихач, Л. В. Бокуть. Теория вероятностей и математическая статистика. 2020. – 10 с.

4. Классическое построение мостов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://obuchonok.ru/node/5174>. – Дата доступа: 05.12.2023.

ИССЛЕДОВАНИЕ, КАК СОСТОЯНИЕ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ ВЛИЯЕТ НА СКОРОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

*Назарова Ангелина Ивановна, Ключник Евгений Витальевич,
студенты 2-ого курса кафедры «Профессиональное обучение и педагогика»
Белорусский национальный технический университет
(Научный руководитель – Коваленок Н.В., старший преподаватель
кафедры «Математические методы в строительстве»)*

Дорожные условия играют важную роль в безопасности и эффективности дорожного движения. Состояние дорожного покрытия, такое как наличие ям, трещин, влажности, льда или снега, может значительно влиять на скорость движения и риск аварий. А также важную роль играет обстановка дорожного движения, это все непосредственно влияет на условия дорожного движения. В этой работе мы исследуем, как состояние дорожного покрытия влияет на скорость и безопасность дорожного движения, с использованием математического моделирования

В г.Минске последнее время состояние безопасности дорожного движения характеризуется стабильным прогрессом. Действия предусмотренные Концепцией обеспечения безопасности дорожного движения в городе Минске «Добрая дорога» в течении 6 лет привели к снижению количества погибших в ДТП граждан до минимума с 1975 года (28 человек в 2018 году, что в 4,5 раза меньше по сравнению с 2006 годом). Темпы снижения аварийности выше среднеевропейских, а показатели безопасности движения Минска сопоставимы с показателями самых безопасных городов-мегаполисов: Берлин, Вена, Прага и Стокгольм.

В статье Р. Б. Ивуть, П. В. Попов, П. И. Лапковская, И. В. Емельянович обосновывается необходимость исследования автотранспортной инфраструктуры с точки зрения ее влияния на социально-экономические показатели развития определенного региона. Автотранспортная инфраструктура играет важную роль в развитии региона, так как обеспечивает транспортные связи между населенными пунктами, предприятиями и другими объектами инфраструктуры. Эта статья анализирует влияние автотранспортной инфраструктуры на такие показатели, как экономический рост, занятость, доступность услуг и т. д. Она также исследует факторы, которые могут

ограничивать развитие автотранспортной инфраструктуры и предлагает рекомендации по ее улучшению для достижения лучших социально-экономических результатов для региона.

Критерий Фишера предназначен для сопоставления двух выборок по частоте встречаемости интересующего исследователя эффекта. Суть углового преобразования Фишера состоит в переводе процентных долей в величины центрального угла, который измеряется в радианах. Критерий позволяет найти вероятность того, что оба средних значения в выборке относятся к одной и той же совокупности. Данный критерий наиболее часто используется для проверки гипотезы: «Средние двух выборок относятся к одной и той же совокупности».

Для анализа влияния дорожных условий на уровень аварийности можно использовать статистические данные о происшествиях на дорогах и провести корреляционный анализ между состоянием дорожного покрытия, видимостью, освещением и уровнем аварийности. Также можно применить математическое моделирование для оценки влияния этих факторов на безопасность дорожного движения.

Сила трения, действующая на автомобиль, может быть вычислена с помощью формулы: $F = \mu \cdot N$

где:

- (F) - сила трения,
- (μ) - коэффициент трения,
- (N) - нормальная сила (обычно равна весу автомобиля).

N мы можем выразить по формуле (в данной задаче автомобиль находится на идеально ровной поверхности, тем самым для нахождения мы используем только ускорение свободного падения ($g = 9.8 \text{ м/с}^2$): $N = m \cdot g$

где:

- (N) - вес объекта (сила, с которой объект притягивается к Земле),
- (m) - масса объекта,
- (g) - ускорение свободного падения (примерно равно 9.8 м/с^2) на поверхности Земли).

Предположим, что вес автомобиля составляет 1750 кг.

Тогда по формуле $N = m \cdot g$ получим:

$$N = 1750 \cdot 9.8 = 17150 \text{ (Н)}$$

Коэффициент трения между двумя поверхностями (в данном случае, шиной и дорожным покрытием) обычно определяется экспериментально. В нашей задаче это 0.9- когда дорожное покрытие хорошее и 0.4- когда дорожное покрытие имеет среднее качество.

