

Министерство образования Республики Беларусь

Белорусский национальный технический университет

Факультет информационных технологий и робототехники



**Материалы
74–й студенческой научно – технической
конференции**

Электронный учебный материал

Минск 2018

Издание включает материалы 74-й студенческой научно-технической конференции по следующим направлениям: автоматизация процессов и систем, автоматизированный электропривод, программное обеспечение информационных технологий, автоматизированное проектирование, естественные науки.

Составитель: Мартинович В.А., доцент кафедры «Техническая физика»

Белорусский национальный технический университет.
Факультет информационных технологий и робототехники.
Ул. Б.Хмельницкого, 9, г. Минск, Республика Беларусь
Тел.: (017) 292-71-53
E-mail: fitr@bntu.by
<http://www.bntu.by/fitr.html>
Регистрационный № БНТУ/ФИТР47-54.2018

СОДЕРЖАНИЕ

[Секция 1 «Автоматизированный электропривод»](#)

[Секция 2 «Робототехнические системы»](#)

[Секция 3 «Программное обеспечение вычислительной техники»](#)

[Секция 4 «Автоматизированное проектирование»](#)

[Секция 5 «Физика»](#)

[Секция 6 «Математика»](#)

СЕКЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД

ПЕРЕЧЕНЬ ДОКЛАДОВ

ОБЗОР ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ ДЛЯ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Анцугай Ф.С. ст. гр. 10705113
Научный руководитель – Улащик Н.М.

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМ ТЯГОВЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ЛОКОМОТИВА

Нитиевский С.А. ст. гр. 10705213
Научный руководитель – Александровский С.В., ст. преподаватель

НАСТРОЙКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СДПМ С ДАТЧИКОМ ПОЛОЖЕНИЯ РОТОРА НА БАЗЕ ОТЛАДОЧНОЙ ПЛАТЫ STM32F4DISCOVERY

Матвеев Д.С., Полоневич П.В. Кравцов И. П., Арсений А.Э.
Научный руководитель – Гульков Г. И. к.т.н., доцент

ОБЗОР ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ ДЛЯ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Анцугай Ф.С. ст. гр. 10705113

Научный руководитель – Улащик Н.М.

На данный момент самым слабым местом электромобиля является источник питания. Наиболее популярным источником питания в электромобилях является аккумулятор. Аккумулятор - источник энергии, благодаря которому приводится в движение двигатель. Именно от него зависит, какое расстояние сможет проехать автомобиль.

Сегодня аккумуляторы выпускаются в следующих исполнениях: никель-кадмиевые, натрий никель-хлоридные, литий-ионные, свинцово-кислотные. Сейчас используются в основном литий - ионные. Такие аккумуляторы, при их преимуществах связанных с относительно небольшими размерами, больше страдают от процесса ухудшение характеристик со временем. Большинство таких аккумуляторов не может служить больше пяти лет. Количество зарядно-разрядных циклов не так влияют на ресурс, как возраст, при коротком времени цикла заряда и разряда, батарея выдерживает до 2000 циклов. Для достижения максимальной длительности эксплуатации аккумулятора, при заряде необходимо использовать токи равные половине емкости. И нежелательно превышать предел в одну ёмкость, так как это приводит к резкому сокращению срока службы.

В настоящее время существуют такие разновидности литий ионных аккумуляторов: на базе кобальтатов лития на графитовых электродах, и на основе других элементов - LiNiO_2 , LiMnO_2 , LiMn_2O_4 , LiFePO_4 . Например, автомобили на электротяге Nissan, имеют литий-ионные батареи плоского типа. Под днищем авто спрятано 50 модулей: вес каждого модуля 4 кг, и общая их энергоотдача – 90 кВт. Этого достаточно, чтобы питать 80-киловаттный электромотор (280 Н·м) и другие бортовые системы. Заряженных батарей хватает где-то на 160 км проезда. В автомобилях на электротяге используются следующие модификации литиевых аккумуляторов:

- никель-кобальт-марганец; марганец дешевле кобальта, но срок его службы меньше; если заменить части кобальта никелем и марганцем, то аккумулятор может получить либо более высокую мощность, либо большую энергетическую плотность; NCM остается восприимчивым к тепловому уходу, но меньше так чем диоксид кобальта;

- никель-кобальт-алюминий - этот сплав подобен NCM, но алюминий стоит меньше;

- фосфат железа - этот сплав мог бы стать самым перспективным, потому что он стабилен и безопасен, не имеет никаких проблем с перегревом; недостатком является то, что аккумуляторы из FePo работают при более низком напряжении, чем кобальтовый аккумулятор, поэтому батарей и элементов должно быть больше. Также на сегодняшний день применяются аккумуляторные батареи с напряжением выше 48 В. Каталог таких батарей приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Каталог аккумуляторных батарей для тяговых электроприводов электромобиля

Номинальное напряжение 550 В					
Маркировка	Ном. ёмкость С, Ач	Ширина W, мм	Длина L, мм	Высота Н, мм	Вес m, кг
SSK 20/C- Ah-550V 153- IMP-2	20	620	230	500	93
SSK 30/C- Ah-550V 153- IMP-3	30	930	230	500	139,5
SSK 40/C- Ah-550V 153- IMP-4	40	620	230	1000	186
SSK 50/C- Ah-550V 153- IMP-5	50	700	230	1240	242
SSK 60/C- Ah-550V 153- IMP-6	60	500	230	1860	279
SSK 70/C- Ah-550V 153- IMP-7	70	1860	230	600	335
SSK 80/C- Ah-550V 153- IMP-8	80	1240	230	1000	372
Номинальное напряжение 400 В					
SSK 20/C- Ah-380V 105- IMP-2	20	700	230	310	65
SSK 30/C- Ah-380V 105- IMP-3	30	620	230	500	93
SSK 40/C-	40	620	230	700	130

Ah-380V 105-IMP-4					
SSK 50/C-Ah-380V 105-IMP-5	50	620	230	900	167
SSK 60/C-Ah-380V 105-IMP-6	60	620	230	1000	196
SSK 70/C-Ah-380V 105-IMP-7	70	700	230	1240	242
SSK 80/C-Ah-380V 105-IMP-8	80	1240	230	700	260

При разработке литиевых и литий-ионных аккумуляторов, вопросам безопасности хранения и эксплуатации уделяется особое внимание. Все аккумуляторы Li имеют защиту от внутренних коротких замыканий (а в отдельных случаях — и от внешних коротких замыканий). Эффективным методом такой защиты является использование двухслойного сепаратора, один из слоев которого изготавливается не из полипропилена, а из материала, аналогичного полиэтилену. Инструкции по эксплуатации литиевых аккумуляторов предусматривают соблюдение элементарных требований: запрещаются нарушения полярности, нагревание аккумуляторов (как в работе, так и при хранении), попытки их разборки, короткие замыкания.

В электромобилях Tesla Model S аккумуляторная батарея размещена под полом и включает в себя более 7000 современных литий-ионных элементов производства Panasonic. Тем самым, источник питания данной модели увеличивает вес кузова, который сделан из легкого алюминия.

Размещение такой тяжелой батареи внизу между колесной базой существенно смещает центр тяжести, что делает автомобиль более устойчивым на поворотах. Отдельные литий-ионные модули, размещаются в батарее не равномерно, а уплотняются ближе к середине, что положительно влияет на инерцию S-ки относительно вертикальной оси. Также в батарее есть и другая полезная функция: она укрепляет конструкцию кузова и придает жесткость его каркасу. Разработчики учли печальный опыт нескольких машин из первой партии, когда из-за наезда днищем на жесткие предметы был пробит «бензобак», и установили для защиты батареи от повреждений специальную титановую пластину.

В заключение можно сказать, что вес всей аккумуляторной батареи в электромобилях не мал, и составляет от 50 до 400 кг. Но всё же литий-ионный аккумулятор вырабатывает примерно вдвое больше энергии на

единицу веса, чем предыдущее поколение никель-метал-гидридных аккумуляторов. В перспективе можно спрогнозировать полный переход автомобилей на электротягу с использованием литий - ионных аккумуляторов и их модификаций. Особенно это относится к городскому транспорту, так как вопрос экологичности у него стоит на первом месте.

Литература

1. Фираго, Б. И. Регулируемые электроприводы переменного тока./ Б. И. Фираго, Л. Б. Павлячик // Минск ЗАО «Техноперспектива» 2006. - 363 с.
2. <http://www.sskgroup.ru/files/li-ion.pdf>

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМ ТЯГОВЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ЛОКОМОТИВА

Нитиевский С.А. ст. гр. 10705213

Научный руководитель – Александровский С.В., ст. преподаватель

Как известно, в настоящее время существует большое разнообразие систем векторного и скалярного управления асинхронными электродвигателями [1], при этом синтез систем автоматического управления (САУ) зачастую ограничивается стандартным набором контуров регулирования – тока, скорости, положения. В большинстве случаев необходимыми и достаточными ограничениями, налагаемыми на САУ, являются перегрузочная способность электродвигателя и его допустимый по условиям нагрева длительный вращающий момент, а также перегрузочная способность питающего двигателя преобразователя частоты. При двухзонном регулировании асинхронных двигателей, ограничение также налагается на допустимый момент электродвигателя, поскольку при ослаблении магнитного потока перегрузочная способность двигателя падает.

Данные ограничения широко известны и являются общеприменимыми. Однако, при проектировании САУ тяговым электроприводом локомотивов возникает необходимость в еще одном ограничении – ограничении по сцеплению. Физическая природа контакта площадки «колесо-рельс» крайне трудна и тяжела в описании [2], и ограничение по сцеплению является главным механическим ограничением при локомотивной тяге. Из теории локомотивной тяги известно, что сила тяги локомотива зависит от двух составляющих – его сцепного веса и величины коэффициента сцепления ψ . Коэффициент сцепления ψ является нестационарной величиной, зависящей от скорости, и при прочих равных условиях его величина зависит от относительной скорости проскальзывания $v_{ск}$ (рисунок 1).

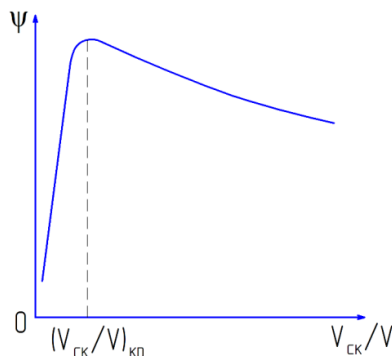


Рисунок 1 – Зависимость коэффициента сцепления ψ от относительной скорости проскальзывания $v_{ск}$

Наибольшее затруднение при проектировании САУ с указанным ограничением является то, что аналитические описания практически всех величин в теории локомотивной тяги отсутствуют, и расчеты осуществляются на основе эмпирических формул. Так, например, Правилами тяговых расчетов для поездной работы [3] для расчета коэффициента сцепления рекомендуется следующая формула:

$$\psi = 0,28 + \frac{4}{50 + V} - 0,0006V, \quad 1$$

где V – скорость движения локомотива, км/ч.

График изменения коэффициента сцепления показан на рисунке 2.

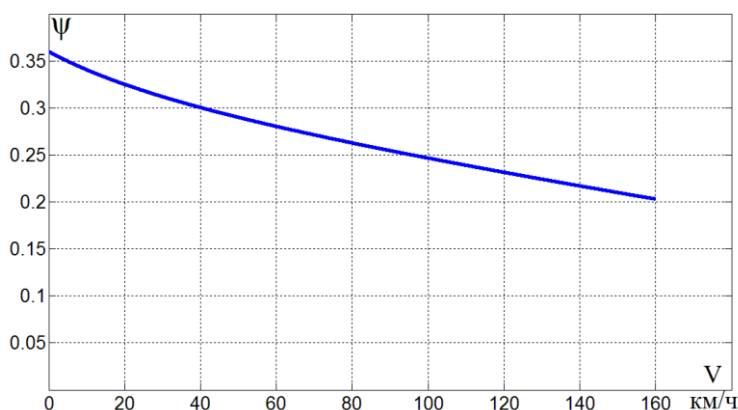


Рисунок 2 – График изменения коэффициента сцепления ψ

Ограничение по сцеплению в САУ можно реализовать путем введения блока ограничения момента на входе в канал регулирования тока (момента) асинхронного тягового электродвигателя. Фактически, суть проектирования блока ограничения сводится к воспроизведению в системе управления кривой, показанной на рисунке 2.

Например, при моделировании системы управления в программе Matlab-Simulink, блок ограничения можно реализовать с помощью блока насыщения с изменяемыми параметрами «Dynamic Saturation».

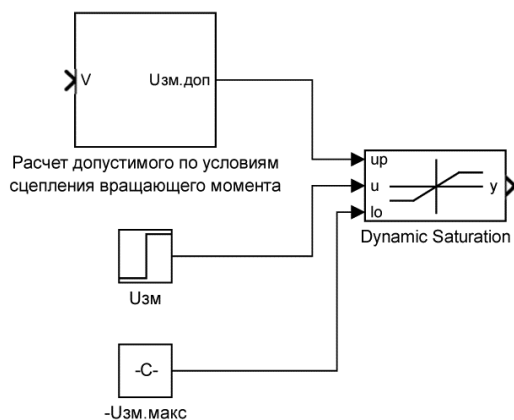


Рисунок 3 – Реализация блока ограничения по сцеплению

В этом случае верхней границей насыщения будет являться максимально допустимое по условиям сцепления значение задающего воздействия, которое рассчитывается с помощью детализированной структурной схемы по формуле (1). Входными величинами для блока ограничения вращающего момента тягового электродвигателя являются текущая величина задания вращающего момента тягового двигателя и контролируемое значение скорости движения локомотива.

Тяговая характеристика, реализуемая САУ тяговым электроприводом с указанными ограничениями, обычно имеет вид, показанный на рисунке 4.

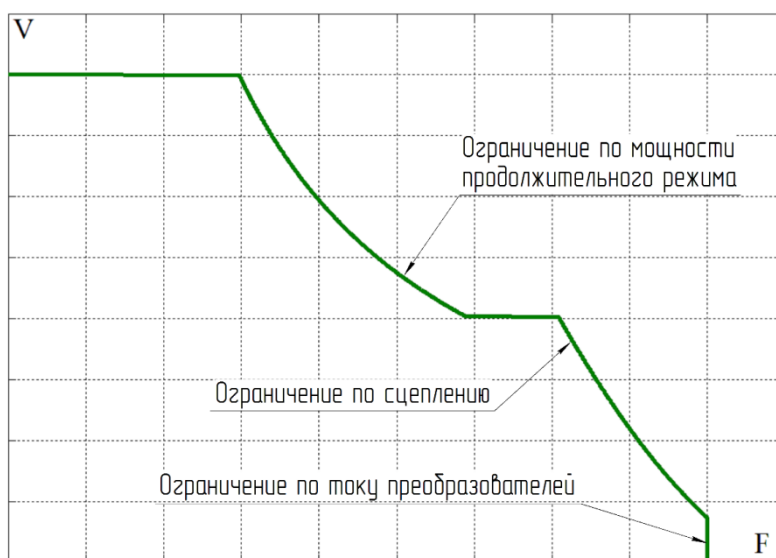


Рисунок 4 –Реализуемая тяговая характеристика локомотива

Таким образом, реализация в САУ тяговым электроприводом локомотива ограничения по сцеплению позволяет избежать срыва колесной пары в буксование, тем самым обеспечивая надежную реализацию тягового и тормозного усилия и позволяя предотвратить аварийные режимы работы тяговых электродвигателей.

Литература

1. Фираго, Б. И. Регулируемые электроприводы переменного тока./ Б. И. Фираго, Л. Б. Павлячик // Минск ЗАО «Техноперспектива» 2006. - 363 с.
2. Кузьмич В.Д., Руднев В.С., Френкель С.Я. Теория локомотивной тяги: Учебник для вузов ж.-д. транспорта / Под ред. В.Д. Кузьмича. – М.: Издательство «Маршрут», 2005. – 448 с.
3. Правила тяговых расчетов для поездной работы. Министерство транспорта Российской Федерации, 2016 г. – 515 с.

УДК 62-523

НАСТРОЙКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СДПМ С ДАТЧИКОМ ПОЛОЖЕНИЯ РОТОРА НА БАЗЕ ОТЛАДОЧНОЙ ПЛАТЫ STM32F4DISCOVERY

Матвеев Д.С., Полоневич П.В. Кравцов И. П., Арсений А.Э.
Научный руководитель – Гульков Г. И. к.т.н., доцент

Для работы синхронного двигателя с постоянными магнитами (СДПМ) необходима система управления. Существует множество способов управления. Для данного двигателя RSM-P24 было выбрано полеориентированное управление с датчиком положения.

Полеориентированное управление – метод регулирования, который управляет бесщеточным электродвигателем переменного тока, как машиной постоянного тока с независимым возбуждением, подразумевая, что поле и момент могут контролироваться отдельно. Такое разделение может быть достигнуто математически – разложением мгновенного значения вектора тока статора I_s на двесоставляющие: продольную составляющую тока статора I_{sd} (создающую поле) и поперечную составляющую тока статора I_{sq} (создающую момент) во вращающейся dq системе координат ориентированной по полю ротора. Т.о. момент и поле контролируются косвенно посредством управления составляющими вектора тока статора.

Преимуществом данного типа управления является плавная и точная установка положения ротора и скорости двигателя, а также большой диапазон регулирования.

К минусам относится необходимость датчика положения ротора и мощный микроконтроллер системы управления.

В настоящее время современные микроконтроллерные средства позволяют за сравнительно небольшие финансовые средства получить мощные вычислительные устройства, что позволяет устранить один из минусов использования полеориентированного метода управления СДПМ.

Отладочная плата STM32F4DISCOVERY на базе микропроцессора STM32F407VG от компании STMicroelectronics имеет хорошо развитую периферию и прямой доступ к памяти, благодаря разделению шин данных и инструкций (Гарвардская архитектура). Вышеперечисленные преимущества позволяют использовать данную плату для решения поставленных задач.

Для настройки системы управления на базе отладочной платы STM32F4DISCOVERY используется периферия:

ADC1 – датчик тока фазы U;

ADC2 – датчик тока фазы V;

ADC3 – сигнал задания скорости вращения электродвигателя;

TIM1 – таймер в режиме энкодера для контроля угловых перемещений и частоты вращения электродвигателя;

TIM8 – специальный таймер для организации вывода сигналов через PWM. Этот таймер дополнен рядом аппаратных узлов, предназначенных для управления электродвигателем. В каждом из трех каналов этого таймера предусмотрены два противофазных выхода TIM8_CH1-3, TIM8_CH1-3N.

Формирование PWM осуществляется следующим образом. Зададимся PWM с частотой 20 кГц. Следовательно, необходимо тактовую частоту таймера уменьшить в предделителе:

$$f_{TIM8} = \frac{f_{APB2}}{n} = \frac{168 \cdot 10}{8} = 21 \text{ МГц},$$

где, $n=8$ – пред делитель таймера TIM8.

$f_{APB2} = 168 \text{ МГц}$, тактовая частота шины APB2.

Далее определяем период таймера:

$$T_{TIM8} = \frac{f_{TIM8}}{f_{PWM}} = \frac{21 \text{ МГц}}{20 \text{ кГц}} = 1050.$$

Следовательно, если задавать период PWM от 0 до 1050, то этим и будет регулироваться скважность ШИМ.

Deadtime – позволяет избавиться от протекания кратковременного сквозного тока через оба ключа двухтактного ключевого каскада. Диапазон значений для Deadtime 0..255

Расчёт времени неперекрывания можно произвести с помощью функции библиотеки HAL [1]:

`__LL_TIM_CALC_DEADTIME (__TIMCLK__, __CKD__, __DT__)`

где `__TIMCLK__` – входящая частота таймера, Гц;

`__CKD__` – делитель частоты таймера, принимает значения 1, 2, 4;

`__DT__` – время неперекрывания, нс.

Функция возвращает значение: DTG[0:7].

Для работы с энкодером используется таймер TIM1, который имеет специальный режим для энкодера (EncoderMode). Таймер имеет диапазон значений 0..4095, что позволяет наиболее точно осуществить определение положения ротора СДПМ.

Выбранная система управления предполагает наличие ПИ-регуляторов (тока и скорости). Для их расчета необходимо знать параметры управляемого двигателя. Однако, для исследуемого двигателя RSM-P24 техническая документация отсутствует. Было принято решение опытным путем определить значения сопротивления и индуктивности фаз двигателя

при помощи следующих средств: мультиметра, осциллографа и генератора импульсов регулируемой частоты.

Литература

1. UM1725 User manual. – STMicroelectronics., 2017. – 1838 с.
2. Векторные системы управления электроприводами / Фираго Б. И., Васильев Д.С. –Мн.: «Вышэйшая школа», 2016. –159с.
3. Теория электропривода/ Фираго Б. И., Павлячик Л. Б. - Мн.: «Техноперспектива», 2007.-585с.
4. Теория автоматического управления / В. Л. Анхимюк, О. Ф. Опейко, Н. Н. Михеев. – Минск.: «Дизайн ПРО», 1997. – 352 с.

СЕКЦИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

ПЕРЕЧЕНЬ ДОКЛАДОВ

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КОНВЕЙЕРОМ ПО ПОДАЧЕ СТЕКЛЯННОЙ ТАРЫ

Трофимук В.М.

Научный руководитель – Околов А.Р., к.т.н., доцент

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ПОДАЧА ЗАГОТОВКИ НА УЧАСТОК ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ

Ходюш В.Е.

Научный руководитель – Лившиц Ю.Е., к.т.н., доцент

МУЛЬТИАГЕНТНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ГРУПОЙ РОБОТОВ

Олефир Д. Г.

Научный руководитель – Сиротин Ф.Л., к.т.н., доцент

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖАНИЯ МИКРОКЛИМАТА ТЕПЛИЦ ПРИУСАДЕБНЫХ УЧАСТКОВ

Несмашных А.М.

Научный руководитель – Лившиц Ю.Е., к.т.н., доцент

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМОЙ СКЛАДА ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Лапицкий Е.В.

Научный руководитель – Лившиц Ю.Е., к.т.н., доцент

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СМЕСИТЕЛЬ ПИЩЕВЫХ ЖИДКОСТЕЙ

Кулик С.В.

Научный руководитель – Лившиц Ю.Е., к.т.н., доцент

**КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ
ОВОЩЕХРАНИЛИЩ**

Захаревич А.А.

Научный руководитель – ст. пр. Гутич И. И.

**КОМПЛЕКСНАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ ГОРОДСКИХ СИСТЕМ
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Шалоха Е.Р.

Научный руководитель – Гутич И.И.

КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ВЕНТИЛЯЦИЕЙ

Шпакевич Ю.Г.

Научный руководитель – Гутич И.И.

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННО-
ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ
В ЭЛЕКТРОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ 0,4 КВ**

Медведев О.А.

Научный руководитель – Гутич И.И.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КОНВЕЙЕРОМ ПО ПОДАЧЕ СТЕКЛЯННОЙ ТАРЫ

Трофимук В.М.

Научный руководитель – Околов А.Р., к.т.н., доцент

Практически во всех отраслях промышленности используются ленточные конвейеры, иначе называемые ленточные транспортеры (от англ. belt conveyor), которые обеспечивают непрерывность процессов транспортировки различных видов грузов и материалов. Их применение позволяет доставлять до нужного объекта штучные грузы и материалы, имеющие любые структуры. Транспортировка, как в горизонтальном, так и в наклонном положении (при угле наклона 18°), обеспечивается за счет особой конструкции устройства.

При производстве и розливу продукции на предприятиях со стеклянной тарой есть проблемы, что подача тары происходит с постоянной скоростью. А для стабильной и не затратной работы требуется, что бы различные участки конвейера передвигали тару с разной скоростью из-за особенности производства.

Из-за того что на все участки конвейера перемещают стеклянную тару с одинаковой скоростью образуется очередь. Автоматическая линия розлива не справляется с нагрузкой. Из-за того что весь конвейер заполнен стеленной тарой, и некуда больше двигаться, стеклянная тара сдавливает друг друга и бьется. И предприятие несет убытки, в виде тары и не стабильной работы линии.

Для того что бы на конвейере не было очереди был разработан проект, который позволяет уменьшить или увеличить скорость на отдельных участках конвейера. На рис.1 представлен участок линии конвейера.

Разработанная система включает фотоэлектрические датчики OMRON E3FA, контроллеры-отвечающие за работу датчиков, и контроллер-отвечающий за работу приводов на участках конвейера.

Централизованная системы включает в себя центральный контроллер, который отвечает за логику работы элементов системы. В таком случае нет необходимости в «умных» датчиках и исполнительных устройствах. В таких системах применяется топология типа «звезда», когда к каждому датчику идет отдельная линия от контроллера. Некоторые элементы могут использовать и шинную топологию. Автоматическая система подачи стеклянной тары позволяет управлять скоростью подачи на автоматическую линию розлива. Система управления действует в соответствии с положением стеклянной тары на линии конвейера. Есть возможность быстрой перенастройки скорости конвейера для загрузки тары с разной величиной и объемом.

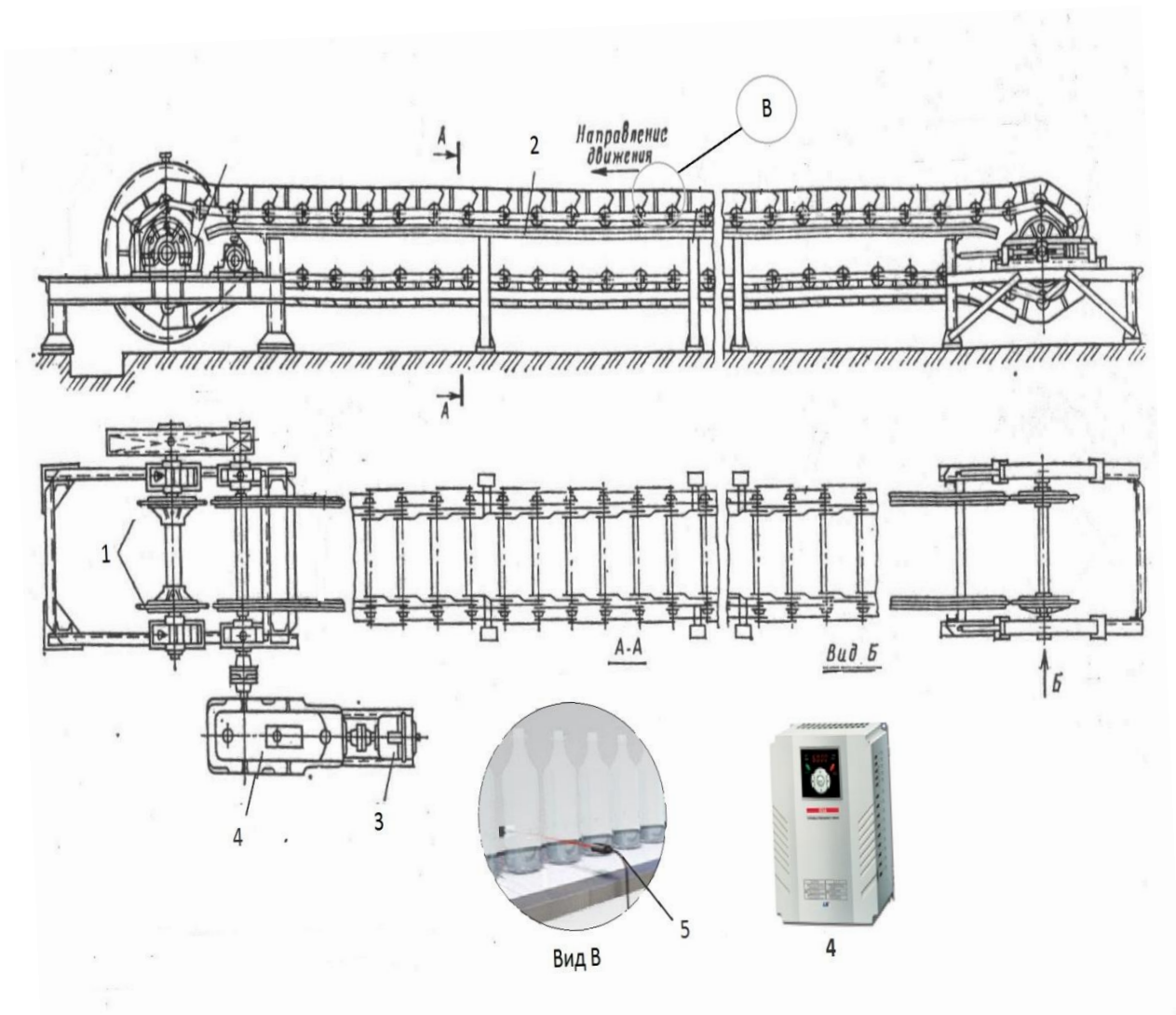


Рисунок 1-участок линии конвейера.

1-механизм приводящий в движение конвейер; 2-направляющие пути; 3-электродвигатель; 4- контроллер; 5- фотоэлектрические датчики.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ПОДАЧА ЗАГОТОВКИ НА УЧАСТОК ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ

Ходюш В.Е.

Научный руководитель – Лившиц Ю.Е., к.т.н., доцент

Транспортная система приводит обычное многостаночное производство к разряду ГПС, с возможностью объединения нескольких локальных участков в гибкое производство под единым управлением системы Fastems MMS.

Система осуществляет логистику в процессе обработки деталей. Заготовки попадают в систему в контейнерах, имеющих евро размеры (800x1200 мм.) и хранятся на многоуровневом складе.

Производственные заказы размещаются в системе управления (MMS) по очереди. Информация о заказе содержит размер партии, необходимую производственную информацию (например, тип заготовки) и производственный маршрут в системе.

Система выполняет производственные заказы в соответствии с очередью при условии, что необходимый материал находится на складе. В случае, если необходимого материала нет на складе, система дает сигнал оператору с рекомендацией подать заготовки в систему. Оператор подает заготовки в контейнере через загрузочно-разгрузочный конвейер. Контейнер должен содержать один вид заготовок. После загрузки оператор вводит данные о поданной заготовке в систему используя интерфейс оператора. Кран-штабелер размещает поданный контейнер на складе. Когда необходимый материал подан, процесс обработки может начаться.

Производство начинается в заготовительной ячейке, где робот размещает заготовки на паллете евро-размера, ориентируя их таким образом, чтобы обеспечить возможность автоматической обработки.

Заготовительная ячейка формирует партии заготовок на паллетах в соответствии с производственным графиком. Размер партии всегда одинаков и равняется объему полной паллеты, то есть система работает с полностью загруженными паллетами. В случае, если заготовки заканчиваются, система запрашивает следующий контейнер для того, чтобы полностью заполнить паллету. Рабочий маршрут может быть определен для каждой паллеты в отдельности.

Каждая производственная ячейка имеет два свободных буферных места куда кран-штабелер устанавливает паллеты с заготовками и откуда забирает паллеты с обработанными деталями. Когда кран-штабелер подает паллету в активную ячейку, он подтверждает для робота ячейки тип заготовки и другую производственную информацию. В соответствии с этой информацией робот выбирает нужную ЧПУ – программу в токарном /

шлифовальном центре, или индукционной печи (рисунок 1). Обработанные детали всегда складываются на отдельную паллету для готовых деталей. Вместимость каждой паллеты одинакова. Когда все заготовки с паллеты обработаны, кран-штабелер забирает паллету и перевозит её на склад или в следующую в технологическом маршруте производственную ячейку.

По завершению производственного маршрута, паллеты с обработанными деталями размещаются на складе, откуда оператор может вызвать её в любое время.

На рисунке 1 представлено расположение автоматизированного складского комплекса, рядом с которым находятся производственные ячейки, отвечающие за обработку заготовок. По средствам контроля с пульта оператора, осуществляется выгрузка необходимых заготовок, а также их транспортировка к производственным ячейкам согласно технологической карте маршрута.

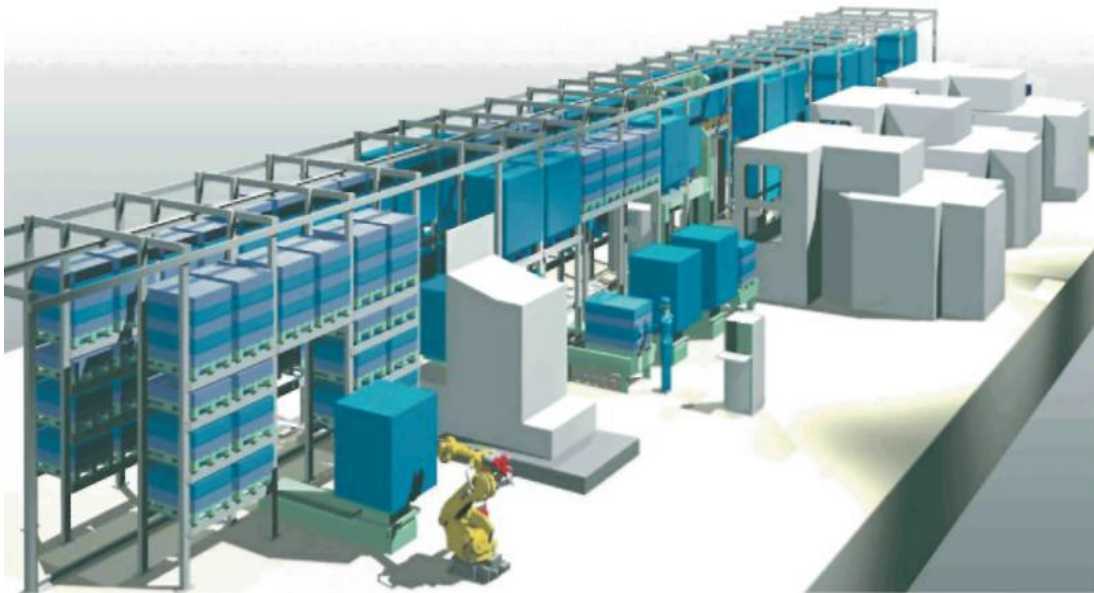


Рисунок 1. Автоматизированный складской комплекс с производственными ячейками

УДК 004.896

МУЛЬТИАГЕНТНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ГРУППОЙ РОБОТОВ

Олефир Д. Г.

Научный руководитель – Сиротин Ф.Л., к.т.н., доцент

Целью данной работы являлась разработка коллаборативной мультиагентной системы управления группой роботов (далее – МАСУГР) в рамках дипломного проекта.

Разработка велась в три этапа.

В ходе первого этапа был проведен анализ направления групповой робототехники, была сформирована антология понятий и определений, была предложена классификация групп роботов в зависимости от выбранной стратегии группового управления и потенциала в решении задач, требующих интеллектуального подхода, была проведена параллель между мультиагентной парадигмой в программировании и принципом децентрализации системы управления в робототехнике. Был проведен комплексный анализ основных аппаратных систем действующих академических проектов в области групповой робототехнике, были сформулированы функциональные требования к аппаратным и программным системам мобильного наземного робота, который должен работать в группе роботов.

В ходе второго этапа были разработаны функциональная и структурная схемы МАСУГР – программного модуля, который обеспечивает групповое взаимодействие между объектами группы с целью оптимизации их действий для достижения объектами групповой цели.

В ходе третьего этапа были разработаны функциональная, структурная и принципиальная схемы системы управления мобильного наземного робота, который должен быть использован в качестве тестового объекта управления. Аппаратные и программные системы мобильного робота отвечают требованиям, сформулированным ранее. Аппаратная конфигурация системы управления позволяет без непосредственного изменения архитектуры изменять доступный функционал робота за счет распределенных сенсорной и вычислительной систем, системы коммуникации, тем самым обеспечивая возможность тестирования МАСУГР при управлении как гомогенной, так и гетерогенной группой роботов.

В результате выполнения проекта была разработана коллаборативная мультиагентная система управления группой роботов, которая может быть использована в составе группового робототехнического комплекса для решения прикладных задач.

УДК 631.23

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖАНИЯ МИКРОКЛИМАТА ТЕПЛИЦ ПРИУСАДЕБНЫХ УЧАСТКОВ

Несмашных А.М.

Научный руководитель – Лившиц Ю.Е., к.т.н., доцент

С развитием информационных технологий и робототехники все большее экономическое и социальное значение приобретает автоматизация различных сфер жизни и деятельности человека. Не является исключением и домашнее хозяйство. Развитие технологий уже позволило автоматизировать многие повседневные процессы. Стиральные и посудомоечные машины, кофеварки, хлебопечки и другие приборы уже не являются диковинкой. Они помогают экономить время, избегать рутинных и неприятных занятий. Автоматизированные системы можно применить даже на дачном участке. Ведь, например, использование автоматики при поливе позволит сэкономить немало времени и сил, которые можно потратить на более интересные и приятные занятия. К тому же регулярность такого полива обеспечит более стабильный рост и развитие растений и, как следствие, повысит урожайность.

Цель проекта- разработка автоматической системы по созданию и поддержанию необходимых микроклиматических условий в теплице индивидуального хозяйства на летний период. Так как система разрабатывается для использования в небольших дачных теплицах, основные требования, предъявляемые к ней- автономность, простота, надежность и низкая себестоимость.

Система должна выполнять следующие задачи:

- поддерживать в заданных пределах значения влажности почвы;
- предотвращать перегрев воздуха, обеспечивая проветривание помещения;
- поддерживать заданный уровень воды в резервуаре для полива.

Структурная схема системы представлена на рисунке 1.

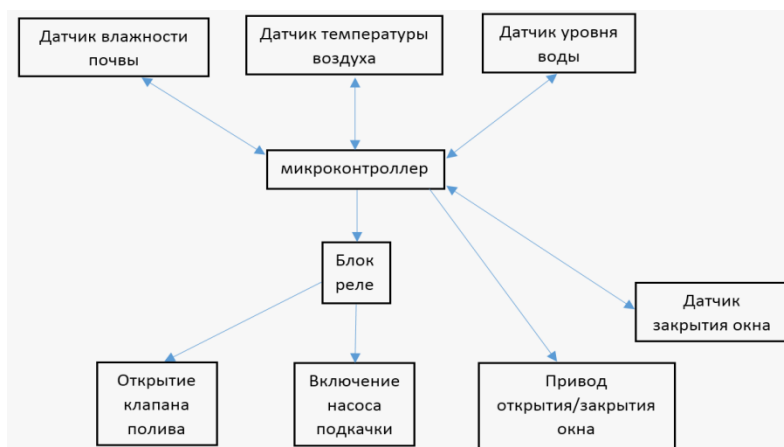


Рисунок 1. Структурная схема автоматизированной системы

Для наибольшей эффективности и надежности полива, был выбран метод капельного орошения.

Для предотвращения закупоривания капельниц, необходимо использование фильтра.

В системе используются: емкостной датчик температуры и влажности воздуха и резистивные датчики влажности почвы. Для контроля уровня воды и закрытия окна используются датчики релейного типа.

Модели насосов и объем бака подбираются исходя из размеров теплицы.

Данные с датчиков обрабатываются контроллером Arduino UNO R3, который с заданной периодичностью проводит опрос датчиков и получает данные влажности почвы, наполненности бака и температуры воздуха в теплице, после чего сравнивает их с заданными диапазонами. Влажность почвы имеет три диапазона значений: «сухая», «достаточно увлажненная», «влажная». Подобные три диапазона имеет уровень воды в баке: «низкий», «достаточный», «бак полон».

Так как проверка показаний датчиков происходит с определенным периодом, необходимо обеспечить постоянное наличие минимального уровня воды в баке, который система не успеет использовать до следующей проверки. К тому же это позволит обеспечить нагрев воды в баке с помощью солнечных лучей или окружающей среды, и избежать переохлаждения растений при поливе.

С целью снижения стоимости системы, пополнение резервуара при необходимости можно осуществлять вручную.

Для температуры имеется 2 диапазона: «нормальная» и «повышенная». Диапазоны климатических условий вариативны и задаются в зависимости от выращиваемых растений, типа грунта и желаний пользователя.

После обработки сигналов, в случае необходимости, контроллер выдает управляющие сигналы либо на реле (в случае с клапаном подачи воды и подкачки), либо непосредственно на исполнительный механизм (электропривод в случае с проветриванием помещения).

При значении влажности почвы «сухая», включается насос подачи воды, который работает пока параметр не изменится на «влажную». Аналогично насос подкачки воды в бак включается при уровне «низкий», и работает до сигнализации «бак полон».

Проветривание тепличного помещения реализовано посредством открытия окна. Открытие производится с помощью рычажного механизма и зубчатой передачи, приводимыми в движение электроприводом. При уровне температуры «повышенная», привод открывает окно, и закрывает его при возвращении к «нормальной».

Разработанная автоматическая система поддержания микроклимата тепличных помещений найдет применение у многих дачников, которые не имеют возможности постоянно находиться на приусадебном участке.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМОЙ СКЛАДА ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Лапицкий Е.В.

Научный руководитель – Лившиц Ю.Е., к.т.н., доцент

На складе товар проходит множество технологических операций. Операции на складе обычно группируют в следующие основные процессы: приемка товаров на склад, размещение, пополнение зоны отбора, комплектация заказов филиалов и клиентов для отгрузки со склада (подбор, контроль и упаковка заказов), отгрузка скомплектованных заказов. Также выделяют вспомогательные процессы: инвентаризация, работа с браком, возвратами и претензионная работа с поставщиками и клиентами.

После того, как произведенное оборудование на заводе упаковывается, оно транспортируется на склады филиалов, размещенных по разным городам и странам. По прибытию на склад филиала товар проходит процесс приемки, который включает в себя считывание штрих-кодов и осмотра товара на наличие повреждений. После данной процедуры, товар размещается на полках склада, по зонам, в зависимости от наименования и популярности. Каждая позиция имеет свою ячейку. Размер ячеек отличается. Он связан с размером коробки товара, а также с уровнем спроса. Например, популярные «трековые светильники» размещаются на больших поддонах из-за своих размеров и на нижних уровнях стеллажей, чтобы часто не снимать его электрокаррой.

Клиент, сделав заказ и оплатив его через электронный платеж, ожидает его получения курьером. В этот момент у работников склада автоматически печатается расходная накладная, по которой он и собирает заказ. Кладовщик, согласно списку товара, направляется к нужной ячейке и спускает ее с верхних уровней на нижний с помощью электрокары. После того, как ячейка находится в поле доступа для кладовщика, он отгружает вручную нужное количество позиций и несет их к сборочному столу заказов. После того, как заказ собран и отдан клиенту, работники склада поднимают спущенные ячейки наверх. Весь этот процесс можно автоматизировать, для безопасной работы кладовщиков и для ускорения сборки заказа и доставки его к потребителю.

После поступления заявки, заказ отправляется на сборку. С помощью сканера штрих-кодов, кладовщик считывает информацию с бумаги. Микрокомпьютер фирмы Raspberry Pi, анализирует все позиции, находящиеся в заказе и находит адреса ячеек, в которых и расположен соответствующий товар. Стеллаж с ячейками должен находиться в зоне доступа кладовщика, который собирает заказ в определенную тару, в зависимости от объема заказа.

Автоматизация этого процесса заключается в том, как доставить стеллаж с нужной ячейкой в зону доступа работника. Этот вопрос решается с помощью беспроводных транспортных тележек. Тележка оснащена пневматической подушкой. Как только она находится под нужным стеллажом, пневматическая подушка поднимает грузовой стол и тем самым поднимает весь стеллаж. Далее по кратчайшей траектории тележка везет стеллаж в зону отгрузки товара, не мешая другим тележкам, которые в тоже время транспортируют другие стеллажи.

В тележку встроено четыре электропривода на каждое колесо, тем самым позволяя ей разворачиваться на месте. Внутри встроена пневмоподушка, с помощью которой осуществляется подъем грузового стола.

Воздух для ее накачки берется из ресивера, который постоянно подкачивается небольшим компрессором. Для регулирования подачи воздуха, внутри установлен воздушный электромагнитный клапан. Управление электроприводами колес осуществляется с помощью драйверов. Сама тележка управляется с помощью микрокомпьютера raspberry pi. Передвижение тележки осуществляется по специальным отметкам на полу склада. Это могут быть линии, но также могут быть штрих-коды обозначающие конкретную точку в помещении, от которой и будет отталкиваться система управления передвижением. С каждой стороны тележки есть датчик препятствия, он предусмотрен для безопасности сотрудников складского помещения. Если расстояние до препятствия уменьшается и приобретёт крайне допустимое значение, тележка останавливается. Учитывая, что данных устройств на складе будет не одно, нужно дать понять системе, что в радиусе передвижения тележки есть еще одно такое устройство. Если не предусмотреть данный фактор, то тележки попросту будут препятствовать друг другу. Питание устройства осуществляется с помощью встроенного аккумулятора. Как только его заряд становится критическим, тележка сама направляется к пункту зарядки. Для того, чтобы постоянно были задействованы устройства, на складе есть запасные тележки, если одновременно сели несколько устройств, из резерва выезжают заряженные складские роботы.

Как только в систему поступает заказ на сборку, компьютер анализирует все позиции в заказе и раздает команды тележкам. Первая свободная тележка, расположенная ближе всего к ячейке с первой позиции, получит команду направляться именно к нужному стеллажу. Подняв стеллаж складской, робот везет его к комплектовщику заказов, тот в свою очередь берёт с нужной ячейки нужный товар. Т.к. на складе несколько комплектовщиков, есть вероятность что у других работников в заказе есть позиция с этого же стеллажа, компьютер, проанализировав это момент, может направить стеллаж либо сразу к нужному работнику, либо в очередь комплектации, либо вернуть стеллаж обратно на свое место.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СМЕСИТЕЛЬ ПИЩЕВЫХ ЖИДКОСТЕЙ

Кулик С.В.

Научный руководитель – Лившиц Ю.Е., к.т.н., доцент

В настоящее время многие бытовые процессы, которые люди выполняют каждый день, могут выполняться как полностью, так и частично любого рода машины, разных классов и сложностей. Человеческий труд переходит на второй план. В данной работе мы создали машину, выполняющую один из таких процессов.

Различные жидкости смешивают постоянно в местах общественного питания и не только, в связи с этим, появилась идея создания автоматизированного смесителя пищевых жидкостей, который выполнял бы функции смешивания жидкостей, и выполнял это достаточно быстро. Экономические преимущества использования автоматических систем дозирования в производстве вытекают из технических преимуществ. К ним можно отнести: возможность значительного повышения производительности труда; более экономичное использование физического труда, материалов и энергии; более высокое и стабильное качество продукции; быстрое получение необходимого результата, конечного продукта; возможность расширения производства без увеличения трудовых ресурсов.

Объектом автоматизации является автоматизированный смеситель пищевых жидкостей. В процессе создания автоматизированного смесителя пищевых жидкостей необходимо разработать конструкцию, структуру, схему, систему управления. Автоматизированный смеситель пищевых жидкостей - это комплексное устройство, которое позволяет смешивать с высокой точностью несколько жидких компонентов в разных пропорциях. Автоматизация позволяет повысить производительность труда, улучшить качество продукции, оптимизировать процессы управления. Автоматизация требует комплексного, системного подхода к решению задачи. На сегодняшний день люди смешивают большое количество жидкостей в разных пропорциях на глаз или с помощью мерной тары. В связи с этим увеличивается погрешность дозирования, а также это увеличивает время смешивания. В состав систем автоматизации входят датчики (сенсоры), устройства ввода, управляющие устройства (контроллеры), исполнительные устройства, устройства вывода, компьютеры. Смеситель имеет модульный тип. Основу смесителя составляют управляемые насосы, количество которых зависит от максимального количества компонентов, сенсорный экран, миникомпьютер и релейная плата. Скорость наполнения емкости

возрастает с увеличением количества компонентов, используемых в определенных рецептах, и определяется производительностью насосов, а также необходимым объемом порции. Разработанный смеситель обеспечивает максимальную скорость наполнения 100мл/сек., с точностью $\pm 0,5$ мл. Смеситель может применяться не только для домашних целей, а также в области общественного питания и пищевой промышленности. Например, его можно устанавливать в кафе для приготовления различных коктейлей или на малых предприятиях, занимающиеся дозированным разливом жидкостей.

Автоматизированный смеситель пищевых жидкостей будет контактировать с жидкостями и продуктами пищевой промышленности. Поэтому все элементы должны быть выполнены в герметичной оболочке со степенью защиты IP67, либо помещены в герметичный корпус от возможных протечек и непредвиденных ситуаций.

В следствии того, что так же будет контакт с продуктами пищевой промышленности, должны соблюдаться гигиенические требования к изделиям из полимерных и других материалов, которые контактируют с пищевыми продуктами.

В состав смесителя входят следующие комплектующие:

1. микрокомпьютер Raspberry Pi 3 Model B (Процессор ARM Cortex-A53 x64, частота 1,2 ГГц, 4 ядра, оперативная память 1 Гб., 40 пинов, 4 USB порта, Wi-Fi);
2. блоки питания, на 5 и на 12В;
3. вакуумные насосы (вес 106 гр., рабочее напряжение DC12V, рабочий ток 0.5-0.7А, пустой ток нагрузки 0.18А, максимальная высота всасывания 2 м);
4. релейная плата на 12В;

Структурная схема представлена на рисунке 1.

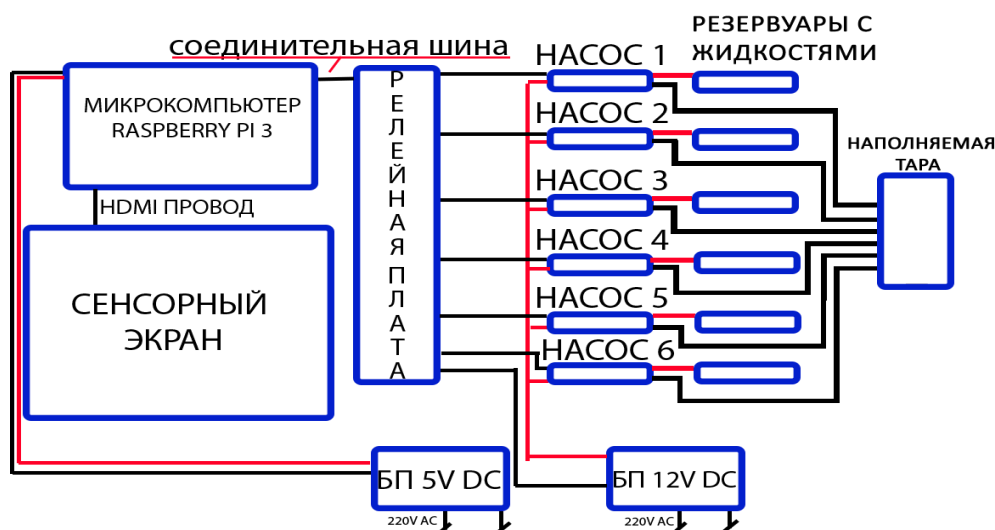


Рисунок 1. Структурная схема конструкции смесителя

УДК 681.5

КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ОВОЩЕХРАНИЛИЩ

Захаревич А.А.

Научный руководитель – ст. пр. Гутич И. И.

В связи с развитием сельского хозяйства в Республике Беларусь в настоящее время стала актуальна тема комплексных систем управления для овощехранилищ. Вырастить и получить качественный урожай – это только часть всей работы. Далее задаётся вопрос о сохранении продукции на продолжительный срок. Это возможно осуществить с помощью автоматизированной системы управления. Система может обеспечивать непрерывный и автономный режим поддержания микроклимата в хранилищах, а также управлять всем необходимым техническим оборудованием.

Автоматизированная система предназначена для поддержания микроклимата в овощехранилищах контейнерного и насыпного типа. В ней может быть предусмотрена функция объединения 2-х и более овощехранилищ в единый комплекс через последовательный или WEB-интерфейс, а также наиболее важная функция, при которой обеспечивается самое наилучшее хранение при минимальном потреблении электроэнергии. Возможно совершенствование и внедрение новых технологий, разработка более современных конструкций овощехранилищ, что, в дальнейшем, позволит получать более точные данные для расчета стоимости хранения продукции, которые могут быть использованы в научных целях. Система поддержания микроклимата может управлять всем необходимым технологическим оборудованием: заслонками, ЕС-вентиляторами, клапанами, струйными вентиляторами, калориферами, дозаторами, отсечными клапанами газовой среды. Размещение различного дополнительного оборудования: увлажнителей, озонаторов, холодильников – позволяет увеличить срок хранения и улучшить качество продуктов. Управление данной системой может производиться с различных устройств: от персональных компьютеров до современных смартфонов.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ

В управляющую автоматизированную систему могут входить:

- блок силовой коммутации;
- блок-преобразователь для датчиков;
- сенсорный панельный контроллер;
- блок управления венткамерой.

Состав каждой части определяется при проектировании системы. Большие возможности системы обеспечивает сенсорный панельный

контроллер с функцией удаленного наблюдения за процессом хранения. Контроллер дает возможность управления в различных секциях. С помощью активных закладок можно легко переходить с одного экрана на другой.



Рисунок 1. – Структурная схема

Для каждого вида овощей и фруктов в программе создаются настройки параметров и режимы хранения продукции. Кроме стандартного набора команд, для удобства работы оператора могут быть предусмотрены дополнительные функции, например, вызов справки. Доступ в систему управления (местно или удаленно) защищен. Создается пароль для каждого оператора, а наиболее важные настройки скрыты паролем.

СИСТЕМА ВЕНТИЛЯЦИИ

В большинстве овощехранилищ наибольший расход электроэнергии приходится на вентиляционную систему и отопление. В программе контроллера создан специальный алгоритм управления работой ЕС-вентиляторами, с помощью которого возможна корректировка их мощности в соответствии с текущим микроклиматом, выбранным режимом, влажности и температуры продукции.

КОНТРОЛЬ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ

В качестве датчиков температуры в магистральном канале используются термометры сопротивления, для контроля температуры – прочные штыревые датчики с трехпроводной схемой включения. Для контроля температуры и влажности в секциях хранения или в магистралях удобно применять сетевые датчики с интерфейсом RS-485. Сигналы от датчиков температуры через модуль ввода аналоговых сигналов поступают на сенсорный панельный контроллер, обрабатываются в программе контроллера (могут отображаться на панели) и передаются по интерфейсу RS-485 на модуль вывода или ввода для управления соответствующим исполнительным оборудованием.

АРХИВАЦИЯ СОБЫТИЙ

В журнале событий могут регистрироваться все нештатные ситуации: неисправности датчиков, превышение пороговых значений температуры в магистрали, в том числе факты входа в систему или гостевое посещение через web-интерфейс.

Для учета потребления электроэнергии в хранилищах могут устанавливаться счетчики или трехфазный мультиметр. Мощность и ток архивируются вместе с другими параметрами системы.

В настоящее время широко используются различные системы управления для хранения овощей и фруктов. Хранилища могут быть предусмотрены как для отдельных видов продукции, так и для нескольких. Возможность долгосрочного хранения продукции играет важную роль в сельском хозяйстве и экономике.

Литература

1. Журнал АиП №1'16(46).
2. Электронный ресурс - <http://www.owen.ru/>
3. Стефанов Е. В. Вентиляция и кондиционирование воздуха. - Санкт-Петербург: Издательство «АВОК Северо-Запад», 2005.

КОМПЛЕКСНАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ ГОРОДСКИХ СИСТЕМ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Шалоха Е.Р.

Научный руководитель – Гутич И.И.

Умный город (SmartCity) – это концепция взаимодействия информационных коммутационных технологий (ИКТ) и Интернета вещей (IoT решения) для управления городским имуществом, а также обеспечение современного качества жизни за счет применения инновационных технологий, которые предусматривают экономичное и экологичное использование городских систем жизнедеятельности. Умный город включает в себя такие термины как: умное управление, умное проживание, умные люди, умная среда, умная экономика, умная мобильность.

Замысел простой: собирая информацию из всевозможных источников, обрабатывая ее в реальном времени можно использовать доступные ресурсы с большей выгодой, экономить средства, действовать рационально и предоставлять обслуживание более высокого уровня, тем самым повышая уровень жизни не только одно человека или семьи, а сразу всего города в целом. Естественно, для воплощения этой концепции в жизнь необходим ряд технологий и построенных на базе этих технологий решений, позволяющих реализовать “умный город” с технической точки зрения.

Можно выделить четыре базовых элемента в технологической структуре “умного города”:

1. Интернет- вещей, технологическая концепция, позволяющая собирать нужную информацию от объектов и обеспечивать обратную связь с ними.
2. Инфраструктура передачи данных, связывающая программные продукты объектов городской инфраструктуры.
3. Системы анализа данных, позволяющие извлечь из большого объема данных полезную информацию.
4. Система агрегации и унификации данных, призванная упорядочить и синхронизировать огромные потоки данных.

Таблица 1. Первоочередные направления развития “умного города”

Экономика	Инфраструктура города	Государственный аппарат
Промышленность и сельское хозяйство	Транспорт и службы по ЧС	Административные услуги для граждан
Умная рабочая сила: Повышение	Энергетика и ЖКХ	Возможность напрямую влиять на развитие города

уровня образования.		
Создание наукоемких компаний	Экология и общественная безопасность	Дополнительные услуги для граждан, повышающие качество жизни

Ключевым связующим звеном “умного города” является некоторый операционный центр, который аккумулирует в себе информацию от нижестоящих систем и является высокоуровневым агрегатором управляющих воздействий.

Концепция в этих направлениях может проявляться в следующих признаках. Экономика “умного города” должна быть самодостаточной и независимой от ископаемых ресурсов. В городской инфраструктуре необходимо внедрять экономичные и возобновляемые источники энергии.

Один из алгоритмов создания “умного города”:

1. Городам следует изучить свое общество. Успех невозможен без цели, поэтому необходимо исследовать потребности граждан и бизнеса, их интересы, уникальные черты, образ мышления, уровень образования, возрастную структуру и прочее, чтобы понять, для чего населению нужен “умный город”, каким они хотят его видеть и что он должен изменить в их окружении.

2. Когда будет определено “зачем”, необходимо проработать стратегию “как” реализовывать концепцию. А именно: как будут распространяться инициативы “умного города”, каковы функции и цели такой политики?

3. Преимущества “умного города” должны быть нацелены, в первую очередь, на население города, на улучшение условий жизни. Поэтому идея должна поддерживаться гражданами. Именно они должны быть заинтересованы в развитии и внедрении новых технологий, а также в улучшении уже имеющихся.

Однако перед тем, как начать работу по указанным выше трем пунктам, важно понять, что представляет собой городское сообщество. Какое оно в настоящем, каковы его географические границы, как оно взаимодействует с округой. Работа, проведенная по представленному алгоритму, позволит изучить процессы общества, определит потребности населения и сформулирует под них цели и средства их достижения.

Для эффективной работы “умный города” необходима глубоко интегрированная система, состоящая из многих подсистем. Нет большого смысла реализовывать такие проекты частично, необходима выработка общей концепции “умного города”, в которой будут учтены как текущие потребности различных городских служб, так и перспективы развития с учетом всех внешних факторов. Поэтому в проектах “умного города” необходим комплексный подход, что является основным препятствием при реализации концепции.

Литература

1. Руслан Садырtdинов. Концепция “Умныйгород”. Lambert Academic Publishing, 2014г.
2. <http://1234g.ru/novosti/smart-city>
3. <https://future.theoryandpractice.ru/12002-ie-smart-cities>
4. <https://itnan.ru/post.php?c=1&p=323382>

КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ВЕНТИЛЯЦИЕЙ

Шпакевич Ю.Г.

Научный руководитель – Гутич И.И.

Системы жизнеобеспечения современных зданий представляют собой сложные инженерные комплексы. Особое внимание при разработке управляющих систем жизнеобеспечения уделяется эффективным технологиям, которые существенно снижают эксплуатационные расходы и гарантируют высокую надежность и простоту обслуживания.

В современном мире ни одно гражданское сооружение не обходится без вентиляции. Современная вентиляция - это сложная система узлов и механизмов, которые необходимы для воздухообмена и контроля параметров приточного и вытяжного воздуха. Управлять такой системой должна не менее сложная и функциональная автоматика.

Качественная вентиляция должна соответствовать следующим пунктам:

1. Должна быть приточно-вытяжной.
2. Для экономии необходима возможность регулировки скорости вращения вентиляторов.
3. При подключении вентиляционной установки к городской сети отопления, лучше использовать жидкостный калорифер, а не электрический.
4. Чтобы система правильно функционировало необходима удобная и надежная система управления[1].

Необходимое оборудование вентиляционных установок и систем управления:

1. Частотные преобразователи для обеспечения функции регулировки скорости вращения вентиляторов.
2. Для обеспечения точного поддержания температуры приточного воздуха, привод клапана запорно-регулирующего (КЗР) должен управляться аналоговым сигналом.
3. Для обеспечения точного позиционирования клапанов рециркуляции, их привода, как и привод клапана запорно-регулирующего, должны управляться аналоговым сигналом (0..10В).
4. Привода приточного и вытяжного воздушных клапанов необходимы пружинные для предотвращения поступления холодного воздуха в помещения и для предотвращения угрозы замораживания калорифера.

Основу системы управления образуют приборы:

- программируемый контроллер ПЛК73;
- модули аналогового ввода МВ110-8А;
- преобразователи частоты ПЧВ2;
- светодиодные индикаторы СМИ2;

- блоки питания БПЗО;
- автоматический преобразователь интерфейсов USB/RS-485 -AC4.