Таким образом, сила трения на дороге с хорошим покрытием будет:

$$F_1 = \mu_1 \cdot N = 0.9 \cdot 17150 = 15435 \text{ Н}$$

Таким образом, сила трения на дороге со средним качеством покрытия будет:

$$F_2 = \mu_2 \cdot N = 0.4 \cdot 17150 = 6860 \text{ Н}$$

Таким образом, сила трения на дороге с хорошим покрытием более чем в 2 раза больше, чем на дороге с покрытием среднего качества. Это означает, что автомобиль будет иметь лучшее сцепление с дорогой и, следовательно, лучшую управляемость и безопасность на дороге с хорошим покрытием. Однако эти значения являются приближенными и могут варьироваться в зависимости от конкретных условий (мокроты дорожного покрытия, направления выше или ниже горизонтальной оси и другого).



Рисунок 1 – пример среднего качества дорожного покрытия



Рисунок 2 – пример хорошего дорожного покрытия

Заключение Наше исследование показывает, что состояние дорожного покрытия играет важную роль в обеспечении безопасности дорожного движения. Мы надеемся, что наши результаты помогут в разработке стратегий для поддержания и улучшения состояния дорожного покрытия, что в свою очередь приведет к улучшению безопасности дорожного движения.

Литература:

1. Проверка статистических гипотез [Электронный ресурс]. Режим доступа: – https://ru.wikipedia.org/wiki/Проверка_статистических_гипотез. –Дата доступа 14.12.2023
2. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.economy.gov.by/uploads/files/NSUR2030/Natsionalnaja-strategija-ustojchivogo-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitija-Respubliki - Belarus - na - period-do-2030-goda.pdf](http://www.economy.gov.by/uploads/files/NSUR2030/Natsionalnaja-strategija-ustojchivogo-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitija-Respubliki-Belarus-na-period-do-2030-goda.pdf). Дата доступа: 14.12.2023.
3. Интернет-журнал “Науковедение” [Электронный ресурс]. Режим доступа: – <https://naukovedenie.ru/PDF/33TVN117.pdf> Дата доступа 14.12.2023.
4. Концепция развития транспортной системы и повышения безопасности дорожного движения в г.Минске «Добрая дорога» на 2021-2025 годы [Электронный ресурс]. Режим доступа: - https://minsk.gov.by/ru/normdoc/4480/pril_270_04022021.shtml Дата доступа 14.12.2023
5. Влияние дорожных условий на безопасность движения [Электронный ресурс]. Режим доступа: - https://studopedia.ru/29_64958_vliyanie-dorozhnih-usloviy-na-bezopasnost-dvizheniya.html Дата доступа 14.12.2023

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА В СИСТЕМЕ РЕКА-КАНАЛ

*Николаева Елизавета Геннадьевна, студентка 1-го курса кафедры
«Гидротехнического и энерготехнического строительства,
водный транспорт и гидравлика»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Воронова Н.П., канд. техн. наук, профессор)*

При строительстве каналов важное значение имеет возможность их эксплуатации имеющимся водным транспортом. Главным в решении таких задач является соотношение ширины водного пространства реки и канала, а также длины судна.

Рассмотрим строительство канала шириной a (м) под прямым углом к реке шириной b (м) и рассчитаем максимальную длину судна, которое может из реки войти в этот канал.

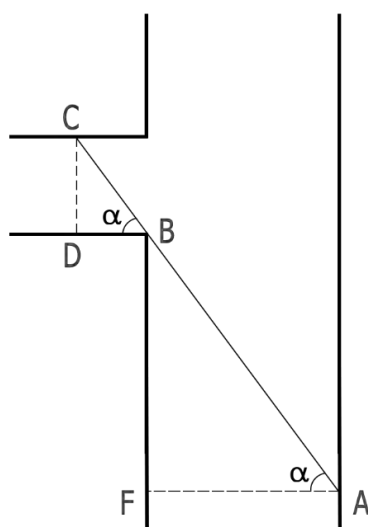


Рисунок 1

Т.к. $\triangle BCD$ и $\triangle ABF$ подобны и прямоугольные, то $AB = \frac{AF}{\cos \alpha}$, $BC = \frac{CD}{\sin \alpha}$.

Учитывая, что $AF = b$, $CD = a$, длина $AC = AB + BC$, получим функцию, зависящую от α : $u(\alpha) = \frac{a}{\sin \alpha} + \frac{b}{\cos \alpha}$. Исследуем эту функцию на экстремум с помощью производной.

$$u'(\alpha) = \frac{b \sin \alpha}{\cos^2 \alpha} - \frac{a \cos \alpha}{\sin^2 \alpha} = \frac{b \sin^3 \alpha - a^3 \cos \alpha}{\sin^2 \alpha \cos^2 \alpha}. \quad (1)$$

Производная не существует при $\alpha = 0$ и $\alpha = \frac{\pi}{2}$, которые не подходят из геометрической интерпретации задачи. Производная обращается в ноль, когда числитель дроби в формуле (1) обращается в ноль, т.е.

$$b \sin^3 \alpha - a \cos^3 \alpha = 0, \quad \operatorname{tg}^3 \alpha = \frac{a}{b}, \quad \alpha = \operatorname{arctg} \sqrt[3]{\frac{a}{b}}.$$

Для определения вида экстремума воспользуемся вторым достаточным условием экстремума, определим знак второй производной функции $u(\alpha)$:

$$u''(\alpha) = \frac{b \operatorname{tg}^3 \alpha + a \operatorname{tg}^2 \alpha + 2b \operatorname{tg}^5 \alpha + 2a}{\operatorname{tg}^2 \alpha}.$$

Т.к. $a > 0, b > 0$ и $\operatorname{tg} \alpha > 0$, то $u''(\alpha) > 0$ и в найденной точке функция имеет минимум. Следовательно при $\operatorname{tg} \alpha = \sqrt[3]{\frac{a}{b}}$ расстояние АС будет минимальным, а наибольшая длина судна, которая позволяет войти из реки в канал вычислим с помощью тригонометрических формул:

$$\sin \alpha = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}}, \quad \cos \alpha = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}}, \quad \text{где } \operatorname{tg} \alpha = \sqrt[3]{\frac{a}{b}},$$

тогда

$$\frac{a}{\sin \alpha} + \frac{b}{\cos \alpha} = \frac{a}{a^{1/3} / \sqrt{a^{2/3} + b^{2/3}}} + \frac{b}{b^{1/3} / \sqrt{a^{2/3} + b^{2/3}}} = \left(\frac{2}{a^{3/2}} + \frac{2}{b^{3/2}} \right)^{\frac{3}{2}}.$$

Литература:

1. Высшая математика для инженеров / В.И. Булгаков [и др.]. Минск, 2004.
2. Липовцев, Ю.В. Основы высшей математики для инженеров / Ю.В. Липовцев, О.Н. Третьякова. М., 2009.

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ДОРОГ

*Стецик Маргарита Владимировна, студент 2-го курса
кафедры «Вакуумная и компрессорная техника»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Ковалёнок Н. В., старший преподаватель
кафедры «Математические методы в строительстве»)*

Математика играет важную роль в строительстве, обеспечивает точность, прочность и безопасность создаваемых объектов. В данной статье рассмотрим следующие задачи: расчет необходимого количества машин для строительства автомобильной дороги, подбор обслуживающего персонала, расчет площадей под стоянку, обслуживание и ремонт парка машин, площадей производственно-бытового корпуса, очистных сооружений, противопожарного поста.

В настоящее время дорожное строительство включает возведение многих инженерных сооружений таких как: автомобильные дороги, тоннели, аэродромы, мосты, путепроводы.

Так же дорожное строительство включает множество операций в качестве обязательных составляющих технологического процесса. Туда входят: добыча; переработка; сортировка; перевозка, укладка строительных материалов природного происхождения; очистка территорий от растительности, почвенного слоя; разработка; перемещение, укладка больших объемов нескального и скального грунта, а также изготовление искусственных строительных материалов. Большой объем работ для данных операций выполняется за кратчайший срок с привлечением нужных машин и механизмов.

После того, как выбрали комплекс машин, то необходимо рационально организовать их работу.

Перейдем к расчёту строительства дорог. Для этого примем, что дорога будет 1 категории, ее протяженность составляет 31 км. В течение 2,7 месяцев должно быть завершено строительство дороги. Предположим, что покрытием является асфальтобетон. Земляные работы выполняются бульдозерами. Высоту насыпи примем равную 1,75 м.

Дорога первой категории состоит из двух полос движения. Ширина полос составляет 3,75 м, ширина проезжей части равна 15 м, ширина обочины равна 3,75 м, ширина земляного полотна равна 27,5 м.