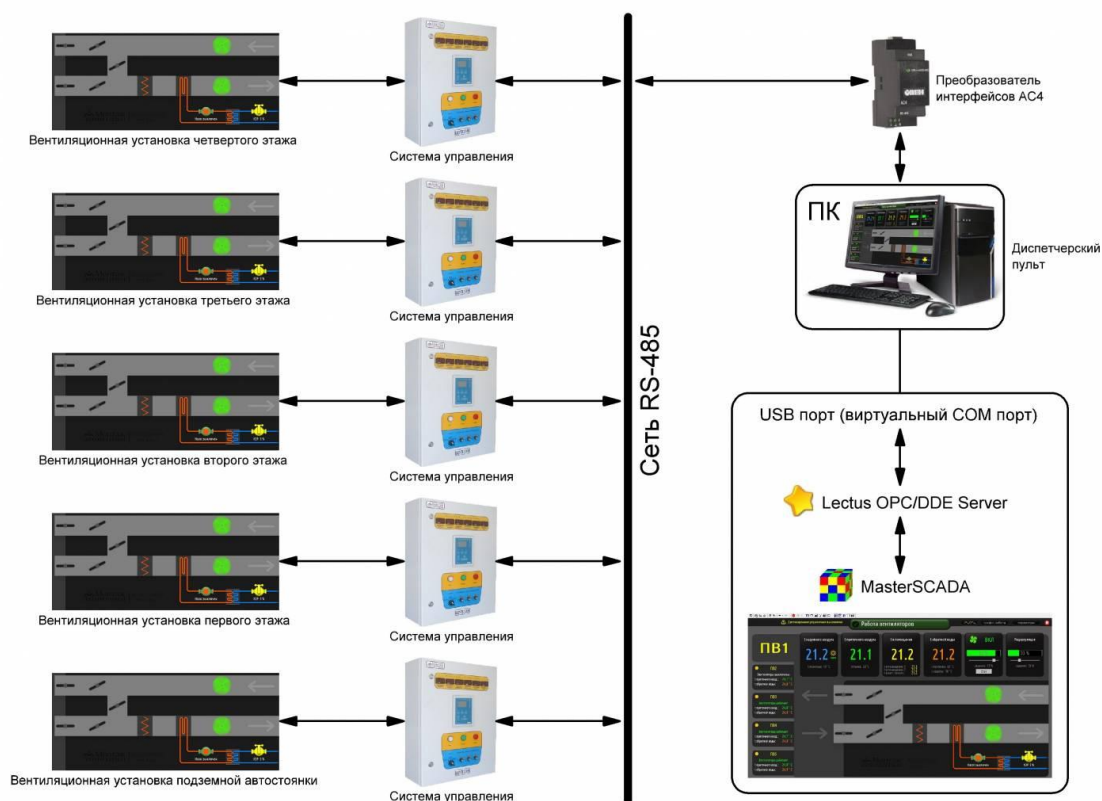


Рисунок 1. Структурная схема комплекса.

Программируемый контроллер ПЛК73 используется для управления. Дискретные входы ПЛК73 контролируют давление на вентиляторах, состояние термостатов, переключателей, датчиков пожарной сигнализации, термоконтактов двигателей и концевых выключателей наружных воздушных клапанов. Дискретные выходы управляют наружными воздушными клапанами и насосами.

Для измерения температуры и установки параметров системы служат аналоговые входы ПЛК73. Для увеличения количества аналоговых входов подключен модуль ввода MB110-8A. Аналоговые выходы управляют позиционированием внутренних заслонок, включая клапан рециркуляции, управляют приводом КЗР и задают скорость вращения приточного и вытяжного вентилятора.

На лицевой панели щита установлены малогабаритные индикаторы СМІ2. Они облегчают восприятие контролируемых параметров: температуры в приточном и вытяжном каналах, температуры обратной воды, а также в двух разных точках на этаже. Индикаторы подключены к контроллеру по сети 85-485 через интерфейсную плату ПИ73. Для питания индикаторов и приводов в щите установлен блок питания БП30Б.

Для точечной индикации используется светосигнальная арматура MEYERTEC, которая повышает внимание персонала в случае нештатной ситуации.

На дисплей выводиться вся информация о работе системы. Дисплей поделен на несколько экранов. Каждый экран содержит информацию о текущих установках и состоянии системы. Вся аварийная сигнализация выведена на экран. Щит управления может работать в двух режимах - ручном и дистанционном.

SCADA-система позволяет отслеживать на графиках колебания температуры воздуха в помещениях, приточно-вытяжных каналах, на улице. С помощью SCADA -системы можно отобразить любой процесс автоматизации.

Система имеет широкие возможности для модернизации и расширения. Также в автоматическом режиме будет поддерживаться комфортный климат, а когда нет необходимости в вентилировании, система отключит ее.

Литература

1. Полевой, А.А. Автоматизация вентиляционных установок и систем кондиционирования воздуха / А.А. Полевой. - СПб.: Профессия, 2013.
2. Мухин, О.А. Автоматизация систем теплогасоснабжения и вентиляции: Учебное пособие для вузов / О.А. Мухин. - М.: Альянс, 2015.
3. Иванов, А.А. Автоматизация технологических процессов и производств: Учебное пособие / А.А. Иванов. - М.: Форум, 2012.

УДК 65.011.56

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННО- ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ 0,4 КВ

Медведев О.А.

Научный руководитель – Гутич И.И.

АИИС КУЭ — это автоматизированная система, дистанционного сбора данных коммерческого учета потребления электроэнергии, по каждому прибору учета, осуществляющая контроль за соблюдением лимитов энергопотребления, параметров электроэнергии и сведения баланса по каждой расчетной группе для крупных промышленных предприятий, сетевых организаций, энергосбытовых компаний, а также для управляющих компаний, садоводческих товариществ и коттеджных поселков.

АИИС позволяет:

- осуществлять автоматический сбор данных с приборов учета;
- сокращать потери электроэнергии: сведение баланса с каждой фазы, наличие датчика дифференциального тока, а также датчика вскрытия прибора учета;
- управлять потреблением электроэнергии дистанционно через программные средства;
- контролировать отдельные параметры потребляемой электроэнергии;

Архитектура данной системы проста (счетчик – УСПД – центр сбора данных) и легко наращивается, благодаря организации автоматического поиска и обмена информацией с вновь устанавливаемыми устройствами. (Рис.1).

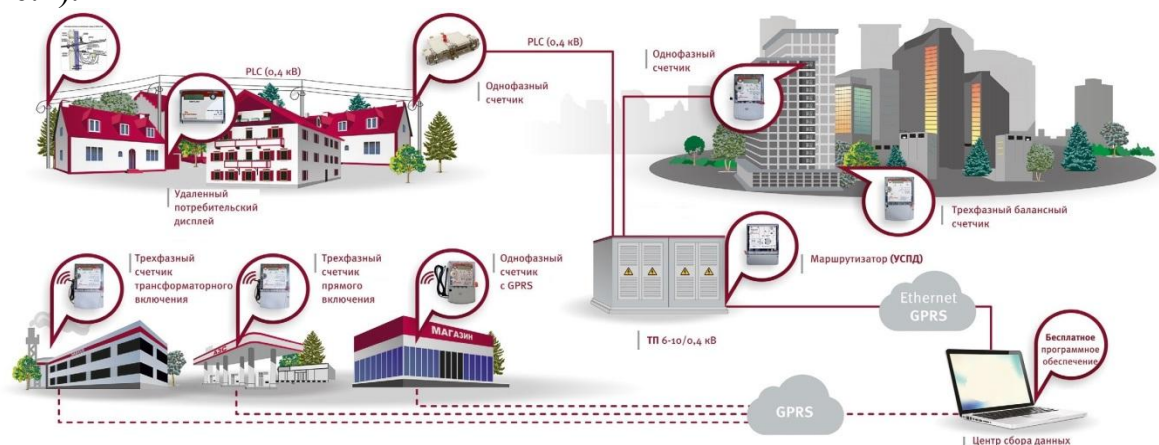


Рисунок 1. Базовая архитектура системы

Рассматривая возможные комплектующие системы АИИС КУЭ можно отметить разнообразие технических и программных средств. Особое внимание стоит уделить усовершенствованному оборудованию серии Extra компании «Матрица» для систем АИИС КУЭ.

Данная серия содержит: счетчики электроэнергии, модули расширения функционала счетчика, устройства сбора и передачи данных (УСПД), пользовательский дисплей. Реализация данной системы удовлетворяет метрологическим требованиям, предъявляемым ГОСТ. Разработанное решение технической части PLC-модемов, которое применяется в счетчиках и УСПД, обеспечивая работу как со стекком протоколов OFDM PRIME, так и с S-FSK (IEC 61334-5-1) без дополнительных модификаций оборудования. Так же возможна реализация стека протоколов PLC-G3. Обмен данными производится в соответствии с протоколом DLMS/COSEM.

Поддержка пользовательских дисплеев, необходима для пользователя, если счетчик электроэнергии установлен в труднодоступном месте, он устанавливается по принципу «точка-точка», это позволяет установить и произвести пуско-наладочные работы в кратчайшие сроки. Модем пользовательского дисплея работает в диапазоне частот потребительского класса Cenelec B (модуляция сигнала, не пересекается с частотами основного канала данных). Наличие поддержки режима DC-mode, который позволяет передавать данные между дисплеем и счетчиком по обесточенной линии (например, при отключении основного реле в случае ограничения по мощности или другим константам). Стандарт интерфейса USB-host позволяет счетчику расширить спектр подключаемого оборудования, интегрируемого в систему. Возможность подключения к техническим средствам таких модулей как: M-bus, Wireless M-bus, GPRS-модем, RS-485, и т.д. (также есть возможность разработать модули по требованиям клиента);

- Унификация оборудования и технических средств позволяет сократить сроки производства и поставки;
- УСПД серии Extra представляет собой удобную для расширения модульную конструкцию, что обеспечивает поддержку интерфейсов: PLC-модем (линии низкого напряжения, одно- или двухфидерный), MV PLC-модем (линии среднего напряжения через устройство присоединения), LAN, USB, GPRS2G/3G).
- В состав АИИС входит бесплатное программное обеспечение для верхнего уровня SIMS 6.0, которое выполняет сбор и обработку данных с УСПД. Это существенно упрощает задачу комплектации системы верхнего уровня. Благодаря открытым протоколам взаимодействия УСПД с программным обеспечением верхнего уровня, оборудование может быть легко интегрировано во многие информационные среды верхнего уровня.

Основные преимущества серии Extra:

- АИИС КУЭ серии Extra имеет открытые протоколы передачи данных.
- Возможность применять модуляции S-FSK и OFDM PRIME, которые обеспечивают высокую скорость передачи данных и повышенную защищенность от помех.
- Стабильный обмен при передаче информации по силовой сети.
- Наличие встроенного управляемого силового реле.
- Наличие в счетчиках диагностирующий устройств для контроля параметров сети, наличие датчика дифференциального тока.
- Отсутствие возможности хищения электроэнергии.
- Работа по нескольким тарифам.
- Возможность обмена данными УСПД и ЦСОД по каналам GPRS.
- Сведение баланса с каждой фазы.
- Высокая надежность эксплуатации при низких температурах.
- Интеграция с любой современной системой.

Таким образом, обновленная серия Extra системы представляет собой гибкое решение, обладающее возможностью взаимодействовать и функционировать в составе систем других производителей при условии поддержки того или иного открытого стандарта. Оборудование серии Extra позволяет решать все основные задачи современной АСИИС КУЭ.

Литература

- 1) Буклет компании «Матрица»
- 2) <http://matritca.ru/o-kompanii/company>
- 3) <https://www.meters.taipit.ru/catalog/aiis/>

СЕКЦИЯ ПРОГРАМНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

ПЕРЕЧЕНЬ ДОКЛАДОВ

ПЕРВЫЕ ШАГИ В ПОНИМАНИИ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Муха Д.С.,

Научный руководитель – Прихожий А.А., д.т.н., профессор.

СОЗДАНИЕ МУЗЫКАЛЬНЫХ ДОРОЖЕК ИЗ ГИТАРНЫХ АККОРДОВ

Охремук Д.А.,

Научный руководитель – Разоренов Н.А., к.т.н., доцент

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ СЛОВАРНОГО СЖАТИЯ ТЕКСТОВОЙ ИНФОРМАЦИИ

Хамраев А.Ш.,

Научный руководитель – Куприянов А.Б. к.т.н., доцент

СЕТЕВАЯ РАЗВЕДКА

Гущин Р.А., Колос К.А.

Научный руководитель – Белова С.В.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ БД И ТЕХНОЛОГИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С НИМИ

Длусская А.Ю.,

Научный руководитель - Куприянов А.Б. к.т.н., доцент

СОЗДАНИЕ ТРЁХМЕРНОЙ МОДЕЛИ ЗДАНИЯ

Луговский А.А.,

Научный руководитель – Разоренов Н.А., к.т.н., доцент

СОЗДАНИЕ КАМЕРЫ ИГРОВОГО СИМУЛЯТОРА

Дубок Д.А.,

Научный руководитель – Разоренов Н.А., к.т.н., доцент

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ КОМПАНИИ QINETIQ SPACE

Алейникова Е.В., Ковалюк С.А.
Научный руководитель – Крук Ю.С. к.ф.-м.н., доцент

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТКРЫТОЙ СЕТИ С НЕАКТИВНЫМИ ЗАЯВКАМИ И ТРЕМЯ РЕЖИМАМИ ОБСЛУЖИВАНИЯ

Ворохобко Г. В.
Научный руководитель – Крук Ю.С., к.ф.-м.н., доцент

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСА GEONETCAST В ГЛОБАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПЛАНЕТОЙ ЗЕМЛЯ

Тишкевич Д. Г., Пунько А. В.
Научный руководитель – Крук Ю.С., к.ф.-м.н., доцент

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТКРЫТОЙ ДВУХРЕЖИМНОЙ СЕТИ С НЕАКТИВНЫМИ ЗАЯВКАМИ

Римашевский М. А.
Научный руководитель – Крук Ю.С., к.ф.-м.н., доцент

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРЕХРЕЖИМНОЙ СЕТИ ГОРДОНА-НЬЮЭЛЛА С НЕАКТИВНЫМИ ЗАЯВКАМИ

Стома В.Ю.
Научный руководитель – Крук Ю.С., к.ф.-м.н., доцент

ПРЕДПОЛЕТНАЯ ПОДГОТОВКА АСТРОНАВТОВ В РАМКАХ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОМПАНИИ QINETIQ SPACE

Терешко И.С.
Научный руководитель – Крук Ю.С., к.ф.-м.н., доцент

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАМКНУТОЙ СЕТИ С НЕАКТИВНЫМИ ЗАЯВКАМИ И ДВУМЯ РЕЖИМАМИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

Цвирко И.В.
Научный руководитель – Крук Ю.С., к.ф.-м.н., доцент

ТЕСТИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ DWKIT.COM

Бобровников В.И., Терешко И.С.

Научный руководитель – Попова Ю.Б., к.т.н., доцент

СРАВНЕНИЕ ПРОГРАММНЫХ БИБЛИОТЕК, РЕАЛИЗУЮЩИХ ИСКУССТВЕННЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ

Пунько А. В.

Научный руководитель - Попова Ю. Б., к.т.н., доцент

ПРОГРАММНОЕ УПРАВЛЕНИЕ БУМАГОРЕЗАЛЬНОЙ МАШИНОЙ

Царь А.И., Швед М.О.

Научный руководитель – Юденков В.С., к.т.н., доцент

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ГАРАЖНЫМИ ВОРОТАМИ

Юхо Е.Н.

Научный руководитель – Юденков В.С., к.т.н., доцент

СЛОВАРНЫЙ АЛГОРИТМ СЖАТИЯ ИНФОРМАЦИИ

магистрант Усович В.А.,

Научный руководитель – Куприянов А.Б., к.т.н., доцент

ФАЙЛОВАЯ СИСТЕМА NTFS

Якимович С.В.

Научный руководитель – Разоренов Н.А., к.т.н., доцент

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПАТЕНТОВ

Бересняков И.Д., Гавритова М.А.

Научный руководитель – Зайцева Н. В., к.и.н., доцент

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СИНХРОННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ
ОПЕРАЦИЙ НА БАЗЕ БИБЛИОТЕК НАУЧНОГО ПРИМЕНЕНИЯ
ЯЗЫКА PYTHON**

Романенко Р.А., Стухальский А.Л.

Научный руководитель – Прихожий А.А., д.т.н., профессор.

УДК 004.85

ПЕРВЫЕ ШАГИ В ПОНИМАНИИ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Муха Д.С.,

Научный руководитель – Прихожий А.А., д.т.н., профессор.

Наверное, многие, кто начинал изучение искусственных нейронных сетей, после прочтения нескольких статей задавались вопросом: «А можно полегче?». А полегче – можно.

В качестве примера создадим и обучим нейронную сеть игре в компьютерную игру CartPole. Игровая задача заключается в перемещении каретки, к которой прикреплена палка, таким образом, чтобы палка не отклонялась от вертикального положения под действием силы гравитации. Будем использовать язык программирования Python. Для взаимодействия с игрой используем библиотеку OpenAI Gym, для создания и обучения нейросети – библиотеку TFLearn.

Конфигурация сети:

- 1) топология – прямое распространение;
- 2) количество входных нейронов – 4;
- 3) количество выходных нейронов – 2;
- 4) количество слоев скрытых нейронов – 5;
- 5) количество нейронов в скрытых слоях – 10, 20, 30, 20, 10 соответственно на 1, 2, 3, 4, 5 слоях;

б) функция активации нейронов скрытого слоя – экспоненциальная линейная $f(x) = \begin{cases} e^x - 1, & x < 0 \\ x, & x \geq 0 \end{cases}$;

7) функция активации выходных нейронов – Softmax, $\sigma(z)_j = \frac{e^{z_j}}{\sum_{k=1}^K e^{z_k}}$ $j = 1, \dots, K$ – применяется для слоя выходных нейронов.

```
import tflearn
import numpy as np
import random
import gym

network = tflearn.input_data(shape=[None, input_size, 1], name='input')
network = tflearn.fully_connected(network, 10, activation='elu')
network = tflearn.dropout(network, 0.8)
network = tflearn.fully_connected(network, 20, activation='elu')
network = tflearn.dropout(network, 0.8)
network = tflearn.fully_connected(network, 30, activation='elu')
network = tflearn.dropout(network, 0.8)
network = tflearn.fully_connected(network, 20, activation='elu')
network = tflearn.dropout(network, 0.8)
network = tflearn.fully_connected(network, 10, activation='elu')
network = tflearn.dropout(network, 0.8)
network = tflearn.fully_connected(network, 2, activation='softmax')
network = tflearn.regression(network, name='targets')
model = tflearn.DNN(network)
```

Состояние игры Cartpole характеризуется массивом из четырех чисел. В игре доступно всего два действия для исполнения – передвинуть каретку влево (0) и вправо (1). После выполнения каждого действия игра возвращает состояние, награду (всегда равна единице), а также индикатор завершения игры, который показывает завершилась игра или нет. Максимальное количество действий в течение одного игрового эпизода составляет 200. Эпизод завершается по достижении выполнения 200 действий, или при отклонении палки на 15° . Игра считается пройденной, если количество выполненных действий, усредненное по 100 запускам, больше или равно 195.

Для обучения сети необходимо составить выборку обучающих данных. Для этого будем выполнять случайные действия в игре и выбирать те действия, которые были наиболее результативными.

```
env = gym.make('CartPole-v0')
training_data = []
for _ in range(30000):
    observation = env.reset()
    score = 0
    game_memory = []
    while True:
        action = random.randrange(0, 2)
        game_memory.append([observation, normalize_action(action)])
        observation, reward, done, info = env.step(action)
        score += reward
        if done:
            break

    if score >= 60:
        for data in game_memory:
            training_data.append([data[0], data[1]])

def normalize_action(action):
    if action == 1:
        return [0, 1]
    else:
        return [1, 0]
```

Рассмотрим подробнее данный фрагмент кода: сперва выбираем случайное действие, далее сохраняем состояние игры и выбранное действие, далее -выполняем действие и прибавляем награду. Если суммарная награда по итогу игрового эпизода была достаточно высока, то можно предположить, что все действия, выбранные во время эпизода при соответствующих игровых состояниях были выбраны верно. Поэтому добавляем состояния и соответствующие им действия в результирующую выборку.

Далее обучим сеть на ранее сформированной выборке:

```

inputs=np.array([i[0] for i in training_data]).reshape(-1,len(training_data[0][0]), 1)
targets=[i[1] for i in training_data]
model.fit({'input': inputs}, {'targets': targets})

```

Для демонстрации работы обученной сети:

```

while True:
    env.reset()
while True:
    env.render()
    action = np.argmax(model.predict(observation.reshape(-1, 4, 1))[0])
    observation, reward, done, _ = env.step(action)
    if done:
        env.render()
        break

```

Для сравнения приведем результаты запуска 1000 игровых эпизодов с обученной сетью, необученной сетью и результаты при выборе случайных действий:

Вариант управления игрой	количество эпизодов с суммарной наградой 200	средняя награда
обученная сеть	1000	200
необученная сеть	0	9,513
случайные действия	0	22,467

Итого созданная нейросеть сеть обучена и показывает игровые результаты, удовлетворяющие критерию успешного прохождения игры.

Литература

1. TFLearn [Электронный ресурс] / Deep learning library featuring a higher-level API for TensorFlow – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://tflearn.org/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. англ.
2. OpenAI Gym [Электронный ресурс] / Toolkit for developing and comparing reinforcement learning algorithms. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://gym.openai.com/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. англ.

УДК 004.93.1

СОЗДАНИЕ МУЗЫКАЛЬНЫХ ДОРОЖЕК ИЗ ГИТАРНЫХ АККОРДОВ

Охремук Д.А.,

Научный руководитель – Разоренов Н.А., к.т.н., доцент

Для получения приложения способного обучать на гитаре необходимо создать комплекс уроков, таблицу аккордов, электронный дневник в котором будут находиться песни для обучения, а также создание музыкальных дорожек.

Для создания музыкальных дорожек сначала нужно подключить необходимые библиотеки, которые понадобятся для правильной работы. Сначала нам понадобится библиотека NAudio[1] которая будет воспроизводить кусок файла с определенной позиции определенной длины далее мы подключим библиотеку WMPLib[2] которая будет воспроизводить все собранные файлы вместе и выводить звук. Необходимые библиотеки приведены на рисунке 1.

```
using WMPLib;  
using NAudio.Wave;
```

Рисунок 1 – Необходимые библиотеки для работы

Сначала нам необходимо определится как будет выглядеть интерфейс нашего приложения для этого я создам макет где будет показан будущий интерфейс. Макет представлен на рисунке 2.

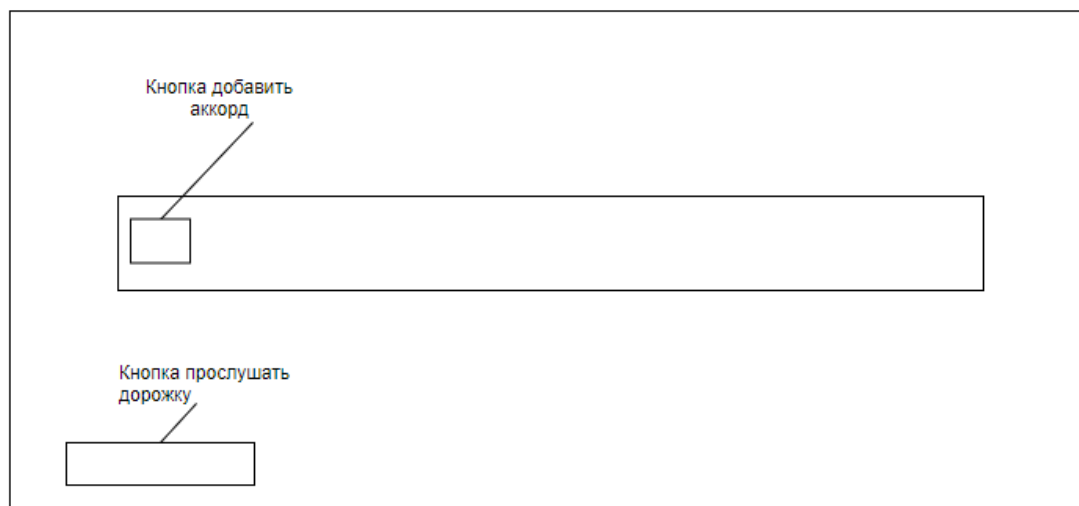


Рисунок 2 – Макет будущего интерфейса

Теперь можно приступить к разработке основного функционала приложения.

На форме имеется кнопка для добавления аккорда, ноты в звуковую дорожку. Событие нажатия на кнопку «Добавить (+)», на главной форме представлена на рисунке 3.

```
private void bAdd_Click(object sender, EventArgs e)
{
    Selected_path = string.Empty;
    Selected_name = string.Empty;
    fChords f = new fChords(this);
    f.ShowDialog();
    if (Selected_name == "" || Selected_path == "") return;
```

Рисунок 3 – Событие нажатия на кнопку «Добавить (+)»

Сначала происходит обнуление переменных Selected_path и Selected_Name, в которые заносятся путь к мелодии и наименования аккорда. Затем объявляется и инициализируется экземпляр класса Chord. Объектом класса Chord является форма с аккордами. В конструктор данного класса передается текущая форма. Это необходимо для заполнения переменных Selected_path и Selected_name.

После этого вызывается метод ShowDialog, который открывает форму с аккордами в диалоговом режиме. Это значит, что нельзя будет работать с какой-либо другой формой, не закрыв форму f. Если после закрытия формы строковые переменные (не было выбрано аккорда), назначения которых написано выше не были заполнены, тогда выполнение данного события прекращается ключевым словом return. Но, а если пользователь выбрал аккорд, тогда выполняется следующий код, показанный на рисунке 4.

```
mas[mas.Length - 1] = new Button();
mas[mas.Length - 1].Parent = panel1;
mas[mas.Length - 1].Text = Selected_name;
mas[mas.Length - 1].Width = bAdd.Width;
mas[mas.Length - 1].Height = bAdd.Height;
mas[mas.Length - 1].MouseDown += MouseClicks;
mas[mas.Length - 1].Tag = Selected_path;
SetLocation();
Array.Resize<Button>(ref mas, mas.Length + 1);
```

Рисунок 4 – Пользователь выбрал аккорд

При выборе аккорда инициализируется новая кнопка. После инициализации меняются ее свойства: указывается контейнер в котором она лежит, надпись, размеры. После этого данная кнопка привязывается к событию MouseDown[3], которое происходит при клике мышкой по ней. Так же ее свойству Tag присваивается путь к мелодии.

После установки всех необходимых свойств, выполняется функция `SetLocation`, которая задает расположения всего массива кнопок `mas`. После того, как кнопка добавлена и помещена на панель возникает необходимость увеличить размер массива. Это необходимо для добавления еще одной кнопки. Делается это статическим методом `Resize`, который находится в классе `Array`.

Описание кода из функции `MouseClicks[3]`, которая подключена к событию `MouseDown`.

А теперь рассмотрим, что происходит при правом или левом клике мышкой по созданной кнопке с аккордом. Код из этой функции можно условно разделить на две части.

Первая часть выполняется, когда кнопка нажата левой кнопкой мыши продемонстрировано на рисунке 5:

```
private void MouseClicks(object sender, MouseEventArgs e)
{
    if (e.Button == MouseButton.Left)
    {
        wmp.URL = (string)(sender as Button).Tag;
        wmp.controls.play();
    }
}
```

Рисунок 5 – Нажата левая кнопка мыши

В данном отрывке кода в блоке `if` проверяется какой кнопкой мыши была нажата кнопка и если она нажата ЛКМ, то происходит следующее: задается путь к песни для объекта `wmp`, а после этого запускается проигрывание мелодии с помощью библиотеки `WMPLib[2]` которая подключалась выше.

Вторая часть кода рассматриваемой нами функции выполняется, когда нажата ПКМ можно увидеть на рисунке 6:

```
if (e.Button == MouseButton.Right)
{
    if (MessageBox.Show("Вы действительно хотите удалить этот аккорд?", "Внимание!"))
    {
        wmp.controls.stop();
        wmp.URL = "";
        (sender as Button).Tag = "del";
        (sender as Button).Visible = false;
        SetLocation();
    }
}
```

Рисунок 6 – Нажата правая кнопка мыши

После перехода в данный блок `if` пользователю показывается сообщение с вопросом об удалении выбранного аккорда, если пользователь нажмет да, то выполниться следующее: воспроизведение мелодии остановится, кнопка будет помечена, как удаленная, затем она скроется с экрана. А после этого произойдет вызов функции `SetLocation`, которая заново поставит кнопки по необходимым координатам.

Литература

1. NAudio [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://github.com/naudio/NAudio>, свободный, - Загл. с экрана. – Язык русский, английский.
2. WMPlib [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/dd564585\(v=vs.85\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/dd564585(v=vs.85).aspx), свободный, - Загл. с экрана. – Язык русский.
3. Control.MouseClick [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://msdn.microsoft.com/ru/library/system.windows.forms.control.mouseclick\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/ru/library/system.windows.forms.control.mouseclick(v=vs.110).aspx), свободный, - Загл. с экрана. – Язык русский.

УДК 621.311

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ СЛОВАРНОГО СЖАТИЯ ТЕКСТОВОЙ ИНФОРМАЦИИ

Хамраев А.Ш.,

Научный руководитель – Куприянов А.Б. к.т.н., доцент

Текстовая информация, хранящаяся в базах данных сайтов, в виде отдельных статей имеет, как правило, небольшой объем и относится к узкой предметной области, определяемой тематикой сайта. Небольшой объем отдельных статей сайта не позволяет эффективно сжимать их с помощью известных архиваторов (winzip, winrar и др.). С помощью созданной программы формирования словаря сайта были сформированы словари нескольких сайтов – интернет магазинов по продаже различных товаров.

Анализ словарей показал следующие особенности:

1. Объем словаря сайта не превышает 2-3 тысячи слов.
2. Количество слов в отдельной статье составляет от нескольких сотен до нескольких тысяч.
3. Средняя длина слова составляет 8 символов.

Словарный алгоритм сжатия предполагает замену каждого слова в статье его номером в словаре в двоичной системе счисления. Количество бит для кодирования слов можно определить по формуле $N_{\text{бит}} = \log_2 V_{\text{сл}}$, где $V_{\text{сл}}$ – количество слов в словаре. Считая, что словарь имеет объем не более 3 тысяч слов, получим $N_{\text{бит}} \leq 11$. При использовании 11-битового кодирования средний коэффициент словарного сжатия статей исследованных сайтов составил $K_{\text{сж}} = 6,5$, при этом коэффициент сжатия тех же статей известными архиваторами не превысил значение 1,2.

Основным недостатком словарного сжатия является необходимость хранения словаря. Словарь может передаваться вместе со статьями и в последующем храниться на компьютере клиента. В этом случае при обнаружении в сжатом тексте слов, отсутствующих в словаре клиент может запрашивать на сервере только обновления словаря, что существенно сократит трафик, исключив передачу словаря в каждом сеансе. сети.

СЕТЕВАЯ РАЗВЕДКА

Гущин Р.А., Колос К.А.

Научный руководитель – Белова С.В.

При обсуждении проблем сетевой безопасности часто используются термины, изначально применяемые в военной области, например, «атака», «нападение», «защита», «разведка».

Большинство атак на транспортную инфраструктуру сети требуют предварительных знаний об атакуемой сети и составляющих ее хостах. Поэтому, как и в военном деле, при попытке нарушения информационной безопасности перед атакой проводится сетевая разведка, в ходе которой злоумышленник пытается собрать необходимые для атаки сведения. В зависимости от типов атак набор сведений может меняться. Чаще всего для проведения атаки необходимы такие данные, как IP-адреса активных хостов, номера активных TCP/UDP-портов, типы и версии операционной системы и приложений. Из этого следует, что сетевая разведка – это комплекс мероприятий по получению и обработке данных об информационной системе клиента, ресурсах, средствах защиты, используемых устройствах, программном обеспечении и их уязвимостях.

Рассмотрим этапы, которые проходят злоумышленники для получения несанкционированного доступа. Первым является выбор сети, сервера или информационного пространства. Затем проводится сканирование, тестирование и сбор информации о цели. Следующим шагом является обработка полученной информации и выбор уязвимого места для проникновения в систему. За этим следует эксплуатация уязвимости и проникновение в систему, дальнейшие же действия зависят исключительно от поставленной злоумышленником задачи. Этой задачей может быть изменение информации, кража, повышение полномочий или удержание системы.

Для сетевой разведки возможны следующие пути получения данных:

- 1) сканирование сети;
- 2) сканирование портов;
- 3) получение информации от whois-серверов;
- 4) просмотр информации DNS-серверов исследуемой сети для выявления записей, определяющих маршруты электронной почты.

Наибольший интерес представляют первые два пункта. Под сканированием сети понимают получение IP-адресов активных хостов сети. Под сканированием портов – получение активных и пассивных портов. Существуют различные приемы сканирования сети, такие как пинг TCP SYN, TCP ACK, UDP, ICMP, IP. Похожие методы применяются и для сканирования портов.

Очень вероятно, что средства протоколирования событий ОС и межсетевых экранов зафиксируют процесс сканирования, а администратор сканируемой сети начнёт расследовать инцидент. Тут же возникает вопрос: с какого адреса выполнялось сканирование? Чтобы избежать раскрытия, злоумышленники часто используют спуфинг IP-адреса при атаках. Он возможен и при сканировании. Самый распространённый приём – маскировка IP-адреса среди множества других. В таком случае тестовые сканирующие пакеты будут отправлены с действительного IP-адреса наряду с множеством таких же пакетов, но с поддельными адресами. Это делается с расчётом на то, что при расследовании трудно будет установить, кто являлся истинным организатором сканирования, а кого просто использовали в качестве прикрытия. Ещё более изощрённым способом является так называемое пустое сканирование. При нём истинный адрес никогда не указывается, а результаты оцениваются злоумышленниками по реакции третьего компьютера, чей адрес подделывается.

Полностью избавиться от сетевой разведки невозможно. Если отключить эхо-запрос ICMP и эхо-ответ на периферийных маршрутизаторах, можно избавиться от эхо-тестирования, но при этом теряются данные, необходимые для диагностики сетевых сбоев. Сканировать порты можно без предварительного эхо-тестирования, но это займёт больше времени, так как придётся сканировать и несуществующие IP-адреса. Системы IDS на уровне сети и хостов обычно справляются с задачей уведомления администратора о ведущейся сетевой разведке, что позволяет лучше подготовиться к предстоящей атаке и оповестить провайдера.

Таким образом, сетевая разведка является важным инструментом злоумышленников при организации атак. В целях предотвращения успешной сетевой разведки необходимо изучение различных приемов сканирования и организация мероприятий по технической защите информационных ресурсов.

Литература

1. Олифер, В. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 5-е издание / В. Олифер, Н. Олифер. – СПб.: Питер, 2016. – 992 с.
2. Википедия – Свободная энциклопедия [Электронный ресурс] / Сетевая разведка. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/ Сетевая разведка](https://ru.wikipedia.org/wiki/Сетевая_разведка), свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус.
3. Безопасник [Электронный ресурс] / Сетевая разведка. Режим доступа: <http://bezopasnik.org/article/111.htm>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус.

УДК 621.311

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ БД И ТЕХНОЛОГИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С НИМИ

Длусская А.Ю.,

Научный руководитель - Куприянов А.Б. к.т.н., доцент

С развитием Интернета и облачных технологий, обычные реляционные БД перестали быть универсальными. Базы данных растут и не помещаются на одном сервере, необходимо хранить данные на разных серверах. В такой ситуации сложно использовать оператор соединения таблиц. Единственный вариант использования реляционной БД – это на разные серверы отправлять несвязанные данные.

Поэтому были разработаны не реляционные БД(NoSQL). В зависимости от модели данных можно выделить 4 типа БД: «ключ-значение», документно-ориентированные, БД семейств колонок, графовые БД.

База данных, основанная на хранилище «ключ-значение», считается базой реализацией NoSQL. Они работают путём сопоставления ключей со значениями, между которыми нет ни структуры, ни отношений.

Преимущества этих БД – это быстрдействие, производительность и масштабируемость. Такие БД используются для хранения изображений, создания специализированных файловых систем. Примеры таких хранилищ — Berkeley DB, MemcacheDB, Redis, Riak, Amazon DynamoDB.

БД семейств колонок расширяют БД «ключ-значение». БД семейств колонок являются двумерными массивами. Каждому ключу прикреплен одна или несколько пар «ключ-значение». В отличие от привычных таблиц в реляционных моделях, эти СУБД не требуют предварительного описания структуры данных. Эти системы управления позволяют хранить и использовать очень большие объёмы неструктурированных данных. Такие БД используются в случаях, когда БД «ключ-значение» недостаточно и необходимо хранить большие объёмы данных. От БД «ключ-значение» была унаследована масштабируемость. Примерами СУБД данного типа являются: Apache HBase, Apache Cassandra, Apache Accumulo, Hypertable.

Документно-ориентированные базы данных NoSQL пользуются огромной популярностью среди пользователей. Эти СУБД похожи на БД колонок, однако позволяют создать более сложную структуру (документ, вложенный в документ, вложенный в документ.). Документы устраняют некоторые ограничения хранилищ колонок. В целом они позволяют создать документ из произвольной структуры данных любой сложности. Несмотря на множество преимуществ, документно-ориентированные СУБД имеют некоторые недостатки и уязвимости по сравнению с другими СУБД

NoSQL. Например, извлекая значение записи, вы получаете огромный объём данных, а обновление данных негативно влияет на производительность. Находят своё применение в системах управления содержимым, издательском деле, документальном поиске и т. п. Примеры СУБД данного типа — CouchDB, Couchbase, MarkLogic, MongoDB.

Графовые СУБД используют древовидные структуры – графы, которые состоят из узлов и ребёр. Графовые базы данных представляют данные совсем иначе, чем предыдущие три модели. Они используют древовидные структуры – графы, которые состоят из узлов и рёбер. Графовые СУБД соединяют и группируют полученные данные, благодаря чему они намного быстрее справляются с некоторыми операциями. Эти базы данных обычно используются приложениями, которым необходимы четкие границы для подключений. К примеру, при регистрации в любой социальной сети ваш аккаунт связывается с аккаунтами ваших друзей, друзей ваших друзей и т.д. Таковую операцию проще всего выполнить при помощи графовой БД. Примеры: Neo4j, OrientDB, AllegroGraph, Blazegraph, InfiniteGraph, Titan.

В не реляционные БД ради масштабируемости и гибкости отсутствует поддержка ACID. ACID – это 4 свойства, характеризующие транзакции: атомарность, согласованность, изоляция, долговечность. Атомарность гарантирует, что ни одна транзакция не будет выполнена частично (транзакция должна иметь тип «все или ничего»). Согласованность – это требования, согласно которому транзакция нормально завершается и фиксирует свои результаты, не противореча согласованности БД. Изоляция означает, что транзакции не могут оказывать влияние друг на друга.

Долговечность гарантирует, что после того, как транзакция завершилась и зафиксировала свои результаты в базе данных, система должна гарантировать, что эти результаты переживут любые последующие сбои.

Т.к. не реляционные БД не поддерживают ACID, были разработаны новый тип БД – NewSQL. Этот вид БД соединяется в себе гибкость и масштабируемость NoSQL и транзакционные требования классических БД. В настоящее время существует различные подходы к созданию таких БД: принципиально новая архитектура для хранения данных, новые механизмы хранения MySQL, прозрачное масштабирования.

БД с новой архитектурой изначально рассчитаны на распределенную архитектуру и многопоточность. Одним из ключевых факторов в повышении производительности является использование оперативной памяти или новых видов дисков (флэш-память/SSD), которые являются хранилищем первичных данных. Данное решение может осуществляться программно (VoltDB, NuoDB) либо на уровне железа (Clustrix).

Чтобы преодолеть проблемы масштабируемости MySQL, было создано ряд движков основанных на MySQL. Положительная сторона — использование интерфейса MySQL, но есть плохая сторона — не поддерживается миграция данных из других баз данных (включая старый

MySQL). Примеры реализации — Xeround, GenieDB (коммерческие) Tokutek; и Akiban, MySQL Группа NDB и др. (opensource)

БД с прозрачным масштабированием сохраняют базы данных OLTP в своем оригинальном виде, но обеспечивают особенность расширения, с прозрачной группировкой и гарантирующую масштабируемость. Другой подход должен обеспечить прозрачное распределение данных между физическими серверами, чтобы также улучшить масштабируемость. БД Schooner MySQL, Continuent Tungsten и ScalArc следуют первому подходу, тогда как ScaleBase и dbShards следуют второму подходу. Оба подхода позволяют повторное использование существующих наборов и экосистемы, и избегают потребности переписать код или выполнить любые миграции данных. Примеры реализаций — ScalArc, Schooner MySQL, dbShards (коммерческий) ScaleBase; и Continuent Tungsten (opensource).

Были разработаны технологии для упрощения работы с БД: LINQ, Entity Framework и NHibernate. Эти технологии предназначены для упрощения работы с БД и компиляцией запросов. Суть технологий заключается в том, что работа с таблицами БД ведётся как с классами C#, с полями этих таблиц – как со свойствами классов, а синтаксис SQL-запросов, который в ADO.NET раньше нужно было вставлять в код C# в виде команд, заменен на более удобный подход с LINQ. C# берет на себя обязанности по преобразованию кода C# в SQL-инструкции.

LINQ (Language-Integrated Query) представляет простой и удобный язык запросов к источнику данных. В качестве источника данных может выступать объект, реализующий интерфейс IEnumerable (например, стандартные коллекции, массивы), набор данных DataSet, документ XML. Но вне зависимости от типа источника LINQ позволяет применить ко всем один и тот же подход для выборки данных.

Существует несколько разновидностей LINQ:

- LINQ to Objects: применяется для работы с массивами и коллекциями
- LINQ to Entities: используется при обращении к базам данных через технологию Entity Framework
- LINQ to Sql: технология доступа к данным в MS SQL Server
- LINQ to XML: применяется при работе с файлами XML
- LINQ to DataSet: применяется при работе с объектом DataSet
- Parallel LINQ (PLINQ): используется для выполнения параллельной запросов

В 2009 году разработка LINQ и Entity Framework были переданы одной команде. Стало очевидно, что оба решения нацелены на решение одних и тех же задач, а следовательно будут конкурировать друг с другом. Начиная с версии платформы .NET 4.0, рекомендованным решением становится

именно LINQ к Entities. Кроме того, на основании информации, полученной от пользователей, наиболее употребляемые возможности LINQ к SQL будут добавлены и в LINQ к Entities. В результате чего произойдет постепенное слияние решений.

При работе с Entity Framework предоставляется три способа взаимодействия с БД:

Database-First - подходит для проектировщиков баз данных - сначала вы создаете базу данных с помощью различных инструментов (например, SQL Server Management Studio), а затем генерируете EDMX-модель базы данных (предоставляет удобный графический интерфейс для взаимодействия с базой данных в виде диаграмм и объектную модель в виде классов C#). В данном случае вам нужно работать с SQL Server и хорошо знать синтаксис T-SQL, но при этом не нужно разбираться в C#.

Model-First - Подходит для архитекторов - сначала вы создаете графическую модель EDMX в Visual Studio (в фоновом режиме создаются классы C# модели), а затем генерируете на основе диаграммы EDMX базу данных. При данном подходе не нужно знать ни деталей T-SQL ни синтаксиса C#.

Code-First - подходит для программистов - при данном подходе модель EDMX вообще не используется и вы вручную настраиваете классы C# объектной модели (данный подход поддерживает как генерацию сущностных классов из существующей базы данных, так и создание базы данных из созданной вручную модели объектов C#). Очевидно, что это подходит для программистов, хорошо знакомых с синтаксисом C#.

NHibernate — ORM-решение для платформы Microsoft .NET, портированное с Java. NHibernate позволяет отображать объекты бизнес-логики на реляционную базу данных. По заданному XML-описанию сущностей и связей NHibernate автоматически создает SQL-запросы для загрузки и сохранения объектов.

СОЗДАНИЕ ТРЁХМЕРНОЙ МОДЕЛИ ЗДАНИЯ

Луговский А.А.,

Научный руководитель – Разоренов Н.А., к.т.н., доцент

Перед тем, как начать моделирование здания надо подготовить чертежи в Adobe Photoshop. Под подготовкой чертежей подразумевается удаление не нужного материала на чертежах и соблюдения масштаба чертежей (см. рисунок 1).

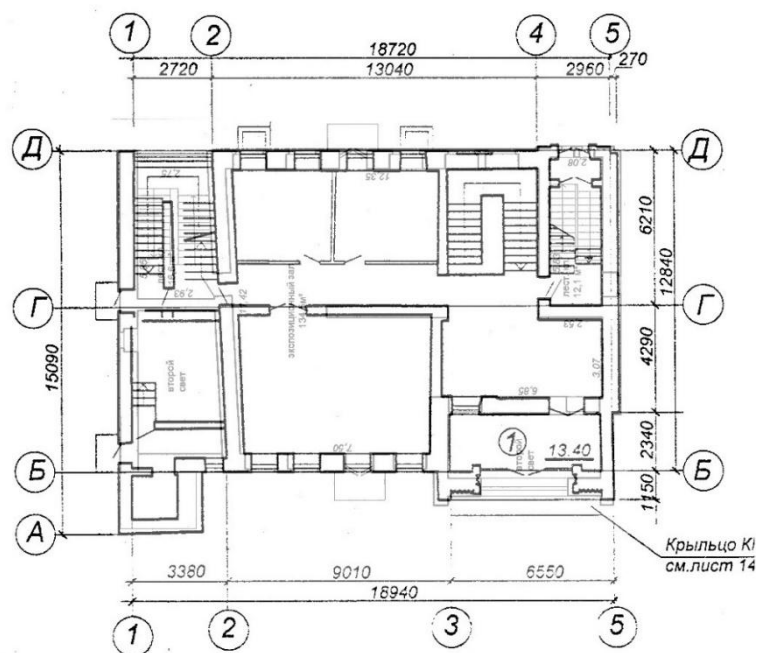


Рисунок 1 — Готовый чертеж 1, 2 и 3 этажа

Здание можно смоделировать несколькими способами, но так как есть чертежи, целесообразно использовать сплайновое моделирование [1] в Autodesk 3d max. Суть заключается в том, что мы берём плоскость и накладываем на него подготовленные чертежи, но не забываем соблюдать размеры картинки. Берётся линия и обводится чертёж первого этажа, после этого редактируется в полигонном режиме. Выбирается верхний полигон и выдавливается. Выдавливание происходит несколько раз на разную высоту (размеры взяты с чертежей) для того, чтобы пометить для себя участки, где будут находиться будущие окна и двери. Затем удаляются полигоны в тех местах, где будут находиться окна и двери. Так как мы использовали сплайновое моделирование наша модель внутри полая. В результате получаем смоделированный первый этаж (см. рисунок 2).

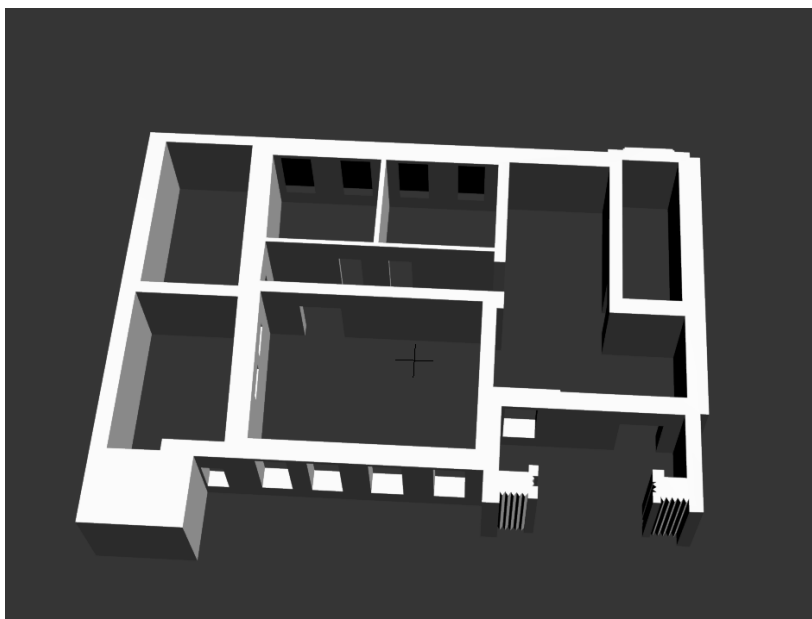


Рисунок 2 — Модель первого этажа

У нас остаётся ещё 2 этажа, 3 перекрытия, крыша и лестница. Все этажи делаются аналогичным способ. Для того, чтобы сделать крышу используется плагин Avizstudio Tools. Крыша музея состоит из определенного числа черепиц. Данный плагин хранит в себе несколько вариаций черепиц. Выбираем нужную черепицу, настраиваем необходимые размеры черепицы, а также длину и высоту крыши (см. рисунок 3.3).



Рисунок 3 — Модель крыши

Лестница была сделана с использованием обычных примитивов и редактирования их (см. рисунок 3).

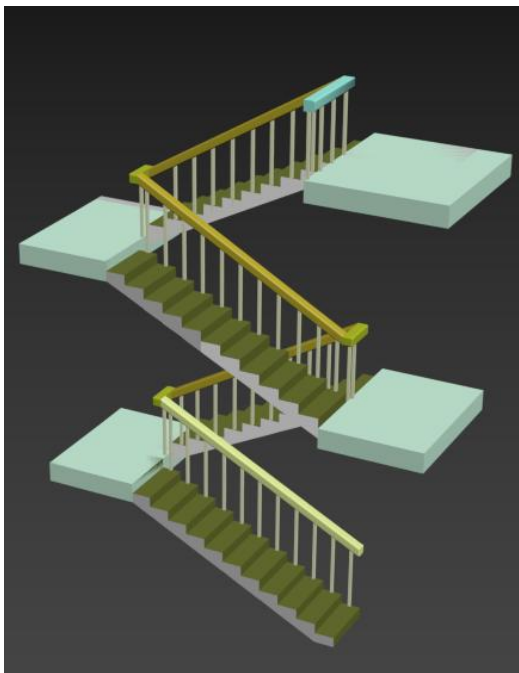


Рисунок 3 — Модель лестницы

Литература

1. Иллюстрированный самоучитель по 3d max [Электронный ресурс].
Режим доступа: <https://3d.demiart.ru/book/3D-Max-7/menu.html>, свободный, -
Загл. с экрана. – Язык русский, английский.

СОЗДАНИЕ КАМЕРЫ ИГРОВОГО СИМУЛЯТОРА

Дубок Д.А.,

Научный руководитель – Разоренов Н.А., к.т.н., доцент

Скрипты дадут возможность управления компонентами и помогут выстроить игровую логику и механику. В Unity скрипты можно создавать на языках C# и JavaScript, что при использовании C# позволяет создавать их по всем правилам ООП, однако будет затрачено некоторое время на изучение классов и методов, используемых при создании скриптов и обращении к различным объектам на сцене[1]. JavaScript на фоне C# используется в Unity заметно реже, хотя это обусловлено предпочтениями разработчиков, нежели другими особенностями.

Хоть это и может показаться весьма затратным по времени, не стоит забывать о том, что Unity имеет весьма подробную документацию, что упростит изучение. В дополнение к этому Unity можно расширить с помощью дополнительного модуля JustLogic, который позволяет создавать логику приложения через инспектор объекта, а не с помощью написания скриптов на выбранном ЯП.

Для получения игрового приложения необходимо создать систему управления персонажем, пользовательский интерфейс, систему учета времени, а также камеру.

Для создания камеры от третьего лица нужно создать несколько объектов: объект, который служит точкой фокуса взгляда (размещается на персонаже) и опора камеры, которая будет являться родительским объектом камере и, соответственно, будет служить точкой с координатами 0,0,0 для дочерней камеры. Иерархия приведена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Иерархия объектов, связанных с камерой

Camera Holder содержит в себе объект Pivot (точка фокуса, расположенная на персонаже), который содержит камеру, размещенную на некотором расстоянии от неё и объект TargetLook (направление взгляда персонажа при вращении камеры вокруг него). Скрипт управления камерой будет прикреплен к Camera Holder.

В качестве основных объектов, с которыми придется работать в скрипте, будут камера, Pivot, персонаж на сцене, Camera Holder и файл конфигурации камеры Camera Config, который содержит такие параметры,

как скорость вращения, граничные значения угла камеры по оси Y (вверх-вниз), значения скорости поворота камеры по осям и другие.

Для создания подобного файла конфигурации необходимо создать скрипт CameraConfig и указать перед объявлением класса CameraConfig строку [CreateAssetMenu(menuName = “Camera/Config”)], а после объявления класса – все необходимые параметры. После этого можно вызвать контекстное меню нажатием правой кнопки мыши и выбрать Create – Camera – Config, а затем установить нужные параметры, которые будут использоваться в скрипте камеры. Подобный подход задания параметров камеры позволяет производить отладку перемещения камеры без остановки отладки всего приложения и сразу применять новые значения [2].

Скрипт можно разделить на несколько частей.

Первая: установка позиции камеры. За это отвечает функция HandlePosition, в которой происходит получение параметров из файла конфигурации камеры и происходит интерполирование между исходной и измененной позицией Pivot и камерой для плавного перемещения, так как эта функция вызывается в функции FixedTick, которая в свою очередь вызывается в функции Update постоянно через определенный интервал. Код функции HandlePosition приведен на рисунке 2.

```
void HandlePosition()
{
    float targetX = cameraConfig.normalX;
    float targetY = cameraConfig.normalY;
    float targetZ = cameraConfig.normalZ;

    Vector3 newPivotPosition = pivot.localPosition;
    newPivotPosition.x = targetX;
    newPivotPosition.y = targetY;

    Vector3 newCameraPosition = camTrans.localPosition;
    newCameraPosition.z = targetZ;

    float t = delta * cameraConfig.pivotSpeed;
    pivot.localPosition = Vector3.Lerp(pivot.localPosition, newPivotPosition, t);
    camTrans.localPosition = Vector3.Lerp(camTrans.localPosition, newCameraPosition, t);
}
```

Рисунок 2 – Функция HandlePosition для управления перемещения камеры

Вторая часть содержимого файла скрипта – функция HandleRotation, которая отвечает за вращение камеры по осям. Код функции приведен на рисунке 3.

```

void HandleRotation()
{
    mouseX = Input.GetAxis("Mouse X");
    mouseY = Input.GetAxis("Mouse Y");

    smoothX = mouseX;
    smoothY = mouseY;

    lookAngle += smoothX * cameraConfig.Y_rot_speed;
    Quaternion targetRot = Quaternion.Euler(0,lookAngle,0);
    mTransform.rotation = targetRot;

    titAngle -= smoothY * cameraConfig.Y_rot_speed;
    titAngle = Mathf.Clamp(titAngle, cameraConfig.minAngle, cameraConfig.maxAngle);
    pivot.localRotation = Quaternion.Euler(titAngle, 0, 0);
}

```

Рисунок 3 – Функция HandlePosition для управления вращения камеры

Движение в сторону взгляда осуществляется с помощью ранее рассмотренной функции перемещения и функции FixedTick, которая также упоминалась ранее. Поворот происходит благодаря интерполяции вектора направления движения и вектора взгляда камеры. Реализация приведена ниже.

```

void FixedTick()
{
    delta = Time.deltaTime;

    HandlePosition();
    HandleRotation();

    Vector3 targetPosition = Vector3.Lerp(mTransform.position, Character.position,1);
    mTransform.position = targetPosition;
}

```

Для того, чтобы эти функции вызывались постоянно, необходимо функцию FixedTick вызвать в функции Update, которая создается автоматически в момент создания скрипта.

В конечном результате после прикрепления скрипта к объекту CameraHolder и установления значения для публичных переменных так, как это показано на рисунке 4, будет получена работоспособная камера от третьего лица.

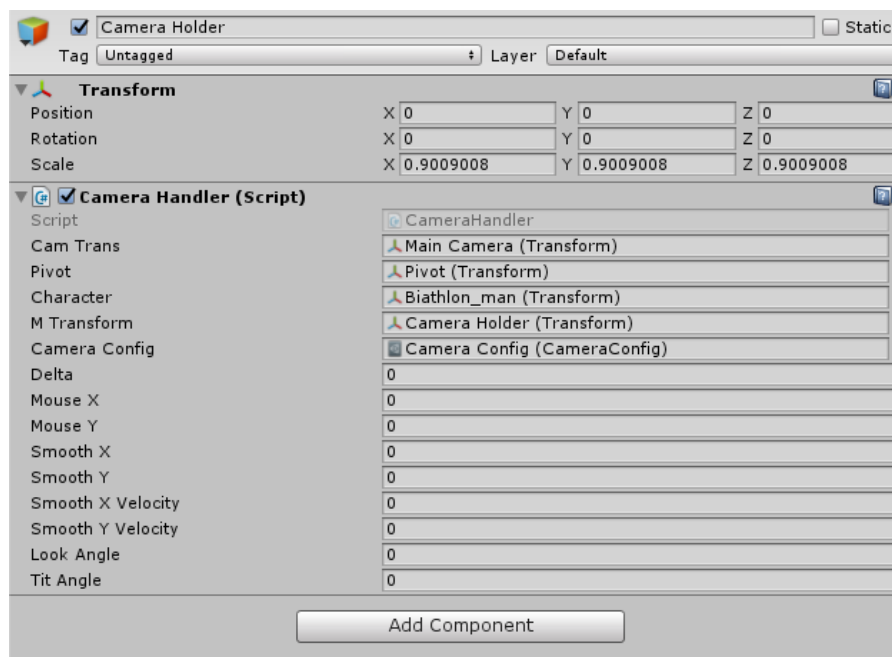


Рисунок 4. – Значения публичных переменных объектов, передаваемых в скрипт камеры CameraHandler

Литература

1. Docs.unity3d [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.unity3d.com/ru/current/Manual/CreatingAndUsingScripts.html>, свободный, - Загл. с экрана. – Язык русский, английский.
2. Youtube.com [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=E797xIJQP8&t=666s>, свободный, - Загл. с экрана. – Язык русский.

УДК 629.78

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ КОМПАНИИ QINETIQ SPASE

Алейникова Е.В., Ковалюк С.А

Научный руководитель – Крук Ю.С. к.ф.-м.н., доцент

Qinetiq Spase (QinetiQ) – британская многонациональная оборонная компания [1]. QinetiQ работает в первую очередь на рынках обороны, безопасности и аэрокосмической промышленности, а её клиенты – преимущественно правительственные организации, в том числе оборонные ведомства, а также международные заказчики в других целевых секторах. QinetiQ управляет и управляет обширными возможностями тестирования и оценки для воздушных, наземных, морских и целевых систем. Она тесно и оперативно работает над тем, чтобы предоставить международным и промышленным клиентам конкурентное преимущество благодаря безопасному проведению оперативных и тактических тренировок, которые сочетают в себе самый широкий спектр моделируемых событий [2]. Основные направления исследований: авиация, земельная и критическая инфраструктура, морской флот, C4ISR, компьютерные технологии, космос, оружие, робототехника, обучение, услуги консультантов. По мере того, как космическая индустрия продолжает быстро расти, для клиентов QinetiQ существуют огромные возможности, особенно для критической инфраструктуры и национальной безопасности. Эта компания является одним из ведущих системных интеграторов космической системы в Европе, демонстрируя приложения, которые никогда ранее не были реализованы. Она строит, запускает и эксплуатирует сложную космическую инфраструктуру, а её технические знания и уникальные технологии позволяют им предлагать гибкие и индивидуальные решения. Основные направления космических исследований QinetiQ: системный интегратор (её спутниковые системы собирают разведданные со всего мира, включая очень высокое разрешение (VHR), гиперспектральные и мультиспектральные изображения), инновационные продукты (она является экспертом в области стыковки или причальных космических аппаратов и модулей, а также в высокомошных и недорогих электрических силовых установках), повышение безопасности (она выявляет угрозы и помогает системам, основанным на пространстве для гражданских, военных и национальных клиентов безопасности), индивидуальные приложения (авионика на заказ для космических миссий и исследования микрогравитации). Услуги, продукты и технологии космических исследований включают следующие части: авиакосмическое, электронное оборудование, причал и стыковка, электропривод, исследование, услуги и операции наземного сегмента, исследование микрогравитации,

дистанционное зондирование, малые спутники, космическая безопасность, обучение космическому полёту, телескопические перегородки. [2]

Авиакосмическое электронное оборудование основано на универсальной расширенной системе управления данными и питанием – платформе ADPMS (современная платформа для малых и средних спутников). ADPMS был создан как легко адаптируемое и настраиваемое сочетание устройств, а его архитектура обеспечивает высокую пропускную способность, простоту и надежность. QinetiQ Space уделяет большое внимание изучению следующих направлений: механизмы в научных инструментах для исследования микрогравитации на МКС, механизмы в исследовательских помещениях для фотонной капсулы, механизм задвижки для малых спутниковых инжекционных систем, механизм натяжения Астронавта для беговой дорожки МКС. Ассортимент двигателей с электроприводом – это надежные, недорогие и мощные системы, предназначенные для коммерческих и научных применений. Электрические двигательные установки компании QinetiQ могут использоваться для ряда задач: наблюдение Земли, межпланетная наука, связь и навигация. QinetiQ Space разработали ряд ключевых технологий для будущих планетарных миссий и программ разведки: механизмы биологической герметизации, разработанные для полного содержания, возможно, загрязненных образцов и контейнеров для образцов; образцы буровых и сборных механизмов; системы посадки для Марса и Луны; причальные и стыковочные системы. QinetiQ Space предоставляет решения для здоровья человека и жизнеобеспечения, необходимые для долгосрочных космических миссий, ряд комплексных, эффективных, быстрых и приятных контрмер, поддерживающих здоровье космонавта во время космических полетов; технология переработки и передовой технологии жизнеобеспечения. QinetiQ в партнерстве с SES основал Redu Space Services (RSS) для адаптации решений спутниковой связи и эксплуатации и обслуживания соответствующих антенных и коммуникационных систем. Примерами полей являются: VSAT, системы восходящей линии связи, SOC, MOC, NOC, TT&C антенны, коммуникационные антенны, системы IOT, системы ранжирования. QinetiQ является технологическим интегратором и партнером прикладных наук для организаций, которые хотят проводить исследования в уникальной лабораторной среде с невесомостью. QinetiQ разрабатывает и создает сложные инструменты для параболических полетов, капли-башни, зондирующие ракеты, Международную космическую станцию, спутники и другие пилотируемые и беспилотные космические аппараты. В области дистанционного зондирования QinetiQ предоставляет комплексные решения миссии для таких институциональных клиентов, как НАСА, ЕКА и ЕС, а также для коммерческих организаций. Высокая устойчивость её платформ и энергоэффективность позволяют ей решать сложные задачи

дистанционного зондирования, такие как: очень высокое разрешение, очень высокий проход, SAR. QinetiQ Space разрабатывает и разрабатывает небольшие спутники, которые имеют производительность, позволяя более эффективно выполнять те же функции, что и более крупные спутники, с более дешевой и рентабельной платформой. Опыт в индустрии малых спутников, имеющий почти четыре десятилетия опыта в космических программах, привел к появлению лидирующей на рынке линейки продуктов, разработанной для удовлетворения растущего спроса на недорогие небольшие космические аппараты с надежной и быстрой доставкой. Компьютерная безопасность охватывает как безопасность спутников, так и их поддерживающих инфраструктур, а также использование предоставляемых ими возможностей безопасности для защиты нашего образа жизни. Продукция QinetiQ включает высококачественные криптографические устройства и оптическую связь. Компания предоставила новаторские рекомендации по безопасности в отношении управления системой Galileo PRS и разрабатывает безопасные модули приемника и криптографический блок на основе пространства. QinetiQ предлагает обучение космическому полёту, чтобы улучшить опыт и помочь заказчикам подготовиться к коммерческим суборбитальным космическим полетам. [2]

Таким образом, компания QinetiQ Space охватывает большинство направлений современных космических исследований, что делает ее одной из крупнейших мировых оборонных космических компаний.