Рассмотрим схему дорожного полотна. (Рис. 1).

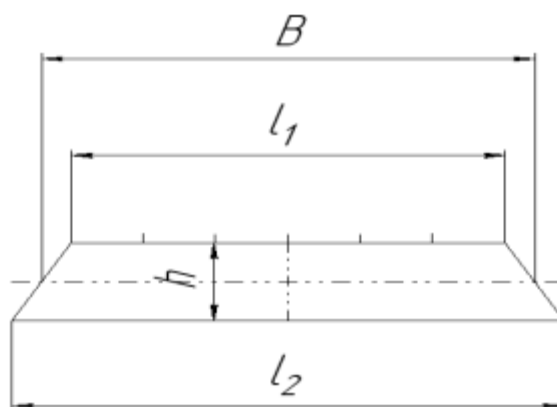


Рисунок 1 – Схема дорожного полотна

Теперь перейдем к определению объема земляных работ. Для этого воспользуемся формулой $V = h \cdot L \cdot B$, где B — средняя ширина дороги; L — протяженность дороги; h — высота насыпи. Вычислим среднюю ширину дороги по формуле $B = (l_1 + l_2)/2$, но для этого нам надо найти значение l_1 и l_2 . l_1 будет равно: $l_1 = 2 \cdot 3,75 + 2 \cdot 3,75 = 15$ м. Чтобы найти l_2 надо воспользоваться формулой $l_2 = l_1 + (2 \cdot h \cdot 3)$ отсюда получим, что $l_2 = 15 + (2 \cdot 1,75 \cdot 3) = 25,5$ м. После того, как мы нашли все нужные значения находим среднюю ширину дороги: $B = \frac{(15+25,5)}{2} = 20,25$ м.

Зная все значения, которые нам нужны найдем объем земляных работ. Он будет равен: $V = h \cdot L \cdot B = 1,75 \cdot 31000 \cdot 20,25 = 1098562,5$ м³.

А сейчас рассчитаем определение количества смен. Предположим, что работы производятся с 15 мая по 5 августа. На этот период при пятидневной рабочей неделе выпадает 60 рабочих дней. Для того, чтобы высчитать сколько смен будет воспользуемся формулой: $K_{см} = K_{д} \cdot 2$, где $K_{д}$ — количество рабочих дней, $K_{см}$ — количество смен. Получим, что количество смен равно: $K_{см} = 60 \cdot 2 = 120$ смен.

Теперь произведем расчеты для определения темпа строительства. Для этого воспользуемся формулой $T = L/K_{см}$, где L — протяженность дороги; $K_{см}$ — количество смен. Подставив все значения получим, что определение темпа строительства равно

$$T = \frac{31000}{120} = 258,33 \text{ м/см.}$$

Перейдем к расчету парка машин для устройства земляного полотна. Для этого высчитаем объем земляных работ, выполняемых в смену и высчитывается по формуле $V_{зр/см} = V/K_{см}$, где V — объем земляных работ, $K_{см}$ — количество смен. Исходя из этого получим, что $V_{зр/см} = \frac{1098562,5}{120} = 9154,7$ м³/см.

При устройстве земляного полотна бульдозерами, вспомогательными машинами являются автогрейдеры и катки. Определим количество бульдозеров

по формуле $N_{\text{бульд.}} = \frac{V_{\text{зр}} \cdot HЗ}{1000}$, где $V_{\text{зр/см}}$ — объем земляных работ, $HЗ$ - нормы затрат машино-смен на 1000 кубометров грунта, для грунтов III категории $HЗ = 1,68$. Подставив все значения получим, что определение количества бульдозеров равно $N_{\text{бульд.}} = \frac{9154,7 \cdot 1,68}{1000} = 15,37$. То есть понадобится 15 штук бульдозеров.

Далее определяем количество автогрейдеров. Для этого воспользуемся формулой $N_{\text{а.гр.}} = \frac{V_{\text{зр}} \cdot HЗ}{1000}$, где $V_{\text{зр/см}}$ — объем земляных работ, $HЗ$ - нормы затрат машино-смен на 1000 кубометров грунта, для грунтов III категории $HЗ = 0,2$. Исходя из этого получим, что $N_{\text{а.гр.}} = \frac{9154,7 \cdot 0,2}{1000} = 1,83$. То есть понадобится 2 штуки.