Литература

1. QinetiQ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – <https://ru.wikipedia.org/wiki/QinetiQ>. – Дата доступа: 11.03.2018.
2. QinetiQ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – <https://www.qinetiq.com/>. – Дата доступа: 11.03.2018.

УДК 004.93.1

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТКРЫТОЙ СЕТИ С НЕАКТИВНЫМИ ЗАЯВКАМИ И ТРЕМЯ РЕЖИМАМИ ОБСЛУЖИВАНИЯ

Ворохобко Г. В.

Научный руководитель – Крук Ю.С., к.ф.-м.н., доцент

Рассмотрим открытую сеть массового обслуживания, состоящую из N узлов. Все заявки, находящиеся в сети, подразделяются на обыкновенные (активные), которые требуют обслуживания, и временно неактивные, которые формируют отдельную очередь и не требуют обслуживания. В сеть поступает простейший поток заявок с параметром λ . Каждая заявка входящего потока независимо от других заявок направляется в i -ый узел с вероятностью p_{0i} , $\sum_{i=1}^N p_{0i} = 1$. Кроме того, в узлы сети поступают независимые простейшие потоки информационных сигналов с интенсивностями ν_i и ϕ_i , $i = \overline{1, N}$. Информационный сигнал, поступивший в i -ый узел с интенсивностью ν_i , уменьшает количество обыкновенных заявок на единицу и увеличивает на единицу количество неактивных заявок. В случае отсутствия в i -ом узле обыкновенных заявок сигнал покидает сеть. Информационный сигнал, поступивший в i -ый узел с интенсивностью ϕ_i , уменьшает на единицу количество неактивных заявок, увеличивая на единицу число обыкновенных заявок. В случае отсутствия в i -ом узле неактивных заявок сигнал покидает сеть. Описанные информационные сигналы не требуют обслуживания.

Предполагается, что i -ый узел может находиться в одном из трех режимов работы $\mathcal{C} = \overline{0, 2}$, $i = \overline{1, N}$. Состояние сети в момент времени t описывается вектором $z(t) = (z_1(t), z_2(t), \dots, z_N(t))$, где $z_i(t) = (n_i(t), n'_i(t), l_i(t))$ – состояние i -го узла в момент времени t . Здесь $n_i(t)$, $n'_i(t)$ – число активных и соответственно неактивных заявок в i -ом узле в момент времени t , $l_i(t)$ – режим функционирования i -го узла. Пространство состояний случайного процесса $z_i(t)$ имеет вид

$$Z_i = \mathcal{Z}_i = \mathcal{C}_i, n'_i, l_i \}; n_i, n'_i \geq 0, l_i = \overline{0, 2} .$$

Нумерация обыкновенных заявок в очереди каждого узла осуществляется от «хвоста» очереди к прибору, т. е. если в i -ом узле находится n_i обыкновенных заявок, то заявка, которая обслуживается, имеет номер n_i , а последняя заявка в очереди имеет номер 1. Временно неактивные заявки в очереди i -го узла нумеруются следующим образом:

заявка, последняя ставшая неактивной, имеет номер n'_i . Поступающий в узел i сигнал v_i воздействует на обыкновенную заявку, имеющую номер 1, которая становится неактивной заявкой под номером $n'_i + 1$. Сигнал φ_i воздействует на неактивную заявку, имеющую номер n'_i , которая становится обыкновенной заявкой под номером 1.

Назовем нулевой режим основным режимом работы. Время работы узла, находящегося в состоянии $z_i = \langle \mathbf{q}_i, n'_i, l_i \rangle$, в режиме l_i ($\mathbf{q} = \overline{0, 2}, i = \overline{1, N}$) имеет показательное распределение, при этом с интенсивностью τ_i ($\tau_i > 0$) i -ый узел переходит в $\mathbf{q} + 1$ -ый режим ($\mathbf{q} = \overline{0, 1}$), а с интенсивностью ρ_i ($\rho_i > 0$) – в $\mathbf{q} - 1$ -ый режим ($\mathbf{q} = \overline{1, 2}$). Переключение прибора с одного режима в другой сохраняет общее число заявок в узле.

Времена обслуживания активных заявок независимы и имеют показательное распределение с параметром $\mu_i(l_i)$ ($\mathbf{q} = \overline{1, N}$). Заявки обслуживаются в порядке поступления.

Каждая заявка после завершения обслуживания в i -ом узле независимо от других заявок мгновенно направляется в j -ый узел с вероятностью p_{ij} , а с вероятностью p_{i0} покидает сеть. Не ограничивая общности рассуждений, будем считать $p_{ii} = 0$, $i = \overline{1, N}$.

Предполагается, что матрица вероятностей переходов $\langle p_{ij} : i, j = \overline{0, N} \rangle$, где $p_{00} = 0$, неприводима. Система уравнений трафика принимает вид

$$\varepsilon_i = p_{0i} + \sum_{j=1}^N \varepsilon_j p_{ji}.$$

Система уравнений трафика имеет единственное положительное решение $\langle \varepsilon_i, i = \overline{1, N} \rangle$ [1].

Процесс $z_i(t)$ – однородный марковский процесс с непрерывным временем и пространством состояний $Z = Z_1 \times Z_2 \times \dots \times Z_N$, где Z_i – пространство состояний i -го узла.

Обозначим через $\langle \mathbf{q}_i, n'_i, l_i \rangle$ N -мерный вектор $\tilde{z} \in Z$, у которого все координаты, кроме i -ой, совпадают с координатами вектора $z \in Z$, а i -ая координата равна $\langle \mathbf{q}_i, n'_i, l_i \rangle \in Z_i$. Через $\langle \mathbf{q}_i, n'_i, l_i \rangle, \langle \mathbf{q}_j, n'_j, l_j \rangle$ обозначим N -мерный вектор $\tilde{z} \in Z$, у которого все координаты, кроме i -ой и j -ой, совпадают с координатами вектора $z \in Z$, а i -ая координата равна $\langle \mathbf{q}_i, n'_i, l_i \rangle \in Z_i$, j -ая координата равна $\langle \mathbf{q}_j, n'_j, l_j \rangle \in Z_j$. Если $q(x, y)$ – интенсивность перехода процесса $z(t)$ из состояния $x \in Z$ в состояние

$y \in Z$, $q(x) = \sum_{y \neq x} q(x, y)$ – интенсивность выхода из состояния x , то интенсивности переходов процесса $z(t)$ имеют вид

$$\begin{aligned}
 q(\epsilon, \mathbf{k}_i + 1, n'_i, l_i) &= \lambda p_{0i}, \\
 q(\epsilon, \mathbf{k}_i - 1, n'_i + 1, l_i) &= \nu_i I_{\epsilon_i \neq 0}, \\
 q(\epsilon, \mathbf{k}_i + 1, n'_i - 1, l_i) &= \varphi_i I_{\epsilon_i \neq 0}, \\
 q(\epsilon, \mathbf{k}_i - 1, n'_i, l_i) &= \mu_i \overline{p}_{i0} I_{\epsilon_i \neq 0}, \\
 q(\epsilon, \mathbf{k}_i, n'_i, l_i - 1) &= \rho_i \overline{q}_i(n'_i, l_i) I_{\epsilon_i \neq 0}, \\
 q(\epsilon, \mathbf{k}_i, n'_i, l_i + 1) &= \tau_i \overline{q}_i(n'_i, l_i) I_{\epsilon_i \neq 2}, \\
 q(\epsilon, \mathbf{k}_i - 1, n'_i, l_i) & \rightarrow q(\epsilon_j + 1, n'_j, l_j) = \mu_i \overline{p}_{ij} I_{\epsilon_i \neq 0} \\
 & i, j = \overline{1, N}, z \in Z.
 \end{aligned}$$

Для всех остальных состояний $y \in Z$ $q(x, y) = 0$.

Для рассмотренной модели сети установлены условия эргодичности, составлена и решена система уравнений глобального равновесия с целью нахождения стационарного распределения вероятностей состояний сети. Запланирована разработка программного средства для компьютерного моделирования рассмотренной сети массового обслуживания.

Литература

1. Jackson, J.R. Jobshop-like Queueing Systems / J. R. Jackson // *Manag. Sci.* 1963. V. 10. №1. P. 131 – 142.
2. Gordon, W.J. Closed Queueing Nnetworks with Exponential Servers / W.J. Gordon, G.F. Newell // *Oper. Res.* 1967. No 15. P. 252 – 267.
3. Бочаров, П. П. Теория массового обслуживания: учебник / П. П. Бочаров, А. В. Печинкин. М. : РУДН, 1995. 529 с.
4. Tsitsiashvili, G. Sh. Distributions in stochastic network models / G. Sh. Tsitsiashvili, M. Osipova. NY : Nova Publishers Incorporated, 2008. 75 p.
5. Крук, Ю.С. Инвариантность стационарного распределения вероятностей состояний сетей массового обслуживания с неактивными заявками / Ю. С. Крук, Ю. Е. Дудовская // Минск : БНТУ, 2016. – 131 с.

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСА GEONETCAST В ГЛОБАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПЛАНЕТОЙ ЗЕМЛЯ

Тишкевич Д. Г., Пунько А. В.

Научный руководитель – Крук Ю.С., к.ф.-м.н., доцент

Одной из ключевых систем спутникового мониторинга Земли является система GEONETCast. GEONETCast – это глобальная сеть спутниковых систем распространения данных об окружающей среде в мировом масштабе сообщества пользователей. В недавнее время компания GEO предприняла попытки организации коллективных мер по объединению систем наблюдений в одну глобальную систему, названную GEOSS, для решения целого ряда вопросов, представляющих интерес для общества.

Преимущества и особенности GEONETCast:

- легкая в использовании и недорогая система распространения спутниковых данных и продуктов;
- доступность данных для использования в научных исследованиях;
- предоставление широкого спектра важных экологических данных пользователям по всему миру;
- удобный пользовательский интерфейс;
- скорость получения данных;
- создание основы для принятия решений в ряде критических областей, ведущих к общественным благам посредством улучшения здоровья и благополучия человека; экологического менеджмента и экономического роста.

Принципы построения GEOSS:

- GEOSS должна быть создана для нужд пользователей, должна поддерживать широкий спектр реализации, и должна быть способна взаимодействовать с новыми технологиями и методами.
- GEOSS должна сотрудничать с существующими и планируемыми к созданию системами наблюдений для формирования продукции, прогнозов и сопутствующих решений.
- GEOSS должна предусматривать существование специальных спецификации сопряжения, поддерживаемых всеми ее участниками для организации наблюдений, обработки и распространения данных, а так же совместного их использования.
- Продукция и наблюдения GEOSS должны записываться и храниться в четко определенных форматах и снабжаться метаданными, на основе которых будет осуществляться поиск и архивирование наборов данных.

На рисунке 1 приведена схема взаимодействия процессов характерных для систем наблюдения за Землей и роль GEOSS в этом взаимодействии.

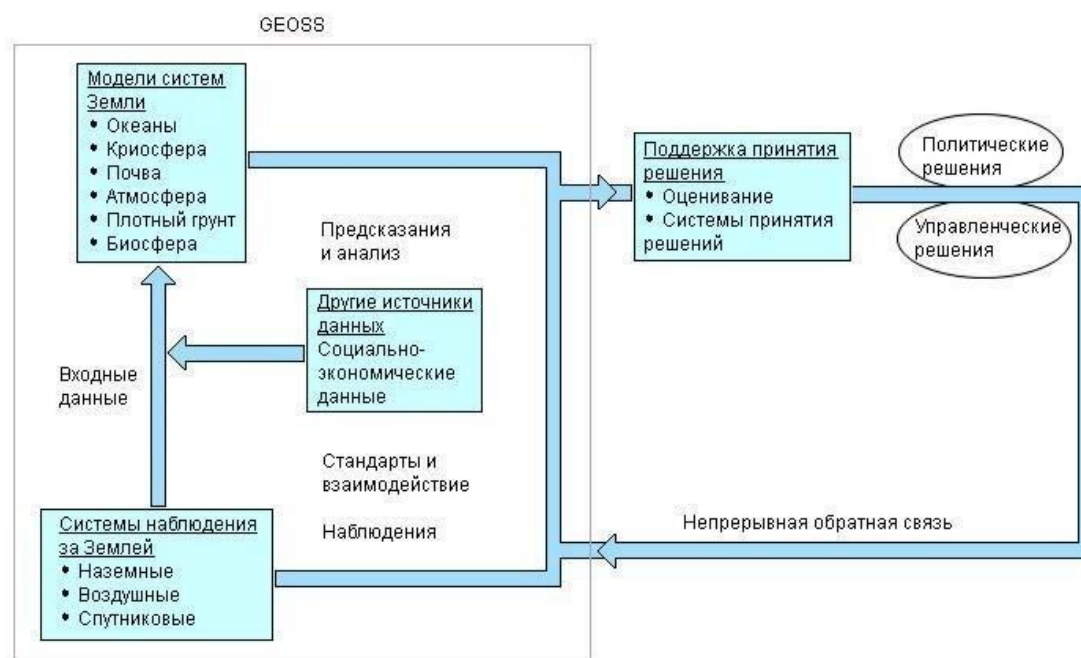


Рисунок 1. Схема взаимодействия процессов характерных для систем наблюдения за Землей и роль GEOSS в этом взаимодействии.

Проект GEONETCast предназначен поставлять широкий спектр экологических данных по всему миру. Он представляет управляемый, удобный и недорогой сервис распространения информации, призванный обеспечить ученых глобальной информацией для принятия обоснованных решений в ряде важнейших областей:

- сельское хозяйство: поддержка устойчивого развития сельского хозяйства, борьба с опустыниванием;
- биоразнообразие: понимание процессов изменения, мониторинг и сохранение биоразнообразия;
- климат: понимание процессов изменения, оценка, прогнозирование, адаптация к изменению климата;
- экосистемы: совершенствование системы управления и защиты наземных, прибрежных и морских экосистем;
- энергетика: совершенствование управления топливно-энергетическими ресурсами;
- прогнозирование катастроф: снижение людских и материальных потерь от природных и техногенных катастроф;
- здоровье: понимание экологических факторов, влияющих на здоровье человека;
- проблема водных ресурсов: улучшение управления водными ресурсами благодаря лучшему пониманию водного цикла;

- погода: сбор информации для прогнозирования и предупреждения погодных явлений.

Для того чтобы обеспечить данными наблюдений пользователей, не имеющих доступа к высокоскоростным каналам сети Интернет, GEOSS организует работу сети GEONETCast. GEONETCast представляет собой глобальную спутниковую сеть систем передачи данных об окружающей среде. Она используется для доставки всех типов оперативной данных и поддержки больших объемов информации, с гарантированной своевременностью и высокой доступностью.

На рисунке 2 показаны основные поставщики данных в сети GEONETCast

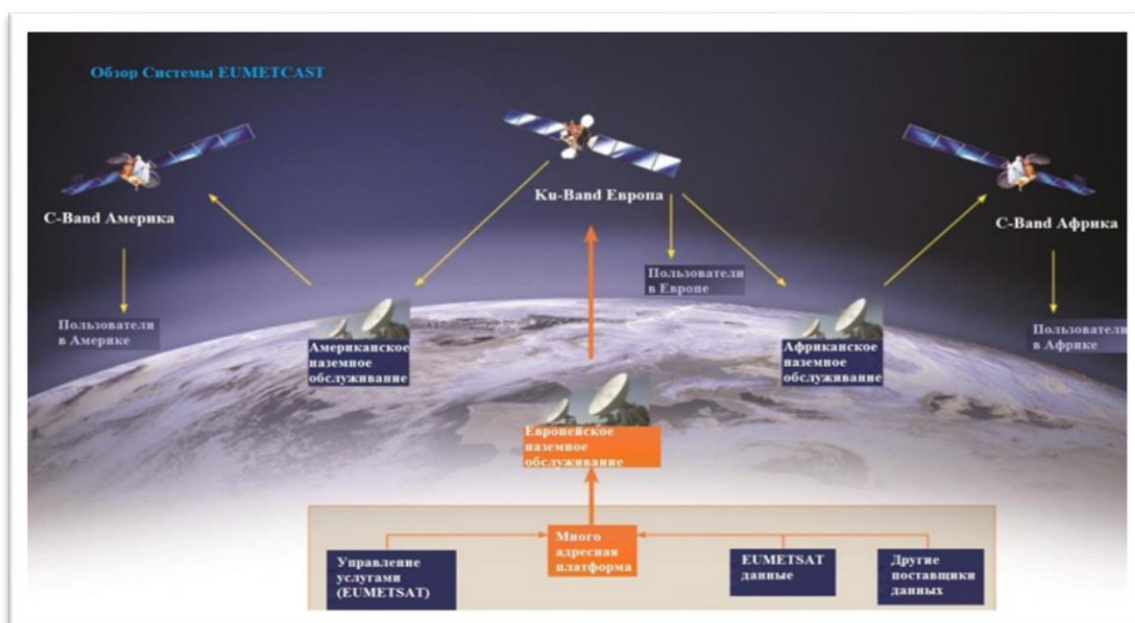


Рисунок 2. Основные поставщики данных в сети GEONETCast.

Пользователям сети GEONETCast в настоящее время доступны следующие типы данных:

- снимки Meteosat;
- снимки GOES East and West;
- снимки FY-2;
- продукция Land and Ocean Sea Ice Satellite Application Facility (SAF);
- метеорологическая продукция EUMETSAT;
- метеорологическая продукция NOAA-NESDIS;
- данные NOAA-NESDIS по цвету океана (Ocean colour) и температуре поверхности моря;
- данные VITO по вегетации (VEGETATION);
- данные MODIS по цвету океана (Ocean colour);
- данные наблюдений на местах.

Инфраструктура GEONETCast (представлена на рисунке 2) состоит из региональных сетевых центров ответственных за поддержку спутниковых систем передачи данных каждый в своем регионе. Центры соединяются друг с другом посредством GEONETCast, обеспечивая тем самым глобальное покрытие всей территории Земли.

На сегодняшний момент GEOSS является исключительным явлением, масштабы которого охватывают всю территорию нашей планеты. GEOSS по-настоящему оправдывает свое название системы систем, делая все необходимое для их успешной интеграции.

Для того чтобы предоставить доступ к своим информационным ресурсам пользователям, не имеющим высокоскоростного доступа к сети Интернет, GEO создала сеть GEONETCast, включив ее в состав инфраструктуры GEOSS. Тем самым даже в отдаленных регионах развивающихся стран можно получить все необходимые данные для принятия различного рода решений, например, по ликвидации последствий стихийных бедствий. Что в очередной раз доказывает глобальный характер GEOSS.

GEOSS представляет собой четко организованную глобальную систему систем наблюдений за Землей, созданную по инициативе Группы по наблюдениям за Землей (GEO), которая имеет слаженную инфраструктуру и постоянно пополняемый Реестр компонентов и сервисов.

С каждым годом отмечается рост числа стран-членов GEO и участвующих организаций, а, следовательно, рост базы информационных ресурсов и наращивание потенциала GEOSS, что делает GEOSS глобальным инструментом для доступа к данным наблюдений за Землей и позволяет эффективно использовать эти данные в процессе принятия решений.

Литература

1. GEO, «GEOSS 10-Year Implementation Plan: Reference Document» [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <https://www.earthobservations.org/documents/10-Year%20Plan%20Reference%20Document.pdf>. – Дата доступа: 31.01.2018.
2. EUMETSAT, «EUMET Cast Europe Migrating from DVB-Sto DVB-S2» [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: http://www.eumetsat.int/website/home/TechnicalBulletins/EUMETCast/DAT_2082113.html. – Дата доступа: 10.08.2015.
3. EUMETSAT, «Technical Bulletins: EUMET Cast Europe Migrating from DVB-S to DVB-S2» [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: http://www.eumetsat.int/website/home/TechnicalBulletins/EUMETCast/DAT_2082113.html. – Дата доступа: 09.01.2015.

4. EUMETSAT, «EUMET Cast Service Availability Analysis»
[Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа:
http://www.eumetsat.int/website/wcm/idc/idcplg?IdcService=GET_FILE&dDocName=PDF_EUMETCAST_E10A_ANTENNA&RevisionSelectionMethod=LatestReleased. – Дата доступа: 10.08.2015.

5. Колмыкова, О. В. Комплексный обзор GEOSS. Исследование архитектуры построения GEOSS / О.В. Колмыкова. – НПО «Тайфун», 2013. – 53 с.

УДК 004.93.1

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТКРЫТОЙ ДВУХРЕЖИМНОЙ СЕТИ С НЕАКТИВНЫМИ ЗАЯВКАМИ

Римашевский М. А.

Научный руководитель – Крук Ю.С., к.ф.-м.н., доцент

Рассматривается модификация сети Джексона, состоящая из N узлов. Все заявки, находящиеся в сети, подразделяются на два типа: обыкновенные, которые требуют обслуживания, и временно неактивные заявки, которые формируют отдельные очереди в узлах сети и не требуют обслуживания. В сеть поступает пуассоновский поток заявок с параметром λ . Каждая заявка входящего потока независимо от других заявок входящего потока направляется в i -ый узел с вероятностью p_{0i} ,

$\sum_{i=1}^N p_{0i} = 1$. В узлы сети поступают независимые пуассоновские потоки информационных сигналов с интенсивностями ν_i и φ_i , $i = \overline{1, N}$.

Информационный сигнал, поступивший в i -ый узел с интенсивностью ν_i , уменьшает количество обыкновенных заявок на единицу и увеличивает на единицу количество неактивных заявок. В случае отсутствия в i -ом узле обыкновенных заявок сигнал покидает сеть. Информационный сигнал, поступивший в i -ый узел с интенсивностью φ_i , уменьшает на единицу количество неактивных заявок, увеличивая на единицу число обыкновенных заявок. В случае отсутствия в i -ом узле неактивных заявок сигнал покидает сеть. Описанные информационные сигналы не требуют обслуживания.

i -ый узел сети может находиться в одном из двух режимов функционирования $\epsilon_i = \overline{0, 1}, i = \overline{1, N}$. Состояние сети в момент времени t характеризуется вектором $z(t) = (z_1(t), z_2(t), \dots, z_N(t))$, где $z_i(t) = (n_i(t), n'_i(t), l_i(t))$ – состояние i -го узла в момент времени t , где $n_i(t)$, $n'_i(t)$ – количество активных и соответственно неактивных заявок в i -ом узле в момент времени t , $l_i(t)$ – режим работы i -го узла. Пространство состояний случайного процесса $z_i(t)$ имеет вид

$$Z_i = \{ \epsilon_i = \overline{0, 1} = \{ (n_i, n'_i, l_i) \mid n_i, n'_i \geq 0, l_i = \overline{0, 1} \} .$$

Нумерация обыкновенных (активных) заявок в очереди каждого узла производится от «хвоста» очереди к прибору, т. е. если в i -ом узле находится n_i активных заявок, то заявка, которая обслуживается, имеет номер n_i , а последняя заявка в очереди имеет номер 1. Временно неактивные заявки в очереди i -го узла нумеруются следующим образом:

заявка, последняя ставшая неактивной, имеет номер n'_i . Поступающий в узел i сигнал v_i воздействует на активную заявку, имеющую номер 1, которая становится неактивной заявкой под номером $n'_i + 1$. Сигнал φ_i воздействует на неактивную заявку, имеющую номер n'_i , которая становится активной заявкой под номером 1.

Нулевой режим будем считать основным режимом работы, соответствующий максимальной степени работоспособности узла. Время работы узла, находящегося в состоянии $z_i = \langle \mathbf{q}_i, n'_i, l_i \rangle$, в режиме l_i ($\mathbf{q}_i = \overline{0,1}, i = \overline{1, N}$) имеет показательное распределение, при этом с интенсивностью τ_i ($\tau_i > 0$) i -ый узел переходит в 1-ый режим, а с интенсивностью ρ_i ($\rho_i > 0$) – в нулевой режим. Переключение прибора с одного режима в другой не изменяет общего количества заявок в узле сети.

Времена обслуживания активных заявок независимы и имеют показательное распределение с параметром $\mu_i(l_i)$ ($\mathbf{q}_i = \overline{1, N}$). Дисциплина обслуживания активных заявок – LIFO.

После завершения обслуживания в i -ом узле каждая заявка независимо от других заявок мгновенно направляется в j -ый узел с вероятностью p_{ij} , а с вероятностью p_{i0} покидает сеть. Не ограничивая общности рассуждений, договоримся считать $p_{ii} = 0, i = \overline{1, N}$.

Предполагается, что матрица вероятностей переходов $\langle \mathbf{q}_{ij} : i, j = \overline{0, N} \rangle$, где $p_{00} = 0$, неприводима. Система уравнений трафика принимает вид

$$\varepsilon_i = p_{0i} + \sum_{j=1}^N \varepsilon_j p_{ji}.$$

Система уравнений трафика имеет единственное положительное решение $\langle \mathbf{q}_i, i = \overline{1, N} \rangle$ [1].

Случайный процесс $z_i(t)$ является однородным марковским процессом с непрерывным временем и пространством состояний $Z = Z_1 \times Z_2 \times \dots \times Z_N$, где Z_i – пространство состояний i -го узла.

Пусть $\langle \mathbf{q}_i, n'_i, l_i \rangle$ – N -мерный вектор $\tilde{z} \in Z$, у которого все компоненты, кроме i -ой, совпадают с координатами вектора $z \in Z$, а i -ая координата равна $\langle \mathbf{q}_i, n'_i, l_i \rangle \in Z_i$. Пусть $\langle \mathbf{q}_i, n'_i, l_i \rangle, \langle \mathbf{q}_j, n'_j, l_j \rangle$ – N -мерный вектор $\tilde{z} \in Z$, у которого все компоненты, кроме i -ой и j -ой, совпадают с координатами вектора $z \in Z$, а i -ая координата равна $\langle \mathbf{q}_i, n'_i, l_i \rangle \in Z_i$, j -ая координата равна $\langle \mathbf{q}_j, n'_j, l_j \rangle \in Z_j$. Если $q(x, y)$ – интенсивность перехода процесса $z(t)$ из состояния $x \in Z$ в состояние $y \in Z$, $q(x) = \sum_{y \neq x} q(x, y)$ –

интенсивность выхода из состояния x , то интенсивности переходов процесса $z(t)$ имеют вид

$$\begin{aligned}
 q(\mathbf{k}, \mathbf{k}_i + 1, n'_i, l_i) &= \lambda p_{0i}, \\
 q(\mathbf{k}, \mathbf{k}_i - 1, n'_i + 1, l_i) &= \nu_i I_{\mathbf{k}_i \neq 0}, \\
 q(\mathbf{k}, \mathbf{k}_i + 1, n'_i - 1, l_i) &= \varphi_i I_{\mathbf{k}'_i \neq 0}, \\
 q(\mathbf{k}, \mathbf{k}_i - 1, n'_i, l_i) &= \mu_i (\bar{p}_{i0} I_{\mathbf{k}_i \neq 0}), \\
 q(\mathbf{k}, \mathbf{k}_i, n'_i, l_i - 1) &= \rho_i I_{\mathbf{k}_{=1}}, \\
 q(\mathbf{k}, \mathbf{k}_i, n'_i, l_i + 1) &= \tau_i I_{\mathbf{k}_{=0}}, \\
 q(\mathbf{k}, \mathbf{k}_i - 1, n'_i, l_i) &= \mu_j (\bar{p}_{ij} I_{\mathbf{k}_i \neq 0}), \\
 i, j &= \overline{1, N}, z \in Z.
 \end{aligned}$$

Для всех остальных состояний $y \in Z$ $q(x, y) = 0$.

Для исследуемой модели сети установлены условия эргодичности, составлена и решена система уравнений глобального равновесия с целью нахождения стационарного распределения вероятностей состояний сети. Запланирована разработка программного средства для компьютерного моделирования рассмотренной сети массового обслуживания.

Литература

1. Jackson, J.R. Jobshop-like Queueing Systems / J. R. Jackson // Manag. Sci. 1963. V. 10. №1. P. 131 □ 142.
2. Gordon, W.J. Closed Queueing Nnetworks with Exponential Servers / W.J. Gordon, G.F. Newell // Oper. Res. 1967. No 15. P. 252 □ 267.
3. Бочаров, П. П. Теория массового обслуживания: учебник / П. П. Бочаров, А. В. Печинкин. М. : РУДН, 1995. 529 с.
4. Tsitsiashvili, G. Sh. Distributions in stochastic network models / G. Sh. Tsitsiashvili, M. Osipova. NY : Nova Publishers Incorporated, 2008. 75 p.
5. Крук, Ю.С. Инвариантность стационарного распределения вероятностей состояний сетей массового обслуживания с неактивными заявками / Ю. С. Крук, Ю. Е. Дудовская // Минск : БНТУ, 2016. – 131 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРЕХРЕЖИМНОЙ СЕТИ ГОРДОНА-НЬЮЭЛЛА С НЕАКТИВНЫМИ ЗАЯВКАМИ

Стома В.Ю.

Научный руководитель – Крук Ю.С., к.ф.-м.н., доцент

Рассматривается сеть Гордона Ньюэлла с неактивными заявками, состоящая из N узлов. Всего в сети циркулируют M заявок. Все заявки, циркулирующие в сети, подразделяются на активные (обыкновенные), которые требуют обслуживания, и временно неактивные, которые формируют отдельные очереди в узлах сети и не обслуживаются. Дополнительно в узлы сети поступают независимые простейшие потоки информационных сигналов с интенсивностями ν_i и φ_i , $i = \overline{1, N}$.

Информационный сигнал, поступивший в i -ый узел с интенсивностью ν_i , уменьшает количество обыкновенных заявок на единицу и увеличивает на единицу количество неактивных заявок. В случае отсутствия в i -ом узле обыкновенных заявок сигнал покидает сеть. Информационный сигнал, поступивший в i -ый узел с интенсивностью φ_i , уменьшает на единицу количество неактивных заявок, увеличивая на единицу число обыкновенных заявок. В случае отсутствия в i -ом узле неактивных заявок сигнал покидает сеть. Описанные информационные сигналы не требуют обслуживания.

Предполагается, что i -ый узел может находиться в одном из трех режимов работы $\mathbf{e}_i = \overline{0, 2}, i = \overline{1, N}$. Состояние сети в момент времени t характеризуется вектором $z(t) = (z_1(t), z_2(t), \dots, z_N(t))$, где $z_i(t) = (n_i(t), n'_i(t), l_i(t))$ – состояние i -го узла в момент времени t . Здесь $n_i(t)$, $n'_i(t)$ – число активных и соответственно неактивных заявок в i -ом узле в момент времени t , $l_i(t)$ – режим функционирования i -го узла. Пространство состояний случайного процесса $z_i(t)$ имеет вид

$$Z_i = \left\{ z_i = \mathbf{e}_i, n'_i, l_i \mid n_i, n'_i \geq 0, l_i = \overline{0, 2}, \sum_{i=1}^M (n_i + n'_i) = M \right\}.$$

Нумерация активных заявок в очереди каждого узла осуществляется от «хвоста» очереди к прибору, т. е. если в i -ом узле находится n_i активных заявок, то заявка, которая обслуживается, имеет номер n_i , а последняя заявка в очереди имеет номер 1. Временно неактивные заявки в очереди i -го узла нумеруются следующим образом: заявка, последняя ставшая неактивной, имеет номер n'_i . Поступающий в узел i сигнал ν_i

воздействует на активную заявку, имеющую номер 1, которая становится неактивной заявкой под номером $n'_i + 1$. Сигнал φ_i воздействует на неактивную заявку, имеющую номер n'_i , которая становится активной заявкой под номером 1.

Нулевой режим функционирования узла будем считать основным режимом работы, соответствующим максимальной степени работоспособности узла. С повышением режима работоспособность узла снижается. Время работы узла, находящегося в состоянии $z_i = \langle q_i, n'_i, l_i \rangle$, в режиме l_i ($q_i = \overline{0, 2}, i = \overline{1, N}$) имеет показательное распределение, при этом с интенсивностью τ_i ($\tau_i > 0$) i -ый узел переходит в $q_i + 1$ -ый режим ($q_i = \overline{0, 1}$), а с интенсивностью ρ_i ($\rho_i > 0$) – в $q_i - 1$ -ый режим ($q_i = \overline{1, N}$). Переключение прибора с одного режима в другой сохраняет общее число заявок в узле.

Времена обслуживания активных заявок независимы и распределены по показательному закону с параметрами $\mu_i(l_i)$ ($q_i = \overline{1, N}$). Дисциплина обслуживания – LIFO.

Активная заявка после завершения обслуживания в i -ом узле независимо от других заявок мгновенно направляется в j -ый узел с вероятностью p_{ij} . Не ограничивая общности рассуждений, будем считать $p_{ii} = 0, i = \overline{1, N}$.

Предполагается, что матрица вероятностей переходов $\langle p_{ij} : i, j = \overline{0, N} \rangle$, где $p_{00} = 0$, неприводима. Система уравнений трафика для сети имеет вид

$$\varepsilon_i = \sum_{j=1}^N \varepsilon_j p_{ji}.$$

Система уравнений трафика имеет единственное положительное с точностью до постоянного множителя решение $\langle \varepsilon_i, i = \overline{1, N} \rangle$ [2].

Процесс $z_i(t)$ – однородный марковский процесс с непрерывным временем и пространством состояний $Z = Z_1 \times Z_2 \times \dots \times Z_N$, где Z_i – пространство состояний i -го узла.

Обозначим через $\langle q_i, n'_i, l_i \rangle$ N -мерный вектор $\tilde{z} \in Z$, у которого все координаты, кроме i -ой, совпадают с координатами вектора $z \in Z$, а i -ая координата равна $\langle q_i, n'_i, l_i \rangle \in Z_i$. Через $\langle q_i, n'_i, l_i \rangle, \langle q_j, n'_j, l_j \rangle$ обозначим N -мерный вектор $\tilde{z} \in Z$, у которого все координаты, кроме i -ой и j -ой, совпадают с координатами вектора $z \in Z$, а i -ая координата равна $\langle q_i, n'_i, l_i \rangle \in Z_i$, j -ая координата равна $\langle q_j, n'_j, l_j \rangle \in Z_j$. Если $q(x, y)$ –

интенсивность перехода процесса $z(t)$ из состояния $x \in Z$ в состояние $y \in Z$, $q(x) = \sum_{y \neq x} q(x, y)$ – интенсивность выхода из состояния x , то интенсивности переходов процесса $z(t)$ имеют вид

$$\begin{aligned}
 q \left(\left\langle k_i - 1, n'_i + 1, l_i \right\rangle \right) &= v_i I_{\langle i \neq 0 \rangle} \\
 q \left(\left\langle k_i + 1, n'_i - 1, l_i \right\rangle \right) &= \varphi_i I_{\langle i \neq 0 \rangle} \\
 q \left(\left\langle k_i, n'_i, l_i - 1 \right\rangle \right) &= \rho_i I_{\langle i \neq 0 \rangle} \\
 q \left(\left\langle k_i, n'_i, l_i + 1 \right\rangle \right) &= \tau_i I_{\langle i \neq 2 \rangle} \\
 q \left(\left\langle k_i - 1, n'_i, l_i \right\rangle \right) &= \left(\left\langle k_j + 1, n'_j, l_j \right\rangle \right) = \mu_i \left(\left\langle p_{ij} \right\rangle \right) I_{\langle i \neq 0 \rangle} \\
 i, j &= \overline{1, N}, z \in Z.
 \end{aligned}$$

Для всех остальных состояний $y \in Z$ $q(x, y) = 0$.

Для рассмотренной модели сети доказана эргодичность, составлена и решена система уравнений глобального равновесия с целью нахождения стационарного распределения вероятностей состояний сети. Запланирована разработка программного средства для компьютерного моделирования рассмотренной сети массового обслуживания.

Литература

1. Jackson, J.R. Jobshop-like Queueing Systems / J. R. Jackson // Manag. Sci. 1963. V. 10. №1. P. 131 – 142.
2. Gordon, W.J. Closed Queueing Nnetworks with Exponential Servers / W.J. Gordon, G.F. Newell // Oper. Res. 1967. No 15. P. 252 – 267.
3. Бочаров, П. П. Теория массового обслуживания: учебник / П. П. Бочаров, А. В. Печинкин. М. : РУДН, 1995. 529 с.
4. Tsitsiashvili, G. Sh. Distributions in stochastic network models / G. Sh. Tsitsiashvili, M. Osipova. NY : Nova Publishers Incorporated, 2008. 75 p.
5. Крук, Ю.С. Инвариантность стационарного распределения вероятностей состояний сетей массового обслуживания с неактивными заявками / Ю. С. Крук, Ю. Е. Дудовская // Минск : БНТУ, 2016. – 131 с.

УДК 629.78

ПРЕПОЛЕТНАЯ ПОДГОТОВКА АСТРОНАВТОВ В РАМКАХ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОМПАНИИ QINETIQ SPACE

Терешко И.С.

Научный руководитель – Крук Ю.С., к.ф.-м.н., доцент

Сегодня нам требуются новые знания о мироустройстве Вселенной. Эти знания важны для обеспечения безопасности и сохранности нашей цивилизации, для использования ресурсов космоса, а также для развития необходимых технологий.

БНТУ входит в состав консорциума европейских университетов по выполнению в рамках программы ERASMUS+ проекта «Прикладные учебные программы в области космических исследований и интеллектуальных робототехнических систем». В рамках данного проекта проводятся также экскурсии на компанию-партнёра QinetiQ Space, которая также ведёт разработки в области космических технологий (например, строение спутников, БПЛА, авионика, роботостроение).

QinetiQ – британская многонациональная оборонная компания, штаб-квартира которой расположена в городе Фарнборо, графство Хэмпшир. Основными отраслями разработок QinetiQ Space являются авиация, энергетика, безопасность, оборонные проекты, БПЛА, земельная инфраструктура, робототехника и т.д. Например, компания разработала множество инструментов и средств для научных исследований в условиях микрогравитации (исследования материаловедения и гидромеханики в пилотируемых и беспилотных миссиях). Многие из данных разработок ежедневно используются астронавтами Международной космической станции (International Space Station). На 2011 год компания являлась 52-ой крупнейшей мировой оборонной компанией. Более 6000 преданных своему делу сотрудников предоставляют технологические и специальные научные знания, которые помогают заказчикам защищать, улучшать и продвигать свои жизненные интересы и цели посредством предлагаемых уникальных решений, сочетающих в себе глубину знаний и опыта с индивидуальным и предприимчивым подходом.

Идеально здоровье, устойчивая психика, сверхвыносливость, волевой характер, стремление учиться новому и трудолюбие – таковы были основные критерии при отборе первых советских космонавтов. Кандидаты старше 30 лет, ростом выше 175 сантиметров и весом более 72 килограммов не допускались до «кастинга». В наземных условиях нельзя всесторонне и полностью имитировать условия космического полета, поэтому в период подготовки к полету космонавтам необходимо пройти

учение и тренировку на целом ряде специальных устройств, называемых тренажёрами.

Одной из активно развивающихся уникальных отраслей данной компании является обучение космическому полёту, которое подразумевает проведение различных испытаний/исследований по подготовке к выходу на орбиту. Данные тренинги предоставляются заказчикам для подготовки специалистов к коммерческим суборбитальным космическим полётам. Немаловажным преимуществом является моделирование требуемых сценариев и реализация виртуальной реальности, что заменяет дорогостоящие эксперименты в реальных условиях.

В процессе обучения астронавтам предлагается использование современного динамического имитатора полёта и центрифуга (Dynamic Flight Simulator), представленная на рисунке 1, которые расположены в городе Линчёпинг, Швеция.



Рисунок 1. Центрифуга для подготовки космонавтов в г. Линчёпинг, Швеция.

Центрифуга – один из конечных методов испытаний, который даёт однозначную картину готовности организма к космическому полёту. Такие тренировки позволяют повысить способности организма противостоять перегрузкам, помогают подготовиться к пребыванию в невесомости и тренируют вестибулярный аппарат. Тренировки в антиортоположении позволяют легче справляться с приливом крови к головному мозгу, который вызывает невесомость.

Пилоты реактивных самолетов со всего мира также заинтересованы в прохождении данного обучения, где они могут приобрести навыки противостояния высоким перегрузкам (G-forces) (отношение абсолютной величины линейного ускорения, вызванного негравитационными силами, к ускорению свободного падения на поверхности земли, поскольку одно из основных требований к военным лётчикам и космонавтам – способность организма переносить подобные перегрузки).

Обучение в QinetiQ Space также предполагает обширную учебную программу по подготовке будущих коммерческих полётов. Включает в себя ознакомление (G-familiarisation) и моделирование космического полёта в динамическом симуляторе полёта, а также контролируемое воздействие искусственно созданной большой высотой в гипобарической (находящейся под давлением, ниже атмосферного) камере. Космонавтов тренируют в барокамере для того, чтобы определить, насколько организм готов к атмосферным изменениям, в первую очередь, к кислородному голоданию: их поднимают на высоту до 5 тысяч метров без кислородной маски. Эта тренировка особенно пригодится во время возникновения нештатных, аварийных ситуаций, когда снижается содержание кислорода и резко «скачет» давление.

Программа обучения включает следующие курсы:

- физиология ускорения и противостояние деформации при маневрировании (Acceleration Physiology & Anti-G Straining Manoeuvre);
 - полёты переносимости нагрузок (G-Tolerance Flights);
 - высокоуровневая физиология (High Altitude Physiology);
 - демонстрация и обучение нормобарической гипоксии (Normobaric Hypoxia demonstration and training);
 - моделирование суборбитального космического полёта (Suborbital Space Flight Simulation).
 - практика тренировок морского выживания (Sea Survival Training)
- также доступна в тестовом режиме.

Немаловажное значение имеют разработки и различные инструменты, позволяющие учёным осуществлять работы в условиях микрогравитации, проводить медицинские, физические и биологические исследования, создавать новые материалы, реализовывать технологические испытания по производству.

Таким образом, компания QinetiQ Space привносит неоценимый вклад в развитие космических технологий, а также обеспечивает высококвалифицированный подход и обучение, тестирование и исследование для лётных экипажей мирового класса.



Рисунок 2. Совместные испытания с NASA.

Литература

1. QinetiQ Group PLC [GB] [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: – <https://www.qinetiq.com/>. – Дата доступа: 13.03.2018.
2. Qinetiq [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: – <https://en.wikipedia.org/wiki/Qinetiq/>. – Дата доступа: 10.03.2018.
3. Перегрузка (летательные аппараты) [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: – [https://ru.wikipedia.org/wiki/Перегрузка_\(летательные_аппараты\)/](https://ru.wikipedia.org/wiki/Перегрузка_(летательные_аппараты)). – Дата доступа: – 13.03.2018.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАМКНУТОЙ СЕТИ С НЕАКТИВНЫМИ ЗАЯВКАМИ И ДВУМЯ РЕЖИМАМИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

Цвирко И.В.

Научный руководитель – Крук Ю.С., к.ф.-м.н., доцент

Рассмотрим замкнутую сеть массового обслуживания, состоящую из N узлов. В сети циркулируют M заявок. Все заявки, циркулирующие в сети, подразделяются на активные (обыкновенные), которые требуют обслуживания, и временно неактивные, которые формируют отдельную очередь и не требуют обслуживания. Кроме того, в узлы сети поступают независимые простейшие потоки информационных сигналов с интенсивностями ν_i и φ_i , $i = \overline{1, N}$. Информационный сигнал, поступивший в i -ый узел с интенсивностью ν_i , уменьшает количество обыкновенных заявок на единицу и увеличивает на единицу количество неактивных заявок. В случае отсутствия в i -ом узле обыкновенных заявок сигнал покидает сеть. Информационный сигнал, поступивший в i -ый узел с интенсивностью φ_i , уменьшает на единицу количество неактивных заявок, увеличивая на единицу число обыкновенных заявок. В случае отсутствия в i -ом узле неактивных заявок сигнал покидает сеть. Описанные информационные сигналы не требуют обслуживания.

Предполагается, что i -ый узел может находиться в одном из двух режимов функционирования $\mathbf{e}_i = \overline{0, 1}, i = \overline{1, N}$. Состояние сети в момент времени t описывается вектором $z(t) = (z_1(t), z_2(t), \dots, z_N(t))$, где $z_i(t) = (n_i(t), n'_i(t), l_i(t))$ – состояние i -го узла в момент времени t . Здесь $n_i(t)$, $n'_i(t)$ – число активных и соответственно неактивных заявок в i -ом узле в момент времени t , $l_i(t)$ – режим функционирования i -го узла. Пространство состояний случайного процесса $z_i(t)$ имеет вид

$$Z_i = \left\{ z_i = \mathbf{e}_i, n'_i, l_i \mid n_i, n'_i \geq 0, l_i = \overline{0, 1}, \sum_{i=1}^M (n_i + n'_i) = M \right\}.$$

Нумерация активных заявок в очереди каждого узла осуществляется от «хвоста» очереди к прибору, т. е. если в i -ом узле находится n_i активных заявок, то заявка, которая обслуживается, имеет номер n_i , а последняя заявка в очереди имеет номер 1. Временно неактивные заявки в очереди i -го узла нумеруются следующим образом: заявка, последняя ставшая неактивной, имеет номер n'_i . Поступающий в узел i сигнал ν_i

воздействует на активную заявку, имеющую номер 1, которая становится неактивной заявкой под номером $n'_i + 1$. Сигнал φ_i воздействует на неактивную заявку, имеющую номер n'_i , которая становится активной заявкой под номером 1.

Нулевой режим функционирования узла будем считать основным режимом работы, соответствующим максимальной степени работоспособности узла. С повышением режима работоспособность узла снижается. Время работы узла, находящегося в состоянии $z_i = \langle n'_i, l_i \rangle$, в режиме $l_i \in \overline{0, 1}, i = \overline{1, N}$ имеет показательное распределение, при этом с интенсивностью $\tau_i (\tau_i > 0)$ i -ый узел переходит в 1-ый режим, а с интенсивностью $\rho_i (\rho_i > 0)$ – в нулевой режим. Переключение прибора с одного режима в другой сохраняет общее число заявок в узле.

Времена обслуживания активных заявок независимы и имеют показательное распределение с параметром $\mu_i(l_i) \in \overline{1, N}$. Заявки обслуживаются в порядке поступления.

Каждая заявка после завершения обслуживания в i -ом узле независимо от других заявок мгновенно направляется в j -ый узел с вероятностью p_{ij} . Не ограничивая общности рассуждений, будем считать $p_{ii} = 0, i = \overline{1, N}$.

Предполагается, что матрица вероятностей переходов $\langle p_{ij} : i, j = \overline{0, N} \rangle$, где $p_{00} = 0$, неприводима. Система уравнений трафика принимает вид

$$\varepsilon_i = \sum_{j=1}^N \varepsilon_j p_{ji}.$$

Система уравнений трафика имеет единственное положительное с точностью до постоянного множителя решение $\langle \varepsilon_i, i = \overline{1, N} \rangle$ [2].

Процесс $z_i(t)$ – однородный марковский процесс с непрерывным временем и пространством состояний $Z = Z_1 \times Z_2 \times \dots \times Z_N$, где Z_i – пространство состояний i -го узла.

Обозначим через $\langle n'_i, l_i \rangle \in N$ -мерный вектор $\tilde{z} \in Z$, у которого все координаты, кроме i -ой, совпадают с координатами вектора $z \in Z$, а i -ая координата равна $\langle n'_i, l_i \rangle \in Z_i$. Через $\langle n'_i, l_i \rangle, \langle n'_j, l_j \rangle$ обозначим N -мерный вектор $\tilde{z} \in Z$, у которого все координаты, кроме i -ой и j -ой, совпадают с координатами вектора $z \in Z$, а i -ая координата равна $\langle n'_i, l_i \rangle \in Z_i$, j -ая координата равна $\langle n'_j, l_j \rangle \in Z_j$. Если $q(x, y)$ – интенсивность перехода процесса $z(t)$ из состояния $x \in Z$ в состояние $y \in Z$, $q(x) = \sum_{y \neq x} q(x, y)$ – интенсивность выхода из состояния x , то интенсивности переходов процесса $z(t)$ имеют вид

$$\begin{aligned}
q \in \mathbb{K}_i - 1, n'_i + 1, l_i &\rightrightarrows v_i I_{\{i \neq 0\}} \\
q \in \mathbb{K}_i + 1, n'_i - 1, l_i &\rightrightarrows \varphi_i I_{\{i \neq 0\}} \\
q \in \mathbb{K}_i, n'_i, l_i - 1 &\rightrightarrows \rho_i I_{\{i=1\}} \\
q \in \mathbb{K}_i, n'_i, l_i + 1 &\rightrightarrows \tau_i I_{\{i=0\}} \\
q \in \mathbb{K}_i - 1, n'_i, l_i &\rightrightarrows \mathbb{K}_j + 1, n'_j, l_j \rightrightarrows \mu_i \mathbb{P}_{ij} I_{\{i \neq 0\}} \\
i, j = \overline{1, N}, z \in Z.
\end{aligned}$$

Для всех остальных состояний $y \in Z$ $q(x, y) = 0$.

Для рассмотренной модели сети доказана эргодичность, составлена и решена система уравнений глобального равновесия с целью нахождения стационарного распределения вероятностей состояний сети.

Запланирована разработка программного средства для компьютерного моделирования рассмотренной сети массового обслуживания.

Литература

1. Jackson, J.R. Jobshop-like Queueing Systems / J. R. Jackson // Manag. Sci. 1963. V. 10. №1. P. 131 □ 142.
2. Gordon, W.J. Closed Queueing Nnetworks with Exponential Servers / W.J. Gordon, G.F. Newell // Oper. Res. 1967. No 15. P. 252 □ 267.
3. Бочаров, П. П. Теория массового обслуживания: учебник / П. П. Бочаров, А. В. Печинкин. М. : РУДН, 1995. 529 с.
43. Tsitsiashvili, G. Sh. Distributions in stochastic network models / G. Sh. Tsitsiashvili, M. Osipova. NY : Nova Publishers Incorporated, 2008. 75 p.
5. Крук, Ю.С. Инвариантность стационарного распределения вероятностей состояний сетей массового обслуживания с неактивными заявками / Ю. С. Крук, Ю. Е. Дудовская // Минск : БНТУ, 2016. – 131 с.

ТЕСТИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ DWKIT.COM

Бобровников В.И., Терешко И.С.

Научный руководитель – Попова Ю.Б., к.т.н., доцент

Ежедневно многомиллионная пользовательская аудитория сталкивается с проблемами медленной работы web-приложений. Поэтому перед выходом на рынок программный продукт должен быть протестирован на скорость, стабильность, масштабируемость при различных условиях нагрузки [1].

Тестирование производительности (англ., Performance testing) включает в себя ряд многочисленных тестов, которые позволяют проанализировать различные аспекты системы. Типы тестирования производительности представлены на рисунке 1 и описаны ниже.

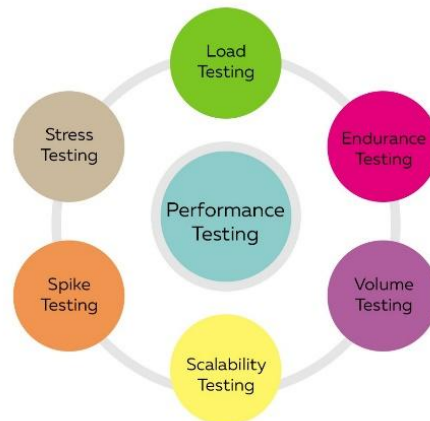


Рисунок 1. Типы тестирования производительности [2]

1. Нагрузочное тестирование (англ., Load testing). Данный тип тестирования имеет такие альтернативные названия, как Endurance testing (испытание на выносливость) и Volume testing (тестирование объема) и предназначен для проверки работы системы с постоянным увеличением нагрузки до тех пор, пока временная нагрузка не достигнет своего порогового значения. Основная цель нагрузочного тестирования – отслеживание времени отклика и остаточной мощности приложения при положительной работе системы под большой нагрузкой. При проведении нагрузочного тестирования, как правило, используется следующий набор показателей:

1) Емкость системы, т.е. предельная нагрузка, при которой система работает корректно.

2) Время отклика, т.е. скорость, с которой пользователи системы получают отклики на свои запросы.

3) Отказоустойчивость. Этот показатель заключается в том, насколько можно положиться на этот сервис, как он быстро восстановится в случае сбоя, как долго сможет работать до отказа.

4) Доступность — это время, в течение которого сервер находится в безотказном состоянии. Этот показатель вытекает из времени восстановления и времени наработки на отказ.

Существует довольно большой перечень инструментов для проведения нагрузочного тестирования, самым распространенным из которых является Apache Jmeter, способный проводить нагрузочные тесты для JDBC-соединений, FTP, LDAP, SOAP, JMS, POP3, IMAP, HTTP и TCP. Он является бесплатным инструментом и независимой платформой.

2. Стрессовое тестирование (англ., Stress testing). Данный термин, известный также как Fatigue testing (испытание на усталость), служит для проверки стабильности работы программного обеспечения (ПО), когда аппаратные ресурсы недостаточны (например, процессор, память, дисковое пространство и так далее). Суть стрессового тестирования состоит в нагрузке на систему большим количеством пользователей/процессов, которые не могут быть обработаны системными аппаратными ресурсами. Оно должно обеспечить стабильность приложения посредством тестирования за пределами его пропускной способности. Основная идея – определение отказа системы и отслеживание ее восстановления [3].

3. Тестирование шипами (англ., Spike testing) организовывается для проверки эксплуатационных характеристик системы.

4. Тестирование стабильности (англ., Endurance testing) подразумевает тестирование системы с ожидаемым объемом нагрузки в течение длительного периода времени.

5. Тестирование масштабируемости (англ., Scalability testing) предназначено для проверки способности ПО к увеличению и уменьшению масштаба любых его нефункциональных возможностей.

6. Тестирование объема (англ., Volume testing) направлено на получение оценки производительности при увеличении объема данных в базе данных приложения.

Таким образом, для корректной работы системы тестирование производительности крайне необходимо. Оно играет ключевую роль в тестировании жизненного цикла программного обеспечения. Это вызывает повышение удовлетворения пользователей/клиентов и снижение вероятности некорректной работы/отказа продукта. Что доказывает глобальную роль проведения тестирования производительности перед выпуском продукта на рынок.

В качестве объекта стрессового и нагрузочного тестирования рассмотрим веб-приложение dwwkit.com, инструментом тестирования выберем JMeter 3.2. Конфигурация сервера представлена в таблице 1.

Таблица 1. Конфигурация сервера

Элемент	Характеристика
Процессор	1vCore
Оперативная память	1024 МВ
ОС	Ubuntu 16.04 i386

Для тестирования были разработаны 2 сценария поведения пользователей. Сценарии составлены на основе статистики о частоте совершения операций в системе. Результаты проведения тестов приведены в таблицах 2-3.

Таблица 2. Результаты стрессового тестирования

Параметр	Значение
Общая продолжительность теста	32 минуты
Скорость нарастания нагрузки	+4 пользователя в минуту
Максимальное количество одновременно работающих пользователей	130
Максимальное количество запросов в секунду	53

Таблица 3. Результаты нагрузочного тестирования

Параметр	Значение
Общая продолжительность теста	3 часа
Количество одновременно работающих пользователей	100
Среднее количество запросов в секунду после нарастания нагрузки	5.79
Среднее время отклика транзакций в секунду	1.32

Стрессовое и нагрузочное тестирование для веб-приложения dwwiki.com было проведено с целью установления максимальной емкости системы, просмотра поведения системы под нагрузкой, нахождения возможных «узких» мест.

Литература

1. Савин, Р. Тестирование dot com или Пособие по жестокому обращению с багами в интернет-стартапах / Р. Савин. — Москва: Издательство «ДЕЛО», 2007. — 311 с.
2. Куликов, С. Тестирование программного обеспечения. Базовый курс / С. Куликов. — ЕРАМ Systems, 2018. — 296 с.
3. Стресс-тестирование [Электронный ресурс]. — Режим доступа <http://devopswiki.net/index.php> — Дата доступа: 10.03.2018.

УДК 004.942

СРАВНЕНИЕ ПРОГРАММНЫХ БИБЛИОТЕК, РЕАЛИЗУЮЩИХ ИСКУССТВЕННЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ

Пунько А. В.

Научный руководитель - Попова Ю. Б., к.т.н., доцент

Искусственные нейронные сети (ИНС) прочно вошли в нашу жизнь и в настоящее время широко используются при решении самых разных задач и активно применяются там, где обычные алгоритмические решения оказываются неэффективными или вовсе невозможными. В рамках данной работы реализуется веб-приложение для сравнения трёх программных библиотек, реализующих ИНС.

На начальном этапе имеется обучающая выборка, которая состоит из трёх входных параметров и одного выходного. Для каждого из параметров заданы свои пределы, как показано в таблице 1.

Таблица 1 – Обучающая выборка

№	Входные параметры			Выходные параметры
	$0 < A < 5000$	$0 < B < 1.3$	$0.0001 < C < 0.01$	$0 < D < 0.5$
1	0	0.43	0.0015	0
2	0	0.5	0.0015	0
3	0	0.6	0.0015	0
...
65	2845	0.43	0.0001	0.159

В данной работе используется два вида моделей ИНС: однослойный и многослойный персептрон, для обучения сети используется метод обратного распространения ошибки. В процессе обучения веса нейронов каждого слоя корректируются с учетом сигналов, поступивших с предыдущего слоя, и ошибки каждого слоя, которая вычисляется рекурсивно в обратном направлении от последнего слоя к первому.

Для реализации поставленной задачи использовались три js-библиотеки для работы с искусственными нейронными сетями: Brain.js, Machine_learning, Neataptic. Для обучения нейронных сетей необходимо вызвать функцию `train()`, передать первым параметром обучающую выборку, вторым – конфигурации обучения. Для использования обученных нейронных сетей необходимо вызвать функцию `run()` для библиотеки `brain.js`, функцию `predict()` для библиотеки `machine_learning` и функцию `activate()` для библиотеки `neataptic`.

Настройка ИНС происходит следующими параметрами:

- 1) Brain.js:

- модель нейронной сети: однослойный персептрон.
- количество итераций: 100000;
- скорость обучения: 0.9;
- стратегия оптимизации: 0.1;
- ошибка обучения: 0.000005.

2) Machine_learning:

- модель нейронной сети: многослойный персептрон;
- количество итераций: 100000;
- скорость обучения: 0.6;
- стратегия оптимизации: 0.1;
- ошибка обучения: 0.000005;
- количество скрытых слоёв: 1.

3) Neataptic

- модель нейронной сети: многослойный персептрон;
- количество итераций: 100000;
- скорость обучения: 0.3;
- стратегия оптимизации: 0.1;
- ошибка обучения: 0.000005;
- количество скрытых слоёв: 2.

Данные конфигурации были подобраны таким образом для того, чтобы увидеть разницу работы между двумя моделями нейронных сетей и разным количеством скрытых слоёв [2-4]. В таблицах 2-4 приведены результаты обучения искусственных нейронных сетей указанных выше библиотек.

Таблица 2 – Результаты обучения ИНС в библиотеке Brain.js

Нужный результат	Результаты в Brain.js	Среднеквадратичное отклонение в Brain.js
0	0.02419	0.01209
0	0.01683	0.00842
0	0.00966	0.00483

Таблица 3 – Результаты обучения ИНС в библиотеке Machine_learning

Нужный результат	Результаты в Machine_learning	Среднеквадратичное отклонение в Machine_learning
0	0.09060	0.04530
0	0.06153	0.03077
0	0.03470	0.01735

Таблица 4 – Результаты обучения ИНС в библиотеке Neataptic

Нужный результат	Результаты в Neataptic	Среднеквадратичное отклонение в Neataptic
0	0.00014	0.00007
0	0.00007	0.00003

0	0.00004	0.00002
---	---------	---------

На рисунке 1 представлено сравнение результатов обучения с обучающей выборкой. Можно отметить, что полученные значения очень близки к значениям из обучающей выборки. Таким образом, подобранные параметры к искусственным нейронным сетям рассмотренных выше программных библиотек, подходят для решения данной задачи.

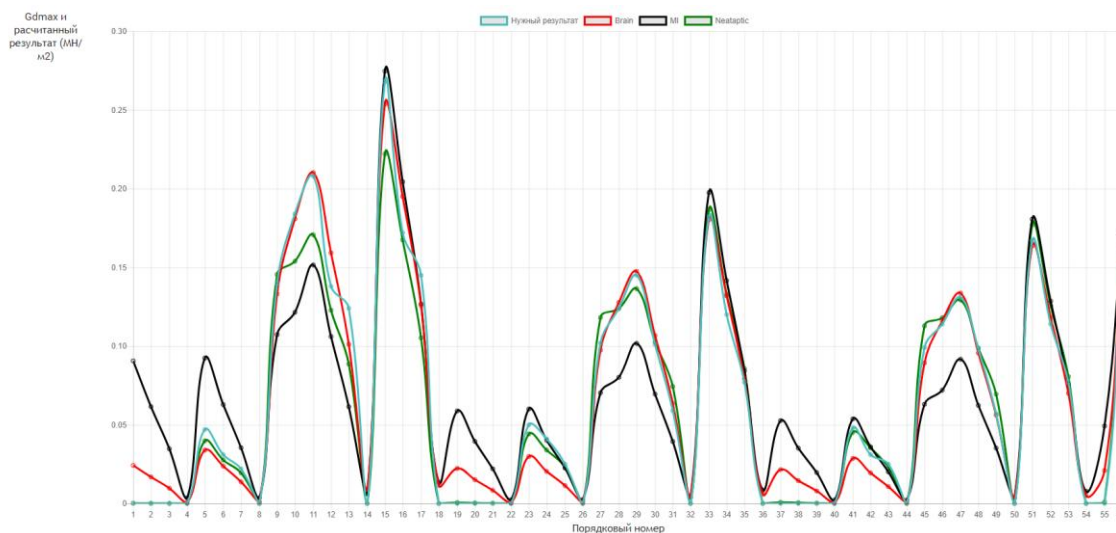


Рисунок 1. Сравнение результатов обучения ИНС

Разработанное веб-приложение позволило в полной мере справиться с поставленной задачей. Было проведено сравнение различных искусственных нейронных сетей и доказано положительное влияние нормализации входных данных на полученные результаты. Для рассмотренной задачи были найдены лучшие параметры ИНС, при которых получались самые точные результаты. Созданное приложение можно использовать для решения подобных задач.

Литература

1. Методы классификации и прогнозирования. Нейронные сети [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <https://www.intuit.ru/studies/courses/6/6/lecture/178>. – Дата доступа: 20.05.2018.
2. Brain.js [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <https://github.com/BrainJS/brain.js>. – Дата доступа: 15.05.2018.
3. Machine_learning [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: https://github.com/junku901/machine_learning. – Дата доступа: 10.05.2018.
4. Neataptic [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <https://github.com/wagenaartje/neataptic>. – Дата доступа: 15.05.2018.

УДК 621.311

ПРОГРАММНОЕ УПРАВЛЕНИЕ БУМАГОРЕЗАЛЬНОЙ МАШИНОЙ

Царь А.И., Швед М.О.

Научный руководитель – Юденков В.С., к.т.н., доцент

Постановка задачи.

Имеется бумагорезальная машина. Бумага поступает в больших рулонах и мы должны нарезать их на листы некоторой длины. Мы управляем двигателем с помощью таймера, а также лезвием с помощью двух датчиков [1].

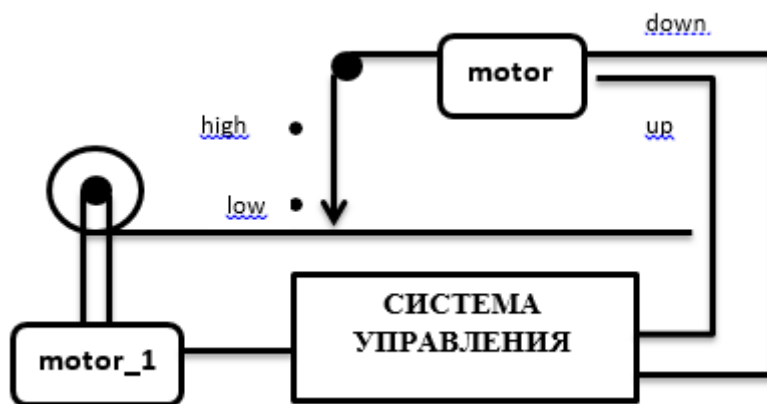


Рисунок 1. Схема автоматизации процесса резания бумаги

Программа реализуется на контроллере Omron. В качестве двигателя используется асинхронный двигатель контроллера. Он будет визуализировать работу двигателя для привода размотки рулона [2].

Для реализации поставленной задачи составим алгоритм решения. Он будет состоять из трёх логических частей: запуск/остановка асинхронного двигателя, опускание лезвия до определенного предела, возвращение лезвия в исходную точку. Программа реализована с помощью утилиты CX-Programmer [3].

Запуск асинхронного двигателя контролируется адресом D100 а частота его вращения – D101. При занесении 1 адресу D100 подаётся напряжение на привод асинхронного двигателя, и тот начинает вращаться по часовой стрелке. При занесении 2 по адресу D100 подача напряжения прекращается и двигатель останавливается.



Рисунок 2. Отлавливание значений адреса D100 по ходу выполнения программы.

Двигатель начинает свою работу с включением входного контакта 0.01 и окончательно заканчивает работать с его выключением.



Рисунок 3. Запуск программы при включении входного контакта.

По ходу программы двигатель многократно включается и выключается по определённому таймеру, контролирующему необходимое время работы двигателя для размотки определенной длины рулона, заданной пользователем.

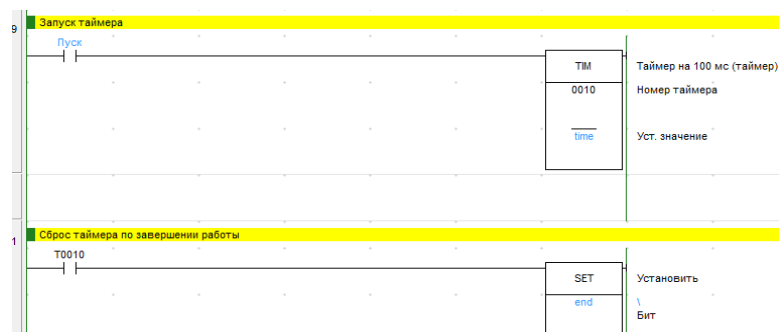


Рисунок 4. Запуск и сброс таймера работы двигателя.

Введённая пользователем длина преобразуется в BCD-формат с помощью функционального блока [3].

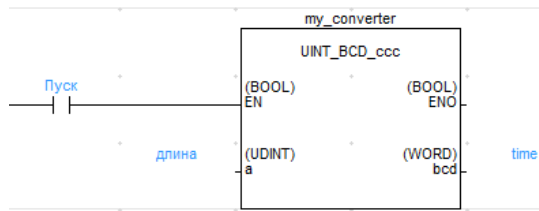


Рисунок 5. Функциональный блок преобразования введённой длины во время работы двигателя.

Опускание лезвия происходит после остановки двигателя и обрабатывается двумя таймерами и характеризуется адресом D10000(цикл). В адрес D1502(компонент) передаются координаты лезвия.

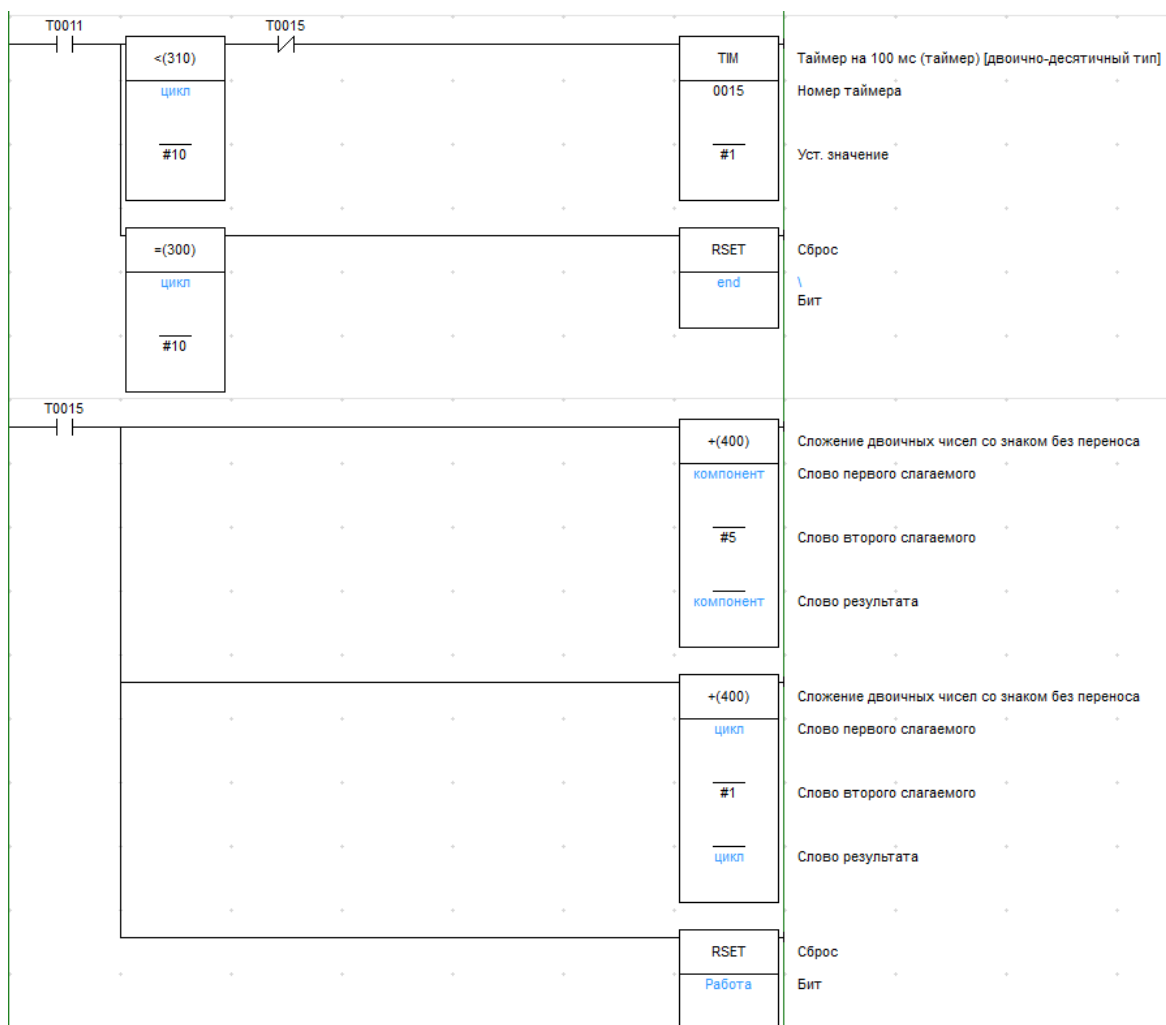


Рисунок 6. Обработка опускания лезвия.

Поднимание лезвия происходит аналогично, только вместо прибавления к адресам D1502(компонент), D10000(цикл) оттуда отнимаются данные. Единственное серьёзное отличие – это наличие ещё одного граничного условия, т.к. лезвие должно вернуться в исходное положение. После

возвращения лезвия в исходное положение происходит повторный запуск двигателя.

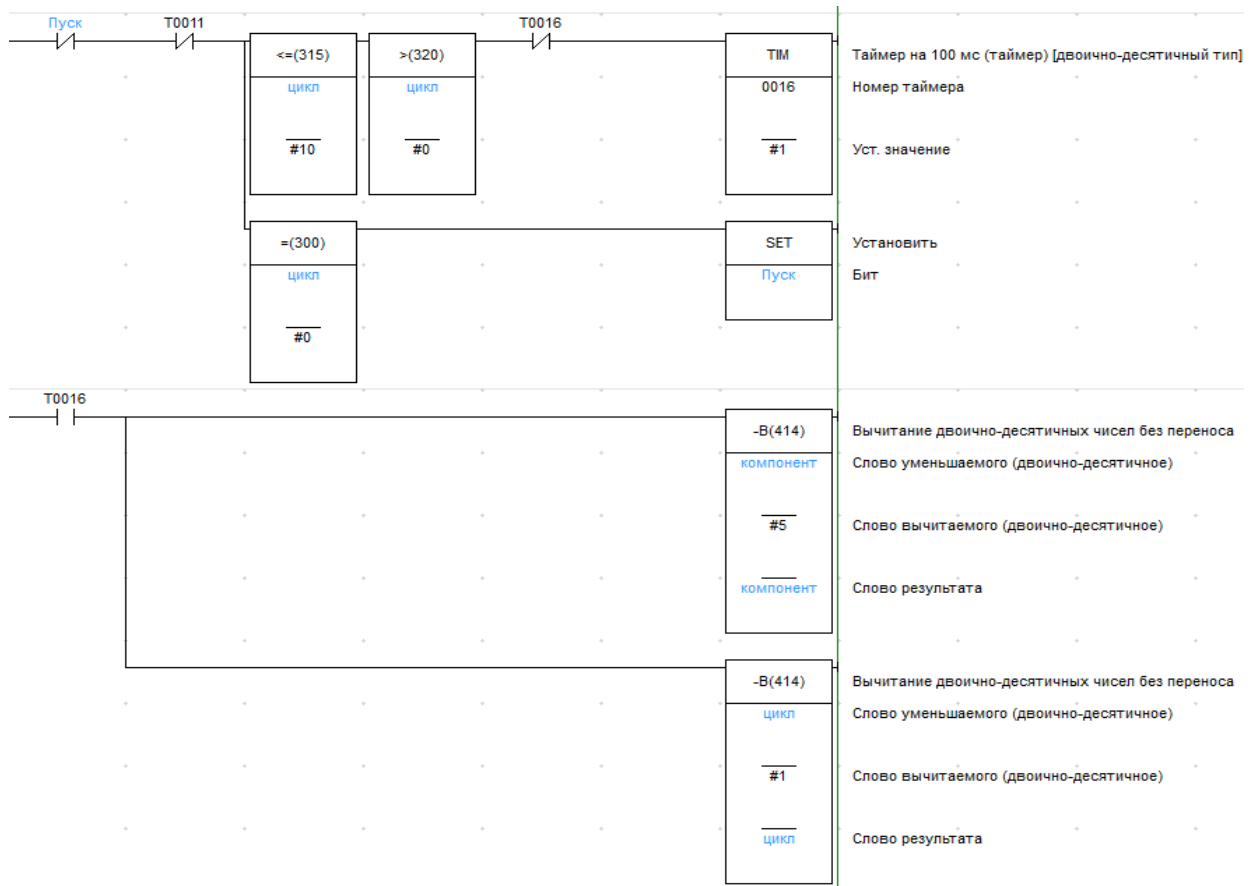


Рисунок 7. Обработка поднятия лезвия.

Для визуализации процесса использовался инструмент NB-Designer [4].

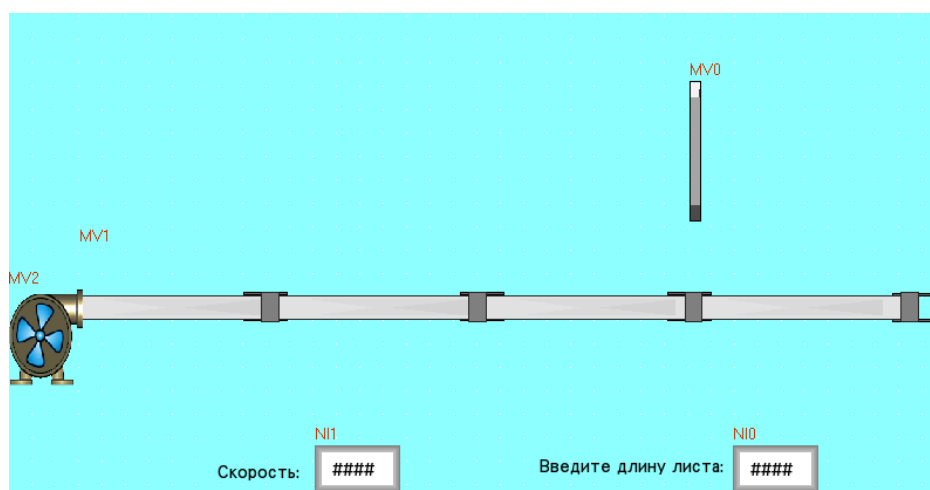


Рисунок 8. Рабочее пространство NB-Designer.

Для реализации использовались компоненты «Перемещающийся компонент», для визуализации работы двигателя и лезвий, и «Ввод числа» для пользовательского ввода скорости и длины листа.

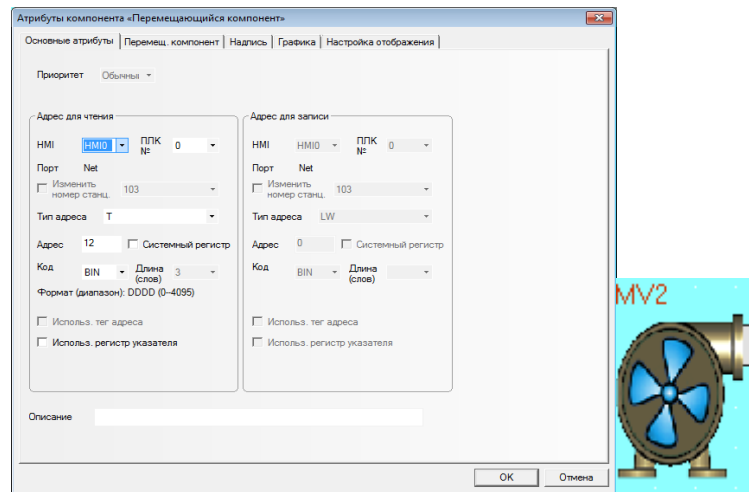


Рисунок 9. Элемент визуализации двигателя и его привязка к адресам.

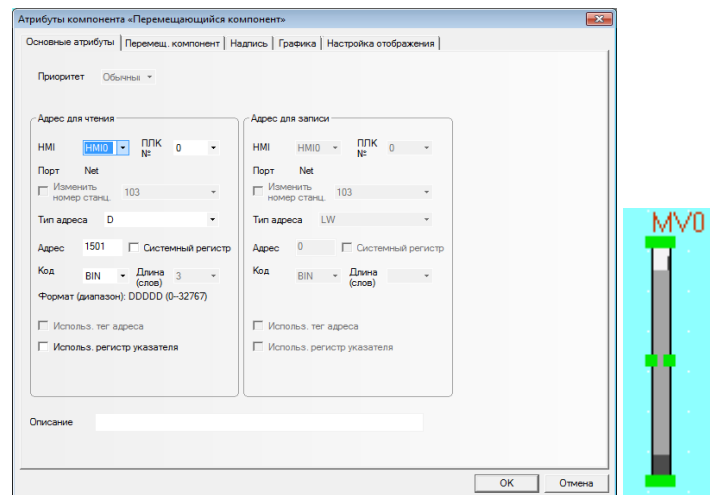


Рисунок 10. Элемент визуализации лезвия и его привязка к адресам.

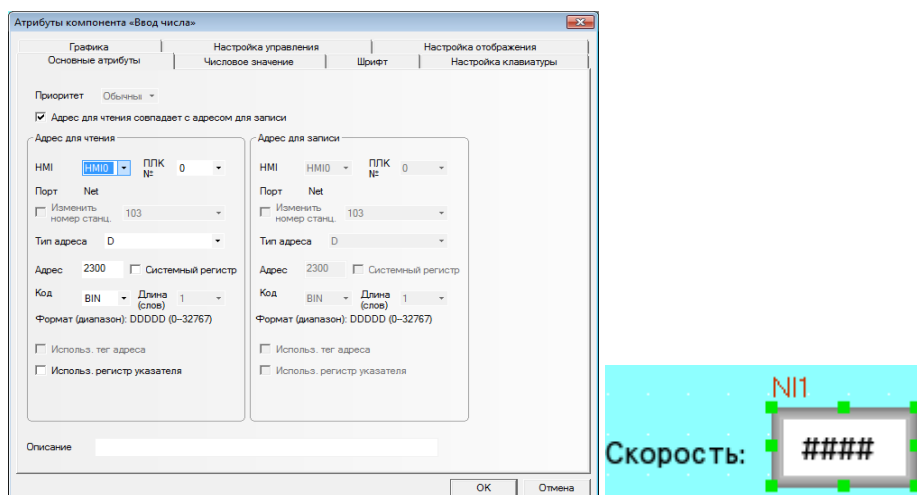


Рисунок 11. Элемент визуализации ввода скорости и его привязка к адресам.

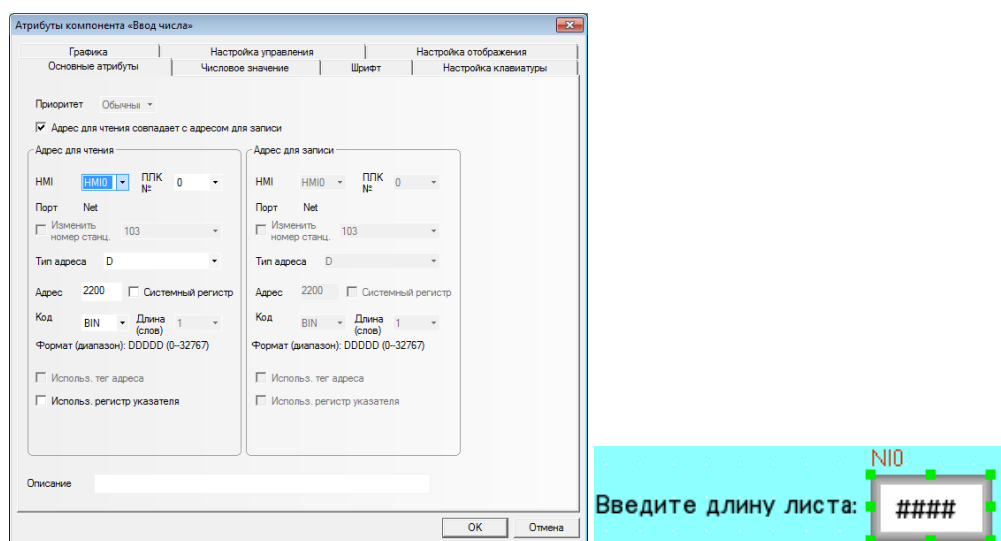


Рисунок 12. Элемент визуализации ввода длины и его привязка к адресам.

Вывод: Для проверки работоспособности алгоритма были проведены тестовые запуски программы на контролере Omron в кабинете 210. Результаты проведённых тестов подтвердили адекватность созданного алгоритма и работы программы.

Литература

1. Бумагорезальные иашины. (10 4 2014 г.). Получено 12 5 2018 г., из <https://compurat.ru/article/8609>.
2. OMRON. (2009). В OMRON, Модуль ЦПУ CP1L/CP1E Вводное руководство (стр. 84-130). Москва.
3. (2011). В OMRON, CX-Programmer версии 9.Руководство пользователя Функциональные блоки и структурированный текст (стр. 53-135). Москва.
4. (2012). В OMRON, Programmable Terminals. NB-Designer Operation Manual (стр. 42-120).

УДК 621.311

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ГАРАЖНЫМИ ВОРОТАМИ

Юхо Е.Н.

Научный руководитель – Юденков В.С., к.т.н., доцент

Постановка задачи.

Необходимо разработать аппаратно-программное обеспечение для автоматизированного управления гаражными.

Требования к системе.

При подъезде к воротам срабатывает ультразвуковой датчик и ворота открываются.

Заезд автомобиля в гараж и остановка по датчику положения. Ворота автоматически закрываются.

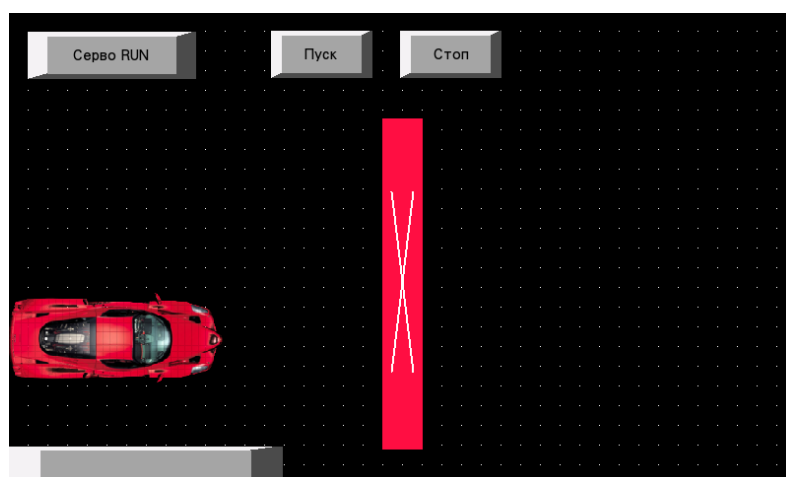


Рисунок 1 – Начальный экран. Вид из NB-Designer

1. Описание работы

1.1 Автомобиль приближается к воротам.

1.2 Машина останавливается рядом с воротами. Начинают подниматься ворота.

1.3 Когда ворота подняты, машина продолжает движение.

1.4 Машина, достигнув определенной точки, останавливается.

1.5 Ворота закрываются.

2. Компоненты системы

2.1 Программируемый логический контроллер OMRONCP1L-EM30

- ПЛК CP1L(модуль на 14 точек ввода/вывода, с питанием от источника переменного тока)

- Визуализация процесса управления на базе панели NB10W

2.2 Аппаратные и программные средства для программирования

- CX-Programmer

- Компьютер, Кабель USB(A-B)
3. Логический сегмент

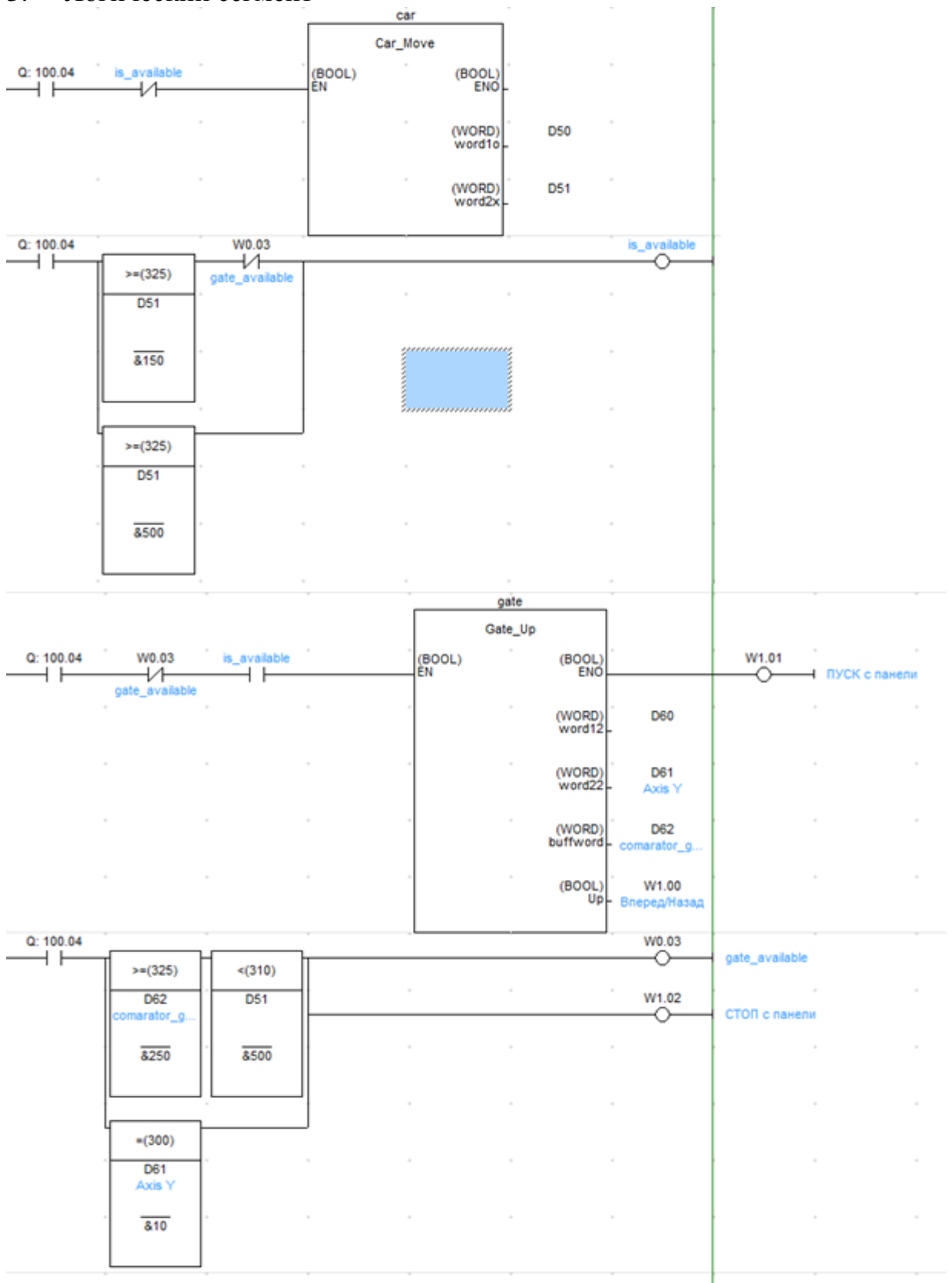


Рисунок 2 – Логический сегмент

4. Логика работы:

1. Для запуска системы, необходимо нажать на кнопку «Серво RUN».

2. После этого запускается функциональный блок, который имитирует движение автомобиля(car).

3. После того как координата X машины становится равной некой константе(в нашем случае 150), переменная отвечающая за перемещение машины(is_available), становится true. Машина останавливается.

4. После этого запускается функциональный блок Gate, который имитирует поднятие ворот.

5. Достигнув определенной точки, а именно -250 по Y, ворота останавливаются. Переключатель ворот становится недоступным(gate_available=true).

6. Так как gate_available=true, is_available становится false и повторно запускается движение машины.

7. После того как координата X машины становится 500, машина вновь останавливается. Вновь запускается имитация поднятия ворот, но на этот раз, они опускаются.

8. После достижения значения 10,ворота останавливаются и программа логически завершается.

Примечания:

1. При нажатии на кнопку «Серво RUN», включается питание на сервопривод(W100.04).

2. Когда запускается функциональный блок Gate, включается запуск серводвигателя, он начинает крутиться. При поднятии ворот, крутиться по часовой стрелке, а при опускании - против. За направление отвечает адрес W1.00. Если он равен true, серводвигатель будет крутиться по часовой стрелке, false – против.

3. Запуск серводвигателя осуществляется по адресу W1.01.

4. Машина привязана к адресу D50. За его перемещение по оси X отвечает адрес D51.(Тип – только ось X)

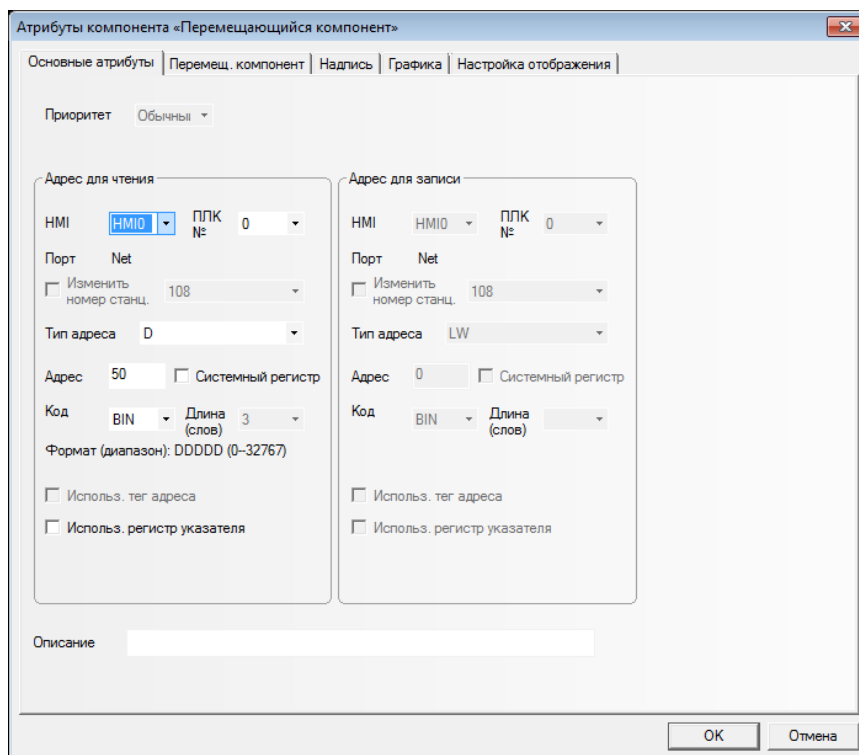


Рисунок 3 – Атрибуты компонента «перемещающийся компонент»(Машина)

5. Ворота привязаны к адресу D60. За их перемещением по оси Y отвечает адрес D61.(Тип – только ось Y)

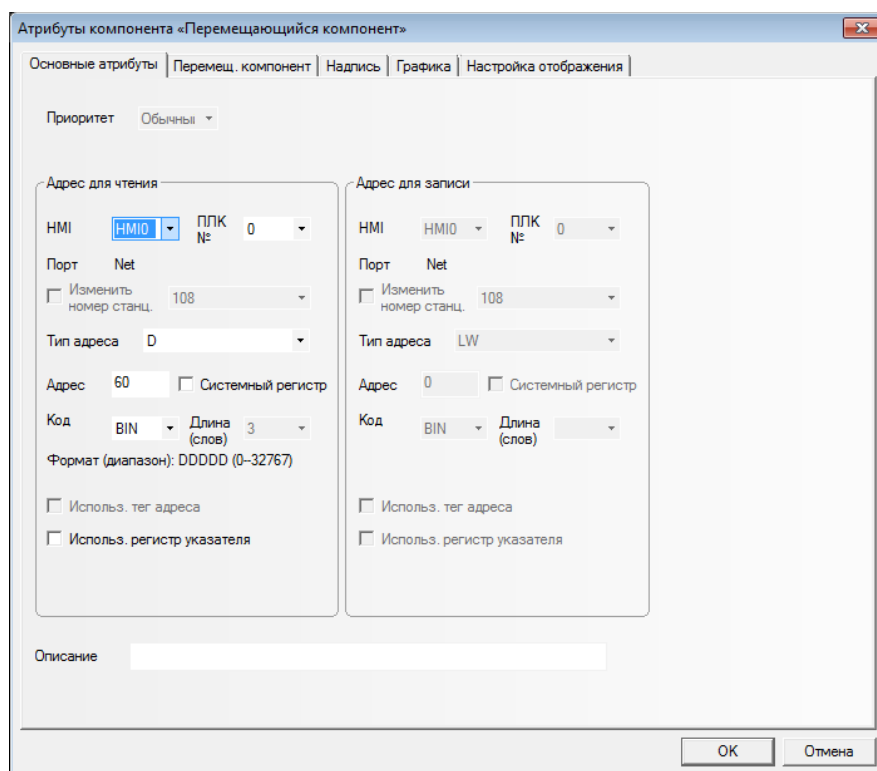


Рисунок 4 – Атрибуты компонента «перемещающийся компонент»(Ворота)

6. Содержимое функциональных блоков

1. Car_Move

Локальные переменные:

Имя	Тип данных	AT	Исходное значение
X	INT		0
incr	INT		1
counter	INT		0

Выходные параметры:

Имя	Тип данных	AT	Исходное значение	Сохранено
ENO	BOOL		FALSE	
word1o	WORD		0	
word2x	WORD		0	

```
IF(counter=25) THEN
    IF(X>=600) THENincr:=-1;END_IF;
    IF(X<=0) THENincr:=1;END_IF;
    word2x:=INT_TO_WORD(X);
    X:=X+incr;counter:=0;
END_IF;
word1o:=INT_TO_WORD(1);
counter:=counter+1;
```

1. Gate_Up

Локальные переменные:

Имя	Тип данных	AT	Исходное значение
Y	INT		0
counter	INT		0
incr	INT		-1

Выходные параметры:

Имя	Тип данных	AT	Исходное значение
ENO	BOOL		FALSE
word12	WORD		1
word22	WORD		1
buffword	WORD		0
Up	BOOL		TRUE

```
IF(counter=25) THEN
    IF(Y<=-250) THEN
        incr:=1; Up:=FALSE;
    END_IF;
    IF(Y>=20) THEN
        incr:=-1; Up:=True;
    END_IF;
    word22:=INT_TO_WORD(Y); buffword:=INT_TO_WORD(Y*(-1));
    Y:=Y+incr; counter:=0;
END_IF;
word12:=INT_TO_WORD(1); counter:=counter+1;
```

УДК 621.311

СЛОВАРНЫЙ АЛГОРИТМ СЖАТИЯ ИНФОРМАЦИИ

магистрант Усович В.А.,

Научный руководитель – Куприянов А.Б., к.т.н., доцент

Текстовая информация в узкой предметной области характеризуется словарем небольшого объема. В результате анализа текстов на сайтах посвященных вопросам программирования и информационных технологий получена зависимость объема словаря (количество слов) от объема анализируемого текста (в байтах), показанная на рисунке 1.

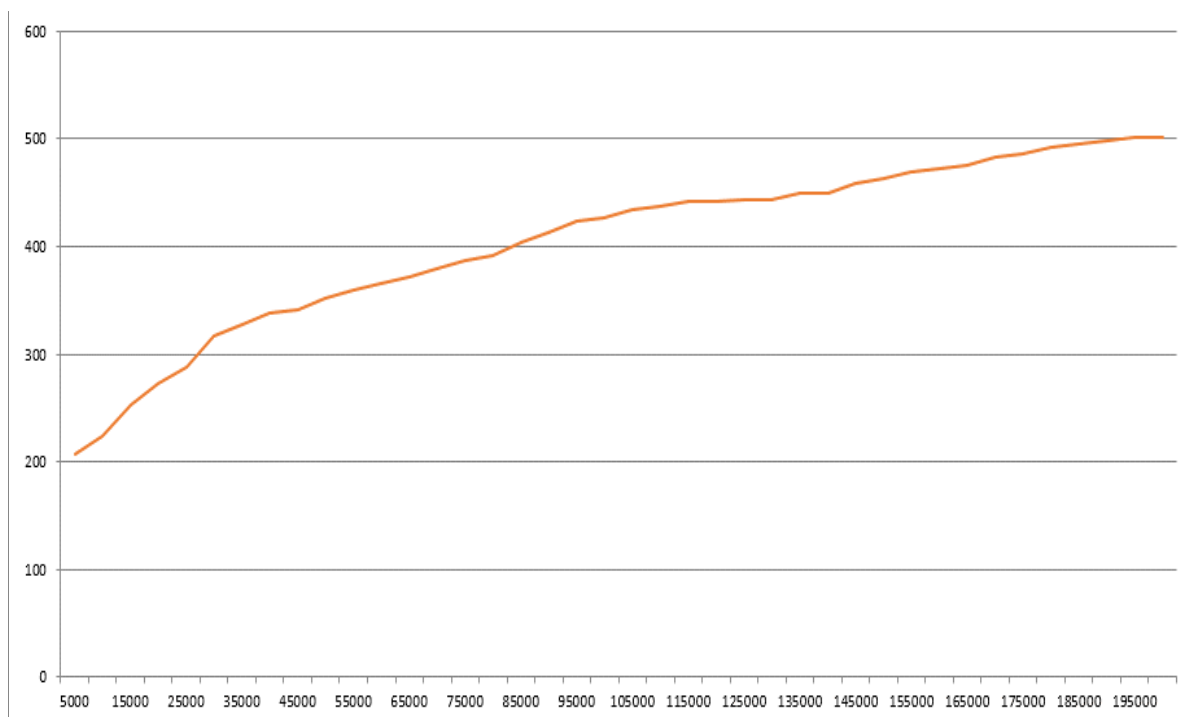


Рисунок 1. Зависимость количества слов в словаре от объема текста.

Из полученной зависимости следует, что объем словаря сайтов узкой предметной области не превышает 2-3 тысяч слов. При этом под словом понимается любой набор символов от начала абзаца до пробела или между двумя пробелами. Следовательно, при кодировании слова его номером в словаре понадобится двоичный код размером $N = \text{ceil}(\log_2 V) \approx 12$ бит, где V – объем словаря. Средняя длина слова в исследуемой области составила 8 символов. Значит, средний коэффициент сжатия текста может составлять $8 \cdot 8 / 12 = 5,3$ при ASCII-кодировке текста и 10,6 при Unicode-кодировке. Сжатие статей на сайтах известными архиваторами получены коэффициенты сжатия от 1,5 до 2.

Хранение статей сайта в базе данных в сжатом виде позволит существенно уменьшить объем базы данных и трафик при передаче

данных клиенту. Для декодирования текста на стороне клиента можно размещать словарь в сети и на компьютере клиента. При обнаружении кода, которого нет в словаре клиента, будет происходить обращение к сетевому словарю и обновление словаря клиента. В этом случае клиенту передается только сжатый текст и обновления словаря в случае необходимости.

Литература

1. В. Пекелис «Кибернетическая смесь», М., «Знание», 1991, стр. 323—324; «IEEE Proc.», 1985, Vol.68, No.7
2. Ватолин Д., Ратушняк А., Смирнов М., Юкин В. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео. - М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2003. - 384 с.

ФАЙЛОВАЯ СИСТЕМА NTFS

Якимович С.В.

Научный руководитель – Разоренов Н.А., к.т.н., доцент

Загрузочная запись тома под NTFS (BOOT), содержит основную информацию о томе (логическом диске), такую как расположение MFT, количество секторов на кластер, всего секторов на томе, код загрузчика (NT Loader) и т. д.

Для более удобной работы была объявлена структура (Рис. 1).

```

struct BootRecordNTFS
{
    BYTE dJump[3];
    CCHAR dSystemID[8];
    struct {
        WORD dBytesPerSector;
        BYTE dSectorsPerCluster;
        WORD ReservedSectors;
        BYTE dUnusedA[5];
        BYTE dMediaID;
        BYTE dUnusedB[2];
        WORD dSectorPerTrack;
        WORD dNumberOfHeads;
        DWORD dHiddenSectors;
        BYTE dUnusedC[4];
        BYTE Signature[4];
        INT64 dTotalSectors;
        INT64 dLCNofMFT;
        INT64 dLCNofMFTMirr;
        DWORD ClusterPerMFT;
        DWORD ClustersPerIndexes;
    } BiosParameterBlock;
    BYTE SerialNumber[8];
    DWORD Checksum;
    BYTE DataCode[426];
    BYTE Signature55AA[2];
};

```

Рисунок 1. – Структура BOOT

Логический диск открывается как файл с помощью функции CreateFile, данные считываются в BootRecordNTFS, делается проверка на количество байт на сектор и имя файловой системы, чтобы программа не пыталась работать с файловой системой, которую она не поддерживает; содержимое структуры представляется пользователю.

Каждый файл на томе NTFS представлен записью в специальном файле, называемом главной файловой таблицей (MFA – master file table). NTFS резервирует первые 16 записей таблицы для специальной информации. Первая запись этой таблицы описывает непосредственно главную файловую таблицу. За ней следует зеркальная запись (mirror record) MFT.

Если первая запись MFT повреждена, то NTFS читает вторую запись для поиска зеркального файла MFT, первая запись которого идентична первой записи MFT. Местоположения сегментов данных MFT и зеркального файла MFT записаны в секторе начальной загрузки.

Каждая запись в MFT начинается с заголовка, за которым следует набор атрибутов.

Для считывания файловой записи используются данные структуры BootRecordNTFS: количество байт на сектор, количество секторов на кластер, номер первого кластера MFT, с помощью которых определяется смещение. С данным смещением с диска считываются запись. Для определения значений параметров заголовка используется структура заголовка файловой записи (Рис 2).

```
struct FileRecordHeader {
    CCHAR SignatureFILE[4];
    WORD OffsetToTheUpdateSequence;
    WORD UpdateSequenceSizeInWords;
    UINT64 LogFileSequenceNumberLSN;
    WORD Sequencenumber;
    WORD HardLinkCount;
    WORD OffsetToTheFirstAttribute;
    WORD Flags;
    DWORD RealSizeOfTheFILErecord;
    DWORD AllocatedSizeOfTheFILErecord;
    UINT64 BaseFILErecord;
    WORD NextattributeID;
    WORD UnusedB;
    DWORD IDOfThisRecord;
    BYTE UpdateSequenceNumber[2];
    BYTE UpdateSequenceArray[4];
    WORD UnusedC;
};
```

Рисунок 2. – Структура заголовка файловой записи

Пользователю предоставляются значения полей и расшифрованные значения флагов. Используя поле структуры, содержащее смещение к первому атрибуту переходим к считыванию значения заголовка атрибута.

Каждый атрибут имеет заголовок, структура которого зависит от того, резидентный атрибут или нет, а также имеет ли он имя. Каждый заголовок атрибута, как и сам атрибут, имеет определенную структуру (Рис. 3-4).

```
struct AttributeHeader {
    DWORD AttributeType;
    DWORD LengthIncludingHeader;
    BYTE NonResidentFlag;
    BYTE NameLength;
    WORD NameOffset;
    WORD Flags;
    WORD AttributeID;
    DWORD LengthOfTheAttribute;
    WORD OffsetToTheAttributeData;
    BYTE IndexedFlag;
    BYTE Padding;
};
```

Рисунок 3. – Структура заголовка резидентного атрибута

```

struct AttributeHeaderNonResident {
    DWORD AttributeType;
    DWORD LengthIncludingHeader;
    BYTE NonResidentFlag;
    BYTE NameLength;
    WORD NameOffset;
    WORD Flags;
    WORD AttributeID;
    UINT64 FirstVCN;
    UINT64 LastVCN;
    WORD DataRunsOffset;
    WORD CompressionUnitSize;
    BYTE Padding[4];
    UINT64 AllocatedSize;
    UINT64 RealSize;
    UINT64 InitializedSize;
};

```

Рисунок 4. – Структура заголовка нерезидентного атрибута

После определения типа атрибута, используется соответствующая структура для его заголовка. Эта структура содержит смещение к телу атрибута. Каждый атрибут идентифицирован кодом типа атрибута и необязательно именем атрибута. Если данных в файле не много, то они хранятся в записи файла MFT и его содержимое может интерпретироваться в зависимости от типа атрибута.

Если данные файла не помещаются в одну запись MFT, то этот факт отражается в заголовке атрибута, который содержит признак того, что этот атрибут является нерезидентным, то есть находится в отрезках вне таблицы MFT. В этом случае тело атрибута содержит адресную информацию каждого отрезка данных.

В записи первого фрагмента первый полубайт содержит информацию о количестве байт, выделенных для хранения номера первого кластера. Второй полубайт содержит количество байт, выделенных для хранения количества кластеров. Далее располагаются само значение количества кластеров и номер кластера. Если файл фрагментирован, то дальнейшие записи о фрагментах файла имеют такую же структуру, но они содержат не номер кластера, а смещение относительно предыдущего фрагмента. Значение ноль в обоих полубайтах означает конец цепочки фрагментов. Считывание RunList (bytePointer – указатель на массив байт, DataRunOffset – поле структуры заголовка, содержащее смещение к RunList) изображено на Рис. 5.

```

PBYTE pointer = bytePointer + attributeHeader.DataRunsOffset;
INT64 firstClusterPrev = 0;
BYTE size = *pointer;
while (size != 0) {
    BYTE ByteCountPerClusterCount = size & 0xf;
    BYTE ByteCountPerFirstCluster = (size >> 4) & 0xf;
    pointer++;
    INT64 clusterCount = 0;
    INT64 temp = 0;
    int i = 0;
    while (i < ByteCountPerClusterCount) {
        temp = *pointer;
        temp <<= 8 * i;
        clusterCount += temp;
        pointer += 1;
        i++;
    }
    INT64 OffsetFromPrev = 0;
    i = 0;
    while (i < ByteCountPerFirstCluster) {
        temp = *pointer;
        temp <<= 8 * i;
        OffsetFromPrev += temp;
        pointer++;
        i++;
    }
    OffsetFromPrev <<= (8 * (8 - ByteCountPerFirstCluster));
    OffsetFromPrev >>= (8 * (8 - ByteCountPerFirstCluster));
    INT64 firstCluster = firstClusterPrev + OffsetFromPrev;
    firstClusterPrev = firstCluster;
    //сохранение clusterCount, firstCluster
}

```

Рисунок 5. – Фрагмент кода выполняющий расчет номеров кластеров файла

Первые 16 файлов NTFS (метафайлы) носят служебный характер. Каждый из них отвечает за какой-либо аспект работы системы. Метафайлы находятся в корневом каталоге NTFS диска – их имена начинаются с символа «\$».

- \$MFT – основная таблица MFT
- \$MFTmirr – копия первых шестнадцати записей MFT
- \$LogFile – журнал файловой системы
- \$Volume – служебная информация (метка и ID тома, версия файловой системы)
- \$AttrDef – список стандартных атрибутов файлов на томе
- . – корневой каталог
- \$Bitmap – карта свободного места тома
- \$Boot – загрузчик (только на первичном томе)
- \$BadClus – повреждённые кластера
- \$Quota – записи с правами пользователей на использование дискового пространства (квотами)
- \$Secure – дескрипторы безопасности файловых объектов (права доступа)
- \$UpCase – файл соответствия строчных и прописных букв

Литература

1. Операционные системы и системное программирование: методические указания к лабораторным работам для студентов специальностей 1-40 01 01 «Программное обеспечение информационных технологий» и 1-40 01 02 «Информационные системы и технологий» / сост.: Н.А. Разоренов. – Минск: БНТУ, 2011. – 94 с.

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПАТЕНТОВ

Бересняков И.Д., Гавритова М.А.

Научный руководитель – Зайцева Н. В., к.и.н., доцент

В настоящее время информационное обеспечение патентов перенесло кардинальные изменения в связи со значительным изменением запросов пользователей информационных продуктов и услуг и практически полного изменения методов, технических средств и форм организации патентно-информационной поддержки абсолютно новых процессов. В современном мире информационные потребности пользователей ориентированы на достигаемый результат – производство и продажу конкурентоспособной продукции, базирующейся на новейших научно-технических достижениях. Сегодня недопустимо мало просто обеспечить доступ к источникам, необходимо, чтобы первичная информация и информационные продукты оснащались дополнительными потребительскими свойствами, приспособленными к реальным информационным нуждам.

Информационное обеспечение патентов на современном этапе представляет собой всестороннее информационное обслуживание с привлечением аналитиков, располагающих быстрым доступом к специализированным базам данных, дающим возможность проводить многоуровневые патентные исследования. Используя такие базы данных помимо основного тематического поиска, также можно проводить оценку тенденций и современного уровня развития техники, предоставлять сведения, требуемые для разработки патентно-лицензионной политики, составлять прогнозы конъюнктуры и обеспечения правовой охраны результатов инновационной деятельности, осуществлять статистический анализ.

Со стороны коммерции для предприятия информация о патентах будет полезной для того, чтобы найти бизнес-партнёров, поставщиков сырья и материалов, отслеживать действия реальных и вероятных конкурентов и выявить незанятые рынки. Кроме того, информацию, размещённую в патентах необходимо применять с целью соблюдения прав патентообладателей, оценки способности к патентованию своего изобретения, и наложения запрета на выдачу патентов патентозаявителям, если они вступают в конфликт с Вашим патентом.

Развитие Интернета послужило базой для возникновения технологий онлайн-доступа к удалённым патентным базам данных. Интернет предоставил возможность прямого обращения ко многим существующим патентно-информационным ресурсам и патентным публикациям при

помощи современных телекоммуникационных средств. Интернет в области патентной информации используют не только в качестве средства коммуникации, но и как способ её распространения. В предоставлении доступа к патентной информации произошел переход от библиотек бумажных носителей к электронным библиотекам, и в последствии к предоставлению онлайн-доступа в Интернет.

Патентные документы в качестве источников информации имеют следующие преимущества:

- предоставляют информацию, редко располагаемую в открытых документах;
- преподносятся в общепринятом виде, предполагаемом краткое описание изобретения, в большинстве случаев включающее иллюстрирующие его чертежи, библиографическую информацию, всю информацию о патентозаявителе;
- предоставляют возможность применения изобретения в промышленности [1].

Изменившиеся патентно-информационные запросы пользователей и новые информационные возможности заставили пересмотреть деятельность патентно-информационных служб. Патентные библиотеки и центры патентной информации, первоначально предназначенные только для обеспечения доступа к патентной информации, преобразовались в патентные центры содействия инновациям, развитию и повышению конкурентоспособности экономики. В странах-участницах Европейской патентной конвенции создана сеть электронных библиотек по патентной информации PATLIB. Основной задачей этой сети является взаимодействие и сотрудничество состоящих в конвенции стран [2].

Литература

1. Патентно-информационное обеспечение. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://studopedia.su/10_100874_ispolzovanie-patentnoy-informatsii-patentno-informatsionnoe-obespechenie.html. Дата доступа 09.04.2018 г.

2. Система патентно-информационного обеспечения за рубежом: публикации на русском и иностранных языках: библиогр. указатель / сост.: А.А.Родионова, О.В. Сенча; ФИПС, ВПТБ.- М., 2012. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://test2.fips.ru/wps/wcm/connect/da75b7004e2e0269aac9ae4d80890bf7/pat_inf_zarub_15.PDF

УДК 004.021

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИНХРОННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ОПЕРАЦИЙ НА БАЗЕ БИБЛИОТЕК НАУЧНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ЯЗЫКА PYTHON

Романенко Р.А., Стухальский А.Л.

Научный руководитель – Прихожий А.А., д.т.н., профессор.

Цель работы состоит в реализации стратегий синхронного планирования на базе языка программирования Python и библиотек научного применения. Основные задачи: 1) анализ преимуществ языка Python и использованных в работе библиотек; 2) проектирование простой архитектуры приложения для моделирования синхронного планирования; 3) оптимальная реализация алгоритмов; 4) графическое моделирование результатов планирования.

Результат моделирования (рис. 1) выводится в графическом виде с помощью библиотек networkx [1] и matplotlib.

В работе были реализованы следующие стратегии синхронного планирования операций[2]: 1) ASAP (as soon as possible); 2) ALAP (as late as possible); 3) LS ASAP (list scheduling based on ASAP); 4) MC LS ASAP (multi cycling list scheduling based on ASAP);

Моделирование проводилось в Jupyter Notebook (работа с Jupyter Notebook осуществлялась через Anaconda Navigator – сборник программных пакетов для научных целей.)

Necessary steps: 6

Total processors needed: 6

processors *: 3

processors -: 2

processors +: 1

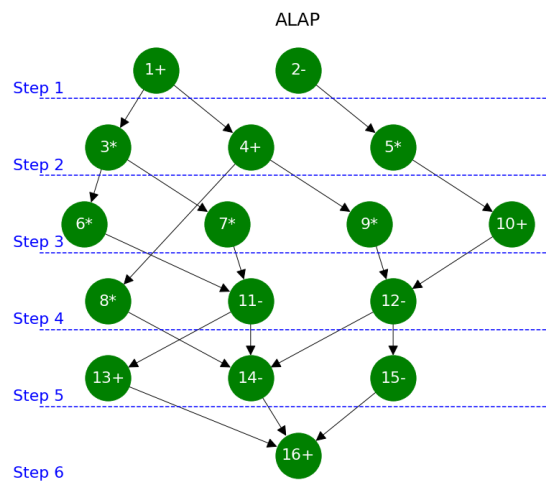


Рис. 1. Результат планирования графа последовательности операций стратегией ALAP (As late as possible)

Полный текст работы доступен для свободного чтения [4].

Литература

1. «Networkx» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://networkx.github.io/documentation/stable/>.
2. А. А. Прихожий, Распределенная и параллельная обработка данных, Минск, 2016.
3. «Главная. Jupyter» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://jupyter.org/>.
4. Р. А. Романенко, А. Л. Стухальский, «Моделирование синхронного планирования операций на базе библиотек научного применения языка python» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.google.com/document/d/1T2PmQX0gOHDFhvZQyUSr04mlA7uQvOOW4HStnA70/edit?usp=sharing>

Подробное описание всех реализованных стратегий приведены в учебном пособии [2].

СЕКЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ ДОКЛАДОВ

ОПТИМИЗАЦИЯ ТВЕРДОТЕЛЬНОГО ГРУЗОПОДЪЕМНОГО ЗАХВАТА В ANSYS И MATLAB

Шавель А. В.

Научный руководитель – Напрасников В.В., к.т.н., доцент

РАСЧЕТ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ КАРКАСА КАБИНЫ ТРАКТОРА И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЕКТА

Жевняк З.И.

Научный руководитель – Напрасников В.В., к.т.н., доцент

ОТОБРАЖЕНИЕ ОПЕРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ЭКРАНЕ ТАКТИЧЕСКИХ ОЧКОВ В ИЗДЕЛИИ “СОЛДАТ-БОЕВЫЕ СИСТЕМЫ”

Калита А.И.

Научный руководитель – Ковалева И.Л., к.т.н., доцент

ПРОГРАММНАЯ ПОДДЕРЖКА ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ЗАКАЗОВ

Конончик О.Н.

Научный руководитель – Ковалева И.Л., к.т.н., доцент

РАСЧЕТ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ КОВША ЭКСКАВАТОРА И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЕКТА

Павловец Д.А.

Научный руководитель – Напрасников В.В., к.т.н., доцент

ПРЕИМУЩЕСТВО SPACECLAIM ПРИ РАБОТЕ С МОДЕЛЬЮ, СОЗДАННОЙ В SOLIDWORKS

Дранчук А.А.

Научный руководитель – Напрасников В.В. , к.т.н., доцент

МОДЕЛИРОВАНИЕ КРОНШТЕЙНА ПРИЦЕПНОГО УСТРОЙСТВА

Каленик М.В.

Научный руководитель – Напрасников В.В., к.т.н., доцент

МОДЕЛИРОВАНИЕ ШАРНИРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С БОЛЬШИМИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯМИ В ANSYS WB

Суворова Д.А.

Научный руководитель – Напрасников В.В., к.т.н., доцент

ОПТИМИЗАЦИЯ ТВЕРДОТЕЛЬНОГО ГРУЗОПОДЪЕМНОГО ЗАХВАТА В ANSYS И MATLAB

Шавель А. В.

Научный руководитель – Напрасников В.В., к.т.н., доцент

В ANSYS доступны методы и средства оптимизации. Методы оптимизации обеспечивают оптимизацию целевой функции путем варьирования входных параметров.

Однако не все методы оптимизации доступны в пакете приложения, также они могут быть сложными в установке, дорогими, не подходящими под нашу задачу. Сейчас рассматриваем пакеты для решения инженерных задач, с математическим ядром –Matlab.

Установим алгоритм оптимизации Screening, перебор. Алгоритм генерирует наборы входных параметров, таким образом, чтобы равномерно заполнить область определения. После этого вычисляются выходные параметры. Результат оптимизации получен. Он приводятся в виде трех решений, которые являются наиболее предпочтительными с точки зрения заданных целей (рисунок 1).

Table of Schematic D4: Optimization , Candidate Points													
	A	B	C	D	E	F		G		H	I	J	K
1	Reference	Name	P1 - Deep (cm)	P2 - Deep1 (cm)	P4 - DeepArm (cm)	P5 - Total Deformation Maximum (cm)		P6 - Geometry Mass (g)		P7 - Equivalent Stress Maximum (dyne/cm ²)			
2						Parameter Value	Variation from Reference	Parameter Value	Variation from Reference	Parameter Value	Variation from Reference		
3	○	Candidate Point 1	1,35	1,5	1,5	2,2873E-07	0,00%	22598	-0,37%	13184	0,00%		
4	○	Candidate Point 2	1,5	1,35	1,5	2,2873E-07	0,00%	23130	-0,39%	13184	0,00%		
5	⊙	Candidate Point 3	1,378	1,378	1,378	2,2873E-07	0,00%	22422	0,00%	13184	0,00%		
*		New Custom Candidate Point	1,5	1,5	1,5								

Рисунок 1. Результат оптимизации.

Проанализировав полученные результаты, оптимальным будем считать решение Candidate3. В данном варианте толщина щупальцы = 1,378см, толщина верхней детали = 1,378см., толщина ручки = 1,378 см., масса 22422 кг.

The screenshot shows the Matlab optimization environment. At the top, there are five objective functions (F1 to F5) and their values for five candidate points (N1 to N5). The values for F5 are highlighted in blue, with the minimum value of 14409 for candidate N4. Below this, there are constraint functions (F1 to F5) and their values for the same candidate points. At the bottom, there are sections for 'Functions' (mathematical expressions), 'Limits' (constraints on variables X1 to X5), and 'Lambdas' (L1 to L5).

	F1 v	F2 v	F3 v	F4 ^	F5 ^	Rez
N1	900	19601	44109	40016	1616	1
N2	101	100	1	62501	116	1
N3	3604	48404	116	401	5101	1
N4	909	100	25601	14409	14409	1
N5	104	19601	14409	909	6400	1

	F1 n	F2 n	F3 n	F4 n	F5 n	Mult	Gen
N1	0.0144	0.3136	0.7057	0.3598	0.9741	0.4735	0.0144
N2	0.0016	0.0016	1.6000e-05	0	0.9981	0.2003	0.0016
N3	0.0577	0.7745	0.0019	0.9936	0.8704	0.5396	0.0577
N4	0.0145	0.0016	0.4096	0.7695	0.7695	0.3929	0.0145
N5	0.0017	0.3136	0.2305	0.9855	0.8976	0.4858	0.0017

Рисунок 2. Результат оптимизации в среде Matlab.

В результате проведения многокритериальной оптимизации в среде Matlab также были получены следующие результаты (рисунок 2). По результатам метода главного критерия наилучшими являются: 2, 4, 8, 12; наибольшей мощности наилучшим решением считается решение точки 8; мультипликативного критерия: 2. Однако, учитывая наши условия, что масса и напряжение должны стремиться к минимуму, наилучшей точкой будет 8.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что по алгоритмам многокритериальной оптимизации были найдены оптимальные решения, которые совпадают с решениями алгоритма оптимизации screening пакета Ansys.

УДК 621.391.25

РАСЧЕТ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ КАРКАСА КАБИНЫ ТРАКТОРА И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЕКТА

Жевняк З.И.