Теперь определим количество катков по формуле $N_k = \frac{V_{\text{зр}} \cdot HЗ}{1000}$, где $V_{\text{зр/см}}$ — объем земляных работ, $HЗ$ - нормы затрат машино-смен на 1000 кубометров грунта, для грунтов III категории $HЗ=1,39$. Подставив все значения получим, что определение количества катков равно $N_k = \frac{(9154,7 \cdot 1,39)}{1000} = 12,72$. То есть понадобится 13 шт.

Подводя итоги, скажем, что математика — невидимый, но неотъемлемый компонент в процессе строительства. От архитектурных сооружений до дорожных сетей, точные расчеты и геометрические принципы обеспечивают надежность и безопасность создаваемых объектов. Инженеры и архитекторы, используя математику, строят будущее, где прочность сочетается с эстетикой.

Литература:

1. Роль математики в обеспечении прочности сооружений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ufchgu.ru/blog/rol-matematiki-v-obespechenii-prochnosti>. Дата доступа: 11.12.2023.
2. Расчет строительства дороги [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studbooks.net/583186/tovarovedenie/raschyot_stroitelstva_dorogi?ysclid=lq1b0q7u8152445181. Дата доступа: 11.12.2023

ОПТИМИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА С ПОМОЩЬЮ ГРАФОВ

*Сучкевич Дмитрий Александрович, Яковец Дмитрий Александрович,
студенты 2-го курса кафедры «Технология и методика преподавания»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Ковалёнок Н.В., старший преподаватель
кафедры «Математические методы в строительстве»)*

Строительные проекты состоят из множества сложных задач, требующих тщательного планирования и оптимизации. В последние десятилетия, с появлением новых методов и технологий анализа данных, инженеры и специалисты в области строительства все больше внимания уделяют применению теории графов для оптимизации строительных процессов.

Применение теории графов в строительстве:

Сетевое планирование: Теория графов широко используется для сетевого планирования, которое является важным инструментом в строительстве. Сетевое планирование позволяет оптимизировать планирование задач и ресурсов. Одним из наиболее распространенных методов сетевого планирования является методология критического пути на основе диаграмм (СРМ). Диаграммы представляют задачи и их зависимости и используются для определения критического пути, который представляет собой порядок задач, определяющий минимальную продолжительность проекта.

Моделирование и анализ процессов: Теорию графов можно использовать для моделирования и анализа различных процессов в строительстве. Диаграммы можно использовать, например, для моделирования потока материалов и ресурсов на строительной площадке. Это позволяет оптимизировать планирование распределения материалов и распределение ресурсов, а также минимизировать время простоя сотрудников. Диаграммы также можно использовать для моделирования и анализа логистических процессов, таких как транспортировка строительных материалов и оборудования.

Управление рисками и принятие решений: Теория графов может применяться для управления рисками и принятия решений в строительстве. Графики можно использовать для отображения зависимостей между различными факторами и выявления потенциальных рисков. Например, диаграмма рисков помогает оценить вероятность возникновения различных событий и их влияние на проект. Это позволяет разрабатывать стратегии

управления рисками и принимать обоснованные решения для минимизации негативных последствий.

Проектирование сетей и транспортных систем: Теория графов также используется при проектировании сетей и транспортных систем. Диаграммы используются для моделирования и анализа сетевых систем, таких как дорожные сети, электрические сети и телекоммуникационные сети. Графики позволяют моделировать соединения между узлами и оптимизировать различные параметры, такие как пропускная способность, энергопотребление и длина пути.

Пример 1: Была поставлена задача провести линии телефонной сети в городе Минске. Можно ли построить сеть таким образом, чтобы каждая телефонная вышка была соединена ровно с пятью другими?

Решение: Допустим, что такое соединение возможно. Тогда представим себе граф, в котором вершины обозначают телефонные вышки, а рёбра – провода, их соединяющие. Подсчитаем, сколько всего получится проводов. К каждой вышке подключено ровно пять проводов, то есть степень каждой вершины нашего графа – 5. Чтобы найти число проводов, необходимо просуммировать степени всех вершин графа и полученный результат разделить на 2 (т.к. каждый провод имеет 2 конца, то при суммировании степеней каждый провод будет взят 2 раза). Но тогда количество проводов получится равным:

$$15 * 5 / 2 = 37,5$$

Но это число не целое. Значит наше предположение о том, что можно соединить каждую вышку ровно с пятью другими, оказалось неверным. Ответ: соединить телефонные вышки таким образом невозможно.