Научный руководитель – Напрасников В.В. , к.т.н., доцент

Одной из самых серьезных опасностей, которой подвергается тракторист, является возможность травмирования в аварийной ситуации. Так, для колесных сельскохозяйственных тракторов классической компоновки характерно опрокидывание набок, при этом трактор может совершить несколько оборотов. Для промышленных тракторов характерно боковое опрокидывание с переворачиванием через крышу кабины и падение камней на крышу при работе в карьерах или на горных разработках. Для лесопромышленных тракторов возможны случаи падения на кабину деревьев, сучьев и веток.

Целью данной работы было построение модели каркаса кабины трактора. Каркас кабины выполнен из стали 45. В проекте используется упрощенная модель без пола и крыльев. Общие габариты каркаса: ширина – 1.4м, длина – 1.8 м, высота – 1.8 м. Сечение балок, из которых изготовлен каркас (Рисунок 1).

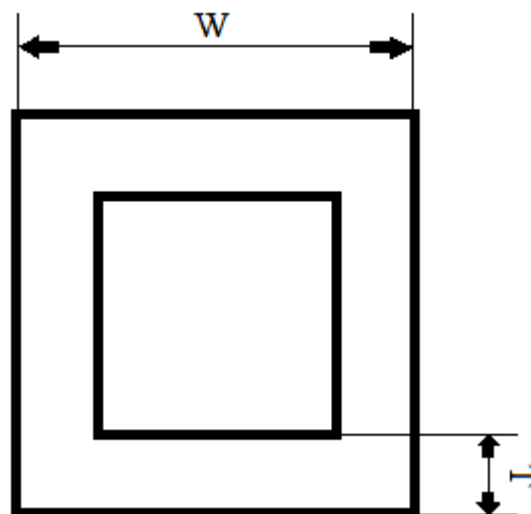


Рисунок 1. Сечение балки.

Результат анализа напряженно-деформированного состояния конструкции представлен на следующем рисунке (Рисунок 2).

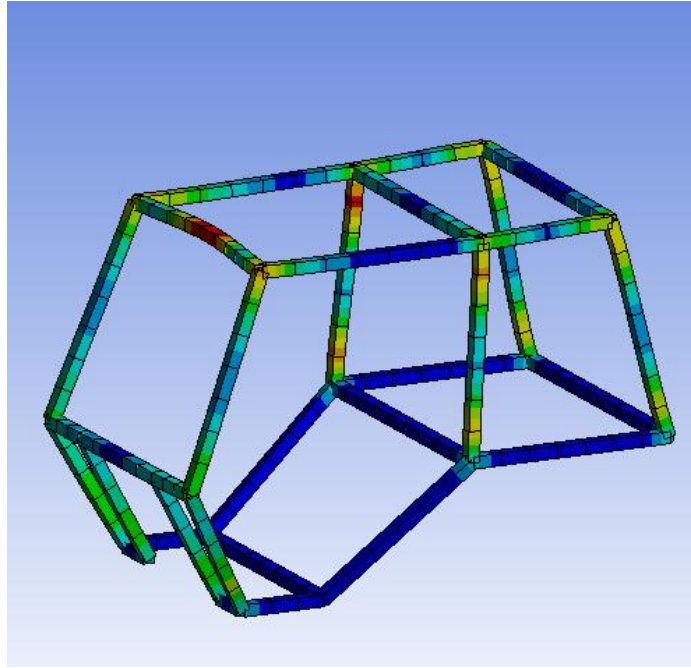


Рисунок 2. Напряженное состояние

Целью оптимизации является уменьшение расхода материала при изготовлении данной конструкции с учетом сохранения работоспособности по критерию обеспечения безопасности.

В качестве варьируемых параметров возьмем:

- толщину балок– $45\text{мм} \leq W \leq 55\text{мм}$;
- толщину стенок сечения– $8\text{мм} \leq T \leq 12\text{ мм}$.

Критерии оптимальности:

- масса (*Line Body Mass*) – минимизируется;
- максимальное комбинированное напряжение (*Maximum combined stress*)– минимизируется.

В ходе выполнения проекта решены следующие задачи:

- выполнен обзор предметной области, обоснован выбор конечно-элементного комплекса, разработана модель конструкции каркаса кабины трактора, рассчитаны величины напряжений и перемещений в материале;
- была произведена оптимизация. Оптимальный вариант: толщина балки равна $W=54.605\text{мм}$, толщина стенок сечения $T=8.0606\text{ мм}$;
- в результате получили уменьшение массы объекта на 7.3%.

УДК 004.514

ОТОБРАЖЕНИЕ ОПЕРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ЭКРАНЕ ТАКТИЧЕСКИХ ОЧКОВ В ИЗДЕЛИИ “СОЛДАТ-БОЕВЫЕ СИСТЕМЫ”

Калита А.И.

Научный руководитель – Ковалева И.Л., к.т.н., доцент

Тактические очки (Рисунок 1) входят в комплекс «Солдат-боевые системы» и предназначены для оснащения подразделений Сухопутных войск и сил специальных операций.



а) Очки тактические (вид спереди)



б) Очки тактические (вид изнутри)

Рисунок 1. Тактические очки

Применение очков обеспечивает повышение информационной взаимосвязи военнослужащих в подразделении и координации их действий со стороны командира подразделения на основе обеспечения их автоматизированной системой обработки данных, двухсторонней передачей информации и команд управления.

Очки снабжены миниатюрным компьютером Raspberry Pi. Raspberry Pi – одноплатный компьютер размером с банковскую карточку и работает в основном на операционных системах, основанных на Linux ядре. Вся программная разработка ведется на языке Java, так как он является кроссплатформенным и позволяет вести разработку, как и на очках, так и на мобильных устройствах.

Очки используют графическую библиотеку Java Swing. Данная библиотека содержит ряд графических компонентов, таких как кнопки, таблицы, поля ввода и т.д. Swing относится к библиотеке классов JFC, которая представляет собой набор библиотек для разработки графических оболочек. К этим библиотекам относятся Java 2D, Accessibility-API, Drag & Drop-API, AWT.

ПРОГРАММНАЯ ПОДДЕРЖКА ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ЗАКАЗОВ

Конончик О.Н.

Научный руководитель – Ковалева И.Л., к.т.н., доцент

В настоящее время задача обработки заказов играет важную роль в любой области производства и оказания услуг. Максимально автоматизированный процесс обработки заказов может существенно повысить эффективность производства, что приводит к росту конкурентоспособности компании на рынке, а главное, к улучшению экономических результатов компании в целом.

Задача обработки заказов решается самыми разнообразными способами. Результатом таких решений являются всевозможные концептуальные модели и системы измерения производительности с применением математических подходов и алгоритмов, а также программные и облачные платформы для быстрого и удобного взаимодействия клиентов с компанией. [1]

Однако из-за большого роста количества компаний и предприятий, а также расширения сфер деятельности и видов оказания услуг применение существующих программных и технических решений к автоматизации процесса обработки заказов для большинства компаний невозможно в силу их индивидуальных и специфических видах работы. Поэтому программная поддержка процесса обработки заказов по-прежнему является актуальной темой.

В некоторых современных компаниях с ограниченной пропускной способностью работающих в условиях непрерывного потока получения большого количества заказов и равномерного распределения производственных мощностей по всем заказам постоянный рост количества незавершенных заказов может значительно снизить скорость работы всей компании в целом.

Для решения этой проблемы было принято решение о разработке программного комплекса с использованием генетического алгоритма, который позволит сформировать список «лучших» заказов на выполнение. Генетическое представление процесса обработки заказов было реализовано после тщательного изучения основных параметров, описывающих поступающие заказы.

Например, в работах [2, 3] заказы характеризуются такими параметрами, как процессорное время на обработку, доход от заказа, размер неустойки за медлительность, затраты на доставку, время на доставку, максимальный срок исполнения, срок отгрузки партий, размер

партий и т.д. В рамках данной работы, исходя из требований фирмы-заказчика, приняты следующие параметры для описания заказов: количество продукции (N), стоимость (P), затраты (C), время на подготовку и запуск (T), скорость выполнения (V). В качестве хромосомы в генетическом алгоритме выступает строка состоящая из значений параметров заказа в двоичном коде, т.е. $X = \text{binary}(N) + \text{binary}(P) + \text{binary}(C) + \text{binary}(T) + \text{binary}(V)$. Функцией приспособленности является функция от этих параметров. Селекция выполняется методом рулетки, для генерации потомков используется 2-х точечное скрещивание, коэффициент мутации принят равным 0,03.

На рисунке 1 представлена схема разработанного комплекса.

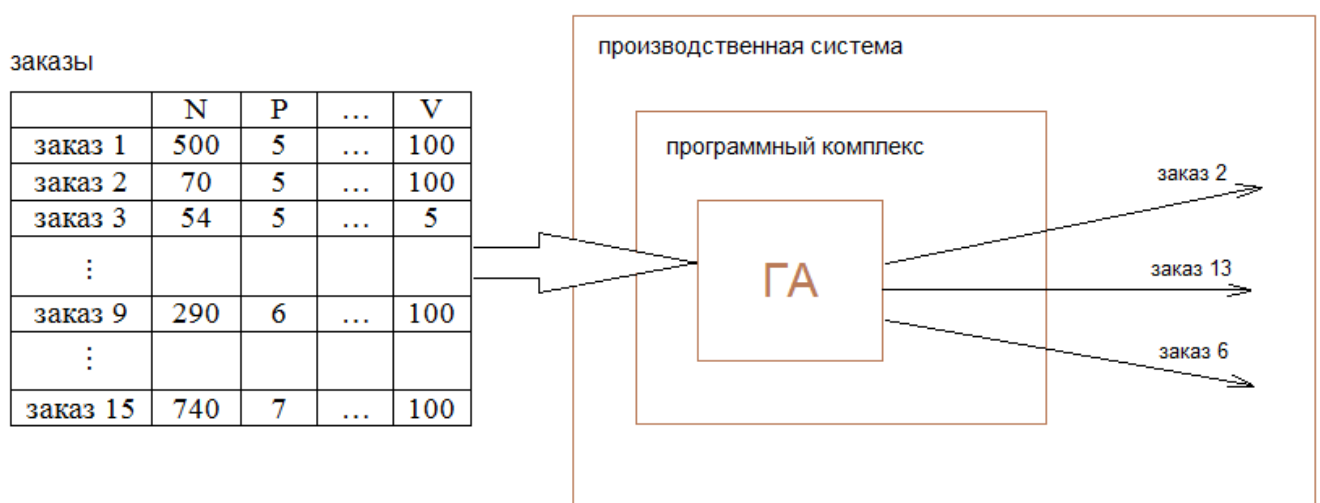


Рисунок 1 – Схема работы программного комплекса для задачи обработки заказов

Литература

1. Johannes Cornelis de Man, Bjorn Sorskot Andersen, Jan Ola Strandhagen. Addressing the performance of order acceptance. *Research article, the 50th CIRP Conference on Manufacturing Systems*.
2. Cheng Chen, Zhenyu Yang, Yuejin Tan, Renjie He. Diversity Controlling Genetic Algorithm for Order Acceptance and Scheduling Problem. *Hindawi Journal of Mathematical Problems in Engineering*.
3. A. Noroozi, M. Mahdavi Mazdeh, M. Rasti-Barzoki. Coordinating Order Acceptance and Batch Delivery for an Integrated Supply Chain Scheduling. *International Journal of Engineering, Vol. 30, No. 5, (May 2017) 700-709*.

УДК 621.391.25

РАСЧЕТ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ КОВША ЭКСКАВАТОРА И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЕКТА

Павловец Д.А.

Научный руководитель – Напрасников В.В., к.т.н., доцент

В основном ковш экскаватора может испытывать неравномерную нагрузку на рабочие поверхности по причине наличия в грунте различных фракций (песка, камней и т.д.) или непредвиденных преград (трубы водо- или газоснабжения), поэтому для ковшей экскаваторов характерны деформации стенок, деформации или отрывы зубьев или креплений ковша к приводу при работе в карьерах, на горных разработках или в сфере коммунального хозяйства.

Целью данной работы было построение модели ковша экскаватора. Ковш выполнен из стали 45. Общие габариты ковша: ширина – 1, длина – 1 м, высота – 1 м, рабочий объём – 0,3 м³, толщина стенки – 20 мм. Геометрическая модель представлена на рисунке 1.

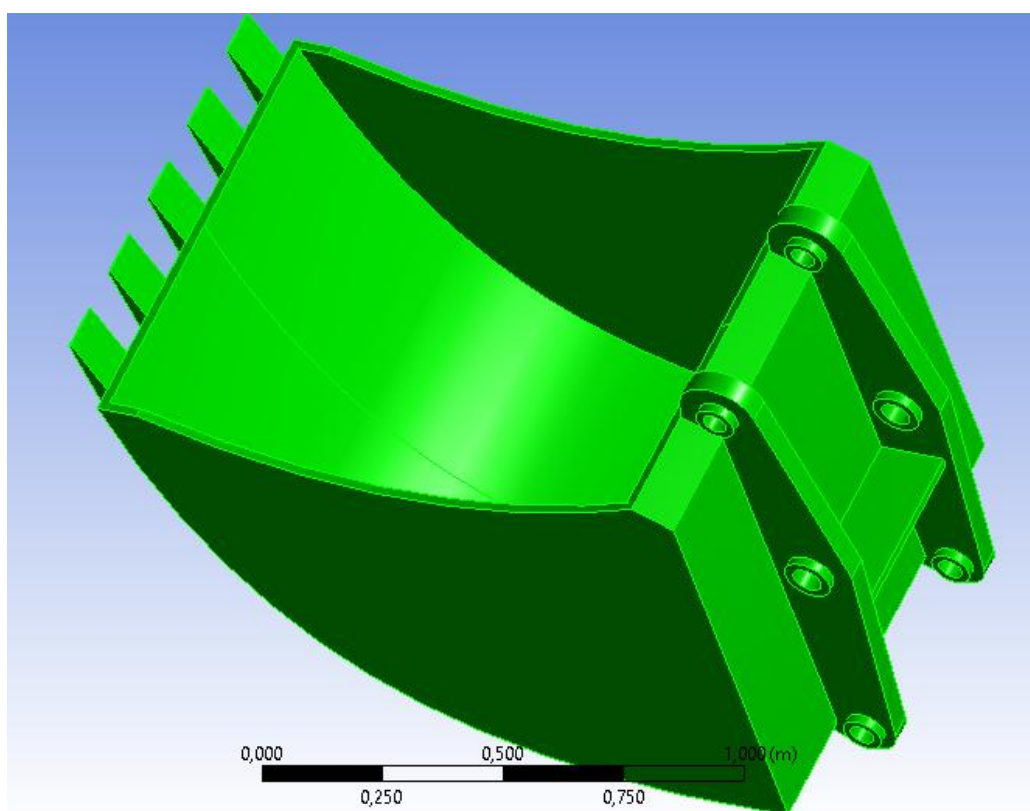


Рисунок 1. Геометрическая модель ковша.

Результат анализа напряженно-деформированного состояния конструкции представлен на следующем рисунке (Рисунок 2).

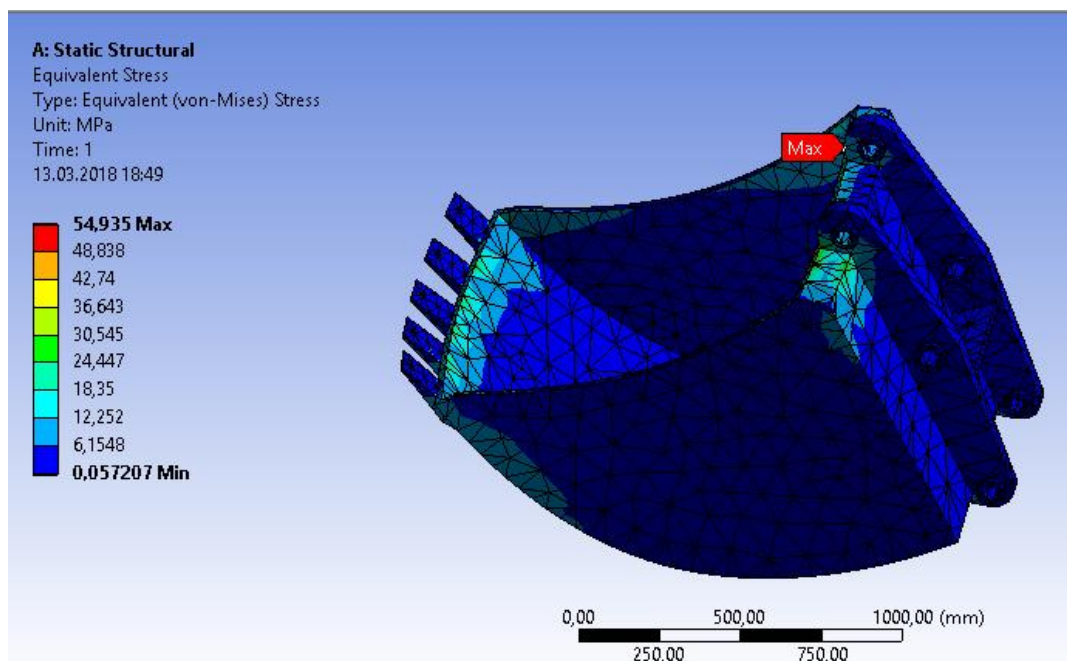


Рисунок 2. Деформированное состояние

Целью оптимизации является уменьшение расхода материала при изготовлении данной конструкции с учетом сохранения работоспособности по критерию обеспечения безопасности.

В качестве варьируемого параметра возьмем толщину стенки ковша: $2\text{мм} \leq P1 \leq 20\text{мм}$.

Критерии оптимальности:

- масса (*LineBodyMass*) – минимизируется;
- максимальное эквивалентное напряжение (*Equivalent Stress Maximum*) не должно превышать 250 МПа.

В ходе выполнения проекта решены следующие задачи:

- выполнен обзор предметной области, обоснован выбор конечно-элементного комплекса, разработана модель конструкции ковша экскаватора, рассчитаны величины напряжений и перемещений в материале;
- была произведена оптимизация. Оптимальный вариант: толщина стенки ковша $P1=3,5$ мм;
- в результате получили уменьшение массы объекта в 2,9 раза.

УДК 621.391.25

ПРЕИМУЩЕСТВО SPACECLAIM ПРИ РАБОТЕ С МОДЕЛЬЮ, СОЗДАННОЙ В SOLIDWORKS

Дранчук А.А.

Научный руководитель – Напрасников В.В. , к.т.н., доцент

Solidworks является мощным инструментом для работы с геометрией, в то время как Ansys – для анализа и оптимизации. И создатели этих двух пакетов, учитывая особенности, предоставили ряд возможностей для объединения лучших качеств двух программ. Для демонстрации создадим простую модель в Solidworks и сохраним её в стандартном для Solidworks расширении (Рисунок 1).

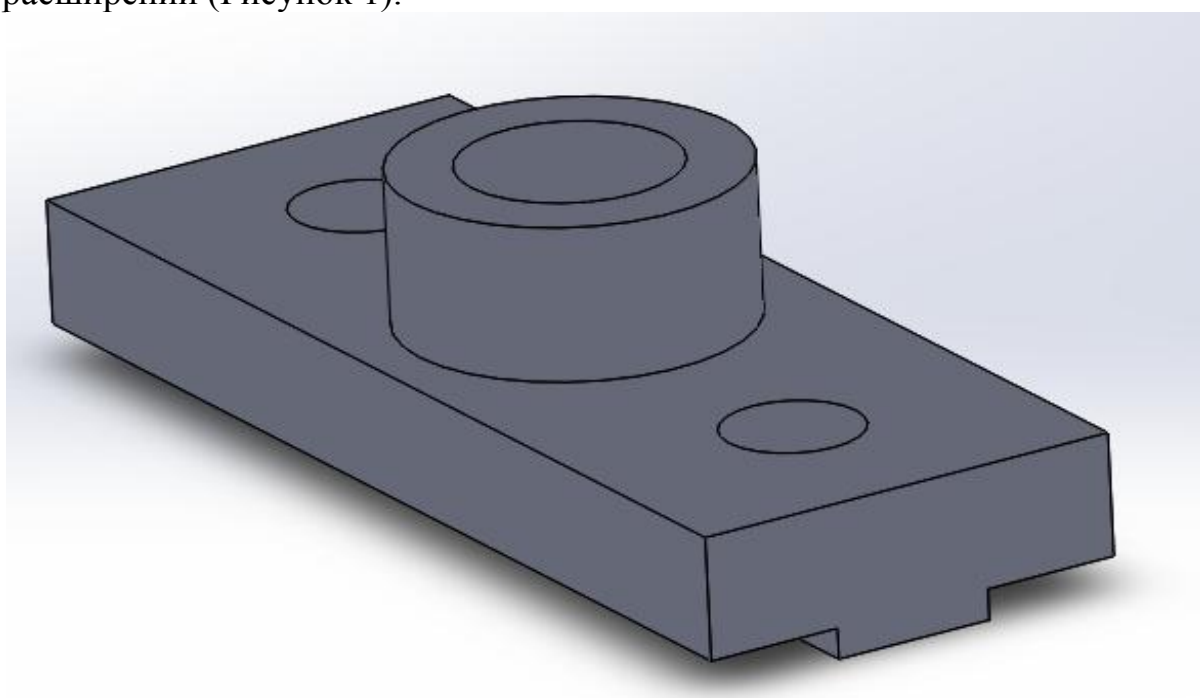


Рисунок 1. Созданное тело.

Для переноса модели в Ansys workbench, воспользуемся модулем редактирования геометрии SpaceClaim. Для этого из вкладки Insert выберем File и укажем файл, который мы сохранили до этого (Рисунок 2).

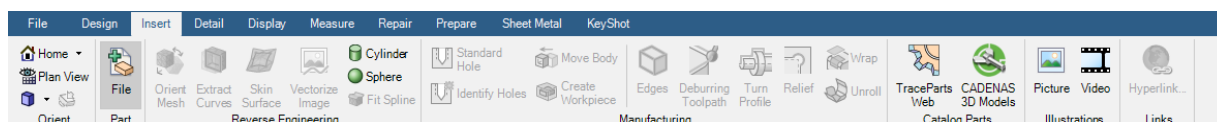


Рисунок 2. Вкладка Insert.

Для задания входных параметров, выберем Pull (Рисунок 3).

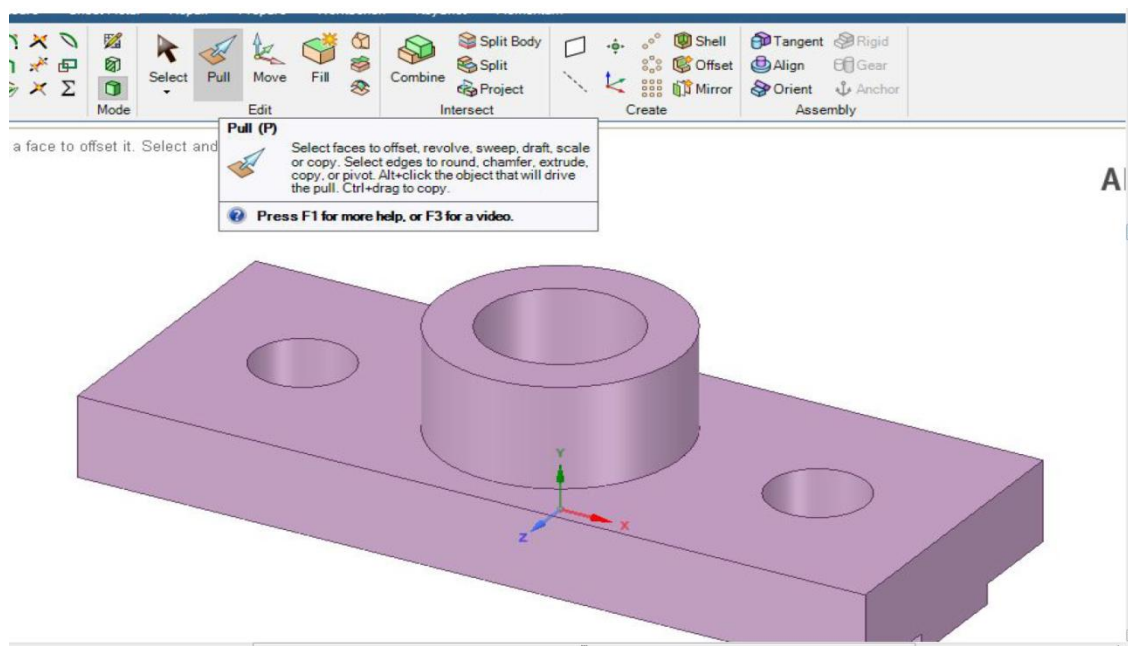


Рисунок 3. “Pull”.

Затем грань, которую будем перемещать(Рисунок 4.)

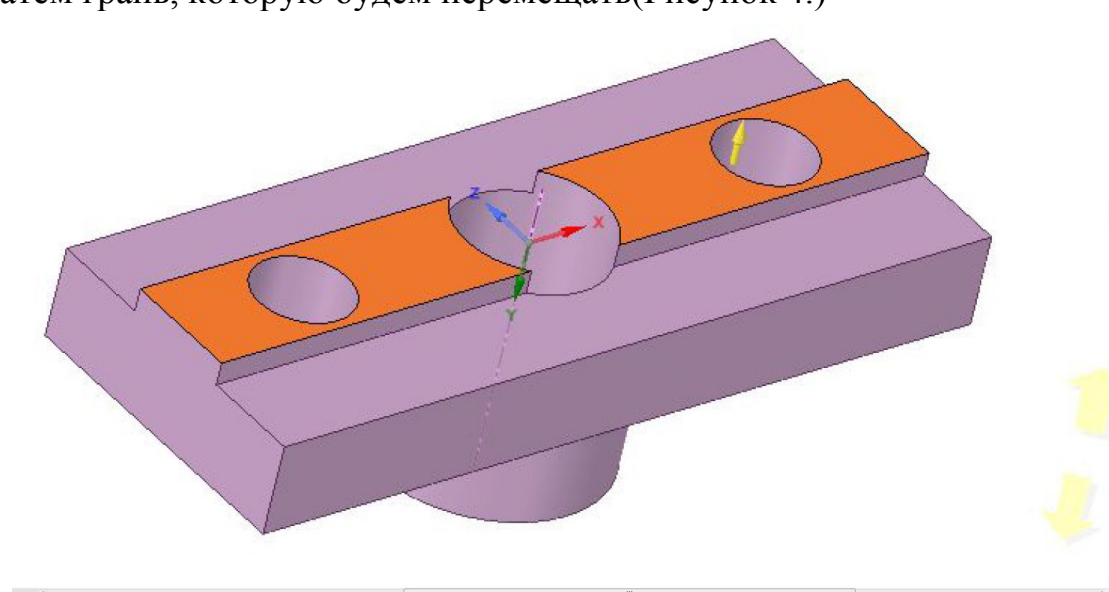


Рисунок 4. Выбор первой грани.

Возле указателя появится диалоговое окно, в котором мы можем выберем свойства вытягивания. В нашем случае, нам потребуется Ruler, которое позволит создать измерение. После нажмём на грань, до которой мы хотим узнать расстояние, и нажмём на появившуюся кнопку “P”, чтобы добавить размер как входной параметр (Рисунок 5).

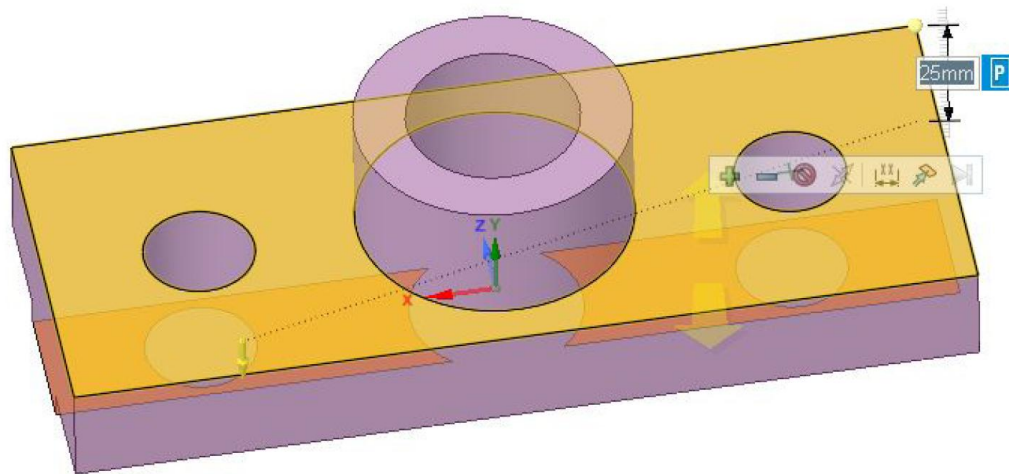


Рисунок 5. Выбор второй грани.

Наши действия создадут новый параметр во вкладке “Groups”, откуда мы можем изменять размеры и переименовывать наши параметры (Рисунок 6).

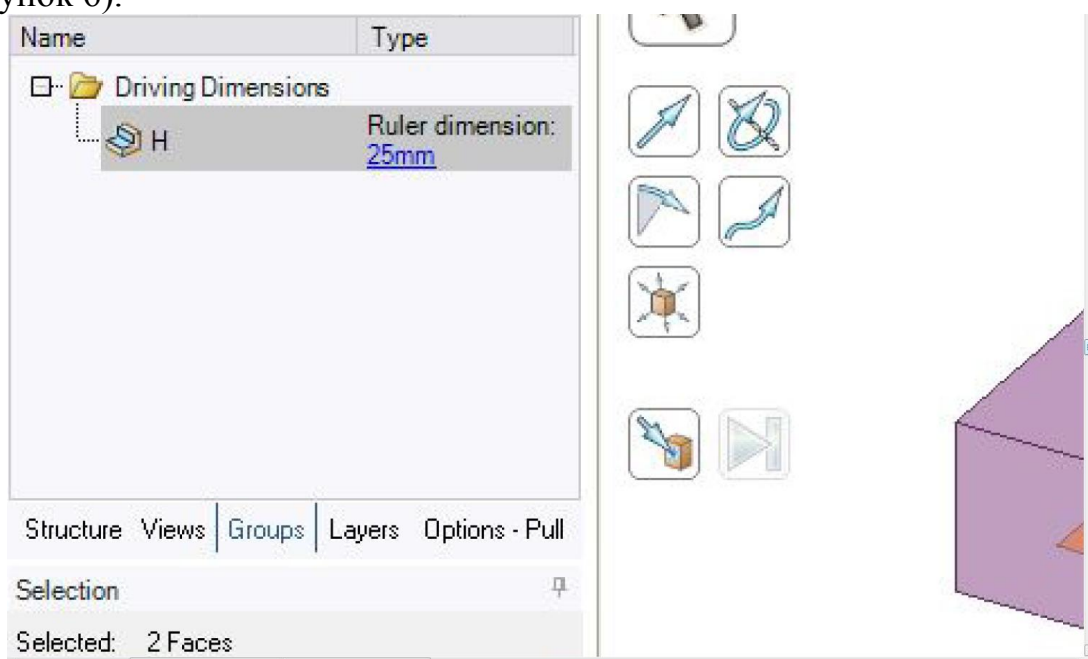


Рисунок 6. Вкладка “Groups”.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КРОНШТЕЙНА ПРИЦЕПНОГО УСТРОЙСТВА

Каленик М.В.

Научный руководитель – Напрасников В.В., к.т.н., доцент

Для выполнения структурной оптимизации кронштейна прицепного устройства был выбран ANSYS из-за его удобного интерфейса и совместимости с популярными САДсистемами.

Модель была построена с помощью DesignModeler и состоит из четырех деталей (рис. 1а,б). Все детали были получены путем создания эскизов и вытягиванием их с помощью команды Extrude. Также были использованы такие команды как Pattern, Mirror, Boolean и Blend. Нагрузка прикладывается к опорному шару и фиксируются перемещения задних стенок конструкции (рис. 1в).

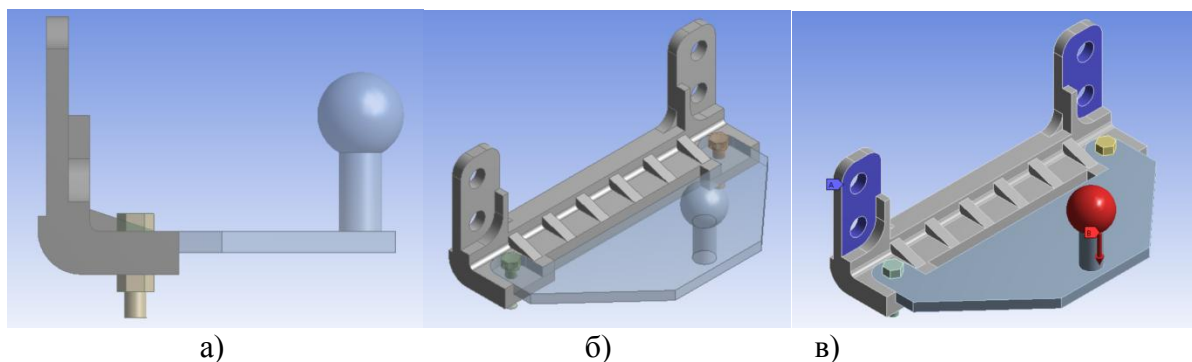


Рисунок 1. Модель кронштейна

После построения модели необходимо указать тип контактов между деталями конструкции. Для контакта между кронштейном и тяговой плитой указан тип Frictional – контакт может быть открыт/закрыт, разрешено скольжение учитывая трение (рис. 2а). Для контактов между болтами и корпусом кронштейна указан тип Rough – контакт может быть открыт/закрыт, не разрешено скольжение (рис. 2б). Контакты болтов и тяговой плиты также имеют тип Rough (рис. 2в).

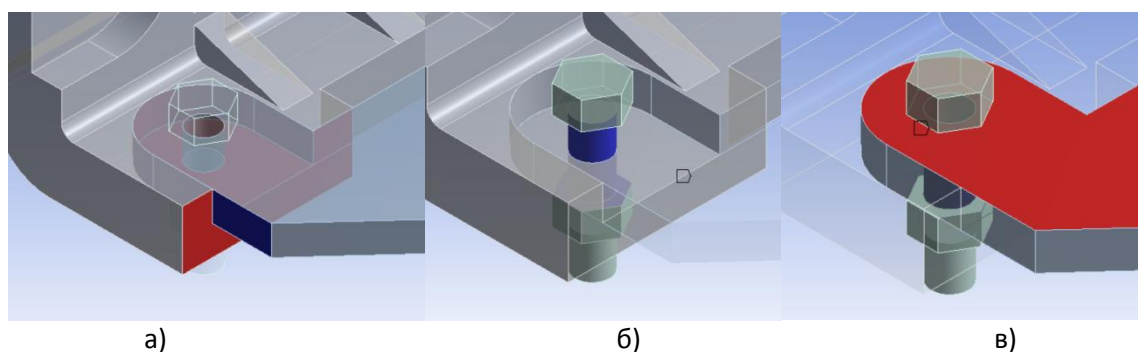


Рисунок 2. Типы контактов в модели кронштейна

Задача оптимизации ставится следующим образом: необходимо минимизировать объем модели, учитывая ограничение на максимальное эквивалентное напряжение по Мизесу.

Для оптимизации толщины стенок кронштейна (h_1 , h_2) и толщины тяговой плиты (h_3) были параметризированы размеры в эскизе главной детали модели, а также размер вытягивания команды Extrude. После этого параметры были переданы в модуль DesignXplorer для дальнейшей оптимизации.

В процессе оптимизации модели кронштейна по критериям EquivalentStress, Volume было установлено, что оптимальным является вариант при следующем наборе параметров: $h_1 = 9.2$ мм, $h_2 = 18.63$ мм, $h_3 = 10.96$ мм, при первоначальных данных: $h_1 = 10$ мм, $h_2 = 20$ мм, $h_3 = 10$ мм. В результате оптимизации объем модели уменьшился на 1.75%. Также оптимизация показала, что параметр h_3 (толщина тяговой плиты) имеет наибольшее влияние на максимальное эквивалентное напряжение возникающее в конструкции после приложения нагрузки.

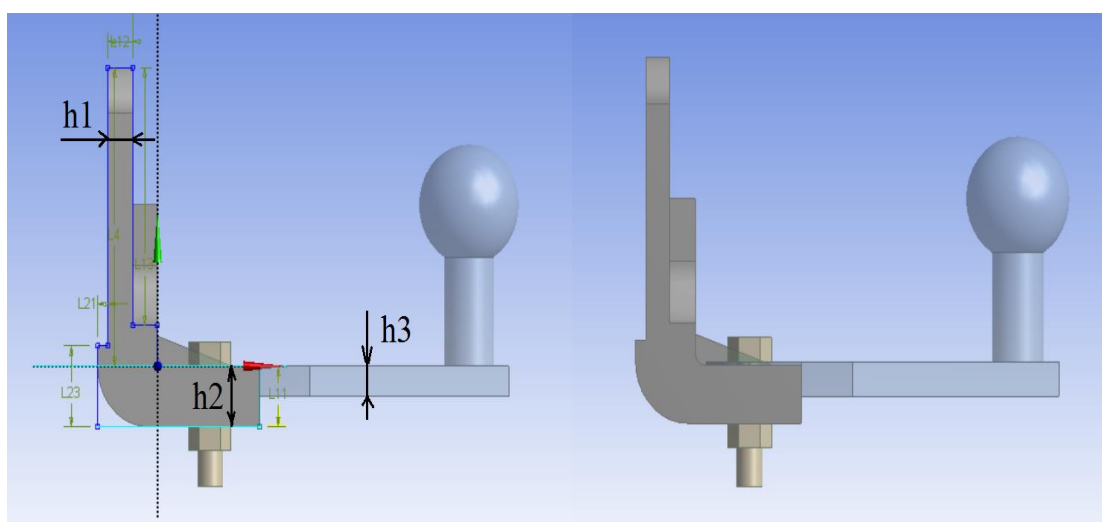


Рисунок 3. Модель до и после оптимизации

Литература

1. Напрасников, В.В. Влияние упрощающих предположений в конечно-элементных моделях компрессорно-конденсаторных агрегатов на спектр собственных частот / В.В. Напрасников, С.В. Красновская // Системный анализ и прикладная математика. – 2014. – № 1–3. – С. 51–55.
2. Красновская, С.В. Обзор возможностей оптимизационных алгоритмов при моделировании конструкций компрессорно-конденсаторных агрегатов методом конечных элементов / С.В. Красновская, В.В. Напрасников // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сер. фіз.-тэхн. навук. – 2016. – № 2. – С. 92–99.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ШАРНИРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С БОЛЬШИМИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯМИ В ANSYS WB

Суворова Д.А.

Научный руководитель – Напрасников В.В., к.т.н., доцент

При моделировании напряженно-деформированного состояния конструкции их составные части часто бывают связаны различными шарнирами.

Рассмотрим конструкцию катапульты, состоящую из неподвижной части (корпуса), подвижной (ручки), которая совершает вращательное движение, двух шарниров, которые позволяют совершать поворот, и двух пружин, которые будут поддерживать кучку (Рисунок 1).

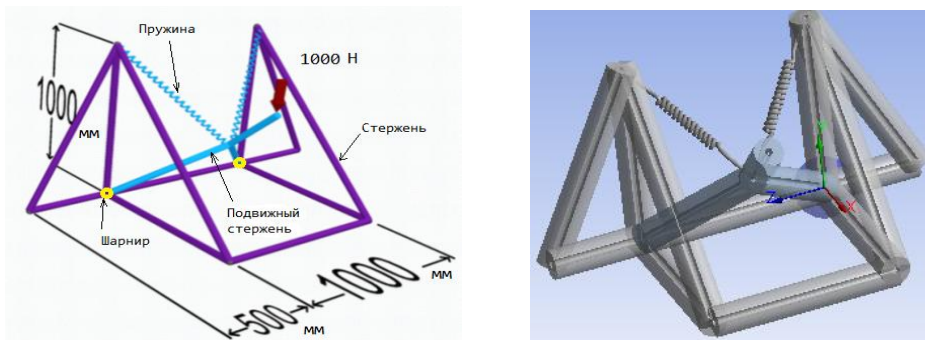


Рисунок 1. Конструкция катапульты

В ANSYS элемент типа Joint (шарнир) имеет шесть степеней свободы. Для описания поворота частей конструкции относительно оси вращения используется Revolute Joint (цилиндрический шарнир), который имеет только одну степень свободы. Для задания шарнирных соединений в ANSYS WB нужно зайти в Model->Connections, щёлкаем правой кнопкой мыши Insert->Connection Group (для задания группы шарниров) или Joint.

Далее указываем свойства для этих соединений.

Тип контакта (Connection Type) указываем Body-Body.

Тип (Type) соединения выбираем Revolute. Это означает, что между корпусом и ручкой создано шарнирное соединение (Revolute Joint) с ограничением перемещений по всем степеням свободы, кроме вращения вокруг оси OZ.

Для цилиндрических соединений могут быть заданы жесткость при кручении (Torsional Stiffness) и демпфирование при кручении (TorsionalDamping).

Далее мы должны указать опорное (Reference Body) и подвижное тело (Mobile Body), и места контактов. Выбираем вершины на опорном и

подвижном телах. Далее мы можем указать координатные системы для этих тел. Координатные системы, предлагаемые программой, нас устраивают, ось Oz направлена в нужную сторону, поэтому ничего изменять не будем (Рисунок 2).

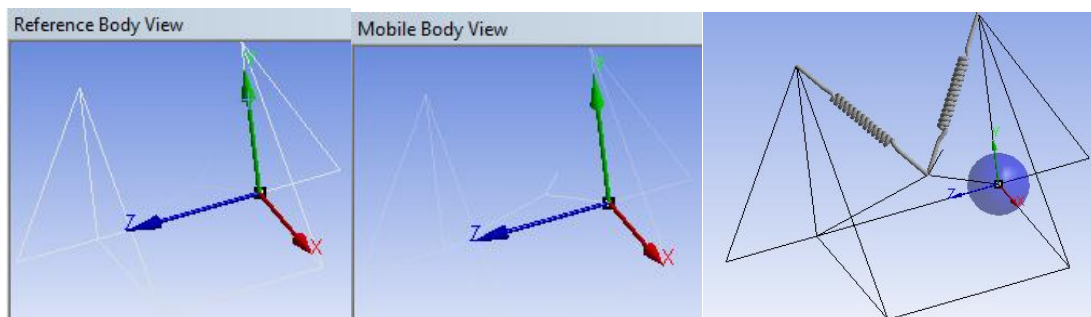


Рисунок 2. Координатные системы опорой и подвижной части. Область контакта

Если тела контактной пары не соприкасаются, а находятся на некотором расстоянии, то мы можем указать радиус области контакта (Pinball Region). Для конца ручки укажем радиус контакта 0.16м (Рисунок 2).

В цилиндрическом соединении минимальный (RZMin) и максимальный (RZMax) углы поворота могут быть ограничены в движении с помощью параметров блокировки соединения (jointlock) и ограничителя движения в соединении (jointstop). Мы указывать их не будем. Аналогично строим второй шарнир.

Для создания пружин в ANSYS WB нужно зайти в Model->Connections, щелкаем правой кнопкой мыши Insert->Spring.

Для пружин нужно указать материал (Material) выбираем StructuralSteel.Springbehavior указываем на растяжение-сжатие (Both). Жесткость (Stiffness) принимаем равную 5000н/м. Далее указываем точки приложения пружины на подвижном и опорном телах. Область контакта не указываем. Аналогично задаем вторую пружину.

Для того чтобы учесть большие перемещения ручки, в Analysis Settings находим свойство Large Deflection и устанавливаем значение "on".

Включение больших перемещений в ANSYS фактически активизирует четыре различных типа поведения: большие перемещения, большие деформации, изменение жесткости в зависимости от напряженно-деформированного состояния конструкции.

Литература

1. Напрасников В.В. Особенности расчета конструкций с шарнирами в ANSYS Workbench: Метод. указ. / В.В. Напрасников, С.В. Красновская, Ю.В. Напрасникова, А.Н. Соловьев – Минск, БНТУ 2014.-34 с.

СЕКЦИЯ ФИЗИКА

ПЕРЕЧЕНЬ ДОКЛАДОВ

АНАЛИЗ СПЛАВОВ МЕТОДОМ ПОГЛОЩЕНИЯ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ

Я.А. Салькевич, Ю.С. Миргород

Научный руководитель – Качан С.М., к. ф.-м. н., доцент

ПРИБОРЫ НОЧНОГО ВИДЕНИЯ ПОКОЛЕНИЯ 3+

Чучков А.В., Шатуев А.Г.

Научный руководитель – Танана Т.В., ст. преподаватель

ГОЛОГРАФИЯ. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ СОЗДАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Чака С.В., Рогацевич Е.А.

Научный руководитель – Танана Т.В., ст. преподаватель

КОНТРУЛЕНИЕ

Мицевич П.Н., Андросюк И.В.

Научный руководитель – Танана Т.В., ст. преподаватель

ИК ОБОГРЕВАТЕЛИ КАК АЛЬТЕРНАТИВНАЯ СИСТЕМА ОТОПЛЕНИЯ

Романович Н.М.

Научный руководитель – Танана Т.В., ст. преподаватель

РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО ТРАНСФОРМАТОРА

Калий В.А., Стома Д.М., Кот А.С.

Научный руководитель – Мартинович В. А., к.ф.-м.н., доцент

ДЕМОНСТРАЦИЯ ГЕНЕРАТОРА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КОЛЕБАНИЙ

Станкевич П.С., Малюжанец Ж.А.

Научный руководитель – Мартинович В. А., к.ф.-м.н., доцент

ГИРОСКОПИЧЕСКАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Самцова Н.Ю., Русецкий К.И.,

Научный руководитель – Хорунжий И.А., к.ф.-м.н., доцент

АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА КАК АЛЬТЕРНАТИВА ДРУГИМ ВИДАМ ЭНЕРГЕТИКИ В ПРОМЫШЛЕННОМ МАСШТАБЕ

Шумаров Т.Р.

Научный руководитель – Жиров Г.И., к.ф.-м.н, ст. преподаватель.

ВОДОРОДНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

Дыдышко А.Н.

Научный руководитель – Жиров Г.И., к.ф.-м.н., ст. преподаватель.

ПРОИЗВОДСТВО ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Уласик А.С.

Научный руководитель – Жиров Г.И., к.ф.-м.н, ст. преподаватель.

ПРИМЕНЕНИЕ 3D ГОЛОГРАММ В МЕДИЦИНЕ

Хотенко Е. В., Мелюхевич А. В.

Научный руководитель – Маркова Л.В., д.т.н., профессор

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ УСКОРИТЕЛИ МАСС

Никитин Е.А., Науменко В.И., Дехтерёнок М.В., Драневский Д.В.

Научный руководитель – Маркова Л.В., д.т.н., профессор

ПЬЕЗОЭЛЕМЕНТЫ КАК ИСТОЧНИКИ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГИИ

Монич К.И., Рогацевич В.Р., Бернат П.А.

Научный руководитель – Маркова Л.В., д.т.н., профессор

ПРИМЕНЕНИЕ СБОРКИ ХАЛБАХА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ МАГНИТНОЙ ЛЕВИТАЦИИ

Мензелев А.С., Бруцкий-Стемпковский Н.А.

Научный руководитель - Маркова Л.В., д.т.н., профессор

ПРИМЕНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО ПЛАЗМОННОГО РЕЗОНАНСА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СЕНСОРОВ

Гоманова В.А., Богурина Е.А.

Научный руководитель – Маркова Л.В., д.т.н., профессор

МАТЕРИАЛЫ С ОДНОВРЕМЕННО ОТРИЦАТЕЛЬНЫМИ ЗНАЧЕНИЯМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ И МАГНИТНОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ

Базан Т.В., Иселёнок Е.Б.

Научный руководитель – Маркова Л.В., д.т.н., профессор

ЛЕВИТАЦИЯ

Беганский К.А.

Научный руководитель – Русакевич Д.А., к.т.н, доцент

ТЕПЛОВЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ

Устинов А.В.

Научный руководитель - Русакевич Д.А., к.т.н., доцент

ИЗУЧЕНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Бузун Н.А., Сакович М.Д., Шамович П.Е., Подольский Е.О., Мушаликов Д.Л.

Научные руководители – Русакевич Д.А., Хорунжий И.А.

РАЗЛИЧНЫЕ СВЕТООТРАЖАТЕЛИ В АВТОМОБИЛЬНЫХ ФАРАХ И ИХ ФИЗИЧЕСКИЙ СМЫСЛ

Колтун А.Ю., Масло И.А.

Научный руководитель – Русакевич Д.А., к.т.н, доцент

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯВЛЕНИЙ ПЕРЕНОСА В ТЕХНИКЕ: ДИФФУЗИЯ, ВЯЗКОСТЬ, ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ

Шварцовская Ю.Г.

Научный руководитель – Русакевич Д.А., к.т.н, доцент

ОПТИЧЕСКИЕ ИЛЛЮЗИИ И ПОЛУЧЕНИЕ СТЕРЕОСКОПИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Володин П.Г. и Максименко Н.А.

Научный руководитель - Русакевич Д.А., к.т.н., доцент

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ КОНТРОЛЕ ЗНАНИЙ

Шепелюк А.С., Шепелев И.А.

Научный руководитель - Русакевич Д.А., к.т.н, доцент

АНАЛИЗ СПЛАВОВ МЕТОДОМ ПОГЛОЩЕНИЯ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ

Я.А. Салькевич, Ю.С. Миргород

Научный руководитель – Качан С.М., к. ф.-м. н., доцент

Особенности взаимодействия гамма-излучения с веществом позволяют использовать метод поглощения гамма-излучения для анализа металлов и сплавов. Объектом анализа может являться плотность материала, а в случае сплава, дополнительно, его количественный состав и характеристики отдельных компонент. Важно отметить, что данный метод контроля является неразрушающим и обеспечивает при этом высокую точность результата (1-3%).

Нами проведено экспериментальное исследование с целью характеристики сплавов, включающих олово, свинец, кадмий и висмут: SnPb, сплав Розе (SnPbBi) и сплав Вуда (SnPbBiCd)). При этом в нашем распоряжении также находились образцы чистых металлов – Sn, Pb, Cd.

Задачей исследования было установить плотности сплавов, массовое содержание компонентов и коэффициент ослабления гамма-излучения для висмута, не представленного монометаллическим образцом.

1. Определение линейных коэффициентов ослабления материалов

Исследование проводилось методом ослабления пучка гамма-излучения при прохождении через поглотитель наборной толщины d .

Основной характеристикой материала при взаимодействии с гамма-излучением является линейный коэффициент ослабления μ материала-поглотителя, определяющий долю гамма-квантов, выбывающих из пучка на единицу длины пути. Линейный коэффициент ослабления учитывает все виды взаимодействия гамма-излучения с веществом (фотоэффект, Комптон-эффект, образование пар) и, по сути, является эффективным макроскопическим сечением материала.

Важно отметить, что линейный коэффициент ослабления является тем исходным параметром, на основе которого далее можно установить все интересующие нас характеристики сплавов.

Как известно, в «приближении узких пучков» число гамма-квантов в пучке, проходящем через материал-поглотитель толщиной d убывает по экспоненциальному закону [1]:

$$N = N_0 \exp(-\mu d) \quad (1)$$

Значение μ определяется методом наименьших квадратов из графика зависимости отношения числа прошедших через поглотитель гамма-

квантов к их начальному числу в пучке N/N_0 от толщины поглотителя d , построенному в полулогарифмическом масштабе (см. рисунок 1).

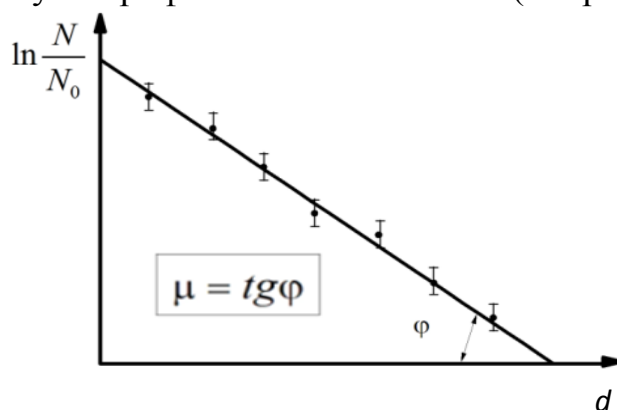


Рисунок 1 – К графическому методу определения линейного коэффициента ослабления μ материала-поглотителя

Использование «приближения узких пучков» предполагает, что прошедший пучок содержит только не вступившие во взаимодействие гамма-кванты с начальной энергией источника. В то же время, экспериментальная реализация узких пучков гамма-квантов вызывает неизбежные трудности, связанные с тем, что на практике детектируемый поток неизбежно включает гамма-излучение, рассеянное в поглотителях, и вторичное (индуцированное) фотонное излучение [1]. Использование при обработке данных эксперимента закона экспоненциального ослабления гамма-излучения в узких пучках для оценки μ также неизбежно будет давать некорректный, завышенный результат.

Чтобы избежать вышеуказанной ошибки мы моделировали узкие пучки, используя в качестве регистрирующего прибора гамма-спектрометр. Получив в результате эксперимента развернутый амплитудный спектр прошедшего через материал-поглотитель гамма-излучения, мы выделяем в нем узкий диапазон пиков фотопоглощения (см. рисунок 2).

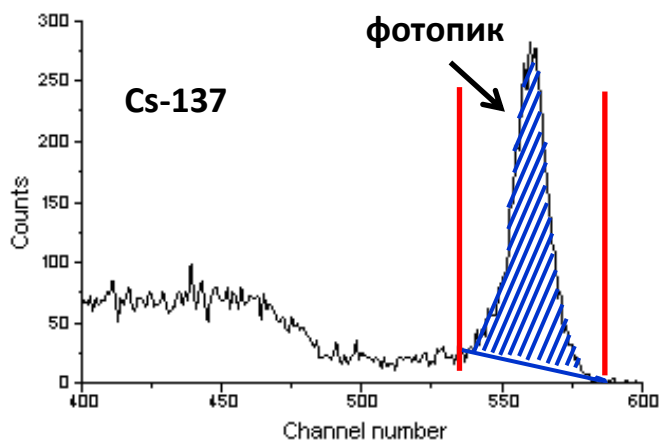


Рисунок 2 – Амплитудный спектр гамма-излучения, прошедшего через материал

Учет числа импульсов в фотопике в качестве числа N прошедших гамма-квантов позволяет искусственным образом отбросить из прошедшего потока гамма-кванты с энергией, меньшей начальной энергии источника и максимально приблизиться к геометрии «узких пучков».

Таким образом, в качестве приборной базы эксперимента был выбран сцинтилляционный бета-гамма-спектрометр модели МКС АТ1315, разработанный белорусским НПУП АТОМТЕХ.

2. Определение плотности и массового содержания компонентов сплавов

Для установления плотности сплавов первоначально было выполнено экспериментальное определение коэффициентов линейного ослабления μ ряда металлов (Sn, Pb, Cd) с известной плотностью ρ . Исследование выполнялось с использованием гамма-источника Co-60 ($E_\gamma=1,25$ МэВ), поскольку в диапазоне энергий гамма-квантов свыше 0,5-0,8 МэВ основным процессом взаимодействия является комптоновское рассеяние на электронах внешней оболочки атомов, что приводит к линейной зависимости $\mu(\rho)$.

Далее мы экспериментально определили линейные коэффициенты ослабления $\mu_{\text{спл}}$ для выбранных сплавов и, используя графическую зависимость $\mu(\rho)$, по значению $\mu_{\text{спл}}$ установили значение плотности $\rho_{\text{спл}}$ для каждого сплава.

Для сплава $\text{Sn}_x\text{Pb}_{1-x}$ также было определено массовое содержание компонентов (x). Для этого мы использовали полученные в предыдущем эксперименте значения μ отдельных металлических компонент (μ_{Sn} , μ_{Pb}), самого сплава μ_{SnPb} и его плотность ρ_{SnPb} , а также связь между массовыми коэффициентами ослабления многокомпонентного вещества [1]:

$$\left(\frac{\mu}{\rho}\right)_{\text{сплав}} = \sum_i \left(\frac{\mu}{\rho}\right)_i \cdot x_i \quad (2)$$

Полученное значение массового содержания олова с погрешностью 0.8% совпадает со значением, заявленным производителем сплава.

Для сплавов с известным количественным составом (сплав Розе $\text{Sn}_{18}\text{Pb}_{32}\text{Bi}_{50}$, сплав Вуда $\text{Sn}_{9,5}\text{Pb}_{41}\text{Bi}_{40}\text{Cd}_{9,5}$) мы экспериментально определили линейный коэффициент ослабления висмута, отсутствовавшего среди имеющихся монометаллических образцов. Значение μ_{Bi} было получено из формулы (2) с использованием известных плотностей отдельных компонент, а также найденных в первом эксперименте плотностей сплавов и линейных коэффициентов ослабления отдельных компонент μ_{Sn} , μ_{Pb} , μ_{Cd} .

Полученные закономерности были положены в основу лабораторной работы по изучению защитных свойств сплавов в практикуме по «Защите от ионизирующих излучений» для студентов 3 курса БНТУ, обучающихся по специальности «Паротурбинные установки атомных электростанций».

Литература

1. Защита от ионизирующих излучений. Том 1. Физические основы защиты от излучений / Н.Г. Гусев [и др.]; под ред. Н.Г. Гусева. – 3-е изд.– М.: Энергоатомиздат, 1992. – 512 с.

ПРИБОРЫ НОЧНОГО ВИДЕНИЯ ПОКОЛЕНИЯ 3+

Чучков А.В., Шатуев А.Г.

Научный руководитель – Танана Т.В., ст. преподаватель

Прибор ночного видения (ПНВ) — класс оптико-электронных приборов, обеспечивающих оператора изображением местности (объекта, цели и т. п.) в условиях недостаточной освещённости. Приборы данного вида нашли широкое применение при ночных боевых действиях, для ведения скрытного наблюдения в тёмное время суток и в тёмных помещениях, вождения машин без использования демаскирующего света фар и т. п. Несмотря на ряд преимуществ, которые они дают своему обладателю, отмечается, что подавляющее большинство имеющихся моделей не способно предоставить возможность периферийного зрения, что обуславливает необходимость специальных тренировок для эффективного их применения.

Прибор ночного видения состоит из следующих частей (рис.1): объектив, инфракрасный осветитель, электронно-оптический преобразователь (ЭОП), окуляр, блок питания, корпус прибора.

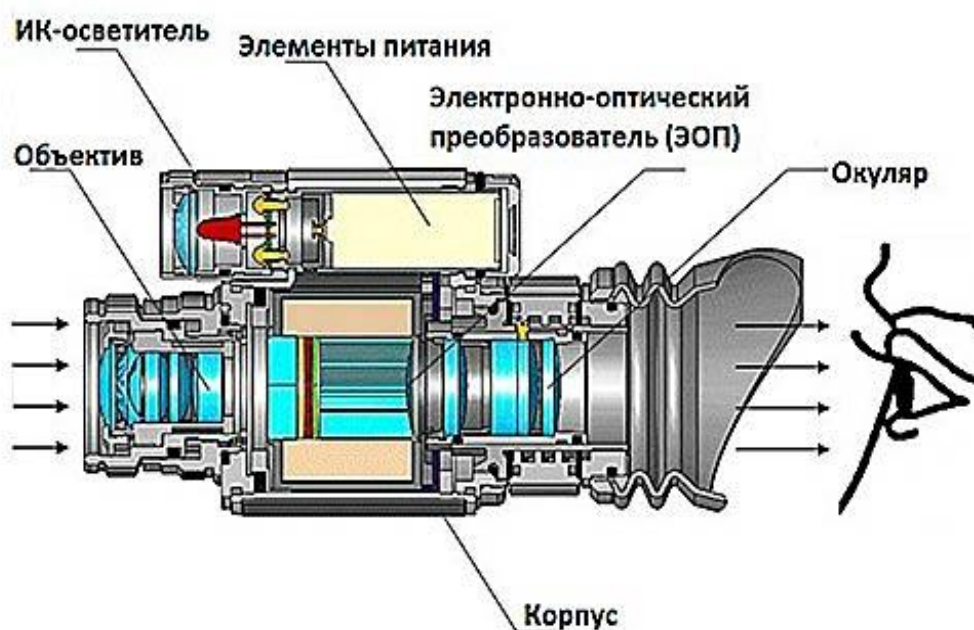


Рисунок 1. Основные части ПНВ

Принцип работы ПНВ основан на усилении улавливаемого света в сотни и тысячи раз.

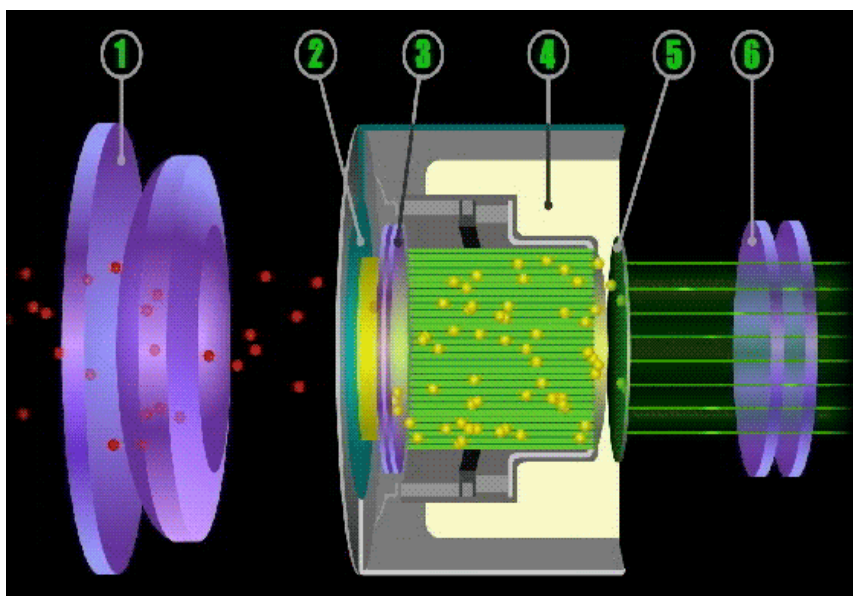


Рисунок 2. Схема работы ПНВ

1. Передняя линза
2. Фотокатод
3. Микроканальная пластина
4. Источник питания
5. Люминофорный экран
6. Окуляр

В объектив прибора попадает слабый свет от объекта. Этот свет в виде фотонов попадает на поверхность фотокатода (рис.2). Задача фотокатода преобразовывать фотоны света в электроны. Фотокатод – это очень тонкий слой фотоэмиссионного вещества, напыленного на внутреннюю поверхность фотокатодного стекла. Фотокатод строит изображение наблюдаемых объектов, создавая на своей поверхности распределение освещенности от объекта наблюдения. При этом с противоположной стороны фотокатода возникает фотоэлектронная эмиссия, при которой под действием света происходит испускание электронов из фотоэмиссионного вещества с таким же пространственным распределением плотности, как и на входе. Далее полученные на выходе фотокатода электроны попадают в рабочую камеру ЭОПа.

В рабочей камере ЭОПа создается напряжение, для чего используется специальный высоковольтный трансформатор, который преобразует 3В от блока питания примерно в 16 кВ. В рабочей камере ЭОПа электроны, вышедшие из фотокатода, начинают ускоряться под действием электрического поля. Ускоряясь, они увеличивают свою кинетическую энергию и с высокой энергией ударяются в экран окуляра, на который нанесен люминофор. При взаимодействии электронов с экраном окуляра люминофором начинает светиться - испускать фотоны

света, которые наблюдаются в виде перевёрнутого изображения через линзу окуляра как через лупу. Поэтому производители ставят оборачивающую линзу внутри прибора, чтобы на выходе получить нормальное изображение

При работе прибора в абсолютной темноте используется ИК-осветитель. ИК-осветитель служит дополнительным источником света и используется, когда естественной освещённости окружающего пространства недостаточно для комфортной работы ПНВ. В качестве источника света в ИК осветителях чаще всего используются ИК-светодиоды. Процесс распознавания инфракрасного света абсолютно идентичен процессу распознавания видимого света.

Развитие ПНВ имеет большое значение как в военной сфере, так и в гражданской. Многообещающее будущее для новых поколений ПНВ заключается в увеличении поля зрения, уменьшении размеров приборов, а также в комбинировании ПНВ и тепловизоров.

Литература

1. Поколения приборов ночного видения. Все от А до Я: [Электронный ресурс] //«allammo.ru», 2007-2018. Режим доступа <https://allammo.ru/blog/pokolenija-priborov-nochnogo-videnija/> (доступ свободный) - Загл. с экрана. – Яз. рус.
2. Принцип работы прибора ночного видения: [Электронный ресурс] //« vashtehnik.ru», 20013-2018. Режим доступа <http://vashtehnik.ru/elektronika/princip-raboty-pribora-nochnogo-videniya.html> (доступ свободный) - Загл. с экрана. – Яз. рус.
3. Грузевич, Ю.К. Оптико-электронные приборы ночного видения: учебник для бакалавров / Ю. К. Грузевич.— 3-е изд., перераб. и доп.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014.— 276 с.

ГОЛОГРАФИЯ. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ СОЗДАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Чака С.В., Рогацевич Е.А.

Научный руководитель – Танана Т.В., ст. преподаватель

Голография - это интерференционный метод регистрации световых волн, которые дифрагировали на объекте, освещенном когерентным светом. При этом волны должны проинтерферировать с согласованной с ними по фазе опорной волной. Если волны обладают достаточной степенью когерентности, то распределение разности их фаз в пространстве остается постоянным в течение времени, необходимого для регистрации голограммы. Следовательно, возникает стационарная интерференционная картина с определенным распределением интенсивности. Поле, соответствующее этой картине, носит название голографического поля. Отображение этой картины на каком-либо носителе, например, на фотографической пластинке, называется голограммой. Голограмма содержит информацию и о фазе, и об амплитуде дифрагированных на объекте волн, благодаря чему обеспечивается возможность их точного восстановления при освещении голограммы восстанавливающей волной, подобной опорной волне, использовавшейся при записи голограммы.

Сохранение воспроизводимой информации о фазе является уникальной особенностью метода голографии. В противоположность ему фотография позволяет сохранить только пространственное распределение интенсивности света, формирующее изображение объекта. Интенсивность же описывается, как известно, квадратом модуля комплексной амплитуды световой волны и, следовательно, не содержит информацию о ее фазовом распределении. В то же время в методе голографии информация об амплитуде и фазе регистрируемой волны, идущей от объекта, кодируется с помощью опорной волны еще до регистрации голограммы.

Голографический метод применим ко всем волнам: электронным, рентгеновским, световым, микроволнам, акустическим и сейсмическим при условии наличия когерентных источников этих волн, пригодных для формирования соответствующих голографических полей. Наибольшее распространение в настоящее время получила оптическая голография, что объясняется, в первую очередь, доступностью лазеров – источников когерентного излучения, и средств регистрации и наблюдения восстановленных изображений.

Рассмотрим подробно суть метода голографии. Пучок света, создаваемый лазером, отличается от света, испускаемого обычными источниками, например, электролампой. Во-первых, он монохроматичен, т.е. характеризуется только одной длиной волны. Во-вторых, он когерентен, т.е. гребни и впадины каждой его волны согласуются с гребнями и впадинами каждой другой волны. Если рассматривать пучок света как последовательность волновых фронтов, лазерный луч представляет собой такой луч, в котором все точки волнового фронта согласованы по фазе. При взаимном наложении двух когерентных волновых фронтов (в месте пересечения двух когерентных пучков) происходит интерференция: волновые фронты усиливают друг друга, если совпадают по фазе, и ослабляют, если не согласуются по фазе. На интерференции и основана голография. Одну из возможных схем (рис. 1) регистрации голограмм трехмерных объектов можно реализовать с помощью когерентного света от лазера, который разделяется на два пучка. Одним пучком освещается объект, который необходимо зарегистрировать; свет, отражающийся от объекта, падает на фотографическую пластинку или другую фоточувствительную регистрирующую среду. Другой пучок, называемый опорным, направляется зеркалом под некоторым углом на ту же фотографическую пластинку, где его волновой фронт налагается на волновой фронт, пришедший от объекта. В результате взаимного наложения двух когерентных волновых фронтов возникает интерференционная картина, которая и регистрируется на фотографической пластинке, как изменения плотности почернения - увеличение плотности почернения в тех местах, где волновые фронты совпадают по фазе, и уменьшение плотности почернения там, где они пришли не в фазе. Эта запись интерференционной картины и называется голограммой.



Рисунок 1. Схема регистрации голограмм

В настоящее время наибольшее развитие в области применения голограмм получила изобразительная голография. Отличительная особенность изобразительных голограмм — реалистичность воспроизводимых ими трехмерных изображений, которые часто трудно

отличить от реальных объектов. Эта особенность обусловлена тем, что при специальном освещении голограмма не только передает объем предметов с большим диапазоном яркостей, высоким контрастом и четкостью, но также дает возможность четко наблюдать точное изменение бликов и теней в случае изменения угла наблюдения при рассматривании этих предметов.

Создание фоторезисторов и применение аморфных или жидких полупроводников стало основой регистрирующих сред для устройств динамической голографии, то есть средства отображения информации с очень быстро меняющейся картинкой. Метод мультипликации для динамической голографии реализуется с помощью электронного устройства, называемого голографический дисплей. Такой метод можно рассмотреть на основе устройства дисплея. Необходимо три RGB-лазера, чтобы у человека возникло полное цветовое представление. Следующий необходимый элемент — это осветительная система, чтобы преобразовать от лазера источник света к нужному формату и дальше осветить модулятор. В качестве модуляторов сейчас для дисплея используют кристаллы из кремния. Технология модуляторов на жидком кремнии, позволяет достигать очень высокой разрешающей способности дисплея.

Современная прикладная физика с разных сторон идет к решению одной задачи — созданию голографического дисплея для массового применения.

Литература

1. Ландсберг Г.С. Оптика - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003.
2. Кольер Р., Беркхарт К., Лин Л. - Оптическая голография - М.: Мир, 1973.
3. Академик-ру // Голография [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_colier/6771/ГОЛОГРАФИЯ.
4. Постнаука-ру // Голографические дисплеи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://postnauka.ru/video/83447>.

КОНТРРУЛЕНИЕ

Мицевич П.Н., Андросюк И.В.

Научный руководитель – Танана Т.В., ст. преподаватель

Контрруление — высокоэффективный приём управления двухколёсным (одноколейным) транспортом, основанный на осознанном манипулировании центробежной и силой притяжения путём смещения колеса (колёс) в сторону от равновесной точки опоры. Само название состоит из двух частей «контр» и «руление», то есть «руление наоборот», противоруление. Основная цель контрруления — быстрое (доли секунды) достижение нужного угла наклона мотоцикла или другого двухколёсного (одноколейного) транспортного средства перед изменением траектории на желаемую, например, перед поворотом или для восстановления прямолинейного движения после него.

Обычно контрруление рассматривают на примере мотоцикла. Мотоцикл — это сложный, контринтуитивно управляющийся объект, имеющий значительную массу. Мотоцикл, как и любое тело, движется в соответствии с законами физики. Устойчивость мотоциклу придает гироскопический эффект, создаваемый вращающимися вокруг своей оси колесами. Колеса являются мощным гироскопом. Они испытывают на себе действие сил, приводящих к "гироскопической прецессии", что заставляет переднее колесо поворачивать в направлении наклона мотоцикла. Прецессия — это такое поведение гироскопа, которое заставляет мотоцикл наклониться, когда его оси пытаются повернуть. Гироскопический эффект, образующийся при высокой скорости вращения колеса, стабилизирует положение мотоцикла, делая его устойчивым в повороте. Следует учитывать, что одновременно с повышением устойчивости мотоцикла уменьшается его маневренность, и им становится сложнее управлять.

В отличие от автомобиля мотоцикл может изменить направление движения только за счет наклона. Всё предельно просто: нет наклона - нет поворота. Как это сделать на прямолинейно движущемся мотоцикле?

Для изменения угла наклона мотоцикла и используется контрруление. То есть, контрруление слегка «сбивает с толку» мотоцикл: когда вы толкаете правую ручку, нижняя часть мотоцикла в какой-то момент поворачивает влево, но это тут же вызывает правый наклон, что в итоге и заставляет его повернуть направо. Этот эффект выражается в сопротивлении руля изменению положения. Он усиливается по мере роста скорости. Однако, приложенные к рулю усилия, направляющие колесо наружу поворота за счёт гироскопической прецессии, трансформируются в момент силы, наклоняющей мотоцикл в сторону поворота. В итоге контрруление можно разделить на несколько фаз: В первой фазе, при движении по прямой, в точке вхождения в поворот выполняется

кратковременное, плавное движение рулём мотоцикла в сторону, противоположную повороту, что даёт увод следа мотоцикла в сторону от стабильной точки опоры системы «гонщик-мотоцикл». За счёт силы притяжения это создаёт опрокидывающий момент в сторону поворота, мотоцикл начинает "падать" в поворот. Во второй фазе руль обратным движением приводится в постоянное для намеченной траектории положение, так, чтобы обеспечить компенсацию только что образовавшегося момента силы тяжести центробежной силой, сформировавшейся из-за движения теперь уже по концентрической траектории. В точке выхода из поворота для восстановления вертикального положения тем же способом контрруление осуществляется в обратную сторону.

Для прохождения поворота по той же траектории на большей скорости требуется больший угол наклона транспортного средства, поэтому и смещение колеса при контррулении должно быть или более длительным, или иметь большую амплитуду.

Данный приём работает на любых скоростях и является единственным способом изменения траектории движения двухколёсного транспортного средства прямым воздействием на руль.

Изучая следы от велосипеда на песке при езде по прямой траектории на низкой скорости, можно заметить, что след переднего колеса постоянно пересекает траекторию движения то в одну, то в другую сторону. Чем меньше была скорость движения, тем следы переднего колеса становятся более крутыми, движения руля более частыми. Большие и резкие махи руля на низкой скорости обусловлены необходимостью сместить переднее колесо на определённое расстояние в сторону за то же время. При росте скорости для такого смещения требуются гораздо меньшие, незаметные махи. В этом примере первичное отклонение от вертикального положения возникает произвольно из-за несовершенства чувства равновесия человека и неровностей дороги. Однако потом начавшееся падение компенсируется контррулением до восстановления вертикального положения и прямолинейной траектории. Таким образом, первичное обучение езде на велосипеде сводится к выработке рефлекса контрруления при минимальном наклоне транспортного средства.

Литература

1. Ульрих Лют. Физика и ее приложения в технике и окружающей среде: Карл Ханзер Verlag; Мюнхен, Вена-2004 ISBN 3-446-22884-5
2. Кейт Код. Техника вождения мотоцикла
3. Фонд мотоциклетной безопасности. Мотоцикл для начинающих. / Перевод с английского — М: Изд-во SPUTNI K BOOKS, 2006 г. - 248 стр.

ИК ОБОГРЕВАТЕЛИ КАК АЛЬТЕРНАТИВНАЯ СИСТЕМА ОТОПЛЕНИЯ

Романович Н.М.

Научный руководитель – Танана Т.В., ст. преподаватель

Инфракрасный обогреватель — отопительный прибор, отдающий тепло в окружающую среду посредством инфракрасного излучения. Инфракрасное отопление действует не так как более привычное конвекторное. От излучаемых волн нагреваются предметы — стены, пол, потолок, мебель — а уже от них нагревается воздух в помещении, поэтому поверхностям достается достаточно тепла (рис. 1). Это позволяет достигать 70% экономии энергии. Человека, находящегося в нагретом инфракрасным излучением комнате, тепло окутывает со всех сторон. Кроме того, при помощи инфракрасных обогревателей появляется возможность местного обогрева только тех площадей в помещении, в которых это необходимо без обогрева всего объема помещения. Тепловой эффект от инфракрасных обогревателей ощущается сразу после включения, что позволяет избежать предварительного нагрева помещения. Вторая причина экономии — наличие терморегулятора. При его наличии обогреватели работают небольшой промежуток времени, когда температура в помещении падает ниже установленной.

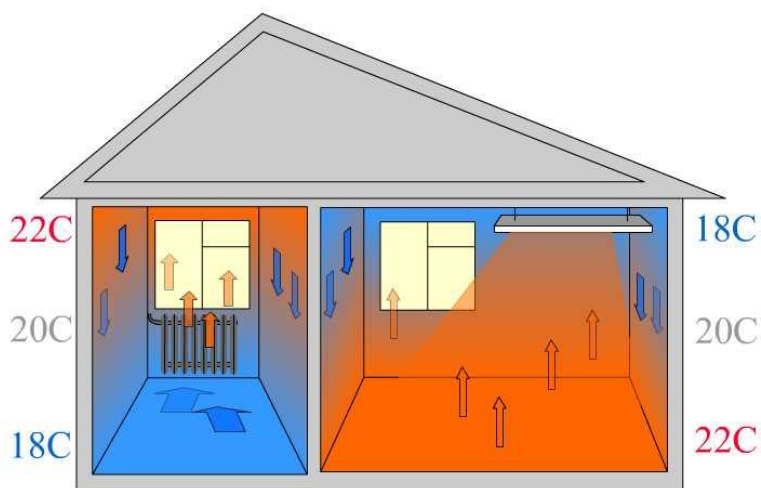


Рис. 1

В зависимости от диапазона излучения, инфракрасные обогреватели делят на:

- Коротковолновые;
- Средневолновые;

- Длинноволновые.

Самый комфортный для человека диапазон ИК-излучения – длинноволновой, в его рамках функционирует большинство инфракрасных обогревателей. Исключение – приборы дальнего действия, устанавливаемые на потолках производственных зданий. Они излучают в среднем и коротком диапазонах. Использовать такие излучатели в жилых зданиях недопустимо. Так как коротковолновой части спектра способны проникнуть на глубину нескольких сантиметров, вызывая нагревание внутренних органов. В месте облучения из-за расширения капилляров может появиться покраснение кожи, вплоть до образования волдырей.

Прежде чем рассмотреть устройство инфракрасного обогревателя, отметим, что эти приборы производятся в основном 2-х видов:

- электрические: в них используются нагревательные элементы различных видов: карбоновые спирали, трубчатые ТЭНы, галогенные лампы и пленочные микатермические панели.
- газовые: здесь ИК-лучи выделяет нагретый керамический элемент.

Устройство инфракрасного электрические обогревателя мы рассмотрим на примере потолочного длинноволнового обогревателя (рис. 2). Роль нагревательного элемента в котором играет алюминиевая пластина со встроенным ТЭНом особой конструкции. На поверхность пластины нанесено анодированное покрытие, улучшающее теплоотдачу поверхности. С обратной стороны установлен отражатель и слой теплоизоляционного материала.

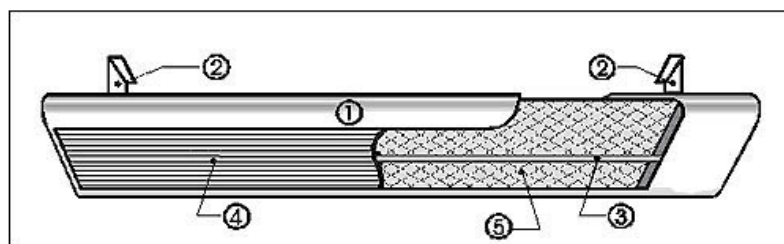


Рис. 2

- 1 – металлический корпус;
- 2 – кронштейны крепления к потолку;
- 3 – ТЭН;
- 4 – излучающая пластина из алюминия;
- 5 – слой тепловой изоляции с отражателем.

Прочие электрические приборы инфракрасного обогрева с другими видами нагревательных элементов конструктивно мало чем отличаются от излучателей подвесного типа.

Принцип работы газового инфракрасного обогревателя аналогичен электрическому, только получение тепловой энергии происходит разными путями.

Устройство газового инфракрасного обогревателя довольно простое и состоит из: металлического корпуса, газовой горелки, системы регулировки горелки и клапанов. Следует учесть то, что, если просто использовать все эти элементы для обогрева, обогреватель будет напоминать обыкновенную газовую печь. Поэтому, чтобы устройство обогревало не воздух, в конструкции прибора предусмотрен инфракрасный излучатель в форме керамических панелей, которые тепло, выделяемое при горении газа, преобразовать в инфракрасное излучение (рис. 3).

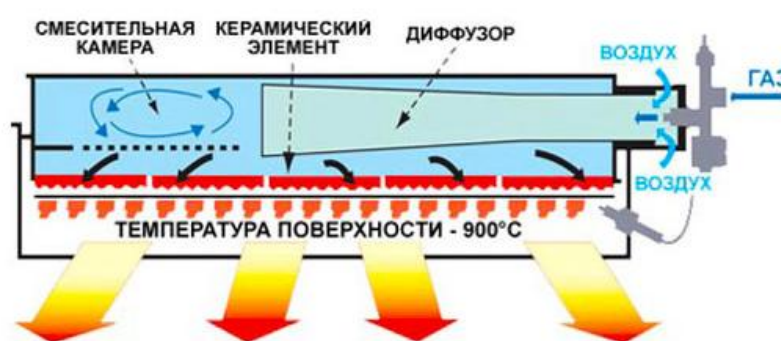


Рис. 3

Преимущества ИК обогревателей:

- инфракрасное отопление способно нагреть помещение в максимально короткий срок;
- инфракрасные излучатели не сжигают в составе воздуха кислород, не делают воздух сухим;
- приборы работают абсолютно бесшумно;
- равномерно распространяют тепло в комнате;
- длительный срок эксплуатации;
- экологичность.

Литература

1. Ландсберг Г.С. Оптика - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003.
2. Детлаф А.А.: Курс физики. - М.: Академия, 2007
3. Котликс-ком // Принцип работы инфракрасного обогревателя [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cotlix.com/princip-raboty-infrakrasnogo-obogrevatelya>.

РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО ТРАНСФОРМАТОРА

Калий В.А., Стома Д.М., Кот А.С.

Научный руководитель – Мартинович В. А., к.ф.-м.н., доцент

Электронный трансформатор представляет собой устройство для преобразования напряжения. Применяются такие преобразователи в освещении для питания галогенных ламп [1]. Импульсы на выходе электронного трансформатора следуют с частотой 55000 Гц, амплитудное значение 17В. Почти 20% времени напряжение на выходе электронного трансформатора вообще равно нулю.

Принципиальное отличие электронных трансформаторов от аналоговых (или линейных) источников питания заключается в том, что преобразование напряжения в них осуществляется не на частоте питающей электросети (50Гц), а на значительно более высокой частоте (обычно в диапазоне 30000-50000 Гц). Благодаря переходу на такие частоты удалось значительно уменьшить размеры и вес источников питания, а также значительно повысить их КПД, который в современных моделях достигает 95%.

Недостатки электронного трансформатора:

1. Значение 12В, указанное в паспорте электронного трансформатора – это действующее (усредненное) напряжение. Реально в выходном напряжении могут присутствовать короткие импульсы амплитудой до 40В.
2. Сигнал на выходе электронного трансформатора имеет высокую частоту и содержит импульсы разной полярности.
3. Выходное действующее напряжение электронных трансформаторов нестабильно, зависит от входного напряжения питающей сети, от мощности подключенной нагрузки, от температуры окружающей среды и может лежать в пределах 11-16В.
4. Электронный трансформатор не способен работать при маленькой нагрузке. В его характеристиках обычно указывается нижняя и верхняя граница допустимой мощности нагрузки, например, 30-300 Вт [2].

Целью работы являлось разработка и создание электронного трансформатора малого веса, малых габаритов, с высокой частотой работы.

Электрическая схема представлена на рис.1:

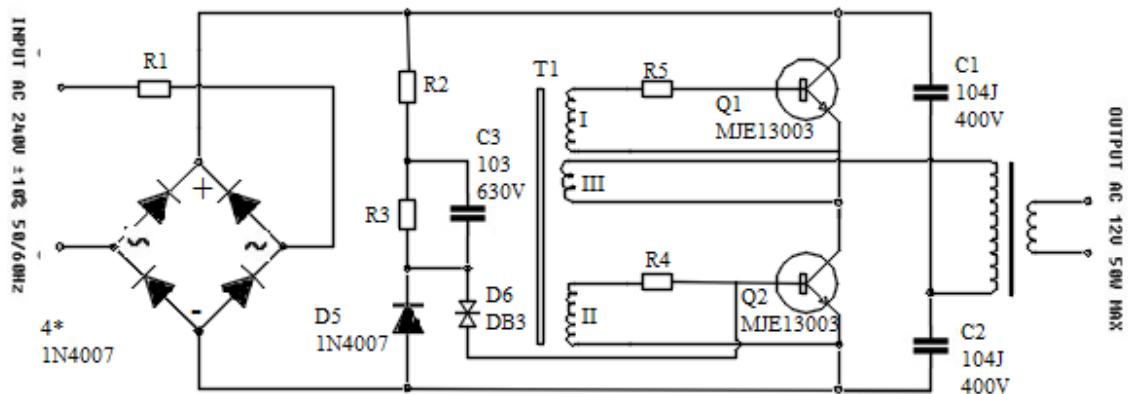


Рисунок 1. Электрическая схема электронного трансформатора

Внешний вид устройства представлен на рис.2.

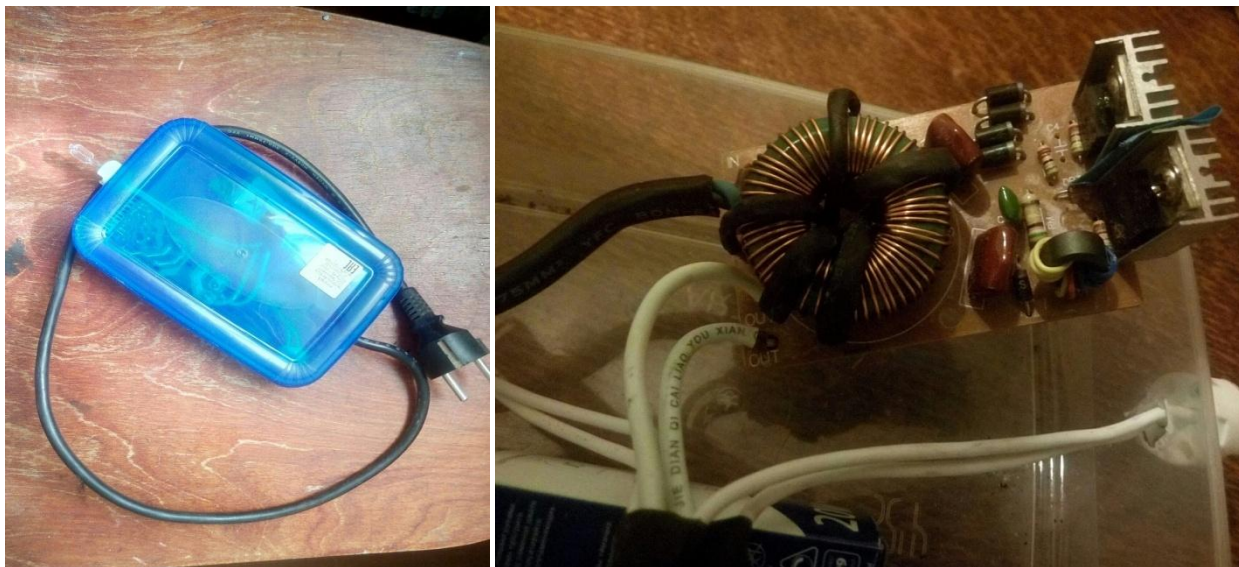


Рисунок 2. Внешний вид электронного трансформатора

Устройство представляет собой двухтактный автогенератор, выполненный по полумостовой схеме [3]. Два плеча моста состоят из транзисторов Q1 и Q2, а два других плеча содержат конденсаторы C1 и C2, поэтому такой мост называется полумостом. Генератором в этой схеме является диодный тиристор или динистор. Сетевое напряжение 220В выпрямляется диодным выпрямителем. На входе питания присутствует ограничительный резистор. Он одновременно служит и предохранителем, и защитой от бросков сетевого напряжения при включении [4].

В одну из диагоналей моста подается сетевое напряжение, выпрямленное диодным мостом, а в другую включена нагрузка. В данном случае это первичная обмотка выходного трансформатора. Для управления работой транзисторов в их базовые цепи включены обмотки I и II трансформатора обратной связи T1. Обмотка III – это обратная связь по току, через нее подключена первичная обмотка выходного трансформатора.

Управляющий трансформатор T1 намотан на ферритовое кольцо с внешним диаметром 8 мм. Базовые обмотки I и II содержат по 3-4 витка, а обмотка обратной связи III – всего один виток. Все три обмотки выполнены проводами в разноцветной пластиковой изоляции, что немаловажно при экспериментах с устройством.

На элементах R2, R3, C4, D5, D6 собрана цепь запуска автогенератора в момент включения всего устройства в сеть. Выпрямленное входным диодным мостом напряжение сети через резистор R2 заряжает конденсатор C4. Когда напряжение на нем превысит порог срабатывания динистора D6, последний открывается и на базе транзистора Q2 формируется импульс тока, который запускает преобразователь.

Дальнейшая работа осуществляется без участия цепи запуска. Следует заметить, что динистор D6 двухсторонний, может работать в цепях переменного тока, в случае постоянного тока полярность включения значения не имеет.

Сетевой выпрямитель выполнен на четырех диодах типа 1N4007, резистор R1 с сопротивлением 1 Ом и мощностью 0,125 Вт используется в качестве предохранителя.

На выходе схемы, так как ток переменный, а нам нужен постоянный, мы поставили ещё один диодный мост на 12 В на диодах Д226Т.

Выходное напряжение с обмотки трансформатора подается прямо на нагрузку. Отсутствуют цепи стабилизации выходного напряжения и защиты, поэтому при коротком замыкании в цепи нагрузки сгорают сразу несколько элементов и, как правило, это транзисторы Q1, Q2, резисторы R4, R5, R1.

Схема себя вполне оправдывает при использовании его в штатном режиме, т.е. для питания галогенных ламп. Простота схемы обуславливает ее дешевизну и широкую распространенность устройства в целом.

Литература

1. Электронный трансформатор. Устройство и схема. Режим доступа: [<http://go-radio.ru/elektronniy-transformator.html>], Дата доступа: [18.04.18]
2. Сайт электрика. Как это устроено. <http://electric.info/device/1081-chtotakoe-impulsnyy-blok-pitaniya.html>], Дата доступа: [14.04.18]

3. Электрика и электрооборудование, электротехника и электроника.

Режим доступа:

[<https://electrosam.ru/glavnaja/jelektrooborudovanie/jelektropitanie/elektronnye-transformatory/>], Дата доступа: [12.04.18]

4. Воронин П.А. Силовые полупроводниковые ключи: семейства, характеристики, применение. / П.А. Воронин . – Додэка-XXI, 2005. – 384с.

5. Гейтенко Е.Н. Источники вторичного электропитания. Схемотехника и расчет. / Е.Н. Гейтенко. – Солон-Пресс, 2008 – 448с.

УДК 537.86

ДЕМОНСТРАЦИЯ ГЕНЕРАТОРА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КОЛЕБАНИЙ

Станкевич П.С., Малюжанец Ж.А.

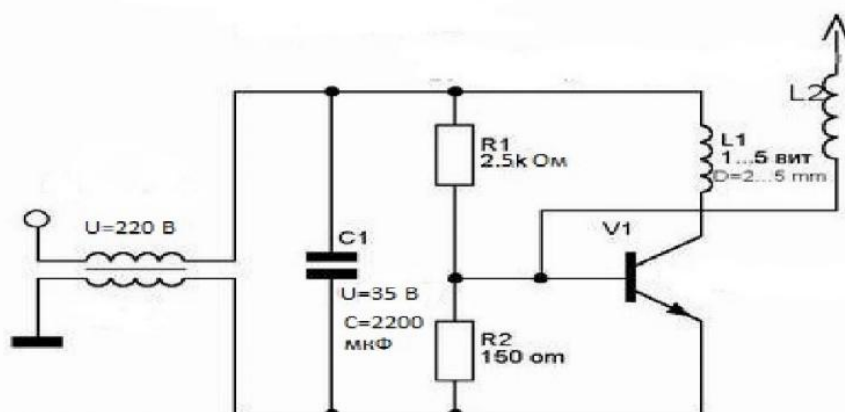
Научный руководитель – Мартинович В. А., к.ф.-м.н., доцент

Трансформатор Тесла, или катушка Тесла – это устройство, которое является резонансным трансформатором, производящим высокочастотное напряжение.

Трансформатор Тесла основан на использовании резонансных стоячих электромагнитных волн в катушках. Его первичная обмотка содержит небольшое число витков и является частью искрового колебательного контура, включающего в себя также конденсатор и искровой промежуток. Вторичной обмоткой служит прямая катушка провода. При совпадении частоты колебаний колебательного контура первичной обмотки с частотой одного из собственных колебаний (стоячих волн) вторичной обмотки вследствие явления резонанса во вторичной обмотке возникнет стоячая электромагнитная волна и между концами катушки появится высокое переменное напряжение [1].

Целью работы являлось создание генератора электромагнитных колебаний, его описание, а также демонстрация возможностей.

Электрическая схема установки имеет вид:



Количество витков для вторичной и первичной обмоток – 1000 и 5. В схему входит: 2 резистора, сопротивление которых 150 Ом и 2,5 кОм, конденсатор электролитический с напряжением 35 В и ёмкостью 2200 мкФ, транзистор, вентилятор, предназначенный для исключения перегрева транзистора (рис.1).



Рисунок 1. Внешний вид генератора

Возможности генератора могут быть продемонстрированы следующим образом:

1) *Свечение газоразрядной лампы, внесенной в поле катушки (рис.2)*

Так как вокруг трансформатора возникает электромагнитное поле, то при вводе обычной энергосберегающей газоразрядной лампы в поле трансформатора она начинает светиться, яркость свечения составляет примерно 45% от полной её мощности (это примерно 8 Вт), при этом потребляемая мощность всей системы составляет 6 Вт.

Для усиления эффекта можно воспользоваться сферой, обмотанной фольгой. Сфера равномерно распределяет вокруг себя электрическое поле. Из-за этого наблюдается значительное увеличение выходного напряжения за счёт гладкости (большого радиуса кривизны) поверхности.

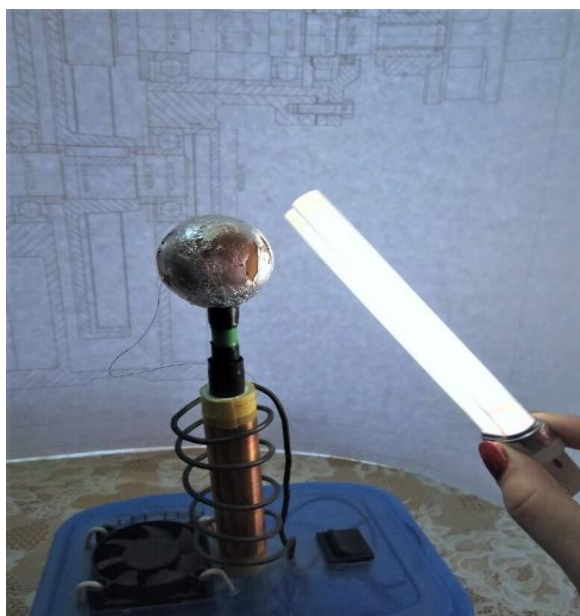


Рисунок 2. Демонстрация свечения газоразрядной лампы

2) Возникновение электрического разряда (рис.3)

Разряд (пробой) в воздухе обусловлен тем, что на конце проволоки за счёт малого радиуса кривизны поверхности, возникает переменное электрическое поле высокого потенциала. При поднесении цоколя лампы накаливания к разряду катушки Тесла возникает разряд внутри лампы между ее нитью и стеклянным корпусом лампы, что свидетельствует о том, что воздух недостаточно разряжен. Таким образом можно проверять степень вакуума в герметично запечатанных сосудах.



Рисунок 3. Демонстрация электрического разряда

3) Передача электроэнергии на расстоянии (рис.4)

Вспользуемся медным проводом, предварительно соединенным со светодиодом. При протекании в первой катушке переменного тока, катушка создаёт вокруг себя переменное магнитное поле. Если в это магнитное поле поместить вторую катушку, то из-за действия поля в ней появится электродвижущая сила (ЭДС). При внесении провода со светодиодом в поле наблюдается свечение светодиода. Следовательно, данная катушка может служить беспроводной зарядкой, которая передаёт электроэнергию на расстоянии.

4) Индукционный нагрев материалов (рис.5)

В качестве примера воспользуемся ножницами. Индукционный нагрев – это нагрев переменным электромагнитным полем проводника, помещенного в это поле. В проводнике возникают вихревые токи, которые и нагревают его. Тепло во вкладке распределяется неравномерно, а только в поверхностных ее слоях и далее по объему распространяется за счет теплопроводности материала вкладки. Причем с повышением частоты переменного магнитного поля глубина проникновения уменьшается, а интенсивность увеличивается [3].

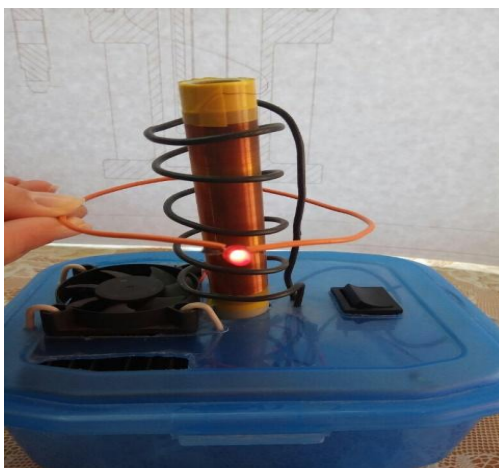


Рисунок 4. Демонстрация свечения светодиода



Рисунок 5. Демонстрация индукционного нагрева

Литература

1. Катушка Тесла. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>. – Дата доступа: 12.05.2018.
2. Катушка Тесла. Устройство. Виды и работа. Применение. – Режим доступа: <https://electrosam.ru>. – Дата доступа: 10.05.2018.
3. Индукционный нагрев и индукционная плавка металлов. – Режим доступа: <http://electricalschool.info>– Дата доступа: 11.05.2018.

ГИРОСКОПИЧЕСКАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Самцова Н.Ю., Русецкий К.И.,

Научный руководитель – Хорунжий И.А., к.ф.-м.н., доцент

Идея использования гироскопов для поддержания равновесия двухколесных транспортных средств известна достаточно давно. Но такие транспортные средства не получили широкого распространения. Связано это с разными причинами: во-первых, необходимостью обеспечить равновесие во время стоянки при выключенном гироскопе, а также при выходе гироскопа из строя, а во-вторых, необходимостью использовать эффективную систему управления системой стабилизации.

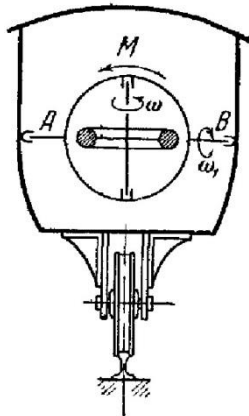


Рис. 1. Размещение гироскопа в транспортном средстве.

В настоящее время возрождается интерес к использованию гироскопов для стабилизации транспортных средств (например, гироскутеры), т.к. двухколесные транспортные средства более компактны, экономичны и менее материалоемки, чем традиционные четырехколесные или трехколесные. В гироскутерах гироскоп используется как источник управляющих сигналов для поддержания баланса. При этом важную роль играет микропроцессор, который в соответствии с сигналами, получаемыми от гироскопа, управляет электроприводом колес.

Возможна непосредственная стабилизация транспортного средства (например, вагона) с использованием гироскопических сил. Для этого в транспортном средстве устанавливается массивный гироскоп, быстро вращающийся вокруг вертикальной оси (см. рис.1). Для предотвращения опрокидывания вагона гироскоп должен иметь возможность поворачиваться вокруг горизонтальной оси AB . Поворот гироскопа вокруг оси AB осуществляется дополнительным электродвигателем, включаемым то в одном, то в другом направлении в зависимости от того в какую сторону от вертикали происходит отклонение. На рис.1 показано

направление необходимого поворота гироскопа вокруг оси AB с угловой скоростью ω_1 , при отклонении вагона от вертикали вправо, для создания стабилизирующего момента гироскопических сил M . Включение этого электродвигателя осуществляется путем замыкания контактов металлическим шариком, перекатывающимся параллельно оси AB влево или вправо при наклоне вагона.

УДК 620.9

АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА КАК АЛЬТЕРНАТИВА ДРУГИМ ВИДАМ ЭНЕРГЕТИКИ В ПРОМЫШЛЕННОМ МАСШТАБЕ

Шумаров Т.Р.

Научный руководитель – Жиров Г.И., к.ф.-м.н, ст. преподаватель.

На сегодняшний день в мире очень остро стоит проблема получения электрической энергии. Получать ее можно разными способами. В процентном соотношении выработка электроэнергии выглядит так:

ТЭС -более 62%;

ГЭС-20%;

ТАЭС-17%

Альтернативные источники-1 %

На данный момент существуют 2 ветви энергетики:

- на невозобновляемом топливе;
- на возобновляемых источниках.

К возобновляемым источникам относятся:

1) Солнечная энергетика.

Перспективное направление альтернативной энергетики. Несмотря на высокую стоимость оборудования, солнечные батареи — это лучший вариант энергоснабжения не только больших городов, но и сельских местностей, где прокладка кабелей затруднена и дорогостоящая. Преимущества таких СЭС заключается в общедоступности и неисчерпаемости энергии, а также в экологичности таких ЭС. Но такие ЭС напрямую зависят от погоды, а также для их использования в промышленных масштабах нужно использовать мобильные ЭС сопоставимой мощности. Помимо этого есть потребности в аккумуляции энергии, очистке отражающей поверхности и использовании редких материалов.

2) Гидроэнергетика

Подразделяется на 2 вида: непосредственно ГЭС и приливные ЭС.

Рассмотрим ГЭС. В мире достаточно много рек, пригодных для установки на них ГЭС. Одно из самых главных преимуществ данного вида энергетики в том, что он не имеет вредных выбросов в окружающую среду. Но строительство ГЭС отрицательно влияет на жизненные циклы речных рыб, а также прорыв дамбы чреват затоплением земель ниже по течению. Не стоит забывать про необходимость создания больших водохранилищ, земли под которые можно было бы использовать для других целей.

Рассмотрим приливные ЭС. Их недостатки — непостоянство подачи энергии и низкая мощность. Их преимущества - полная экологическая чистота их работы и невысокая себестоимость электроэнергии.

3) Ветряная энергетика

В 1970-м году во время нефтяного кризиса к ветряным электростанциям вырос большой интерес. Этот вид энергетики имеет несколько преимуществ, например: экологическая чистота, небольшая занимаемая площадь, минимальные потери при передаче электроэнергии. К недостаткам можно отнести дороговизну, зависимость от силы ветра, угрозу для птиц.

4) Геотермальная энергетика

Эту энергию вырабатывает тепло и пар, производимые геологической активностью в земной коре. Один из самых интересных видов энергетики, но достаточно прихотливый. Не требует топлива, почти нет вредных выбросов в атмосферу (выброс вредных веществ происходит только при запуске самой станции, т.к. нужно запустить насосы, а потом их можно запитать от самой же станции), также такую станцию можно использовать и для других целей. Поскольку работа станции зависит от процессов, происходящих в земной коре, она может перестать работать по причине изменения процессов в земной коре. Также есть вероятность выброса газов и других токсичных веществ, которые содержатся в земной коре.

Теперь перейдем к энергетике на невозобновляемом топливе.

Невозобновляемое топливо потребляют ТЭС и АЭС.

ТЭС в качестве топлива может использовать торф, уголь, газ, мазут и горючие сланцы. Но в связи с тем, что топливо представляет собой углеводороды, ТЭС сильно загрязняют атмосферу большим количеством выбросов CO_2 и NO_x . Не смотря на этот недостаток, этот вид ЭС самый распространенный. Из преимуществ можно выделить относительную дешевизну топлива, отсутствие проблем с выбором места и небольшую площадь по сравнению с другими ЭС.

АЭС это один из наиболее экологически чистых видов ЭС. К примеру, на ТЭС суммарные годовые выбросы вредных веществ, в которые входят сернистый газ, оксиды азота, оксиды углерода, углеводороды, альдегиды и золотая пыль, на 1000 МВт установленной мощности составляют примерно 13 000 тонн в год на газовых и до 165 000 на пылеугольных ТЭС. Подобные выбросы на АЭС полностью исключены. ТЭС мощностью 1000 МВт потребляет 8 миллионов тонн кислорода в год для окисления топлива, АЭС же не потребляют кислорода вообще. Кроме того, большой удельный (на единицу произведенной электроэнергии) выброс радиоактивных веществ даёт угольная станция. К тому же АЭС не зависят от цен на нефть и практически независимы от источников топлива.

АЭС имеет по сравнению с ТЭС более низкий уровень теплового загрязнения и пониженный расход охлаждающей воды и, соответственно, более высокий КПД. Особых мероприятий требует переработка и утилизация отработанного ядерного топлива.

Вывод. Не смотря на высокую стоимость и большой срок амортизации АЭС имеет ряд преимуществ перед другими видами электростанций. АЭС не так зависимы от географического положения, как СЭС, ВЭС, геотермальные ЭС и ГЭС. Полностью независимы от погодных условий. Экологически более чистые, чем ТЭС. Ядерное топливо не зависит от цен на нефть.

Подводя итог, можно сказать, что АЭС имеют ряд преимуществ по сравнению с другими видами ЭС.

Литература

1. Маргулова Т.Х. Атомные электрические станции. Учебник для вузов.-5-е перераб. и доп. М.: Изд. АТ, 1994
2. Тепловые и атомные электрические станции: Справочник / Под общ. ред. В.А.Григорьева, В.М.Зорина.- 2-е изд., перераб.- М.: Энергоатомиздат, 1989.- 608 с.: ил.- (Теплоэнергетика и теплотехника; Кн. 3).

ВОДОРОДНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

Дыдышко А.Н.

Научный руководитель – Жиров Г.И., к.ф.-м.н., ст. преподаватель.

После исчерпывания природных запасов нефти, людям придется полностью положиться на альтернативные виды получения энергии. Водородный двигатель, как замена ДВС, работающих на черном золоте, является одной из перспектив будущих десятилетий.

Силовые установки такого типа имеют большой КПД и меньшую степень токсичности выхлопных газов. Впрочем, главное преимущество моторов, работающих на водороде, – неограниченный запас сырья для производства топлива. Вода, именно она может стать основой топлива будущего.

Интерес к использованию водорода появился еще во время топливного кризиса 70-х годов, но первый водородный двигатель был изобретен только в начале XIX столетия. Основателем стал Франсуа Исаак де Риваз, который получал водород из воды методом электролиза.

ОСОБЕННОСТИ ВОДОРОДА, КАК ТОПЛИВА ДЛЯ ДВС

- после сгорания остается только водяной пар;
- реакция происходит намного быстрее, чем в случае с бензином либо дизелем;
- детонационная устойчивость позволяет повысить степень сжатия;
- благодаря своей летучести, водород способен проникать в самые малые полости, зазоры между деталями (лишь особые сплавы повышенной прочности способны переносить разрушительное воздействие водорода на структуру металла);
- теплота сгорания водорода в 2,5 раза больше, чем у бензиновой смеси;
- широкий диапазон реакции. Минимальная пропорция водорода, достаточная для реакции с кислородом, составляет всего 4%. Такая особенность позволяет настраивать режимы работы двигателя, дозируя консистенцию смеси;
- хранение водорода осуществляется в сжатом или жидком агрегатном состоянии. При пробое бака, газ под давлением испаряется.

Ввиду перечисленных выше особенностей, использования водорода, как чистого топлива для ДВС, невозможно без внедрения изменений конструкции силового агрегата, а также навесного оборудования.

УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

Главное отличие двигателей на водороде от привычных нам сейчас бензиновых либо дизельных аналогов заключается в способе подачи и

воспламенении рабочей смеси. Принцип преобразования возвратно-поступательных движений КШМ в полезную работу остается неизменным.

Ввиду того что горение топлива на основе нефтепродуктов происходит медленно, камера сгорания наполняется топливно-воздушной смесью немного раньше момента поднятия поршня в свое крайнее верхнее положение (ВМТ). Молниеносная скорость реакции водорода позволяет сдвинуть время впрыска к моменту, когда поршень начинает свое возвратное движение к НМТ. При этом давление в топливной системе не обязано быть высоким (4 атм. достаточно).

В идеальных условиях водородный двигатель может иметь систему питания закрытого типа. Процесс смесеобразования происходит без участия атмосферного воздуха. После такта сжатия в камере сгорания остается вода в виде пара, который проходя через радиатор, конденсируется и превращается обратно в H_2O . Такой тип аппаратуры возможен в том случае, если на автомобиле установлен электролизер, который отделит с полученной воды водород для повторной реакции с кислородом.

На практике такой тип системы осуществить пока что сложно. Для исправной работы и уменьшения силы трения в моторах используется масло, испарения которого являются частью отработанных газов. На современном этапе развития технологий устойчивая работа и беспроблемный запуск двигателя, работающего на гремучем газе, без использования атмосферного воздуха неосуществимы.

Еще более широкого распространения получило применение водорода в качестве компонента топливно-воздушной смеси. Для работы ДВС используется обычное топливо и небольшая часть гремучего газа. Это позволяет повысить степень сжатия, и уменьшить токсичность выхлопных газов.

Одним из возможных путей развития двигателей на водороде является применение силовых установок с топливными элементами. Во время химической реакции водорода и кислорода выделяется энергия, которая используется для питания электродвигателей автомобиля.

ТРУДНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОДОРОДНЫХ ДВС

Главное препятствие на пути внедрения технологии – это стоимость получения водорода (H_2), а также комплектующих для его хранения и транспортировки. К примеру, для сохранения сжиженного состояния нужно поддерживать стабильную температуру $-253^{\circ} C$. Наиболее доступный способ получения H_2 – это электролиз воды. Промышленное снабжение водородом требует больших энергетических затрат.

Рентабельным этот процесс сможет сделать ядерная энергетика, которой также пытаются найти рациональную альтернативу.

Транспортировка и хранение газа требуют использования дорогостоящих материалов и высококачественных механизмов.

Вывод.

Автомобилестроение – далеко не единственная область, где могут применяться водородные двигатели. Водный, железнодорожный транспорт, авиация, а также различная вспомогательная спецтехника могут использовать силовые установки подобного типа. Интерес к внедрению технологии водородных двигателей проявляют как малоизвестные предприятия, так и крупные автоконцерны (BMW, Volkswagen, Toyota, и прочие). Некоторые идут по пути создания двигателей-гибридов, другие делают ставку на электромобили и т.д. Что касается водородных установок, в плане экологии и производительности данный вариант также может в ближайшее время составить конкуренцию ДВС на бензине, газе или дизтопливе. Уже сейчас на дорогах можно встретить не только опытные образцы, но и полноценные представители модельного ряда, приводимые в движение с помощью водорода. BMW 750i Hydrogen, Honda FSX, Toyota Mirai и многие другие модели отлично зарекомендовали себя во время дорожных испытаний. К сожалению, высокая стоимость водорода, отсутствие инфраструктуры заправочных станций, а также недостаточного количества квалифицированных сотрудников, оборудования для ремонта и обслуживания не позволяют запустить такие автомобили в массовое производство. Оптимизация всего цикла использования гремучего газа являются первоначальной задачей области развития водородной энергетики.

Литература

1. Водородный двигатель. [Электронный ресурс] URL: <http://greenvolt.ru/energiya-vody/vodorodnyj-dvigatel/>
2. Водородный транспорт. [Электронный ресурс] URL: <https://www.popmech.ru/technologies/371842-vodorodnyy-transport-tehnologiya-budushchego-ili-polnyy-proval/>
3. Новоселов С.В. Использование водорода в качестве моторного топлива: Теплоэнергетика. – №2. – Москва, 1996. – С.27-28.

ПРОИЗВОДСТВО ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Уласик А.С.

Научный руководитель – Жиров Г.И., к.ф.-м.н, ст. преподаватель.

Физика полупроводников имеет большое значение в современном мире. Исследования проводимости различных материалов начали проводиться в XIX веке. Изучение свойств полупроводников началось, когда возникла потребность в новых источниках энергии. На основе полупроводников были созданы новые приборы: термоэлектродгенераторы, сегнетоэлектрические и фотоэлектрические приборы. Полупроводники имеют большую область применения. Помимо радиотехники на основе полупроводников разработаны фотоэлементы, фотодиоды, интегральные схемы. Это все привело к появлению новых ЭВМ и ПК.

Стандартная технология производства

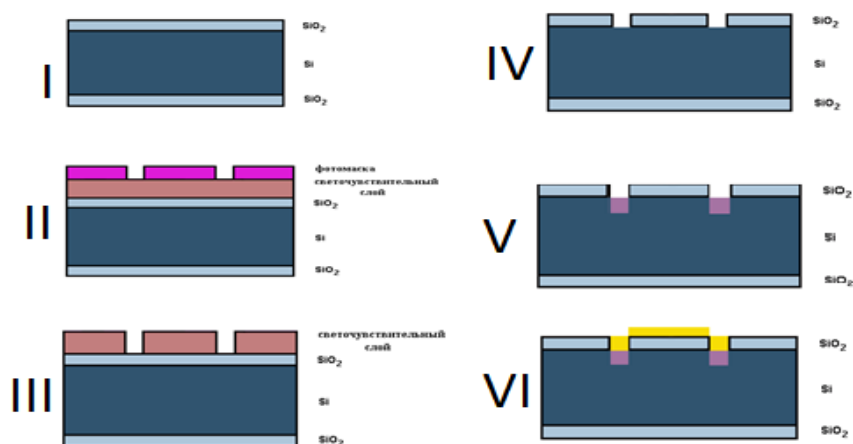


Рисунок 1. Стандартная технология производства полупроводников

Первый шаг процесс окисления кремневой пластины, покрытия ее пленкой окислов - SiO_2 , являющейся прекрасным изолятором и защитой поверхности пластины при литографии. Далее на пластину наносится еще один защитный слой, на этот раз - светочувствительный, и происходит одна из ключевых операций - удаление в определенных местах ненужных участков его и пленки окислов с поверхности пластины, до обнажения чистого кремния, с помощью фотолитографии.

На первом этапе пластину с нанесённой на её поверхность плёнкой светочувствительного слоя помещают в установку экспонирования. По специальным знакам, заранее сформированным на поверхности пластины, установка автоматически выравнивает пластину, настраивает фокус и засвечивает светочувствительный слой через маску и систему линз с

уменьшением так, что на пластине получается изображение кристалла в масштабе 1:1. Сама маска тоже формируется фотохимическим способом, только засвечивание светочувствительного слоя при формировании маски происходит по программе электронным лучом примерно также, как в телевизионном кинескопе.

В результате засвечивания химический состав тех участков светочувствительного слоя, которые попали под прозрачные области фотомаски, меняется. Что дает возможность удалить их с помощью соответствующих химикатов или других методов, вроде плазмы или рентгеновских лучей [4].

После чего аналогичной процедуре подвергается и слой окислов на поверхности пластины. И снова, опять же, уже новыми химикатами, снимается светочувствительный слой:

Затем накладывается следующая маска, уже с другим шаблоном, потом еще одна, еще, и еще... Именно этот этап производства чипа является критическим в плане ошибок: любая пылинка или микроскопический сдвиг в сторону при наложении очередной маски, и чип уже может отправиться на свалку. После того, как сформирована структура чипа, пришло время для изменения атомной структуры кремния в необходимых участках путем добавления различных примесей. Это требуется для того, чтобы получить области кремния с различными электрическими свойствами - р-типа и n-типа, то есть, как раз то, что требуется для создания транзистора. Для формирования р-областей используются бор, галлий, алюминий, для создания n-областей - сурьма, мышьяк, фосфор.

Поверхность пластины тщательно очищается, чтобы вместе с примесями в кремний не попали лишние вещества, после чего она попадает в камеру для высокотемпературной обработки и на нее, в том или ином агрегатном состоянии, с использованием ионизации или без, наносится небольшое количество требуемых примесей. После чего, при температуре порядка от 700 до 1400 градусов, происходит процесс диффузии, проникновения требуемых элементов в кремний на его открытых в процессе литографии участках. В результате на поверхности пластины получаются участки с нужными свойствами. И в конце этого этапа на их поверхность наносится все та же защитная пленка из окисла кремния, толщиной порядка одного микрона.

Все. Осталось только проложить по поверхности чипа металлические соединения (сегодня для этой роли обычно используется алюминий, а соединения сегодня обычно расположены в 6 слоев), и ИМС готова (рисунок 1). В общих чертах, так в результате и получается, к примеру, классический МОП транзистор: при наличии напряжения на затворе начинается перемещение электронов между измененными областями кремния[6].

Развитие технологии полупроводников в мире

Известно, что поиск новых материалов активно ведут все гиганты полупроводниковой промышленности, включая Texas Instruments, IBM и Motorola. Кто найдет замену диоксиду кремния, тот и станет новым технологическим лидером в многомиллиардной индустрии производства микросхем.

Корпорация Intel заявляет, что ни одному из вышеперечисленных "грандов" полупроводниковой промышленности не удалось продвинуться в своих исследованиях так далеко, как ей. Благодаря последним (пока засекреченным) разработкам можно говорить о том, что закон Мура будет действовать долго. Такой вывод позволяют сделать опубликованные технологические планы компании (см. таблицу).

Процесс	P856	P858	Px60	P1262	P1264	P1266	P1268	P1270
Ввод производство	1997	1999	2001	2003	2005	2007	2009	2011
Техпроцесс	0,25 мкм	0,18 мкм	0,13 мкм	90 нм	65 нм	45 нм	32 нм	22 нм
Диаметр пластины (мм)	200	200	200/300	300	300	300	300	300
Соединения	Al	Al	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	?
Канал	Si	Si	Si	раст. Si	раст. Si	раст. Si	раст. Si	раст. Si
Диэлектрик затвора	SiO ₂	SiO ₂	SiO ₂	SiO ₂	SiO ₂	High-k (C	High-k	High-k
Материал затвора	Поликр. кремний	Поликр. кремний	Поликр. кремний	Поликр. кремний	Поликр. кремний	Металл (C	Металл	Металл

Пластины 300 мм

Сейчас в полупроводниковой промышленности заканчивается одна из тех революций, которые случаются раз в десятилетие и полностью меняют облик индустрии. Изготовители микросхем переходят от подложек (wafers), т.е. кремниевых дисков-полуфабрикатов, диаметром 200 мм к подложкам 300 мм. Это позволит заметно удешевить чипы и увеличить объемы производства. Площадь пластины увеличивается более чем в два раза (на 125%), полезный выход кристаллов увеличивается на 140%, а себестоимость каждой микросхемы снижается примерно на 30%. При этом в процессе производства резко уменьшается общее потребление ресурсов: на 40% снижается потребление электроэнергии и воды в пересчете на одну микросхему[2]. Гиганты полупроводниковой промышленности экспериментируют с новыми технологиями и материалами для хотя бы незначительного увеличения эффективности работы транзисторов. Так, специалистам Intel удалось найти подходящие материалы, которые меняют

кристаллическую структуру кремния в нужных местах транзистора, что облегчает протекание тока.

Инженеры подразделения Logic Technology Development Division разработали два независимых способа "растяжения" кремния для КМОП-транзисторов n-типа и p-типа. В устройствах n-типа поверх транзистора в направлении движения электрического тока наносится слой нитрида кремния (Si₃N₄), что "растягивает" кристаллическую решетку и увеличивает рабочий ток канала на 10%. В устройствах p-типа слой SiGe наносится в зоне образования переносчиков тока, то есть в материале подложки, здесь кристаллическая решетка "сжимается", и рабочий ток канала увеличивается на 25%.

Фирма Intel заменила тонкий слой диоксида кремния более толстым слоем совершенно нового диэлектрика с высоким диэлектрическим коэффициентом (так называемый "high-k"), что позволит существенно (примерно в 100 раз) снизить токи утечки.

Материал на основе технологии "high-k" обладает хорошими изолирующими свойствами, а также создает хорошее емкостное сопротивление между затвором и каналом. Буква "k" (греческая буква "каппа") указывает на способность материала "впитывать" и сохранять большой электрический заряд.

Развитие в РБ

Электронную промышленность в Беларуси представляют такие организации, как НПО «Интеграл», Государственный научно-производственный концерн точного машиностроения (ГНПК) «Планар», ПО «Монолит», Минский научно-исследовательский приборостроительный институт (МНИПИ), Минский научно-исследовательский институт радиоматериалов (МНИИРМ) и др.

В настоящее время предприятия электронной отрасли РБ разрабатывают интегральные микросхемы, дискретные полупроводниковые приборы и сборки, гибридные интегральные схемы, устройства СВЧ-техники, микромеханические акселерометры и гироскопы, микроболометры, оптоэлектронные изделия, конденсаторы в корпусном и чип-исполнении, резисторы, в том числе термо- и тензорезисторы, жидкокристаллические устройства отображения информации, биохимические, газовые и высокоселективные акселерометрические датчики, магнитометры, полупроводниковые материалы соединений АЗВ5 и др. Единственное сохранившееся на территории СНГ крупное предприятие электронного машиностроения ГНПК «Планар» выпускает широкий спектр конкурентоспособного уникального спецтехнологического оборудования для изготовления изделий микроэлектроники.

Вывод: развитие производства полупроводников является перспективной областью промышленности. Сейчас трудно назвать область

техники, где не было бы полупроводниковых материалов, используемых в том числе при отсутствии р-п-перехода, например, термосопротивления в температурных датчиках, фотосопротивления в пультах ДУ и другие.

Литература

1 Гаврилов, С. А. Электрохимические процессы в технологии микро- и наноэлектроники / С. А. Гаврилов. - М.: Высшее образование, 2009.

2 Горлов, М.И. Обеспечение и повышение надёжности полупроводниковых изделий в процессе серийного производства / М.И. Горлов, Л.П. Ануфриев. - М.: Бестпринт, 2003.

3 Достанко, А. П. Плазменные процессы в производстве изделий электронной техники / А.П. Достанко, С.В. Бордусов, И.В. Свадковский. - М.: ФУАинформ, 2001.

4 Емельянов, В. А. Эпитаксиальные слои кремния и германия для интегральных микросхем / В. А. Емельянов. - М.: Интегралполиграф, 2008.

5 Камлюк, В. С. Технологическое оборудование для микроэлектроники / В. С. Камлюк. - М.: РИПО, 2014.

6 Турцевич, А. С. Базовые технологические процессы изготовления полупроводниковых приборов и интегральных микросхем на кремнии / А. С. Турцевич. - М.: Интегралполиграф, 2013.

ПРИМЕНЕНИЕ 3D ГОЛОГРАММ В МЕДИЦИНЕ

Хотенко Е. В., Мелюхевич А. В.

Научный руководитель – Маркова Л.В., д.т.н., профессор

В настоящее время лазерные технологии нашли широкое и разнообразное применение в медицине: с их помощью решаются задачи хирургии, терапии и диагностики. Однако существует группа методов, базирующихся на применении лазеров, которые до сих пор не получили достаточного распространения в медицине, — это голографические методы.

Для того, чтобы понять, как происходит запись и восстановление 3D голограмм при проведении малоинвазивных операций, детального исследования полостей организма, нами были изучены объемные голограммы и современные системы для их визуализации в пространстве.

Приведем примеры применения 3D голографии и их технологии в различных сферах медицины.

Технология RealView Imaging позволяет в режиме реального времени создавать интерактивные трехмерные изображения, полученные при помощи ангиографа и ультразвуковой кардиологической системы Philips, которые передают информацию в компьютер. Данная технология дает возможность кардиохирургу без специальных очков детально рассматривать и манипулировать движениями рук трехмерную голограмму «парящего» в воздухе сердца во время проведения малоинвазивной операции [1].