Литература:

1. Сеитова, А.А. Применение графов в архитектуре / А.А. Сеитова // Новости науки Казахстана. – 2018. – Т. 1, № 135. – С. 142-151
2. Фридман И. Научные методы в архитектуре / И. Фридман; пер. с англ. А.А. Воронова. – М.: Стройиздат, 1983. – 160 с.
3. Фридман И. Научные методы в архитектуре / И. Фридман; пер. с англ. А.А. Воронова. – М.: Стройиздат, 1983. – 160 с.

ЛОГАРИФМИЧЕСКАЯ ПРОИЗВОДНАЯ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ.

*Шаховская Дарья Дмитриевна, Лобан Юлия Анатольевна,
студенты 1-го курса кафедры «Инженерная экономика»
Белорусский национальный технический университет, г. Минска
(Научный руководитель – Мороз О.А., канд. физ.-мат. наук, доцент)*

При изучении темы «Дифференциальное исчисление функции одной переменной» появляется такое понятие как логарифмическая производная, а именно,

$$(\ln f(x))' = \frac{f'(x)}{f(x)}$$

Логарифмическая производная используется в случаях, когда функция, которую нужно продифференцировать, состоит из произведения степенных функций или представляет собой степенно-показательную функцию. В таких ситуациях операция логарифмирования значительно упрощает вид функции, представляя логарифм ее в виде алгебраической суммы логарифмов и тогда каждое слагаемое достаточно просто дифференцируется.

Пример 1. Найти производную функции

$$y = \frac{\sqrt[5]{2x+1}\sqrt{1-3x}}{(4+x)^4}$$

Решение. Сначала прологарифмируем данную функцию, а затем возьмем производные от обеих частей равенства, предварительно упростив правую часть, используя известные свойства логарифма:

$$y = \frac{\sqrt[5]{2x+1}\sqrt{1-3x}}{(4+x)^4}$$

$$\ln y = \frac{1}{5} \ln(2x+1) - \frac{1}{2} \ln(1-3x) - 4 \ln(4+x)$$

$$\frac{y'}{y} = \frac{1}{5} * \frac{1}{2x+1} * 2 * \frac{1}{2} * \frac{1}{1-3x} * (-3) - 4 * \frac{1}{4+x}$$

$$y' = \left(\frac{2}{5(2x+1)} - \frac{3}{2(1-3x)} - \frac{4}{4+x} \right) * \frac{\sqrt[5]{2x+1}\sqrt{1-3x}}{(4+x)^4}$$

Экономический смысл логарифмической производной, как отношение скорости изменения величины y к самой этой величине, означает темп изменения величины y .

Пример 2. Определите темп изменения величины $y=x^{\frac{1}{x}}$ в точке с абсциссой $x=e^2$.

Решение.

$$y=x^{\frac{1}{x}}$$

$$\ln y = \ln x^{\frac{1}{x}}$$

$$\ln y = \frac{1}{x} \ln x$$

$$\frac{y'}{y} = -\frac{1}{x^2} \ln x + \frac{1}{x} * \frac{1}{x}$$

$$\frac{y'}{y} = \frac{1}{x^2} (1 - \ln x)$$

$$\frac{y'}{y} \Big|_{x=e^2} = \frac{1}{e^4} (1 - \ln e^2) = -\frac{1}{e^4} < 0$$

Таким образом скорость изменения величины $y=x^{\frac{1}{x}}$ в точке $x=e^2$ падает.

Степенно-показательные функции вида $y=(f(x))^{g(x)}$ часто встречаются при исследовании различных геологических процессов:

Распределение размеров частиц в грунтах;

Для оценки пористости горных пород и определения возраста минералов;

Для описания распределения температуры в земной коре.

Логарифмическую производную используют и при решении некоторых экономических задач.

Если через $S=S(t)$ обозначить величину вклада в момент времени t , то приращение вклада и процент по вкладу являются равными величинами. Поэтому

$$\Delta S = S * r * \Delta t, \text{ где}$$

R —номинальная ставка за год, Δt — доля года.