Технология компании RealView состоит из двух систем. Первая принимает любые 3D данные - УЗИ, КТ, МРТ и т. д. Вместо того, чтобы печатать эти данные из них, посредством уникальной системы аппаратного и программного обеспечения, создается голограмма, формирующаяся вследствие интерференции пучков света от лазера или другого источника света. Затем голограмма передается второй, электрооптической системе, реконструирующей эти данные в трех измерениях в свободном пространстве [2]. Технология (рис.1): фемтосекундный лазер генерирует луч, который проходит через пространственно-световой модулятор, на который подаётся информация об объекте с компьютера (носитель). Затем луч проходит через линзу и гальвано сканер, который устанавливает позицию зеркала для направления луча. Этот сканер направляет луч – ещё через две линзы – на зеркало и линзы с переменным фокусным расстоянием, дабы показать окончательную форму вокселей. Под голограммой устанавливается камера, которая отслеживает данное взаимодействие, позволяя точкам реагировать на прикосновение человека.

В результате получается парящая в воздухе голограмму, которую можно изменять прикосновением [3].

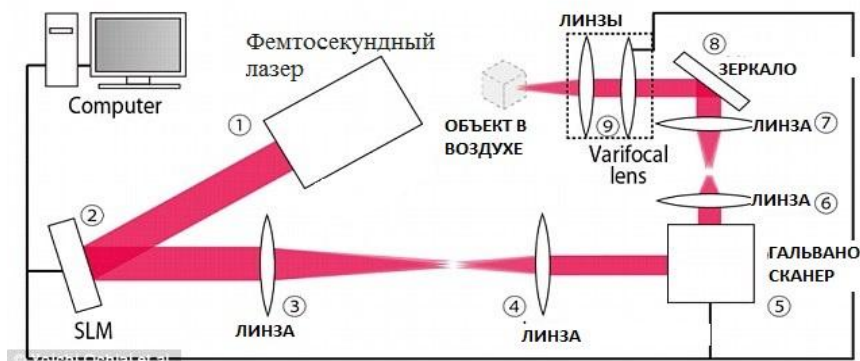


Рис.1 Схема системы 3D-проекции голограммы (RealView Imaging)

Что касается эндоскопической голографии, то она обладает потенциалом для создания мощного инструмента для неконтактных 3D-изображений с высоким разрешением и неразрушающих измерений внутри естественных полостей человеческого тела или в любой труднодоступной среде. Она сочетает в себе функции голографии и эндоскопии. Возможность записи трехмерной голограммы большой фокусной глубины и изображения с высоким разрешением внутренних органов и тканей значительно повышает возможности обнаружения.

На рис.2 приведена схема голографического эндоскопа с регистрацией сфокусированных изображений.

Излучение лазера по световолокну попадает на полупрозрачное зеркало. Часть излучения направляется в плоскость регистрации голограмм, а часть излучения, отраженного от зеркала, попадает на объект. Излучение, рассеянное объектом, фокусируется оптической системой Л и направляется в плоскость регистрации голограммы. В схеме предусмотрены наблюдательная система и перемотка регистрирующего материала (например, высокоразрешающей мелкозернистой пленки типа ФПГВ-2). Линза Л с помощью отражающего зеркала З фокусирует изображение голографируемого участка на торец волокна и изображение поступает в систему наблюдения [4].

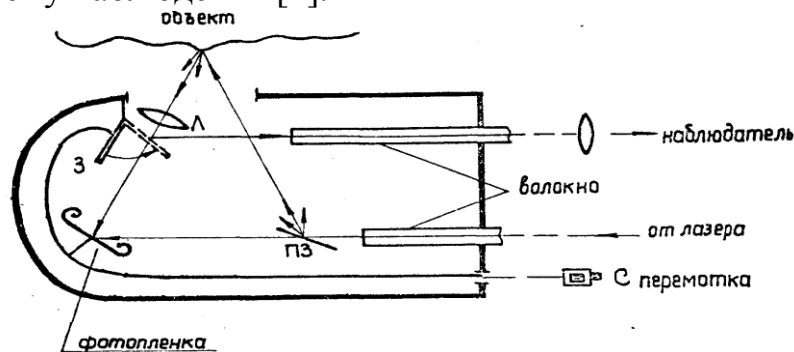


Рис.2 Схема голографического эндоскопа с регистрацией сфокусированных изображений

Использование систем 3D голографии в медицине имеет большую перспективу, но из-за отсутствия технической базы для создания объемных проекций и дороговизны оборудования они не получают достаточно широкого распространения. Однако, именно статические и динамические 3D голограммы могут позволить медицине перейти на новый уровень, выполняя диагностику, не повреждая ткани организма. На данный момент используется рентгеновская голография для визуализации внутренних частей тела и живых биологических образцов, эндоскопическая голография, которая открыла возможность бесконтактного 3D-изображения с высоким разрешением. Трехмерные изображения биологических образцов могут быть синтезированы из серии двумерных радиологических изображений с использованием голографических технологий. Генерация голографического контура помогает измерять размеры биомедицинских образцов. С улучшением технологий будет увеличиваться спектр применения 3D голографии в медицине.

Литература

1. Computer-generated real-time digital holography: first time use in clinical medical imaging/by Elchanan Bruckheimer, Carmel Rotschild, Tamir Dagan, Gabriel Amir, Aviad Kaufman, Shaul Gelman, Einat Birk/European Heart Journal - Cardiovascular Imaging, Volume 17, Issue 8, Pages 845–849, 1 August 2016.
2. Holography for imaging in structural heart disease/by Petach Tikva/Official Journal of EuroPCR and the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions/Children's Medical Center Israel, 2016.
3. Fully updatable three-dimensional holographic stereogram display device based on organic monolithic compound/by Naoto Tsutsumi, Kenji Kinashi/Department of Macromolecular Science and Engineering, Kyoto Institute of Technology, Matsugasaki, Sakyo, Kyoto 606-8585, Japan, 2013.
4. 3D display technology in medical imaging field/by Yue Zhao/Medical Imaging Physics and Engineering (ICMIPE), 2013 IEEE International Conference, 2013.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ УСКОРИТЕЛИ МАСС

Никитин Е.А., Науменко В.И., Дехтерёнок М.В., Драневский Д.В.
Научный руководитель – Маркова Л.В., д.т.н., профессор

Электромагнитный ускоритель масс – общее название систем для ускорения объектов с помощью электромагнитных сил. Электромагнитные ускорители масс подразделяются на следующие виды: индукционный ускоритель (катушка Томпсона), магнитно-импульсная пушка, импульсный электродный ускоритель масс (рельсотрон) и электромагнитный ускоритель масс (пушка Гаусса) [1].

Цель работы – проанализировать работу электромагнитных ускорителей масс и экспериментально исследовать эффективность пушки Гаусса.

Катушка Томпсона работает на основе взаимодействия вихревых токов, индуцируемых переменным магнитным полем в замкнутом проводящем диске (снаряде), с током, создающим это магнитное поле. Катушка Томпсона обладает высоким КПД.

Магнитно-импульсная пушка представляет собой систему, состоящую из мощного магнита и нескольких шариков, установленных на рельс. При приближении к магниту ещё одного шарика, крайний шарик на другом конце цепочки внезапно отлетит. Объясняется это законом сохранения импульса, согласно которому импульс шарика, ударившегося о магнит, передаётся по цепочке другим шарикам. Таким образом, достоинством данной конструкции является её простота и отсутствие дефицитных деталей. Недостатком же является то, что для создания мощного импульса требуется относительно дорогая магнитная система [2].

Импульсный электродный ускоритель масс (рельсотрон) разгоняет токопроводящий снаряд вдоль двух металлических направляющих с помощью силы Ампера (рис. 1). На рельсы подается мощнейший токовый импульс. Сила разряда превышает энергию молнии более чем в сотню раз. Между рельсами (электродами) загорается плазменная дуга. От одного рельса к другому через плазму течет ток. Ток вызывает возникновение сильного электромагнитного поля. Так как рельсы закреплены жестко, то единственным подвижным элементом системы является плазма, через которую, как через обычный металлический проводник, продолжает течь ток. Под действием силы Лоренца этот проводник (плазма) начинает быстро перемещаться вдоль ствола. Достоинством рельсотрона является сравнительно небольшие размеры снарядов, дальность эффективного огня рельсотрона (до 200 км). Высокая скорость снаряда позволяет использовать рельсотрон в качестве средства противовоздушной обороны. Недостатком рельсотрона является то, что пробивная способность снаряда не превышает показатели обыкновенной артиллерии [1].

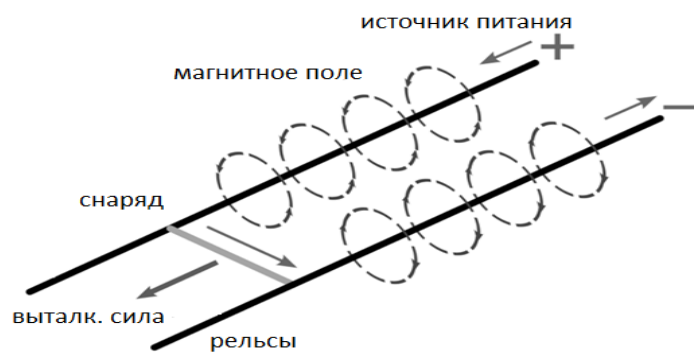


Рисунок 1. Рельсовый ускоритель масс

Пушка Гаусса по своим характеристикам относится к кинетическому оружию, принцип работы которого состоит в разгоне снаряда до высоких скоростей. Пушка Гаусса состоит из соленоида, внутри которого находится ствол. В один из концов ствола вставляется снаряд, изготовленный из ферромагнетика. При протекании электрического тока в соленоиде возникает электромагнитное поле, которое разгоняет снаряд, «втягивая» его внутрь соленоида. На концах снаряда при этом образуются полюсы, ориентированные согласно полюсам катушки, из-за чего после прохода центра соленоида снаряд притягивается в обратном направлении, то есть тормозится. Достоинства пушки состоят в отсутствии гильз и неограниченности в выборе начальной скорости и энергии боеприпаса, возможности бесшумного выстрела, в том числе без смены ствола и снаряда, а также относительно малой отдачи. Недостатками пушки Гаусса являются низкий КПД (25–30%), большой вес и габариты установки, а также медленная перезарядка.

В нашем эксперименте пушка Гаусса была представлена в виде установки, состоящей из трёх конденсаторов 6 (ёмкость каждого конденсатора 470 мкФ), диода 7, лампы накаливания 8 (60 Вт), аккумуляторной батареи 5, соленоида 1, тиристора 3, ключа 4, выключателя 9 и ствола 10, в который помещался металлический снаряд 2 (длиной 3,2 см) (рис. 2). Для наибольшего эффекта импульс тока в соленоиде должен быть кратковременным и мощным. Как правило, для получения такого импульса используются электролитические конденсаторы большой ёмкости и с высоким рабочим напряжением. Конденсаторы отдают всю энергию в течение очень короткого времени, до того, как снаряд достигнет центра катушки. В связи с тем, что электролитические конденсаторы полярные, существует опасность того, что они выйдут из строя из-за нарушения полярности. Задачу обеспечения безопасности конденсаторов выполняет диод [3]. В качестве мишеней были выбраны спичечный коробок и воздушный шар. Из результатов проведённого эксперимента было установлено, что снаряд массой 5 г пробивает воздушный шар, находящийся на расстоянии 2 м, а также

спичечный коробок, находящийся на расстоянии 20 см от ствола установки. Эффективность пушки зависит от ёмкости батареи конденсаторов: чем больше ёмкость, тем выше пробивная способность.

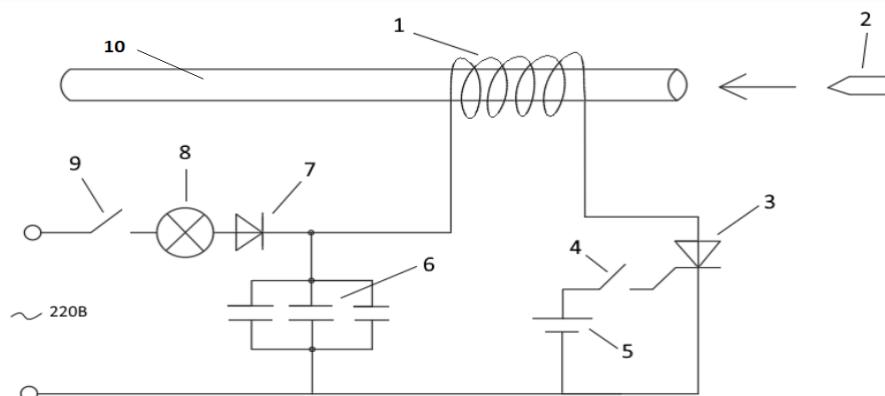


Рисунок 2. Схема установки пушка Гаусса: 1 – соленоид; 2 – металлический снаряд; 3 – тиристор; 4 – ключ; 5 – аккумуляторная батарея; 6 – батарея конденсаторов; 7 – диод; 8 – лампа накаливания (60 Вт); 9 – выключатель; 10 – ствол из диэлектрика

В результате анализа электромагнитных ускорителей масс и проведённого эксперимента следует, что наиболее перспективным ускорителем масс является рельсотрон, который отличается высоким КПД. General Atomics разработала рельсовое орудие, способное доставлять снаряд весом в 10 кг на расстояние более 200 км со средней скоростью около 2000 м/с. Военно-морской флот США уже в 2020 году планирует оснастить боевыми рельсотронами эсминцы серии DDG-1000 «Zumwalt». Работа по созданию рельсотрона активно ведётся и в России. Его использование предполагается в космонавтике для вывода на орбиту полезных грузов.

У электромагнитного ускорителя масс типа пушки Гаусса большие перспективы в применении в качестве инструмента в гражданском строительстве, в частности, при создании строительных инструментов пистолетного типа.

Литература

1. Сухачёв К.И., Сёмкин Н.Д., Пияков А.В. Ускорители твёрдых тел // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2014. Т. 17, № 2. С. 49-58.
2. Буль О.Б. Методы расчета магнитных систем электрических аппаратов: Магнитные цепи, поля и программа FEMM: Учебное пособие для вузов/ О.Б. Буль. – М.: Академия, 2005. – С.191.
3. Мощные полупроводниковые приборы: Справочник/ В.Я. Замятин, Б.В. Кондратьев, В.М. Петухов. – М.: Радио и связь, 1988. – С. 336.

ПЬЕЗОЭЛЕМЕНТЫ КАК ИСТОЧНИКИ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГИИ

Монич К.И., Рогацевич В.Р., Бернат П.А.

Научный руководитель – Маркова Л.В., д.т.н., профессор

В настоящее время все большую популярность получают альтернативные источники энергии: солнце, ветер, вода. В 2015 году 19,3 % мирового потребления энергии поступало из возобновляемых источников [1]. В качестве источника электроэнергии можно использовать пьезоэффект – явление возникновения электрического поля в кристаллическом диэлектрике при его механической деформации, который был открыт в 1880 г. братьями Кюри.

Пьезоэффект объясняется свойством элементарной ячейки структуры материала. Некоторые кристаллы (в частности, все сегнетоэлектрики), не имеющие центра симметрии, при деформации поляризуются. Это явление называется прямым пьезоэлектрическим эффектом.

Так, элементарная ячейка титаната бария при температуре выше точки Кюри, является кубической. Если температура ниже критической, то элементарная ячейка тетрагонально искажается по направлению к одной из граней. В результате изменяются и расстояния между положительно и отрицательно заряженными ионами (рис. 1).

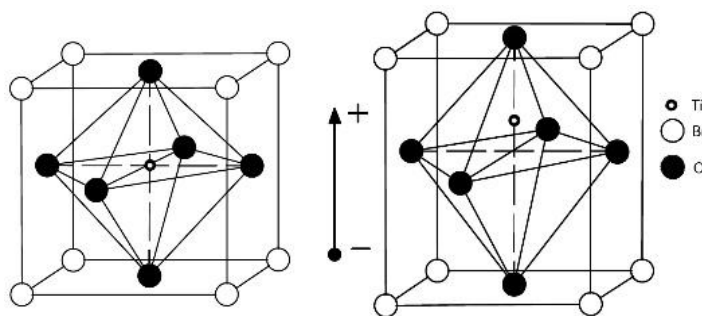


Рисунок 1. Элементарная ячейка титаната бария при температуре выше точки Кюри (слева) и при температуре ниже точки Кюри (справа)

Смещение ионов от их первоначального положения очень мало, оно составляет несколько процентов параметра элементарной ячейки. Однако такое смещение приводит к разделению «центров тяжести» зарядов внутри ячейки, так что образуется электрический дипольный момент. Диполи соседних элементарных ячеек кристалла упорядочиваются по областям в одинаковом направлении, образуя домены. Направления поляризации доменов распределяются в поликристаллической структуре по статистическому закону. При наложении сильного электрического поля на

керамику происходит ориентация доменов параллельно друг другу (рис. 2). Поляризация обычно проводится при температуре немного ниже температуры Кюри, чтобы облегчить ориентацию доменов. После охлаждения это упорядоченное состояние остается стабильным [2, 3].

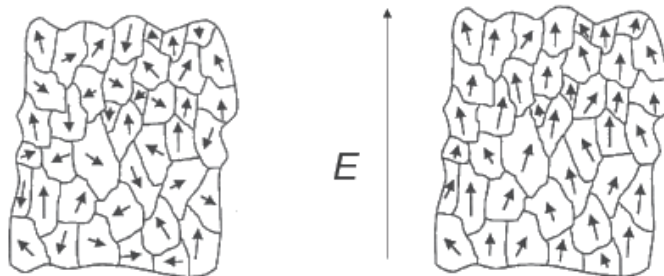


Рисунок 2. Неупорядоченная ориентация (слева) и упорядоченная ориентация доменов при наложении сильного электрического поля E (справа)

Для расчета напряжения, которое может быть получено на пьезоэлементе, используется формула:

$$U_e = g_{ij} \cdot dp,$$

где dp – приложенное давление, g_{ij} – пьезокерамический коэффициент.

Пьезокерамический коэффициент определяет чувствительность к механическому напряжению и определяется по формуле:

$$g_{ij} = \frac{d_{ij}}{\epsilon_{33}^T / \epsilon_0 \cdot 8,854 \cdot 10^{-12}},$$

где d_{ij} – пьезомодули, $\epsilon_{33}^T / \epsilon_0$ – относительная диэлектрическая проницаемость. Верхний индекс показывает граничные условия, действующие на материал в процессе определения значения относительной диэлектрической постоянной. В частности, индекс T говорит о том, что диэлектрическая постоянная измеряется на свободном (не зажатом) образце. Индекс 33 указывает на то, что сила направлена вдоль оси поляризации.

Цель работы – оценить напряжение на керамическом элементе при его деформации и возможность его использования, в частности для питания светодиода. Была собрана схема, представленная на рис. 3.

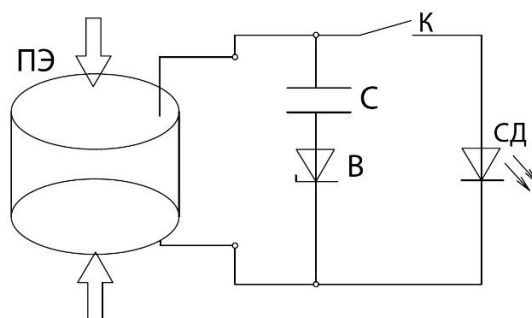


Рисунок 3. Схема пьезопреобразователя: ПЭ – пьезоэлемент, К – ключ, СД – светодиод, С – конденсатор, В – выпрямитель

При помощи механических воздействий на пьезоэлемент (ПЭ) вырабатывали электроэнергию, которая, проходя через выпрямитель (В), накапливалась на конденсаторе (С) и питала светодиод (СД). Использовались три способа получения механических колебаний: первый – простое механическое нажатие на пьезоэлемент; второй – вибрация, получаемая от металлической линейки; третий – колебания падающего потока воды. В ходе опытов измерялось напряжение, его среднее значение составило 1,5 В.

Вывод. Источник энергии на основе применения пьезоэлементов впервые был использован в 2008 году японской компанией East Japan Railway Company. Пьезоэлементы были встроены в пол под турникетами на железнодорожной станции. Когда люди наступали на них, деформация от давления и вибрации преобразовывалась в электричество [4].

Израильский стартап Innowatech предлагает устанавливать пьезоэлектрические генераторы под железной дорогой – специальные пьезоэлектрические прокладки между рельсами и шпалами и на взлётно-посадочных полосах аэродромов [5, 6].

Однако широкое применение пьезоэлектриков сдерживается высокой стоимостью материалов для их изготовления. Поэтому продолжается поиск новых методов преобразования механической энергии в электрическую. Так, Британская компания Pavegen производит тротуарную плитку, генерирующую электроэнергию благодаря шагающим по ней пешеходам. Технология функционирования преобразователя держится в секрете, но известно, что их решение отличается от традиционных пьезоэлектрических преобразователей.

Литература

4. Владимир Сидорович. Мировая энергетическая революция: Как возобновляемые источники энергии изменят наш мир. – М.: Альпина Паблшер, 2015. – 208 с.

5. И. В. Савельев. Курс общей физики, том 2. Электричество – Изд. 1970. – 78 с.

6. Й. Крауткремер, Г. Крауткремер. Справочник. Ультразвуковой контроль материалов. – Москва.: Металлургия, 1991. – 118 с.

7. Ангелина Хазан. 10 альтернативных источников энергии, о которых вы ничего не знали // Recycle, 14.10.2014. – С. 30.

8. Tessa Henderson. Energy harvesting roads in Israel // Off grid energy independence, 04.08.2009. – С. 9.

9. Dhananjay Khadilkar. Energy-Harvesting street tiles generate power from pavement pounder // Scientific American, 20.04.2013. – С. 12.

ПРИМЕНЕНИЕ СБОРКИ ХАЛБАХА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ МАГНИТНОЙ ЛЕВИТАЦИИ

Мензелеев А.С., Бруцкий-Стемпковский Н.А.

Научный руководитель - Маркова Л.В., д.т.н., профессор

Левитация – это устойчивое положение объекта в гравитационном поле без непосредственного контакта с другими объектами. Необходимыми условиями для левитации являются: наличие силы, компенсирующей силу тяжести, и наличие возвращающей силы, обеспечивающей устойчивость объекта. Магнитная левитация – метод подъема объекта с помощью одного только магнитного поля. Самым значимым примером использования левитации является поезд на магнитной подушке. Такие поезда называют маглевами. На сегодняшний день используется три технологии для удержания маглевок над полотном дороги: на магнитах (электродинамическая подвеска, ЭДП), на электромагнитах (электромагнитная подвеска, ЭМП) и на постоянных магнитах. Технология на постоянных магнитах является наиболее экономичной. Здесь нет необходимости подводить электрический ток к магнитам (технология ЭДП), не нужно охлаждать среду для достижения эффекта сверхпроводимости (технология ЭМП). Всю работу берут на себя постоянные магниты и их особое расположение. В настоящее время наиболее оптимальным расположением магнитов является сборка Халбаха.

Цель работы – проанализировать сборку Халбаха, экспериментально наблюдать левитацию на постоянных магнитах.

Сборка была предложена Клаусом Халбахом в 1980-х годах, когда он заметил интересный эффект постоянных магнитов, способных усиливать свое поле с одной стороны, и ослаблять с другой. Рассмотрим идеальное двумерное поле Халбаха, которое образовано слиянием комбинаций магнитов (рис. 1). Первая комбинация – сочетание трех магнитов (рис. 1а). Центральный магнит установлен северным полюсом вверх, а соседние повернуты на 180° , то есть вверх южным полюсом. Так как разноименные поля притягиваются, то силовые линии магнитного поля, выходящие из полюсов магнитов, взаимно усиливаются вверху и внизу и образуют окружности, в которых направление силовых линий остается неизменным. Во второй комбинации магниты соединяют северными полюсами (рис. 1б). Из-за взаимного отталкивания одноименных полей силовые линии как бы расщепляются и уходят в зону, где на них не воздействуют другие одноименные поля, в данном случае – вверх и вниз. Здесь силовые линии также образуют замкнутые окружности, но направление силовых линий меняется на противоположное с прохождением половины окружности. При слиянии комбинаций, представленных на рис. 1а и рис. 1б, вверху

(над магнитами) силовые линии имеют одинаковую направленность и поэтому взаимно усиливают друг друга, а в нижней части (под магнитами) они имеют попарно противоположные направления, в результате чего компенсируются и магнитное поле в этой области отсутствует ($H=0$), как показано на рис. 1в.

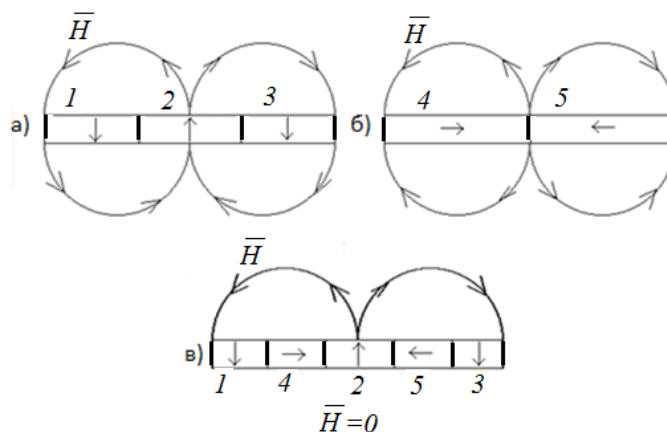


Рисунок 1. Механизм усиления магнитного поля с помощью сборки Халбаха: 1, 2, 3, 4, 5 – постоянные магниты, H – напряженность магнитного поля

Выше описана теоретическая модель идеального магнитного поля. На практике распределение магнитного поля имеет вид, представленный на рис. 2. Для удобства назовем магниты, направленные северными и южными полюсами вверх, основными, а остальные – вспомогательными. Силовые линии, выходящие из полюсов основных магнитов, под действием полей вспомогательных магнитов усиливаются с одной стороны и ослабевают с другой [1].

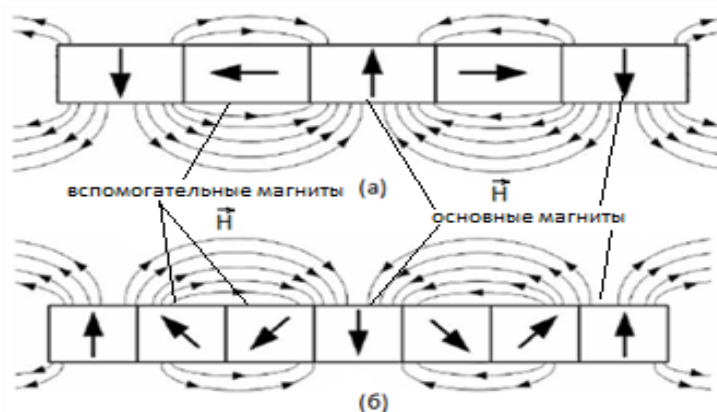


Рисунок 2. Сборка Халбаха: а) с двумя вспомогательными магнитами; б) с четырьмя вспомогательными магнитами

Многokратное повторение одной из таких последовательностей, показанных на рисунке, воспроизводит эффект сборки Халбаха. Для

максимального эффекта используются сильномагнитные материалы – ферромагнетики, например, NdFeB (неодим-железо-бор).

Нами экспериментально исследовалась сборка Халбаха, реализованная по схеме, приведенной на рис. 3. Магниты клинообразной формы компонуются в цилиндрическую сборку Халбаха. Магнитное поле усиливается в направлении медного листа, что и является ключевым моментом данного эксперимента. Вал вращает цилиндр с магнитами, а те в свою очередь индуцируют в медном листе токи. Токи создают почти зеркальную копию магнитного поля, которое является одноименным по отношению к полю магнитов. Вследствие этого цилиндр отталкивается от медного листа.

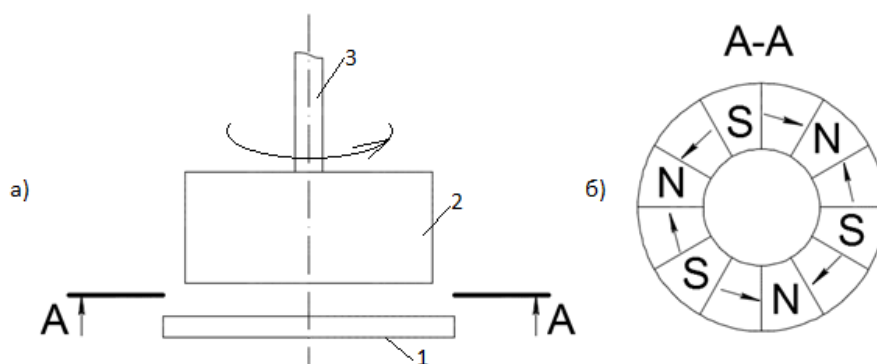


Рисунок 3. Схема исследуемой сборки Халбаха: а) 1 -медный лист, 2 - цилиндр Халбаха с клинообразными магнитами, 3 - вращающий вал; б) сборка Халбаха, вид снизу

В связи с техническими трудностями воспроизвести в точности сборку магнитов по схеме, приведенной на рис. 3, нам не удалось. В частности, магниты имели форму кубиков со стороной 8 мм, что затруднило их расположение по кругу таким образом, чтобы их грани при этом контактировали. Поэтому наблюдаемый эффект сборки Халбаха не проявился в полной мере. Несмотря на это, мы наблюдали вращение и подъем медного листа над вращающейся сборкой магнитов.

Эффективность сборки Халбаха позволит применять магнитную левитацию в транспортной промышленности, как приспособление для подъема грузов на предприятиях и стройках. Если человек создаст магнит с очень мощным магнитным полем, то данная идея может быть рассмотрена как вариант левитации над любой проводящей поверхностью, и тогда летающие машины и скейтборды станут реальностью.

Литература

1. A Review of Permanent Magnet Linear Motor with Halbach Array/by Mokhtar, IshakAris Center for Advanced Mechatronics and Robotics, College of Engineering /Journal of Engineering and Applied Sciences 11 (8): 1752-1761, 2016.

УДК 53.082

ПРИМЕНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО ПЛАЗМОННОГО РЕЗОНАНСА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СЕНСОРОВ

Гоманова В.А., Богурина Е.А.

Научный руководитель – Маркова Л.В., д.т.н., профессор

Сущность явления ППР и условия его наблюдения. Явление поверхностного плазмонного резонанса (ППР) открыто в конце 60-х годов XX века [1]. Поверхностные плазмоны – это волны переменной плотности электрического заряда, которые могут возникать и распространяться в электронной плазме металла вдоль его поверхности или вдоль тонкой металлической пленки. Плазмонный резонанс – возбуждение поверхностного плазмона на его резонансной частоте внешней электромагнитной волной (в случае наноразмерных металлических структур называется локализованным плазмонным резонансом) [2].

Цель работы – изучить и проанализировать работу сенсоров на основе поверхностного плазмонного резонанса.

При определенных условиях поверхностные плазмоны могут возбуждаться под воздействием поляризованного света, что можно наблюдать на схеме «геометрия Кречмана» на рис. 1а.

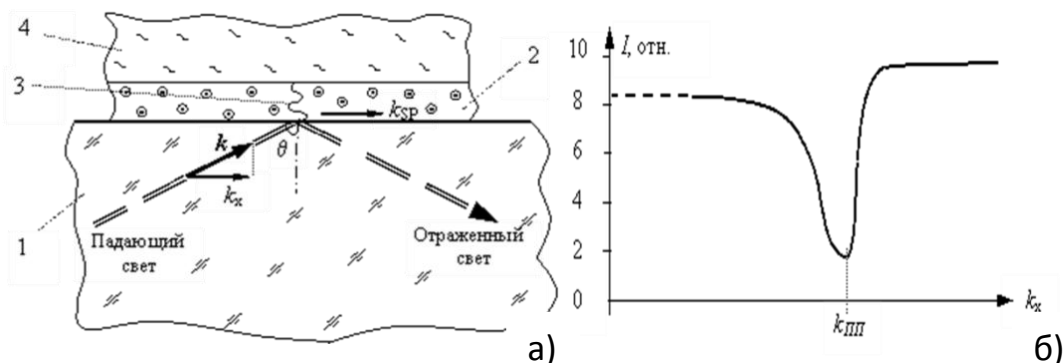


Рисунок 1. Схема геометрия «Кречмана» (а); кривая ППР (б): 1 –прозрачная среда; 2– металлическая пленка; 3 – затухающая электромагнитная волна; 4 – исследуемая жидкость; I - интенсивность отраженного света; k_x – проекция волнового вектора на плоскость пленки

Свет проходит сквозь оптически прозрачную среду 1 с относительно большим показателем преломления (призму из стекла) и падает под определенным углом на тонкую металлическую пленку 2, нанесенную на поверхность стекла. Пленки выполняют из золота, так как оно имеет очень большую удельную площадь поверхности для связывания с

различными молекулами. Угол падения должен быть больше угла полного внутреннего отражения. Часть света проникает в металл и распространяется в нем в виде быстро затухающей электромагнитной волны 3. Последняя возбуждает колебания свободных электронов металла – «электронной плазмы». В этой плазме возникают коллективные колебательные движения электронов – «поверхностные плазмоны».

Типичная кривая ППР, т.е. зависимость интенсивности отраженного металлической пленкой света от проекции волнового вектора на плоскость пленки, показана на рис. 16. Наблюдается четкий и довольно острый резонанс [3].

Применения ППР для биохимических анализов. Для обнаружения различных биологических примесей на поверхности тонкой золотой пленки высаживают слой «лиганда» (рис. 2). Это слой органических молекул, которые избирательно взаимодействуют с "аналитом" – теми молекулами, концентрацию которых в растворе мы измеряем. Измеряя величину сдвига минимума кривой ППР, возможно обнаружить присутствие и измерить концентрацию в растворах многих биохимических веществ и микрочастиц (вирусов, бактерий, антител) [3].

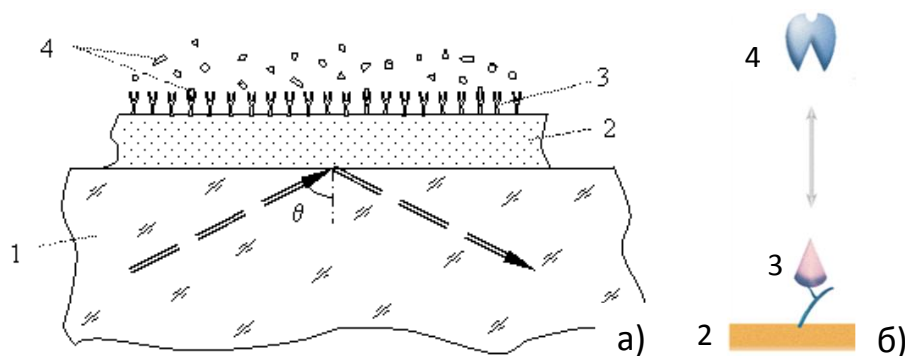


Рисунок 2. Схема наблюдения ППР при наличии аналита (а), (б): 1 – прозрачная среда; 2 – металлическая среда; 3 – чувствительный слой лиганда; 4 – молекулы аналита.

Биосенсор фирмы Spreeta стал одним из первых портативных ППР сенсоров, рассчитанных на массовое применение (рис. 3). Модуль залит прозрачным компаундом с высоким показателем преломления, который функционирует в качестве призмы. К чувствительной поверхности 5 модуля Spreeta извне герметически присоединяется проточная ячейка 3. Термистор 4 позволяет при необходимости поддерживать заданную температуру прокачиваемой жидкости. Светодиод 1 излучает пучок света с угловым расхождением около 5°. Поляризатор 2 выделяет из него составляющую, поляризованную в требуемой для наблюдения ППР плоскости. Взаимодействуя с чувствительной поверхностью 5, свет отражается от нее, потом – от зеркальной поверхности 6 и попадает на линейку фотодетекторов. На каждый элемент этой линейки падают лучи,

отраженные от чувствительной поверхности 5 под своим углом. На каждом элементе формируется электрический сигнал, пропорциональный интенсивности света, отраженного в соответствующем направлении. Совокупность этих сигналов содержит информацию об угловом распределении интенсивности отраженного света, т.е. о кривой ППР. Концентрацию аналита определяют по смещению угла резонанса [4].

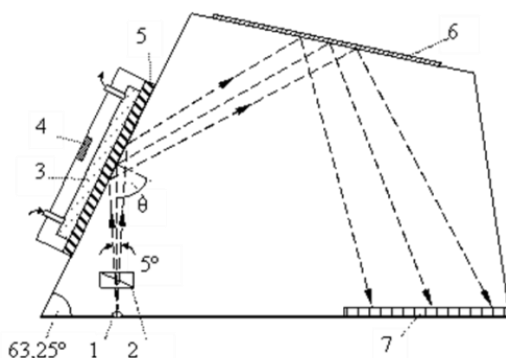


Рисунок 3. Оптическая схема модуля Spreeta: 1 – светодиод; 2 – поляризатор; 3 – проточная ячейка; 4 – термистор; 5 – чувствительная золотая поверхность; 6 – зеркально отражающий слой; 7 – линейка фотодетекторов, содержащая 128 фотодетекторов.

Вывод. Широкое использование ППР в сенсорах сдерживается ограничением в выборе металла (серебро и золото), сложностью подготовки проб; зависимостью показателя преломления от температуры [4]. Однако за последние 5 лет технология ППР биосенсора достигла значительных успехов. Мы предполагаем, что эффективность технологии ППР биосенсора будет продолжать развиваться, что приведет к быстрому и чувствительному обнаружению химических и биологических аналитов. В частности, ППР широко используется в медицинской диагностике, а также для анализа качества пищевых продуктов и мониторинга окружающей среды.

Литература

1. Optical Surface Plasmon Resonance Monitoringina High Salinity Environment for Long Duration Sensing Applications. SCIREA Journal of Metallurgical Engineering. Volume 3, Issue 1, February 2018
2. Наймушина Дарья Анатольевна. Плазмонный резонанс, «Словарь нанотехнологичных терминов». Роснано.
3. Поверхностный плазмонный резонанс и его применение для построения сенсоров. litcey.ru > Химия > Документы
4. Surface Plasmon Resonance (SPR) Spectroscopy Theory, Instrumentation & Applications. Antonella Badia. CHEM 634 McGill University January 26, 2007.

МАТЕРИАЛЫ С ОДНОВРЕМЕННО ОТРИЦАТЕЛЬНЫМИ ЗНАЧЕНИЯМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ И МАГНИТНОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ

Базан Т.В., Иселёнок Е.Б.

Научный руководитель – Маркова Л.В., д.т.н., профессор

В настоящее время существуют, так называемые, метаматериалы – структуры, электромагнитные свойства которых выходят за пределы существующих в природе веществ. Оптические метаматериалы обладают отрицательным показателем преломления. Гипотезу о существовании таких веществ впервые выдвинул советский ученый В. Г. Веселаго (1967 г.).

Показатель преломления неразрывно связан с электрической и магнитной проницаемостью вещества: $n = \sqrt{\epsilon\mu}$.

Доказано, что при отрицательном показателе преломления значения μ и ϵ также отрицательны. Материалы с отрицательной диэлектрической проницаемостью ϵ хорошо известны. Так, любые металлы при частотах ω ниже плазменной частоты ω_p имеют отрицательное значение $\epsilon(\omega)$ (рис.1):

$$\epsilon(\omega) = 1 - \frac{\omega_p^2}{\omega^2}.$$

Плазменная частота – это частота собственных коллективных колебаний свободных электронов, величина которой определяется соотношением [1]:

$$\omega_p^2 = \frac{4\pi e^2 n}{m_e},$$

где e , m_e – заряд и масса электрона, соответственно; n – концентрация электронов.

Тот факт, что отрицательная диэлектрическая проницаемость металла означает, что металл в этом случае представляет собой прозрачную среду, оптическая плотность которой меньше оптической плотности вакуума [2].

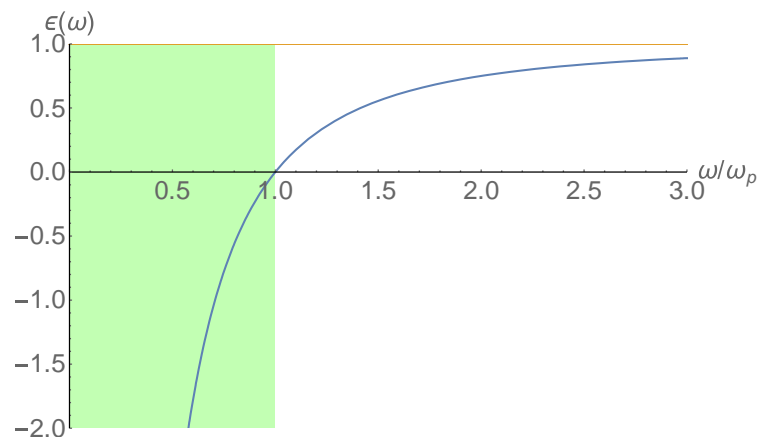


Рисунок 1. График зависимости диэлектрической проницаемости ϵ металлов от относительной частоты от ω/ω_p

Однако материалов с отрицательной магнитной проницаемостью не существует в природе. Для изготовления искусственного метаматериала было предложено использование искусственных микроэлементов. Такой микроэлемент, в частности, представляет собой щелевой кольцевой резонатор. На рис. 2 приведен график зависимости магнитной проницаемости от частоты для этого элемента.

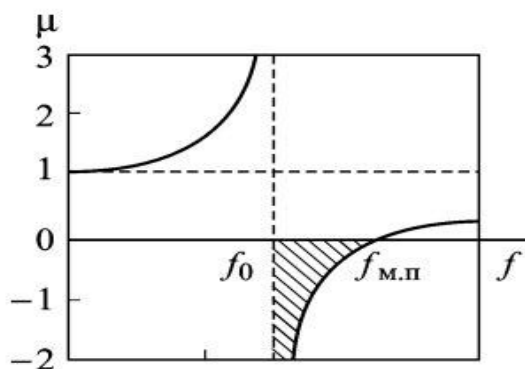


Рисунок 2. График зависимости μ от f

При передаче электромагнитного излучения от источника к приемнику последний испытывает световое давление и нагревается. Таким образом, приемнику передается импульс и энергия. Скорость распространения импульса называется фазовой, а скорость распространения энергии называется групповой. Энергия всегда передается в одну сторону (от излучателя к приемнику), а вот световое давление нет. Когда приемник не испытывает светового давления - это случай с отрицательной фазовой скоростью. В таких веществах получается отрицательный показатель преломления. Они называются «левыми» и имеют, соответственно, отрицательную магнитную и диэлектрическую проницаемость [2].

Рассмотрим эффект преломления света на основе закона Снеллиуса. Для всех сред, которые могут быть найдены в природе, лучи падающего и преломленного света находятся по разные стороны от нормали, восстановленной к границе раздела сред в точке преломления (рис. 3а). Однако при отрицательном значении n_2 лучи падающего и преломленного света находятся по одну сторону от нормали (рис. 3б) [3].

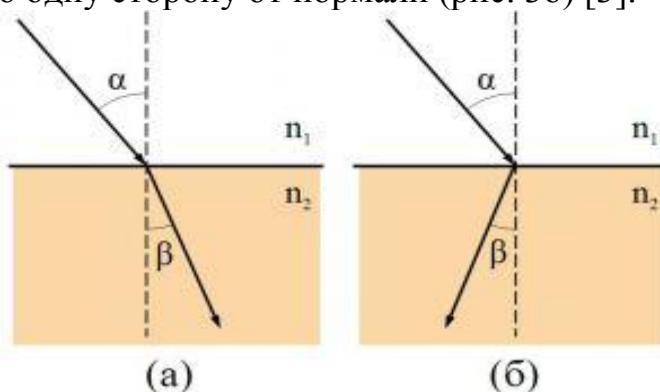


Рисунок 3. Преломление света в «правых» (а) и «левых» (б) веществах

В 2000 г. был изобретен материал с отрицательным показателем преломления. Созданный метаматериал состоял из металлических стержней, ответственных за $\epsilon < 0$, и медных кольцевых резонаторов, благодаря которым удалось добиться $\mu < 0$. Отрицательные ϵ или μ получаются в том случае, когда электроны в материале движутся в направлении, противоположном по отношению к силам, создаваемым электрическим и магнитным полями [4]. Предположение В. Г. Веселаго стало реальностью, материал с отрицательным показателем преломления был получен. Данная структура оптимизирована для микроволнового излучения. Путем уменьшения размеров структурных элементов можно создавать метаматериалы с отрицательным показателем преломления для терагерцового (от 300 ГГц до 3 ТГц) и инфракрасного (от 1,5 ТГц до 400 ТГц) диапазонов спектра.

Выводы. Практическое использование оптических метаматериалов в первую очередь связано с возможностью создания «суперлинз». «Суперлинза» – совершенная линза, позволяющая достигнуть неограниченного увеличения объектов. Кроме того, с помощью такой линзы можно будет обойти дифракционный предел. Есть возможность создания плаща-невидимки. В общей сложности оптические метаматериалы послужат перспективой в военной и антенной технике, метеорологии, медицине и т.д.

Литература

1. Вартанян, Г.А. «Основы физики металлических наноструктур»: Учебное пособие, курс лекций. – СПб: НИУ ИТМО, 2013. – С.133.
2. Веселаго, В.Г. «Электродинамика веществ с одновременно отрицательными значениями ϵ и μ ». – 1967. – Т.92, №3. – С.3-12.
3. Pendry, J.B. Reversing Light with Negative Refraction / J.B. Pendry, D.R. Smith // Physics Today. – 2004. – vol. 57. – P.37 – 43.
4. Eleftheriades, G.V. Negative-Refraction Metamaterials: Fundamental Principles and Applications/ G. V. Eleftheriades, K. Balmain // Wiley-IEEE Press, – 2005. – P. 3-9.

ЛЕВИТАЦИЯ

Беганский К.А.

Научный руководитель – Русакевич Д.А., к.т.н, доцент

Левитация – преодоление гравитации без дополнительных приспособлений, при котором объект парит в пространстве (левитирует), не касаясь поверхности твёрдой или жидкой опоры.

В нашей истории было много упоминаний о левитации. Множество легенд, как например постройка египетских пирамид или стоунженджа. Но если подойти к этому вопросу с научной точки зрения можно выделить несколько видов левитации.

Сверхпроводимая левитация, которая характеризуется так называемым эффектом Мейснера - полным выталкиванием магнитного поля из толщи сверхпроводника (магнит и сверхпроводник «вмораживаются» в пространстве относительно друг друга).

Диаманитная левитация – это полное вытеснение магнитного поля из материала, предмета или объекта, в результате начинающего парить над источником магнитного поля. Диаманитная левитация может наблюдаться практически при любой температуре окружающей среды. При этом левитировать могут так называемые диаманетики или вещества с диаманитными свойствами. Интересно то, что живые организмы (небольшие по размеру животные) также подвержены эффекту диаманитной левитации, так как они, по сути, тоже являются диаманетиками. Диаманитными свойствами в живом организме обладают молекулы воды и протеина.

Акустическая левитация, эффект которой основан на базе стоячих звуковых волн (статические колебания, возникающие при отражениях от преград). Стоячие волны отличаются строго определенными в пространстве минимумами и максимумами, а также создают постоянное, направленное вверх, давление. При необходимой амплитуде колебаний давление может устранить действие гравитации на помещенный в стоячую волну объект. Акустическая левитация имеет целый ряд преимуществ по сравнению с магнитной левитацией. Посредством звуковых волн в воздух можно поднимать не только предметы, которые исполнены из обладающих магнитными свойствами материалов.

Наука уже довольно далеко продвинулась в изучении феномена левитации, уже существуют поезда на магнитной подушке или к примеру специальные подшипники с почти нулевым трением, но всё равно до уровня, описываемого в легендах ещё далеко.

ТЕПЛОВЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ

Устинов А.В.

Научный руководитель - Русакевич Д.А., к.т.н., доцент

Температура – это физическая величина, которая определяет передачу тепловой энергии. Мы знаем, что температура является внутренней энергией тел.

Метод диагностирования технических систем и оборудования, основанный на анализе тепловых излучений деталей, элементов или устройств при их функционировании. Тепловой контроль основан на измерении, мониторинге и анализе температуры определенных объектов, которые мы хотим исследовать.

Тепловой контроль, является самым современным, высокоэффективным и перспективным направлением в диагностике состояний и свойств разнообразных объектов. Методы теплового контроля позволяют осуществлять своевременное, высокоточное, оперативное, информативное и непрерывное наблюдение за исправностью исследуемых объектов. Тепловой метод контроля основан на таких физических явлениях, как тепловые поля, инфракрасные источники тепла, по которым можно диагностировать наличие внешних или внутренних дефектов. Характер избыточного температурного поля может точно показать специфику нарушения состояния исследуемого объекта и позволит вовремя принять необходимые меры по предотвращению неисправностей.

В моей работе будет дана характеристика каждому методу тепловой диагностики, а также преимущества и недостатки каждого из них.

ИЗУЧЕНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Бузун Н.А., Сакович М.Д., Шамович П.Е., Подольский Е.О., Мушаликов Д.Л.
Научные руководители – Русакевич Д.А., Хорунжий И.А.

В данной работе рассмотрена история развития электричества и магнетизма, также описаны интересные факты из жизни ученых, таких как Стивен Грей, Питер ван Мушенбрук, Аббе Нолле и другие, а также их первые открытия в данных областях. Описаны характеристики магнитного поля. Также показан расчет магнитного поля создаваемого катушкой с током по длине оси катушки.

В этой работе показаны методы измерения магнитного поля, такие как измерение магнитного поля соленоида, измерение магнитного поля эталонным магнитом, измерение магнитного поля с помощью проводника с током, измерение магнитного поля с помощью магнитометра. Приводятся примеры применения катушек с током, таких как электромагнит, катушка индуктивности – фильтр, источник ЭДС, трансформатор, колебательный контур, катушки Гельмгольца в технике.

Также отдельно рассмотрен эффект Холла, показан расчет постоянной Холла и выведена формула для определения концентрации носителей заряда.

Описаны датчики Холла и их применение в технике, в частности в автомобилестроении.

Во второй части работы приводятся задания, по которым студенты сначала рассчитывают магнитное поле, создаваемое одной или двумя катушками. Строятся графики зависимости магнитного поля от расстояния между катушками и величиной силы тока в них.

В конце работы студенты проводят эксперименты по измерению магнитного поля катушек с током при помощи датчика Холла и сравнивают экспериментальные данные с расчётным.

РАЗЛИЧНЫЕ СВЕТООТРАЖАТЕЛИ В АВТОМОБИЛЬНЫХ ФАРАХ И ИХ ФИЗИЧЕСКИЙ СМЫСЛ

Колтун А.Ю., Масло И.А.

Научный руководитель – Русакевич Д.А., к.т.н, доцент

Большинство водителей воспринимают автомобильные фары как нечто само собой разумеющееся. Редко кто задумывается над тем, какой эволюционный путь прошла эта разработка, прежде чем принять современную форму, — при том, что ее вклад в безопасность на дорогах трудно переоценить.

Первые автомобильные фары представляли собой просто-напросто: лампы со свечами, масляные, керосиновые.

Первым источником автомобильного света стал газ ацетилен — использовать его для освещения дороги в 1896 году предложил летчик и авиаконструктор Луи Блерио. (Луи Блерио- (фр. Louis Blériot; 1 июля 1872, Камбре — 2 августа 1936, Париж) — французский изобретатель, авиатор и предприниматель, основатель авиапредприятий Blériot-Voisini Blériot Aéronautique.

Запуск ацетиленовых фар — целый ритуал. Сначала требуется открыть краник ацетиленового генератора, чтобы вода закапала на карбид кальция, который находится на дне «бочонка». При взаимодействии карбида с водой образуется ацетилен, который по резиновым трубкам поступает к керамической горелке, что находится в фокусе отражателя. Теперь шофер должен открыть стекло фары, чиркнуть спичкой — и пожалуйте, в светлый путь. Но максимум через четыре часа придется остановиться — для того, чтобы вновь открыть фару, вычистить ее от копоти и заправить генератор новой порцией карбида и воды.

На смену ацетиленовым фарам пришли фары с обычной лампочкой накаливания, Массовое использование таких ламп спровоцировало новую проблему: встречные машины слепили друг друга. Автопроизводители придумывали разные ухищрения, напиме: можно было наклонить фары вниз, используя специальный рычаг, либо снизить ток накала с помощью реостата, но лишние манипуляции отвлекали водителя, что увеличивало количество аварий на дороге. . Первым инженерным решением, убирающим эту проблему, стала установка двух отдельных фар для дальнего и ближнего света. Но к привычной схеме фар с возможностью регулирования интенсивности светового пучка пришли позже, с изобретением двунитиевых ламп накаливания.

В середине 50-х французская фирма Sibié предложила революционное по тем временам решение, применяемое до сих пор. Идея состояла в создании асимметричного пучка света, чтобы со стороны водителя фары

светили ближе, чем со стороны пассажира. С 1957 года подобное распределение света входит во все европейские технические регламенты для автомобилей массового производства.

Устройство автомобильных фар и виды лампочек.

По способу формирования светового луча фары бывают двух типов:

- 1) Рефлекторные (отражательные) — традиционные фары с отражателем параболической или сложной формы, который формирует направленный пучок света;
- 2) Проекционные (прожекторные, линзованные, фары полуэллипсоидной системы освещения) — современные фары с оптической линзой, которая обеспечивает формирование мощного светового луча при компактных размерах всего устройства.

По своему назначению фары делятся на три группы:

- 1) Основные (головного света) — для освещения дороги и близлежащей местности в темное время суток;
 - а) Ближнего света; б) Дальнего света; в) Комбинированные — один прибор может работать в режиме ближнего и дальнего света.
- 2) Противотуманные — для освещения дороги в условиях недостаточной видимости;
- 3) Фары-искатели и прожекторы — источники направленного света для освещения местности вблизи и на значительном расстоянии.

Какие виды лампочек бывают.

1) Галогенные-лампа накаливания, в баллон которой добавлен буферный газ (мощность 50-130W, кпд 35-60%).

2) Ксеноновые-источник искусственного света, в котором светится электрическая дуга в колбе, заполненной ксеноном. Дает яркий белый свет, близкий по спектру к дневному (мощность 35W, кпд 90%).

3) Светодиодные-в качестве источника света используют светодиоды (мощность 20-40W, кпд 90%).

Фара состоит из оптического отражателя, лампочки, соленоида регулирующего положение щитка (в современных авто соленоид заменяет либо отдельные лампочки ближнего и дальнего света, либо двухнитевая лампа накала), самого щитка, линзы и лампочки.

Как происходит рассеивание в фаре.

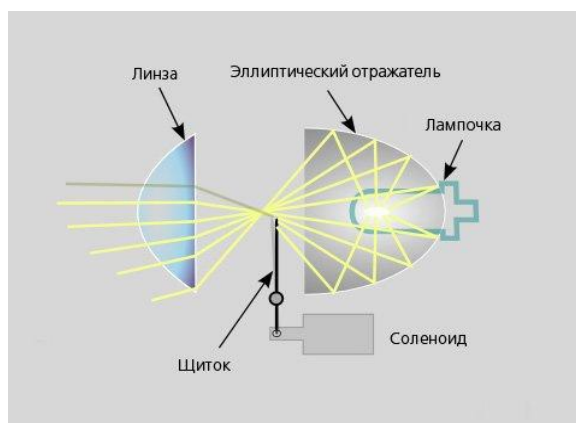


Рисунок 1. Рассеивание света в фаре.

При загорании лампочки свет, который она испускает отражается под определенным углом от эллиптического отражателя и после проходит через линзу, где он и рассеивается, в данном случае мы получаем ближний свет т.к. щиток опущен, щиток в данном случае играет роль регулировки света фар (ближний, дальний). В основном все фары имеют одинаковую конструкции, каждая из них имеет отражатель и линзу.

При проектировании автомобильной фары, используются такие законы из оптики, как закон отражения света-гласит, что угол падения равен углу отражения. Данный закон может использоваться при отражении света от эллиптического отражателя. Закон преломления света: падающий и преломленный лучи, а также перпендикуляр к границе раздела двух сред, восстановленный в точке падения луча, лежат в одной плоскости. ($n_1 \cdot \sin \alpha_1 = n_2 \cdot \sin \alpha_2$). Данный закон используется тогда, когда лучи отразившиеся от отражателя, будут проходить через среду воздух ($n=1$)-линза ($n=1.5$)-воздух ($n=1$), n -коэффициент преломления.

Вывод

Исходя из всего сказанного, можно подвести итог, что на качество света фар в автомобилях, играет роль: лампочка, которая установлена в фаре; форма отражателя и форма линзы. При производстве фары используются такие физические законы, как закон отражения $\alpha_1 = \alpha_2$ (нужен при расчете формы отражателя), так и закон преломления $n_1 \cdot \sin \alpha_1 = n_2 \cdot \sin \alpha_2$ (при расчете отраженных лучей от отражателя, которые проходят через линзу и выходят в воздух). В связи с этим можно сказать, что оптика, широко применяется в автомобильной индустрии.

Литература

- Маскевич А.А. Оптика : Учебное пособие.-Минск «новое знание» ,2012.
- Пахомова Е.Э., Горкин В.П., Якунов Д.М. Конструктивные особенности автомобильных фар головного освещения на светодиодах.
- Аксенович Л.А., Зенькович В.И., Фарино К.С. Физика в средней школе : учебное пособие.-Минск «Аверсэв»,2010

ИПОЛЬЗОВАНИЕ ЯВЛЕНИЙ ПЕРЕНОСА В ТЕХНИКЕ: ДИФФУЗИЯ, ВЯЗКОСТЬ, ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ

Шварцовская Ю.Г.

Научный руководитель – Русакевич Д.А., к.т.н, доцент

Явления переноса - неравновесные процессы, в результате которых в физической системе происходит пространственный перенос электрического заряда, вещества, импульса, энергии, энтропии или какой-либо другой физической величины.

Причиной явлений переноса являются - возмущения, нарушающие состояние термодинамического равновесия: действие внешнего электрического поля, наличие пространственных неоднородностей состава, температуры или средней скорости движения частиц системы.

К явлениям переноса относятся: диффузия, теплопроводность, вязкость. Диффузия — процесс взаимного проникновения молекул или атомов одного вещества между молекулами или атомами другого, приводящий к самопроизвольному выравниванию их концентраций по всему занимаемому объёму.

Диффузия находит широкое применение в промышленности и повседневной жизни. На явлении диффузии основана диффузионная сварка металлов. Методом диффузионной сварки без применения припоев, электродов и флюсов соединяют между собой металлы, неметаллы, металлы и неметаллы, пластмассы. Применяется для защиты изделий от коррозии, износа, повышения контактной электрической проводимости, в декоративных целях, так, для повышения твердости и жаростойкости стальных деталей применяют цементацию.

Теплопроводность — способность материальных тел к переносу энергии (теплообмену) от более нагретых частей тела к менее нагретым частям тела, осуществляемому хаотически движущимися частицами тела.

Теплопроводность также широко используется в повседневной жизни: чайник- лагодаря хорошей теплопроводности дна и благодаря конвекции вода в нём быстро прогревается; в отапливаемой комнате благодаря конвекции поток теплого воздуха поднимается вверх, а поток холодного опускается вниз; термос - за счет плохой теплопроводности прослойки стенок и отражающей тепловое излучение внутренней поверхности материала он может сохранять как низкую, так и высокую температуру жидкости в течение длительного времени.

Вязкость (внутреннее трение) — одно из явлений переноса, свойство текучих тел (жидкостей и газов) оказывать сопротивление перемещению одной их части относительно другой.

Вязкость является важнейшей физико-химической характеристикой многих веществ. Значение ее учитывают при проектировании и эксплуатации трубопроводов и аппаратов, в которых происходит движение (например, если они служат для перекачивания) жидкой или газообразной среды. Это могут быть нефть, газ или продукты их переработки, расплавленные шлаки либо стекло и прочее.

ОПТИЧЕСКИЕ ИЛЛЮЗИИ И ПОЛУЧЕНИЕ СТЕРЕОСКОПИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Володин П.Г. и Максименко Н.А.

Научный руководитель - Русакевич Д.А., к.т.н., доцент

Просмотр изображений в 3D построен на фундаментальном желании людей - на стремлении к улучшениям. Что касается 3D-видения, то оно помогает наслаждаться красотой реальности, да и просто мечтать.

2D – плоское изображение.

3D – трехмерное (объемное) изображение.

Слово стерео пришло из греческого, где оно означало "относящийся к космосу" Почему у человека объёмное восприятие? Мы видим предметы всегда объёмными, то есть расстояние между двумя объектами может быть всегда понято людьми.

На данный момент существует много способов создать оптическую иллюзию, что перед вами стереоизображение. Это: растровый способ; мозаичные картинки; стереопары (с просмотром при помощи: зеркал, стереоскопов и др.); поляризационный (с просмотром при помощи поляризационных очков); анаглифический (с просмотром при помощи светофильтров).

Фотоаппарат, делающий одновременно по два снимка (стереофотоаппарат). После чего эти снимки можно просматривать методами "стереопар" и после преобразований методом "анаглифа".

Различают два принципа просмотра стереопар: параллельный и крест – накрест.

Анаглиф - метод просмотра стереоизображений, основанный на построении раздельного изображения для левого и правого глаза с помощью очков - светофильтров. Анаглифный метод, основан на свойствах светофильтров, пропускать одни и задерживать другие лучи.

Но есть и недостатки: требуются светофильтры-очки. Отсутствует возможность передачи реального расстояния.

Применяется в картографии, фильмах, комиксах, книжках и т.д. При проектировании сложных объёмных конструкций

В процессе работы были изучены теоретические основы получения стереоскопических изображений, а также различные компьютерные программы. Получен реальный опыт создания анаглифных стереоизображений.

Исследования показали важность применения анаглифных изображений в различных сферах деятельности.

УДК 378:001

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ КОНТРОЛЕ ЗНАНИЙ

Шепелюк А.С., Шепелев И.А.

Научный руководитель - Русакевич Д.А., к.т.н, доцент

В современном мире информационные технологии проникают во все сферы человеческой деятельности. Исключением не стала и система образования. Одной из значимых тенденций в развитии образовательного процесса стало использование информационных технологий для получения и контроля знаний.