Из равенства следует, что

$$r = \frac{\Delta S}{S * \Delta t} \xrightarrow{\lim_{\Delta t \rightarrow 0}} r \approx \frac{S'}{S} = (\ln S)'$$

Из последнего соотношения можно сделать вывод о том, что ставка банковского процента r совпадает с логарифмической производной от величины вклада.

Пример 3. Определить изменение ставки банковского процента $r=r(t)$, если величина вклада в момент времени t описывается функцией

$$S(t) = S_0 (1 + t)^{1,3},$$

где S_0 - вклад в начальный момент времени $t=0$.

Решение.

$$r = (\ln S(t))' = (\ln S_0(1+t)^{1,3})' = (\ln S_0 + 1,2 \ln(1+t))' = \frac{1,3}{1+t} * 130\%$$

Вывод: через 2 года после открытия вклада ставка была

$$r \approx 130\% * \frac{1}{3} \approx$$

43% годовых, а через 4 года ставка уменьшилась и стала

$$r \approx 130\% * \frac{1}{5} \approx 26\% \text{ годовых.}$$

Логарифмическая производная также нужна для исследования доходности актива.

Пусть $P(t)$ - стоимость актива в момент времени t , r - доходность от вложения денег в другие активы. Встает вопрос, когда выгодно покупать, а когда выгодно продавать активы? Для ответа на этот вопрос, нужно найти временной интервал, для которого выполняется неравенство

$$(\ln P(t))' > r.$$

Пример 4. Как выгодно поступить с активом P , если доходность от вложения денег $r=10\%$ годовых, и $P(t)=5*e^{\arctgt}$

$$\ln P(t) = \ln 5 * e^{\arctgt}$$

$$(\ln P(t))' = (\ln 5 + \arctgt)' = \frac{1}{1+t^2}$$

$$\text{Тогда } \frac{1}{1+t^2} > \frac{1}{10} \Rightarrow 1+t^2 < 10 \Rightarrow t^2 < 9 \Rightarrow -3 < t < 3.$$

Если положить, что текущий момент времени $t=0$, то актив выгодно купить в момент времени $t=-3$ (т.е. три года назад), а продать через 3 года от текущего момента времени.

ОПЕРАТОРНЫЙ СПОСОБ НАХОЖДЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА НЕЧЕТНЫХ РЯДОВ ФУРЬЕ ДЛЯ ФУНКЦИИ БОЛЬШИХ СТЕПЕНЕЙ

*Шемис Екатерина Викторовна, Шемис Елизавета Викторовна,
студентки 2-го курса кафедры «Математические методы в строительстве»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Акимов В.А., канд. техн. наук, доцент)*

В этой работе мы будем находить ряды Фурье для больших степеней так как в литературе [2, 3] рассматриваются только формулы нахождения для ряда Фурье для малых степеней, для которых придется брать интеграл 10 раз. Для этого используем операторский метод на основании метода операторов.

Как известно [2, 3] функцию $f(x)$, периодичную с периодом $T=2L$ и удовлетворяющую условиям Дирихле, можно разложить в ряд Фурье на отрезке $[-L, L]$:

$$f(x) = b_n \sin \delta_n x$$

где $\delta_n = \frac{\pi n}{l}$, $b_n = \frac{1}{l} \int_{-l}^l f(x) \sin \delta_n x dx$ $n = 1, 2, \dots$

Если же $f(x)$ - нечетная функция, то $a_n = 0, n = 0, 1, \dots$,

$$b_n = \frac{2}{l} \int_0^l f(x) \sin \delta_n x dx \quad n = 1, 2, \dots$$

Введем свойства отдельных операторов. На их основании выводим формулы, которыми будем пользоваться.

Рассмотрим оператор

$$T_1[f(x)] = \frac{f(x+l) - f(x-l)}{2}$$

Используя известные тригонометрические формулы, определяем:

$$T_l[\sin \delta_n x] = \frac{1}{2} [\sin \delta_n (x+l) - \sin \delta_n (x-l)] = \cos \delta_n x \sin \pi n = 0,$$

Аналогично

$$T_l[x \sin \delta_n x] = \frac{1}{2} [(x+l) \sin \delta_n x - (x-l) \sin \delta_n (x-l)] =$$

$$= x \sin \pi n \cos \delta_n x + l \cos \pi n \sin \delta_n x = (-1)^n l \sin \delta_n x$$

Кроме T_l введем оператор $V_n[f(x)] = \frac{f(x)}{1 + \frac{d^2}{dx^2} / \delta_n^2}$

На основе принципа суперпозиций устанавливаем свойства операторов

$$D_0 = \frac{T_l}{ld_x}, \quad D_1 = T_l V_n \text{ и } D_2 = ld_x D_1 \text{ в классе функций.}$$

$$D_1 = \frac{\sinh(ld_x)}{1 + \frac{dx^2}{dn^2}}$$

$$D_1[\sin \delta_m x] = \begin{cases} \frac{(-1)^{n+1} l \delta_n}{2} \cos \delta_n x & \text{при } m \neq n \\ 0 & \text{при } m = n \end{cases}$$

Рассмотрим конкретные примеры нахождения коэффициентов рядов Фурье операторным методом.

$$x^{2r+1} = \sum_{n=1}^{\infty} b_n \sin \delta_n x$$

1. Пусть $r=1, 2, 3 \dots$

Произведем над обеими частями записанного ряда операцию D_1 .

Непосредственно устанавливаем:

$$V_n[x^{2r+1}] = \left(1 - \frac{d_x^2}{\delta_n^2} + \frac{d_x^4}{\delta_n^4} - \frac{d_x^6}{\delta_n^6} + \dots \right) [x^{2r+1}] =$$

$$x^{2r+1} - \frac{(2r+1)2rx^{2r-1}}{\delta_n^2} + \frac{(2r+1)2r(2r-1)(2r-2)}{\delta_n^4} x^{2r-3} + \dots + (-1)^r \frac{(2r+1)!}{\delta_n^{2r}} x$$

$$sh(ld_x) = ld + \frac{l^3 d_x^3}{3!} + \dots + \frac{l^{2r+1} d_x^{2r+1}}{5!} + \dots$$

Кроме того,

В результате получим:

$$D_1[x^{2r+1}] = l^{2r+1} - \frac{(2r+1)2r}{\delta_n^2} l^{2r-1} + \frac{(2r+1)2r(2r-1)(2r-2)}{\delta_n^4} l^{2r-3} +$$

$$+ \dots + (-1)^r \frac{(2r+1)!}{\delta_n^{2r}} l$$

Выражение в правой части, на основании (3.11) принимает вид:

$$D_1 \left[\sum_{k=1}^{\infty} b_k \sin \delta_k x \right] \Big|_{x=0} = b_n \frac{(-1)^{n+1} l \delta_n}{2}$$

Приравнявая их между собой, окончательно находим:

$$x^{2r+1} = 2 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n-1} \left[\frac{l^{2r}}{\delta_n} - \frac{(2r+1)2r}{\delta_n^3} l^{2(r-1)} + \dots + (-1)^r \frac{(2r+1)!}{\delta_n^{2r+1}} \right] \sin \delta_n x$$

$$l = \pi \quad \delta_n = \frac{\pi n}{l} = \frac{\pi n}{\pi} = n$$

$$r=4 \quad \Rightarrow \quad x^9$$

$$x^9 = 2 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \left[\frac{\pi^8}{n} - \frac{8 * 9 * \pi^6}{n^3} + \frac{6 * 7 * 8 * 9 * \pi^4}{n^5} - \frac{4 * 5 * 6 * 7 * 8 * 9 * \pi^2}{n^7} + \frac{9!}{n^9} \right] \sin nx$$

$$r = 5 \Rightarrow x^{11}$$

$$x^{11} = 2 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \left[\frac{\pi^{10}}{n} - \frac{10 * 11 * \pi^8}{n^3} + \frac{8 * 9 * 10 * 11 * \pi^6}{n^5} - \frac{6 * 7 * 8 * 9 * 10 * 11 * \pi^4}{n^7} + \frac{4 * 5 * 6 * 7 * 8 * 9 * 10 * 11 * \pi^2}{n^9} - \frac{11!}{n^{11}} \right] \sin nx$$

В результате получим формулы для вычисления ряда Фурье для больших степеней.

Литература:

1. Акимов В.А. А 39 Операторный метод решения задач теории упругости: Монография / В.А. Акимов. – Мн.: УП «Технопринт», 2003. – 101с.
2. Бари Н.К. Тригонометрические ряды //М.: Физматгиз. – 1961 – 936 с.
3. Зигмунд А. Тригонометрические ряды. // М.: Мир – 1965. Т. 1 – 615 с., Т. 2 – 537с.