Повсеместная информатизация внесла значимые изменения в процесс и формат приобретения знаний. Существенно повысилась интенсивность образовательного процесса, увеличилась скорость и глубина усвоения большого объема информации.

Для предоставления учебной информации используется два компонента. Первый компонент – это компьютерная техника, второй – соответствующее программное обеспечение.

Применение информационных технологий в учебном процессе позволяет улучшить качество обучения и проверки знаний учеников. Включение IT-технологий в образовательный процесс, дает возможность разностороннего проявления творческих способностей студентов. С помощью информационных технологий имеется возможность производить самоконтроль, наглядно демонстрировать изучаемые явления

Одной из популярных форм контроля знаний является компьютерное тестирование. В тестирование должна быть включена оценка сложности вопроса и степени правильности ответа на вопрос. Для возможности объективной оценки знаний по пройденному материалу необходимо достаточное количество тестовых вопросов.

В настоящее время существует множество систем тестирования в различных областях знаний, например: OLAT, Moodle, Sakai и Authorware, Optivote и т.д. В большинстве этих систем создаются тесты, для традиционного или электронного обучения, с сохранением и передачей результатов преподавателю.

На кафедре «Техническая физика» Белорусского национального технического университета применяется для текущего контроля знаний система «Optivote». Преимуществом ее является то, что она позволяет быстро провести опрос студентов по любому предмету и оценить уровень знаний после прохождения теста. Проведение контроля знаний с использованием системы тестирования «Optivote» позволила использовать набор тестов не только для текущего контроля, но и для проведения

экзаменов. Данная система голосования позволяет с помощью пульта отвечать на вопросы, которые высвечиваются на экране с помощью проектора. Подготавливаются вопросы предварительно. На основании ответов учащихся, система генерирует отчеты, позволяющие оценить результаты проведенных опросов. На каждый ответ выделяется определенное количество времени, исходя из сложности вопроса. Система распределяет вопросы по сложности, основываясь на данных, полученных в ходе тестирования.

Разработка современных и интеллектуальных методов испытаний с использованием различных типов задач и форм ответов дает возможность построение адаптивных тестов. В то же время, новые системы тестирования должны включать в себя все достижения инструментов контроля знаний предыдущих поколений.

Литература

1. Роберт И.В. Распределенное изучение информационных и коммуникационных технологий в общеобразовательных предметах / И.В. Роберт // Информатика и образование. - 2001. - №5.
2. Роберт И.В. Современные информационные технологии в образовании / И.В. Роберт. - М.:Школа-Пресс, 1994.
3. Селевко Г.К. Педагогические технологии на основе информационно-коммуникационных средств / Г.К. Селевко - М.: НИИ школьных технологий, 2006. - 208 с.
4. Audience Response System, Voting System Hire – Optivote Ltd. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.optivote.co.uk/>– Дата доступа: 09.03.2018.

СЕКЦИЯ МАТЕМАТИКА

ПЕРЕЧЕНЬ ДОКЛАДОВ

ФРАКТАЛЫ И ВЕЙВЛЕТЫ. В ВОПРОСАХ СЖАТИЯ ИНФОРМАЦИИ

Климченя Е.Д., Карастелёва Н.Н.

Научный руководитель – Катковская И.Н., к. ф.-м. н., доцент

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИКИ В ВИДЕОИГРАХ

Вольский А.М., Масюк М.М.

Научный руководитель – Катковская И.Н., к.ф.-м.н., доцент

ВЕРОЯТНОСТЬ РАЗОРЕНИЯ КАК РИСКОВАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТРАХОВОЙ КОМПАНИИ

Еремейко А.А., Корабановская Е.В., Кулешова А.А.

Научный руководитель – Катковская И.Н., к.ф.м.н., доцент

БАЙЕСОВСКИЕ МОДЕЛИ В ВЕРОЯТНОСТНОМ ПРОГРАММИРОВАНИИ

Руденя А.С., Чумакова Н.В.

Научный руководитель – Катковская И.Н., к.ф.-м.н., доцент

ЗАКОН БЕНФОРДА

Якимович С.В., Прокопенко Д.В.

Научный руководитель – Катковская И.Н., к.ф.-м.н., доцент

ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТИ В АЗАРТНЫХ ИГРАХ

Перегуд Н.В., Новиков Я.И.

Научный руководитель – Катковская И.Н., к.ф.-м.н., доцент

АНАЛИЗ ФИНАНСОВОЙ ОТЧЁТНОСТИ ОТКРЫТОГО АКЦИОНЕРНОГО ОБЩЕСТВА «МИНСКИЙ ЗАВОД КОЛЕСНЫХ ТЯГАЧЕЙ»

Нечаева В.В.

Научный руководитель – Щукин М.В., к. ф.-м. н., доцент

ЗОЛОТОЕ СЕЧЕНИЕ

Щербин А.А., Родцевич В.В.

Научный руководитель – Щукин М.В., к. ф.-м. н, доцент

ИССЛЕДОВАНИЕ УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ СИСТЕМЫ ДВУХ ТЕЛ В ГРАВИТАЦИОННОМ ПОЛЕ ГАЗОПЫЛЕВОГО ШАРА

Каленкович Ю.Л., Жалдыбин А.В.

Научные руководители – Рябушко А.П., д.ф.-м.н., профессор;
Юринок В.И., к.т.н., доцент.

ПРИМЕНЕНИЕ КРАТНЫХ ИНТЕГРАЛОВ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ОБРАБОТКИ ПЛОСКИХ ОПТИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ

Каленкович Ю.Л., Жалдыбин А.В.

Научный руководитель – Юринок В.И., к.т.н., доцент.

МАТЕМАТИКА КРИПТОГРАФИИ. КРИПТОГРАФИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТ STEGASCRYPT

Жуковский Д.М.

Научный руководитель – Федосик Е.А., к.ф.-м.н., доцент

ПРОБЛЕМА 196

Маркевич А.П.

Научный руководитель – Федосик Е.А., к.ф.-м.н., доцент

КВАЗИ-КОЛЛИНЕАРНЫЕ ТОЧКИ В ОГРАНИЧЕННОЙ КРУГОВОЙ ЗАДАЧЕ ТРЕХ ТЕЛ

Трухан Т.А.

Научный руководитель – Зубко О.Л.

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДВИЖЕНИЯ ОСНОВНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФОНДОВ

Коготько А.В.

Научный руководитель – Чепелева Т.И., к.т.н., доцент

МЕТОДЫ РАСЧЕТА ИРЧП (ИНДЕКСА РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА)

Крюков Н.Н.

Научный руководитель – Чепелева Т.И., к.т.н., доцент

ФРАКТАЛЫ И ВЕЙВЛЕТЫ. В ВОПРОСАХ СЖАТИЯ ИНФОРМАЦИИ

Климченя Е.Д., Карастелёва Н.Н.

Научный руководитель – Катковская И.Н., к. ф.-м. н., доцент

Целью данной работы является изучение свойств и видов фракталов, сжатие данных с применением системы итерируемых функций, сравнение основных характеристик фрактального сжатия и вейвлет-преобразований.

Фракталы подразделяются на четыре большие группы, каждая из которых в своем представлении имеет изображение, похожее на объекты живой и неживой природы, что позволяет использовать их в различных областях, в частности, для построения ландшафтов, линий побережий и горных хребтов, анализировать сердечно-сосудистую систему человека и т.д.

Основное свойство фракталов – свойство самоподобия, достоинство которого состоит в возможности создавать исполняемый файл малого размера при большом изображении. При этом возможна бесконечная масштабируемость, и увеличение сложности картинки. Использование фракталов при сжатии данных позволяет получать хорошие результаты, однако время выполнения операции существенно зависит от схожести данных.

Проведенное сравнение фрактального сжатия и вейвлет-преобразования дало результаты в пользу вейвлет-преобразования, так как оно менее времязатратно и позволяет изменять степень сжатия данных в более широком диапазоне.

Литература

1. А.Е. Кононюк. Дискретно-непрерывная математика. (Поверхности). В 12-и кн. Кн.6. ч.2. — К.: Освіта України, 2016.
2. Уэлстид С. Фракталы и вейвлеты для сжатия изображений в действии. Учебное пособие. – М.: Издательство Триумф, 2003.

Вольский А.М., Масюк М.М.

Научный руководитель – Катковская И.Н., к.ф.-м.н., доцент

Целью данной работы является: изучение вопроса о применении математики в видеоиграх и инкрементных играх.

Как выяснилось, компании, занимающиеся разработкой игр, требуют от своих сотрудников знания не только языков программирования и алгоритмов, но и математики. Знание таких вещей не просто поможет разработать логику игры, но и качественно оптимизировать саму игру, находя альтернативные пути, которые помогают избежать лишних вычислений.

Основные математические разделы, которые используются в видеоиграх, это векторный анализ и теория матриц. Векторы используются для хранения местоположений, направлений и скоростей.[1] Вектор направления хранит информацию о том, куда направлена камера персонажа, вектор скорости показывает с какой скоростью движется поверхность относительно персонажа, вектор местоположения показывает, где находятся персонажи относительно центральной точки. Использование операций с матрицами и формул преобразования координат позволяет поворачивать изображения на необходимое количество градусов.[2]

Основная игровая механика в инкрементных играх заключается в следующем: игрок нажимает на кнопку, число увеличивается. Анализируя некоторые из особенностей дизайна инкрементной игры, было замечено *нелинейное увеличение* цены и выгоды: нужно всё больше и больше чисел для получения относительно меньшего прироста инкремента. Также мы построили график для сравнения цены и скорости прироста и выяснили, что эти функции нелинейные и что рост цены быстро обгоняет увеличение скорости прироста.

Как мы могли понять, без математики игры не смогли бы работать. Персонаж не смог бы перемещаться, прыгать, стрелять или выполнять любые другие действия. Именно поэтому компании, занимающиеся разработкой игр, требуют от своих сотрудников знания не только языков программирования и алгоритмов, но и математики. Знание таких вещей не просто поможет разработать логику игры, но и качественно оптимизировать саму игру, находя альтернативные пути вычислений алгоритмов, которые помогут избежать лишних вычислений.

Литература

- 1.D.M. «Young Physics for Game Developers: Science, math, and code for realistic effects» Model (2013), 243-247.
2. James M. Van Verth «Essential Mathematics for Games and Interactive Applications: A Programmer's Guide, Second Edition», Vectors and points(2007), 137-139.

ВЕРОЯТНОСТЬ РАЗОРЕНИЯ КАК РИСКОВАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТРАХОВОЙ КОМПАНИИ

Еремейко А.А., Корабановская Е.В., Кулешова А.А.

Научный руководитель – Катковская И.Н., к.ф.м.н., доцент

Страховая компания представляет собой договорного финансового посредника, который специализируется на предоставлении страховых услуг физическим или юридическим лицам. Страховая услуга заключается в передаче риска от страхователя к страховой компании за определенную плату, называемую страховой премией.

При обосновании управленческих решений в страховой компании особую роль играют имитационные модели, в основе которых лежат вероятностно-статистические методы. При этом в качестве меры риска страхования рассматривается вероятность разорения компании.

Под вероятностью разорения понимается количественная оценка возможности наступления события, при котором страховой иск в некоторый момент времени окажется больше суммы резерва страховой компании и собранных страховых премий, то есть когда общая сумма выплат всем застрахованным окажется больше капитала компании.

Страховая компания не только занимается управлением рисками, но и сама потенциально подвержена целому ряду рисков.

В работе рассмотрены 2 модели: биномиальная и Крамера-Лундберга. Модели позволяют определить размер страховой премии, необходимой для неразорения компании. В результате полученных табличных данных установлено, что при равном объеме начального капитала вероятность разорения страховой компании тем выше, чем выше вероятность наступления страхового события.

Литература

1. Мельников А.В. Риск-менеджмент: стохастический анализ рисков в экономике финансов и страхования – 2-е изд. – М.: Анкил, 2003
2. Рябикин В.И., Тихомиров С.Н., Баскаков В.Н. Страхование и актуарные расчеты. – М.: Экономистъ, 2006.

БАЙЕСОВСКИЕ МОДЕЛИ В ВЕРОЯТНОСТНОМ ПРОГРАММИРОВАНИИ

Руденя А.С. , Чумакова Н.В.

Научный руководитель – Катковская И.Н., к.ф.-м.н., доцент

Цель нашей работы: изучить байесовское и вероятностное программирование и их применение в различных сферах, а также реализовать несколько программ, основанных на них.

Байесовское программирование рассматривают как формальную алгебраическую систему для задания графических моделей, таких как, например, байесовские сети, фильтры Калмана или скрытые марковские модели.

Байесовскому программированию противопоставляют такое понятие как вероятностное программирование.

Вероятностное программирование объединяет сферы классических языков программирования с вероятностным моделированием (особенно с байесовскими сетями) для того, чтобы быть в состоянии иметь дело с неопределенностью и в то же время пользоваться выразительной силой языков программирования для описания сложных моделей.

Для того, чтобы продемонстрировать байесовское и вероятностное программирование в действии, мы реализовали две программы с использованием библиотек Infer.NET и Encog.

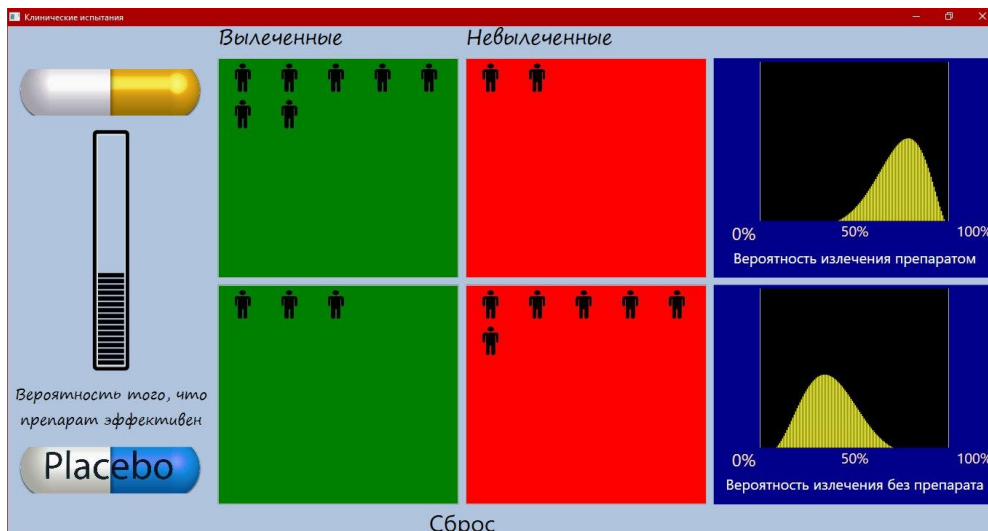


Рисунок.1.Эффективность препарата

В первой, мы проводим клинические испытания, цель которых определить вероятность эффективности препарата. В эксперименте

участвует 2 группы людей. В курсе лечения одной из них присутствует исследуемый препарат. Вероятность полного выздоровления определяется при помощи байесовской модели, которая была описана нами с использованием функционала библиотеки Infer.NET.

Во второй, мы определяем является ли письмо спамом.

```
Spam
offer is secret
click secret link
secret sports link
*****
Ham
play sports today
went play sports
secret sports event
sports is today
sports costs money
*****
Сглаживание по Лапласу = 0
Вероятность того, что "today" является спамом 0,000000%
Вероятность того, что "sports" является спамом 16,666667%
Вероятность того, что "secret" является спамом 75,000000%
Вероятность того, что "today is secret" является спамом 0,000000%
Вероятность того, что "secret is secret" является спамом 96,153846%
*****
Сглаживание по Лапласу = 1
Вероятность того, что "today" является спамом 22,222222%
Вероятность того, что "sports" является спамом 22,222222%
Вероятность того, что "secret" является спамом 63,157895%
Вероятность того, что "today is secret" является спамом 48,575712%
Вероятность того, что "secret is secret" является спамом 85,002186%
```

Рисунок.2.Вероятность того, что письмо является спамом

Литература

- Kamel Mekhnacha. Bayesian Programming. — Chapman and Hall/CRC, 2013.Bayesian Programming. Chapman and Hall/CRC. [ISBN](#) 978-1-4398-8032-6. (англ.)

ЗАКОН БЕНФОРДА

Якимович С.В., Прокопенко Д.В.

Научный руководитель – Катковская И.Н., к.ф.-м.н., доцент

Целями данной работы являются: изучение закона Бенфорда, экспериментальная проверка справедливости закона для различных выборочных значений, исследование возможности использования закона для выявления фальсификаций в статистических данных.

Закон Бенфорда описывает вероятность появления числа с определённой первой значащей цифрой в распределениях величин, охватывающих несколько порядков. Существование такой закономерности впервые заметил Саймон Ньюком, однако Бенфорд первым эмпирически доказал справедливость этого закона на основании исследования данных из различных таблиц и справочников. Впоследствии закон получил и теоретическое обоснование [1].

Для анализа статистических данных и проверки документальных источников нами была разработана программа. С её помощью были проанализированы: последовательность степеней двойки, содержащая 820 значений; численность населения 242-ух стран, состав вооружённых сил 166-ти стран, официальная статистика выборов, содержащая 4537 значений; данные предварительных опросов, охватывающие 15 американских штатов; статистика денежной массы за 17 лет, а также денежный обзор за 7 лет, представленные на сайте Национального банка Республики Беларусь; часть статистики Белорусской федерация лёгкой атлетики, налоговая декларация. Наша программа показала близкое соответствие исследованных данных закону Бенфорда.

Для проверки возможности использования закона при выявлении фальсификаций были проанализированы заведомо недостоверные данные. Для объективности, человек, составляющий эту статистику, не был посвящён в детали исследования. Программа показала сильное расхождение результатов с законом Бенфорда, что позволяет нам утверждать о справедливости использования подобного метода для выявления фальсификаций.

Нами была разработана и апробирована ещё одна программа, позволяющая генерировать определённое количество псевдослучайных чисел в заданном диапазоне, которые бы соответствовали закону Бенфорда. Выявить фальсификацию этих данных с помощью нашей программы не удалось, что свидетельствует о невозможности сделать однозначный вывод о достоверности статистических данных по одному только соответствию закону Бенфорда.

Можно однозначно утверждать, что данный метод подходит для быстрой предварительной оценки достоверности статистической информации.

Литература

1. В. Балаж, К. Нагасака, О. Штраух, «Закон Бенфорда и функции распределения последовательностей на $(0,1)$ », Матем. заметки, 88:4 (2010), 485–501; Math. Notes, 88:4 (2010), 449–463

ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТИ В АЗАРТНЫХ ИГРАХ

Перегуд Н.В., Новиков Я.И.

Научный руководитель – Катковская И.Н., к.ф.-м.н., доцент

Целью данной работы является изучение использования математических и вероятностных методов в теории азартных игр.

Нами было рассмотрено 4 вида азартных игр: рулетка, игровые автоматы, лото и покер. В результате детального исследования каждой из них были получены следующие результаты.

1. **Рулетка.** Ставка производилась на определённое число.

Вероятность выиграть в этом случае $1/38$ или 2,63%

Возможный выигрыш игрока (в процентах к ставке): $1/38 \times 36 \times 100 = 94.74\%$

Процент казино: $100 - 94,7 = 5.26 \%$

Математическое ожидание: -0,0263

То есть, с каждого поставленного вами доллара, игорный дом надеется заработать 2,63 цента.

2. **Игровые автоматы.** При ставке в 5 рублей, математическое ожидание равно 4,625.

Как мы видим ожидаемый выигрыш меньше, чем плата за игру. Из этого делаем вывод: при длительной игре вы будете проигрывать свои деньги.

3. **Лото.** Для исследования возможности выигрыша в лотерею мы рассчитали количество возможных комбинаций в лотереях с использованием формул комбинаторики.

В лотерее, состоящей из 49 ячеек, и необходимым условием угадать 6 из них получилось 13 983 816.

Как мы видим, только 1 комбинация из почти 14 миллионов комбинаций является выигрышной. Поэтому для заработка при помощи лотереи нужно обладать отличным везением.

4. **Покер.** Мы исследовали вероятности сбора целевой комбинации имея неполную комбинацию для тexasского холдема и занесли их в таблицу.

Неполная комбинация	Целевая комбинация	Вероятность сбора целевой комбинации в зависимости от ситуации			
		Флоп		Терн	
		%	Отношение	%	Отношение
Тройка	Каре	4,3	1 к 22,3	2,2	1 к 44,5

Тройка	Фулл-хаус	29,1	1 к 2,4	19,6	1 к 4,1
Две пары	Фулл-хаус	16,6	1 к 5,0	8,7	1 к 10,5
Флеш-дро	Флеш	35,0	1 к 1,9	19,6	1 к 4,1
Стрит-дро сторонний	2- Стрит	31,5	1 к 2,2	17,4	1 к 4,7
Стрит-дро сторонний	1- Стрит	16,5	1 к 5,1	8,7	1 к 10,5
Гатшет	Стрит	16,5	1 к 5,1	8,7	1 к 10,5
Пара	Тройка	9,3	1 к 9,8	4,3	1 к 22,3
Пара	2 пары	37,5	1 к 1,7	26,1	1 к 2,8
Кикер	Пара	58,6	1 к 0,7	39,1	1 к 1,6

Вывод: для успешной игры необходимо ставить меньший, чем показанный в таблице, процент от имеющегося банка при сборе определенных комбинаций. И придерживаясь этой тактики рано или поздно вы начнете получать прибыль от игры.

Литература

1. Теория вероятностей в азартных играх [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.13min.ru/drugoe/teoriya-veroyatnostej-v-azartnyx-igrah/>, свободный.
2. Колмогоров А. Н. Журбенко И. Г. Прохоров А. В. «Введение в теорию вероятностей» – М.: Наука 1982 г.

АНАЛИЗ ФИНАНСОВОЙ ОТЧЁТНОСТИ ОТКРЫТОГО АКЦИОНЕРНОГО ОБЩЕСТВА «МИНСКИЙ ЗАВОД КОЛЕСНЫХ ТЯГАЧЕЙ»

Нечаева В.В.

Научный руководитель – Щукин М.В., к. ф.-м. н., доцент

ОАО «МЗКТ» ведет отсчет своей истории с 1954 года. В этот день приказом директора Минского автозавода на Минском автомобильном заводе было создано специальное конструкторское бюро № 1 (СКБ-1) по тяжелым колесным артиллерийским тягачам и двигателям к ним с опытной базой. Минский завод колёсных тягачей был создан в [1991 году](#) на базе производства колёсной техники специального назначения [МАЗа](#) — РК «[Тополь-М](#)», [ЗРК «Печора»](#), [С-300П](#).

Численность работающих на предприятии в 2016 году – более 5 тысяч.

Появился первый четырёхосный автомобиль с колесной формулой 8x8 - МАЗ-535. Предназначался для транспортировки артиллерийских систем массой до 10 т.

МАЗ-535 имел двигатель мощностью 375 л.с. В 1958 г. автомобили начали выпускать серийно.

Легендарный балластный тягач МАЗ-535А перевозил фанерные макеты грозных советских ракет, так пугавших потенциальных врагов. Помимо этого, на Минском заводе колесных тягачей производят гражданские тягачи под брендом «Volat».

22 января 2010 года Производственное республиканское унитарное предприятие «МИНСКИЙ ЗАВОД КОЛЕСНЫХ ТЯГАЧЕЙ» реорганизовано путем преобразования в Открытое акционерное общество «Минский завод колесных тягачей».

Нами были проведены исследования финансовых показателей Минского завода колесных тягачей, с точки зрения инвестирования, согласно книге, под названием «Разумный инвестор», которая вышла в 1973. Автором ее является известный американский экономист и профессиональный инвестор Бенджамин Грэм. По сегодняшним меркам являлся бы миллиардером.

Мы хотим представить разработанную нами таблицу анализа ценных бумаг Минского завода колесных тягачей.

А. Капитализация

Цена акции (2016)	110 (BYN)
-------------------	-----------

Количество обыкновенных акций	163 678
Номинальная стоимость	110 (BYN)
Общая капитализация	18 004 580 (BYN)

Б. Статьи отчета о прибылях и убытках

Объем продаж за 1 и 2 кварталы 2016 года	121 101 400 (BYN)
Объем продаж за 2015 год	254 036 400 (BYN)
Чистая прибыль за 1 и 2 кварталы 2016 года	46 032 200 (BYN)
Прибыль на одну акцию за 1 и 2 кварталы 2016 года	281.24 (BYN)
Средний размер прибыли на одну акцию в 2014-2015 годах	161.25 (BYN)
Текущие дивиденды	0

В. Статьи баланса за 2015 год

Текущие активы	157 130 880 (BYN)
Текущие обязательства	0
Бухгалтерская стоимость акции	960

Г. Коэффициенты

Цена / прибыль (P/E) за 2016 год	0,19
Цена акции / бухгалтерская стоимость	0,11
Чистая прибыль / объем продаж за 2016год (%)	38,01
Чистая прибыль на одну акцию / бухгалтерская стоимость акции (%)	29,3
Дивидендная доходность (%)	0

Текущие активы / текущие обязательства	*очень большое число
--	----------------------

Темпы роста EPS:

Прибыль на акцию с 2010-2016	2010 – 41.66 (BYN) 139 (USD)
	2011 – 6.17 (BYN) 11 (USD)
	2012 – 74.29 (BYN) 87 (USD)
	2013 – 105.89 (BYN) 116 (USD)
	2014 – 162.34 (BYN) 152 (USD)
	2015 – 222.82 (BYN) 146 (USD)
	2016 – 349.57 (BYN) 183 (USD)
2016 год по сравнению с 2010-2015 годами (%)	200

*текущие обязательства равны 0

Проанализировав основные требования, можно сделать вывод, что Бенджамин Грэм советовал бы покупать акции Минского завода колесных тягачей.

Литература

1. Бенджамин Грэхем Разумный инвестор, 1974. – С. 159-162

ЗОЛОТОЕ СЕЧЕНИЕ

Щербин А.А., Родцевич В.В.

Научный руководитель – Щукин М.В., к. ф.-м. н, доцент

Золотое сечение, это такое деление целого на 2 части, при котором отношение меньшего к большему равно отношению большего ко всему. В округленном процентном значении пропорции частей целого будут соотноситься как 62% на 38%.

С историей золотого сечения косвенным образом связано имя итальянского математика монаха Леонардо Пизанского, более известного под именем Фибоначчи. В 1202 г. вышел в свет его математический труд “Книга об абаке” (счетной доске), в котором были собраны все известные на то время задачи. Одна из задач гласила “Сколько пар кроликов в один год от одной пары родится”. Размышляя на эту тему, Фибоначчи выстроил такой ряд цифр: 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, и т.д. (Рис. 1)

Этот ряд известен как ряд Фибоначчи. Особенность последовательности чисел состоит в том, что каждый ее член, начиная с третьего, равен сумме двух предыдущих, а отношение смежных чисел ряда приближается к отношению золотого деления. В алгебре это число обозначается греческой буквой ϕ (фи), примерно равное 1,618.

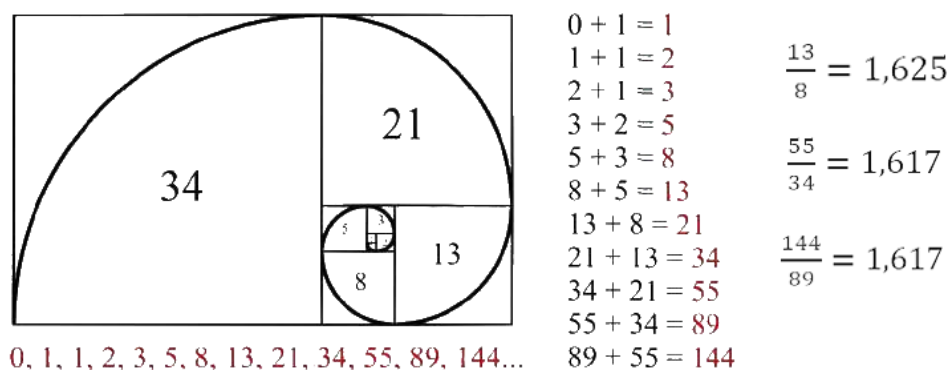


Рисунок 1. Ряд Фибоначчи.

Ряд Фибоначчи мог бы остаться только математическим казусом, если бы не то обстоятельство, что все исследователи золотого деления в растительном и в животном мире, не говоря уже об искусстве, неизменно приходили к этому ряду как арифметическому выражению закона золотого деления. Все, что преобразовывалось, росло, стремилось занять место в пространстве и сохранить себе это стремление, находит осуществление в основном в трех вариантах, рост вверх и расстилание по поверхности земли и закручивание по спирали. Создается впечатление, что вся флора и фауна, в том числе и человек, развиваются по законам, которые заложены в этой числовой последовательности. С тех пор как Фибоначчи открыл

свою последовательность, были найдены даже явления природы, в которых эта последовательность похоже играет немаловажную роль, одно из них: «листорасположение», правило, по которому располагаются, например, семечки в соцветии подсолнуха. Семечки упорядочены в 2 ряда спирали, один из которых идет по часовой стрелке, а другой – против. (Рис.2)

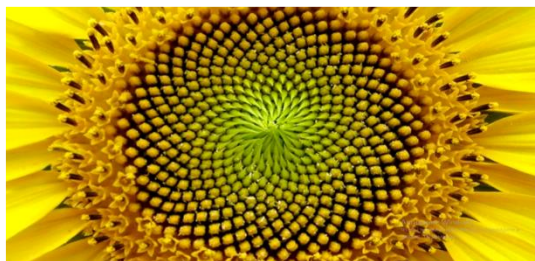


Рисунок 2. Положение семечек подсолнуха.

В растительном и животном мире вступает в действие принцип экономии биологической материи и энергии и, в то же время, с первого взгляда улавливаются приятные для нашего глаза пропорции, например, если приглядеться к основному стеблю цикория, то можно заметить, что боковые отростки отходят от него через разные расстояния, поделив которые друг на друга, получим золотую пропорцию. Длина лепестков тоже руководствуется тем же принципом. Оказывается, что, именно при таком расположении листьев, достигается максимум притока солнечной энергии. Интересно то, что у большинства цветов количество лепестков соответствует числам в последовательности чисел Фибоначчи.

Современными учеными было установлено, что такие проявления спиральных форм в природе как раковина улитки, расположение семян подсолнечника, узоры паутины, движение урагана, строение ДНК и даже структура галактик заключают в себе ряд Фибоначчи.

Адольф Цейзинг, исследуя пропорциональность человека, проделал колоссальную работу. Он измерил порядка двух тысяч человеческих тел, а также множество античных статуй и вывел, что золотое сечение выражает среднестатистический закон. В человеке ему подчинены практически все части тела, но главный показатель золотого сечения — это деление тела точкой пупа. (Рис. 3)

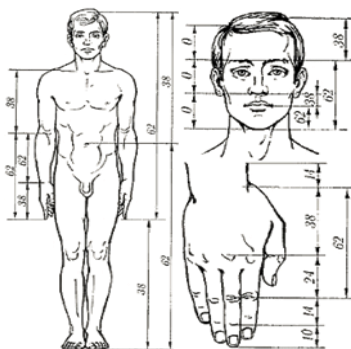


Рисунок 3. Измерения частей тела человека.

Искусствовед Ковалев, подробно исследовав картину Николая Ге «Александр Сергеевич Пушкин в селе Михайловском», отмечает, что каждая деталь полотна, будь то камин, этажерка, кресло или сам поэт, строго вписаны в золотые пропорции. (Рис. 4)

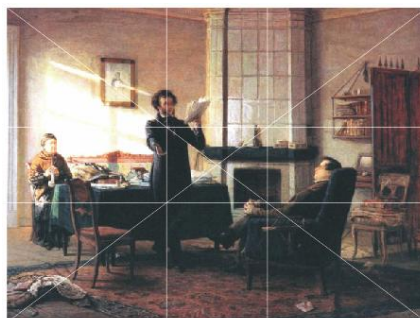


Рисунок 4. Картина «Александр Сергеевич Пушкин в селе Михайловском».

Литературоведы, к примеру, обратили внимание, что наиболее популярное количество строк в стихотворениях позднего периода творчества Пушкина соответствует ряду Фибоначчи – 5, 8, 13, 21, 34.

Действует правило золотого сечения и в отдельно взятых произведениях русского классика. Так кульминационным моментом «Пиковой дамы» является драматическая сцена Германа и графини, заканчивающаяся смертью последней. В повести 853 строки, а кульминация приходится на 535 строке ($853:535=1,6$) – это и есть точка золотого сечения.

Знакомство с принципами «золотого сечения», помогает видеть гармонию и целесообразность окружающих нас творений природы и человека. Человеческое представление о красивом явно сформировалось под влиянием того, какой порядок и гармонию человек видит в природе.

Литература

- 1) [Электронный ресурс] <http://mirznanii.com/a/313715/matematika-i-zolotoe-sechenie>
- 2) [Электронный ресурс] <http://www.microarticles.ru/article/zolotoe-sechenie.html>
- 3) [Электронный ресурс] <https://www.youtube.com/watch?v=-JKw6n7CLmo>

ИССЛЕДОВАНИЕ УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ СИСТЕМЫ ДВУХ ТЕЛ В ГРАВИТАЦИОННОМ ПОЛЕ ГАЗОПЫЛЕВОГО ШАРА

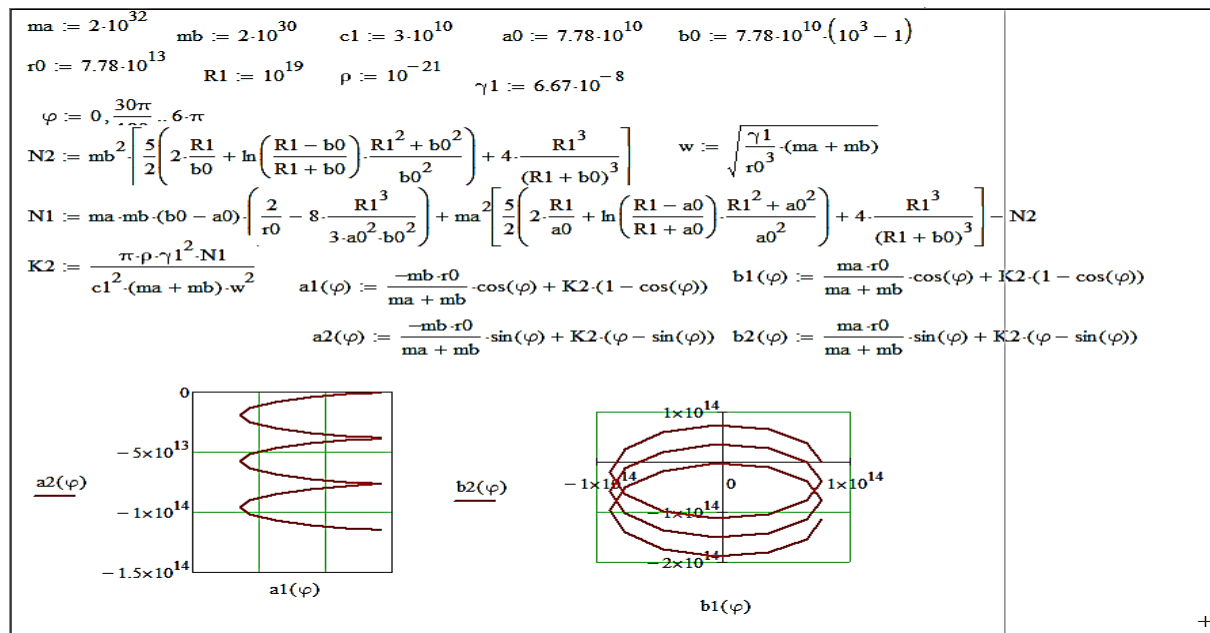
Каленкович Ю.Л., Жалдыбин А.В.

Научные руководители – Рябушко А.П., д.ф.-м.н., профессор;

Юринок В.И., к.т.н., доцент.

Изучаются законы движения системы двух тел в космическом пространстве в гравитационном поле газопылевого шара. Получены и проинтегрированы дифференциальные уравнения, являющиеся математической моделью движения этих тел. Актуальность исследования обусловлена необходимостью более точного прогнозирования движения малых тел в Солнечной системе (космических аппаратов и станций, астероидов, метеоритов и т. д.) в связи с интенсивным освоением космоса. Основной задачей данного исследования является получение траекторий движения первого и второго тел, параметрические уравнения которых получены в результате решения системы дифференциальных уравнений при учете гравитационного поля газопылевого шара. Ниже приведен фрагмент программы расчета при определенных параметрах газопылевой среды в математическом пакете Mathcad 15 Pro.

Получены графики траектории движения двух тел при заданных параметрах системы.



ПРИМЕНЕНИЕ КРАТНЫХ ИНТЕГРАЛОВ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ОБРАБОТКИ ПЛОСКИХ ОПТИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ

Каленкович Ю.Л., Жалдыбин А.В.

Научный руководитель – Юринок В.И., к.т.н., доцент.

Обработка плоских оптических деталей, имеющих высокоточные поверхности, является многоплановой проблемой. Из-за наличия сил трения между притирающимися поверхностями нижнего и верхнего звеньев последнее совершает сложные движения. В результате происходит изменение величины площади зоны контакта детали и инструмента, вызывающее непостоянство эпюры давления в этой зоне. Такая обработка сопровождается неодинаковым съемом припуска в центральной и краевой зонах детали, что служит одним из приемов управления процессом формообразования высокоточных поверхностей деталей. Для реализации такой обработки необходимо рабочее усилие, прикладываемое к верхнему звену, изменять пропорционально переменной площади контакта инструмента и детали.

Определение переменного давления связано с изменением площади контакта верхнего и нижнего звеньев. Для расчета изменяемой площади контактирующих плоских поверхностей использовался двойной интеграл в полярной системе координат с переменными пределами интегрирования в математическом пакете Mathcad 15 Pro. Ниже приведен фрагмент программы расчета при определенных параметрах верхнего и нижнего звеньев.

ORIGIN := 0

$$Rd := 50 \quad Ru := 40 \quad ex := 15 \quad \varphi := \arccos \left[\frac{(Rd)^2 + (ex)^2 - (Ru)^2}{2 \cdot Rd \cdot ex} \right] \quad \varphi = 0.723$$

$$a(\varphi) := \frac{2 \cdot ex \cdot \cos(\varphi) + \sqrt{(2 \cdot ex \cdot \cos(\varphi))^2 - 4 \cdot [(ex)^2 - (Ru)^2]}}{2} \quad Skont := \pi \cdot Ru^2 - 2 \cdot \int_0^{\varphi} \left(\int_{Rd}^{a(\varphi)} \rho \, d\rho \right) d\varphi$$

$$Skont = 4779.882$$

Практическая ценность исследования заключается в том, что предложенный метод расчета давления в зоне контактирующих поверхностей и алгоритм описания движений инструмента при обработке деталей, имеющих плоскую форму, позволяет на стадии технологической подготовки производства сформировать рациональную траекторию движения инструмента при обработке на оптикообрабатывающих станках с ЧПУ.

УДК 512.624.95

МАТЕМАТИКА КРИПТОГРАФИИ. КРИПТОГРАФИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТ STEGACRYPT

Жуковский Д.М.

Научный руководитель – Федосик Е.А., к.ф.-м.н., доцент

Одной из важнейших областей применений математики является криптография – наука о шифрах, т. е. способах преобразования информации, позволяющих скрывать её содержание от посторонних. Государство, не имеющее возможности защищать дипломатическую, военную и иную секретную переписку, неизбежно проиграет в борьбе с конкурентами.

С развитием электронных коммуникаций криптография стала предметом интереса более широкого круга потребителей: возникла необходимость защиты технических, коммерческих, персональных и других данных, передаваемых негосударственными организациями по общедоступным каналам связи.

В рамках данной работы было принято решение о создании программного инструмента StegaCrypt (рисунок 1), предназначенного для шифрации и сокрытия информации в файлах.

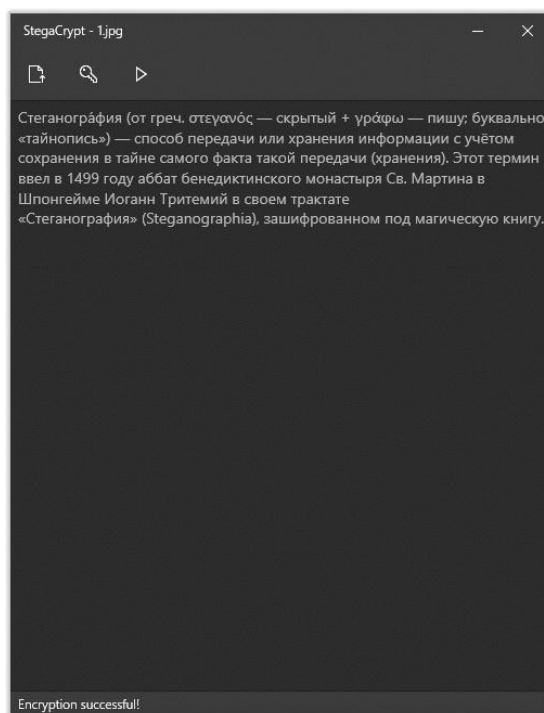


Рисунок 1 – интерфейс программного инструмента StegaCrypt

В последние десятилетия в криптографии стали появляться шифры, стойкость которых обосновывается сложностью решения чисто математических задач: разложения больших чисел на множители, решения

показательных сравнений в целых числах и других. Стойкость шифров зависит также и от качества генераторов случайных чисел, порождающих ключи. Одним из таких шифров является DES.

Программный инструмент StegaCrypt использует алгоритм шифрования Triple-DES. Его отличие заключается в том, что шифрование/расшифровка выполняются путём троекратного выполнения алгоритма DES.

Стандарт шифрования данных (алгоритм) DES – один из старых и наиболее известных алгоритмов шифрования, который был изобретен корпорацией IBM и был американским правительственным стандартом с 1976 до 2001 года. В значительной степени DES основан на алгоритме Люцифер (Lucifer) Хорста Фейстеля (Horst Feistel), который не получил широкого распространения. Существенно то, что в алгоритме DES используется единственный 64-битовый ключ: 56 бит значащие и 8 бит – проверочные биты для контроля на четность. Алгоритм обрабатывает блоки данных порциями по 64 бита. Ключ разбивается на 16 отдельных 48-битовых подключей по одному на каждый раунд, который называется циклом Фейстеля (Feistel cycles). На рисунке 2 показана схема работы алгоритма DES.

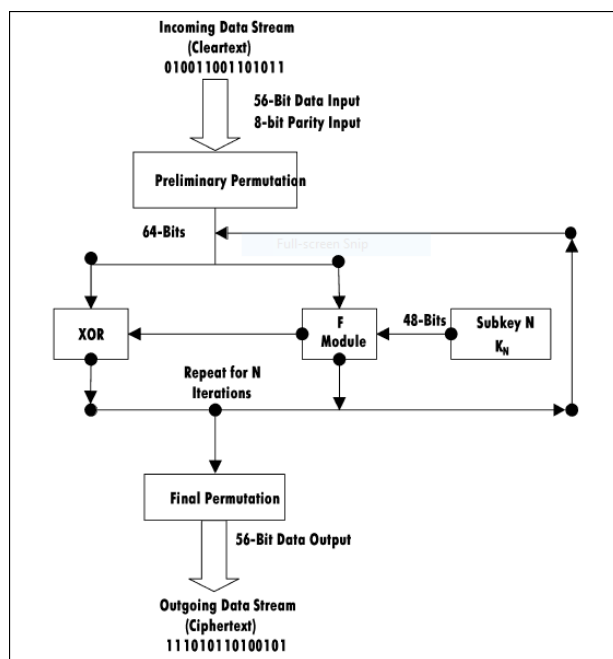


Рисунок 2 – интерфейс программного инструмента StegaCrypt

В каждом раунде выполняются подстановка, во время которой биты данных заменяются битами ключа, и перестановка, во время которой замененные данные переставляются (перемешиваются). Операции перестановки, которые иногда называют перемешиванием, выполняются в S-блоках, а операции перестановки, иногда называемые операциями рассеивания, – в P-блоках. Два названных класса операций реализованы в

«F-модуле» диаграммы. Безопасность DES чаще основывается на том, что операции перестановки нелинейные, поэтому зашифрованный текст ничем не напоминает исходное сообщение. Поэтому методы языкового анализа зашифрованного текста, которые обсуждаются далее в этой главе, не приводят к положительному результату. Операции перестановки повышают безопасность, дополнительно шифруя уже частично зашифрованное сообщение.

Для получения более высокой степени безопасности, зашифрованное сообщение сохраняется в выбираемом в программном инструменте файле. При необходимости можно задать тройной пароль, по которому будет осуществляться шифрование.

Программный инструмент написан на языке программирования C# и языке разметки XAML, с использованием инструментальной среды разработки Microsoft Visual Studio на программной платформе .NET Framework 4.5.

StegaCrypt имеет простой и дружелюбный интерфейс. В случаях, когда необходимо скрыть или передать сообщение, без его утечки, программный инструмент StegaCrypt отлично подойдет для реализации этого.

Литература

1. Мэтью Макдональд. Windows Presentation Foundation в .NET 4.5 с примерами на C# 5.0 для профессионалов, 2013. – 1015 с.
2. Джон Шарп. Microsoft Visual C#. Подробное руководство. 8-е издание, 2017. – 845 с.
3. Руководство по языку C#. [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: – <https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/csharp/> – Дата доступа: 30.01.2018.
4. Проектирование XAML в Visual Studio. [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: – <https://docs.microsoft.com/ru-ru/visualstudio/designers/designing-xaml-in-visual-studio> – Дата доступа: 17.07.2017
5. Документация по MahApps.Metro. [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: – <http://mahapps.com/> – Дата доступа: 13.04.2017

ПРОБЛЕМА 196

Маркевич А.П.

Научный руководитель – Федосик Е.А., к.ф.-м.н., доцент

Проблема 196 — условное название нерешённой математической задачи: неизвестно, приведёт ли операция «перевернуть и сложить», применённая к числу 196 какое-то количество раз, к палиндрому — числу, читающемуся с конца так же, как с начала.

Число Лишрел (англ. Lychrel number) — это натуральное число, которое не может стать палиндромом с помощью итеративного процесса «перевернуть и сложить» в десятичной системе счисления. Этот процесс называется *196-алгоритмом*. Название «Lychrel», придуманное Wade VanLandingham, — примерная анаграмма имени его подруги — Шерил (англ. Cheryl). Строго доказанных чисел Лишрел не существует, но многие числа предполагаются таковыми, причём наименьшее из них — 196.

«Перевернуть и сложить» (англ. Reverse-Then-Add) — название операции, выполняемой над числом. Суть заключается в сложении исходного десятичного числа с его перевёрнутой копией (числом, записанным с конца). Например, $56 + 65 = 121$, $521 + 125 = 646$.

Некоторые числа (в частности, все однозначные и двузначные числа) становятся палиндромами достаточно быстро — после нескольких применений операции, и поэтому не являются числами Лишрел. Около 80 % всех чисел, меньших 10000, разрешаются в палиндром в 4 или меньше шагов. Около 90 % — за 7 и меньше шагов.

Вот несколько примеров чисел не-Лишрел:

- **56** становится палиндромом после одной итерации: $56 + 65 = 121$.
- **89** проходит необычно много — 24 итерации (наибольшее кол-во для чисел менее 10000, которые точно разрешаются в палиндром), прежде чем достичь палиндрома 8813200023188.
- **10 911** достигает палиндрома 4 668 731 596 684 224 866 951 378 664 (28 знаков) после 55 итераций.
- **1 186 060 307 891 929 990** проходит 261 итерацию и становится 119-значным палиндромом 44 562 665 878 976 437 622 437 848 976 653 870 388 884 783 662 598 425 855 963 436 955 852 489 526 638 748 888 307 835 667 984 873 422 673 467 987 856 626 544. Это число является в настоящее время мировым рекордом (наиболее отложенным палиндромом). Оно было найдено Джейсоном Дусеттом с помощью компьютера 30 ноября 2005 года.

Последовательность A281506 содержит полный список первых **108 864** наиболее отложенных палиндромов, требующих **261** итерацию для превращения в палиндром. Она начинается с **1 186 060 307 891 929 990** и заканчивается 1 999 291 987 030 606 810

A281506 Numbers which require exactly 261 'Reverse and Add' steps to reach a palindrome. ⁵
 1186060307891929990, 1186060317791929990, 1186060327691929990, 1186060337591929990,
 1186060347491929990, 1186060357391929990, 1186060367291929990, 1186060377191929990,
 1186060387091929990, 1186060407881929990, 1186060417781929990, 1186060427681929990,
 1186060437581929990 ([list](#); [graph](#); [refs](#); [listen](#); [history](#); [text](#); [internal format](#))

Рисунок 1 - Последовательность A281506

Первое известное число, начиная с 0, которое, видимо, не образует палиндром, — трёхзначное число 196. Это наименьший номер кандидата Lychrel

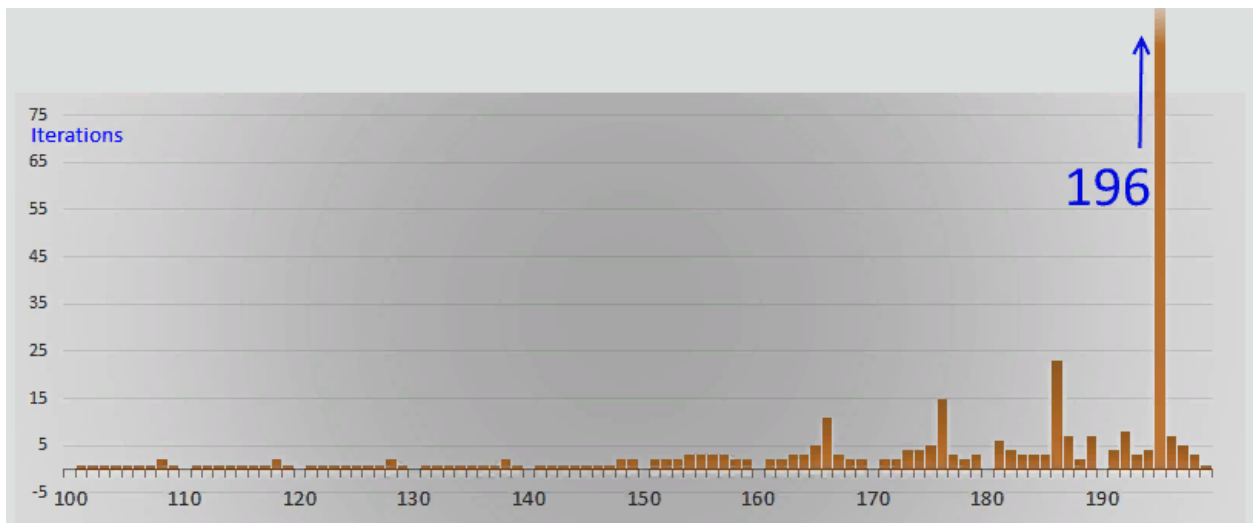


Рисунок 2 - Зависимость количества итераций от числа

Существует [гипотеза](#), что 196 и другие числа, которые пока ещё не стали палиндромом, являются числами Лишрел, но ни для одного числа нет строгого доказательства, что оно Лишрел. Подобные числа неофициально называют «кандидаты в числа Лишрел». Первые несколько кандидатов в Лишрел последовательность [A023108](#) в [OEIS](#):

A023108 Positive integers which apparently never result in a palindrome under repeated applications of the function $f(x) = x + (x \text{ with digits reversed})$. ⁶⁴
 196, 295, 394, 493, 592, 689, 691, 788, 790, 879, 887, 978, 986, 1495, 1497, 1585, 1587, 1675,
 1677, 1765, 1767, 1855, 1857, 1945, 1947, 1997, 2494, 2496, 2584, 2586, 2674, 2676, 2764, 2766,
 2854, 2856, 2944, 2946, 2996, 3493, 3495, 3583, 3585, 3673, 3675 ([list](#); [graph](#); [refs](#); [listen](#); [history](#); [text](#); [internal](#))

Рисунок 3 - последовательность A023108

Поскольку число 196 является наименьшим кандидатом в числа Лишрел, оно получило наибольшее внимание.

[Джон Уокер](#) ([англ.](#)) начал квест, посвящённый изучению потока «196», **12 августа 1987 года** на рабочей станции [Sun 3/260](#). Он написал программу на [C](#), которая выполняет итерации «перевернуть и сложить» и

проверяет на палиндром после каждого шага. Программа была запущена в фоновом режиме с низким приоритетом. Она сбрасывала контрольные точки в файл каждые два часа и в момент закрытия системы, записывая достигнутые к тому времени число и номер итерации. Она перезапускалась сама автоматически из последней контрольной точки после каждого включения компьютера. Она работала в течение почти трёх лет, а затем остановилась (как было запрограммировано) **24 мая 1990 года** с сообщением:

Достигнута точка остановки на проходе 2 415 836.

Число содержит 1 000 000 цифр.

Рисунок 4 - Сообщение

В 1995 году *Тим Ирвин* использовал суперкомпьютер и достиг отметки в **два миллиона цифр** всего за три месяца, опять не найдя палиндрома. *Джейсон Дусетт* затем последовал их примеру и достиг **12,5 миллионов цифр** в мае 2000 года. *Wade VanLandingham*, используя программу Джейсона Дусетта, достиг **13 миллионов цифр**, что было опубликовано в Yes Mag — канадском научном журнале для детей. С июня 2000 года *VanLandingham* продолжал нести флаг первенства, используя программы, написанные различными энтузиастами. К 1 мая 2006 года *VanLandingham* достиг отметки **300 миллионов цифр** (со скоростью одного миллиона цифр каждые 5-7 дней). Используя распределённые вычисления, в 2011 году *Romain Dolbeau* совершил *миллиард итераций* и получил число, состоящее из **413 930 770 цифр**, в июле 2012 года его вычисления достигли числа с **600 млн цифр**, а в феврале 2015 число цифр перевалило за **1 миллиард**, но палиндром так и не был обнаружен.

Другие кандидаты в числа Лишрел, которые подвергались такому же перебору, включают **879, 1997 и 7059**: они были прослежены на протяжении миллионов итераций без обнаружения палиндрома.

Литература

1. The On-Line Encyclopedia of Integer Sequences® (OEIS®) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://oeis.org> – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 20.04.2018).

2. 196 AND OTHER LYCHREL NUMBERS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.p196.org> – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 25.04.2018).

3. Проблема 196 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Проблема_196 – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 27.04.2018).

КВАЗИ-КОЛЛИНЕАРНЫЕ ТОЧКИ В ОГРАНИЧЕННОЙ КРУГОВОЙ ЗАДАЧЕ ТРЕХ ТЕЛ

Трухан Т.А.

Научный руководитель – Зубко О.Л.

Целями данной работы являются:

1. нахождение точных *квази-коллинеарных* решений системы дифференциальных уравнений для частицы A_3 ($m_3 \Gamma$) в ограниченной круговой задаче трех тел при учете релятивистского изменения электромагнитного излучения звезды в соответствии с продольным эффектом Доплера и абберации света, когда тяжелое тело A_1 ($m_1 \Gamma$) – центрально-симметричная звезда, а тяжелое тело A_2 ($m_2 \Gamma$) – центрально-симметричное темное тело;

2. выполнение численных расчетов для систем и Солнце-Юпитер-частица в программном пакете Maple.

Движение тел происходит в прямоугольной барицентрической системе координат xOy , относительно которой тяжелые тела A_1 и A_2 движутся по круговым орбитам с угловой скоростью $\omega_0^2 = \gamma m / r_0^3$. Система дифференциальных уравнений, описывающая движение частицы A_3 ($m_3 \Gamma$) в системе координат x^0Oy^0 , относительно которой частица покоится, имеет вид:

$$\left\{ \begin{aligned} \ddot{x}_3 - 2\omega_0 \dot{y}_3 - \omega_0^2 X + \frac{\gamma m_2}{r_{23}^3} \left(X - \frac{m_1}{m} r_0 \right) + \frac{\gamma m_1}{r_{13}^3} \left(X + \frac{m_2}{m} r_0 \right) = \\ = \frac{\gamma m_{13}}{r_{13}^3} \left(\left(X + \frac{m_2}{m} r_0 \right) \cos \delta + Y \sin \delta \right), \\ \ddot{y}_3 + 2\omega_0 \dot{x}_3 - \omega_0^2 Y + \frac{\gamma m_2}{r_{23}^3} Y + \frac{\gamma m_1}{r_{13}^3} Y = \\ = \frac{\gamma m_{13}}{r_{13}^3} \left(Y \cos \delta - \left(X + \frac{m_2}{m} r_0 \right) \sin \delta \right), \end{aligned} \right. \quad (1)$$

где

$$r_{i3} = \left[(x_3 - x_i)^2 + (y_3 - y_i)^2 \right]^{1/2}, i = 1, 2 \text{ см – расстояние между телами } A_i \text{ и } A_3;$$

$$m = m_1 + m_2;$$

$$m_{13} = A_{13} \left(1 - 2(v/c) \cos \alpha \right).$$

Величина $A_{13} = k_3 \sigma_3 W_0 r_{00}^2 / (\gamma m_3 c)$ – *редуцирующая масса* звезды A_1 , соответствующая частице A_3 ;

k_3 - коэффициент отражения света частицей A_3 ($1 \leq k \leq 2$);

W_0 – звездная постоянная, являющаяся плотностью электромагнитного излучения звезды, приходящего за 1 с на 1 см^2 площадки, перпендикулярной направлению на звезду и находящейся на расстоянии r_{00} от звезды;

$\sigma_3 \text{ см}^2$ – площадь миделевого сечения частицы в неподвижной системе отсчета;

$c = 3 \cdot 10^6 \text{ см} \cdot \text{с}^{-1}$ – скорость света в вакууме;

$\gamma = 6,67 \cdot 10^{-8} \text{ с}^{-1} \cdot \text{см}^3 \cdot \text{с}^{-2}$ – ньютоновская постоянная тяготения;

δ – угол аберрации, то есть угол между направлением электромагнитного излучения и радиус-вектором частицы, причем $\sin \delta = (v/c) \sin \alpha$, $\cos \delta = 1$.

$|\vec{v}| = v = \text{const} \neq 0 \text{ см} \cdot \text{с}^{-1}$ – поступательная скорость частицы;

$\alpha = 90^\circ + \beta = \angle(\vec{v}, \vec{r}_3)$, $\beta = \angle(\vec{r}_{13}, \vec{r}_3)$;

$\vec{r}_3(x_3, y_3)$ – радиус-вектор частицы.

Если в системе (1) выражения, стоящие в правой части заменить нулями, то мы получаем в коллинеарном случае, то есть при $\alpha = 90^\circ$, $\beta = \angle(\vec{r}_{13}, \vec{r}_3) = 0^\circ$, $Y = 0$ три коллинеарные – эйлеровые точки либрации. Если в системе учесть только электромагнитное излучение звезды, то есть учесть только члены порядка $(v/c)^0$, то получим коллинеарные точки фотолибрации, положение которых в пространстве описывает уравнение (19) в [1]. Мы решим систему (1) при учете членов порядка $(v/c)^1$.

Ищем решение системы в виде

$$X = \tilde{x}_3^0 + x_3 = \text{const}, \quad Y = \tilde{y}_3^0 + y_3 = \text{const}. \quad (2)$$

Величина \tilde{x}_3^0 является решением нелинейного уравнения (19) в [1], $\tilde{y}_3^0 = 0$, $x_3 \neq 0$, $y_3 \neq 0$ – релятивистские поправки порядка $(v/c)^1$, которые необходимо было найти. Решая систему (1) аппроксимационным методом Эйнштейна-Инфельда-Хоффмана, для релятивистских поправок получены следующие значения:

$$x_3 = 0,$$

$$y_3 = \left(-\frac{\gamma A_{13}}{(\tilde{r}_{13}^0)^3} \sqrt{\frac{\gamma m}{r_0}} \left(\tilde{x}_3^0 + \frac{m_2}{m} r_0 \right) \right) / \left(-\omega_0^2 + \frac{\gamma m_2}{(\tilde{r}_{23}^0)^3} + \frac{\gamma m_1}{(\tilde{r}_{13}^0)^3} \right), \quad (3)$$

$$\tilde{r}_{13}^0 = \left| \tilde{x}_3^0 + (m_2 r_0) / m \right|, \quad \tilde{r}_{23}^0 = \left| \tilde{x}_3^0 - (m_1 r_0) / m \right|.$$

При проведении численных расчетов для системы Солнце-Юпитер-частица), получили, что для каждого, заданного значения параметра A_{13} , существуют три *квази-коллинеарные* точки фотолибрации L_i^{**} ($i=1,2,3$), которые не располагаются на одной прямой, как это выполнялось для

эйлеровых точек либрации и для точек фотолибрации $L_i^* (i=1,2,3)$ (учет только электромагнитного излучения).

Литература

1. Точки фотолибрации в небесной механике / А.П. Рябушко [и др.] // Весці НАН Беларусі. Серыя Фіз.-Мат. Навук. – 2014. – № 3. – С.60-66.

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДВИЖЕНИЯ ОСНОВНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФОНДОВ

Коготько А.В.

Научный руководитель – Чепелева Т.И., к.т.н., доцент

Эффективность использования основных производственных фондов, а также их состав и структура характеризуют уровень производственного потенциала предприятий Республики Беларусь, что является одним из главных условий повышения эффективности производства. Республика Беларусь в настоящее время обладает значительным производственным потенциалом. По данным (belstat) по состоянию на 01.01.2015 г. стоимость основных средств оценена в 2111,0 трлн. руб., что составляет 82,5% от национального богатства государства. Удельный вес в составе основных средств страны занимают три отрасли: промышленность, сельское хозяйство, транспорт что составляет 67,66 % по отношению к основным средствам. Лидирующими в промышленности являются химическая и нефтехимическая, машиностроение и металлообработка. Главенствующую оценку движения основных средств дают коэффициенты обновления и выбытия. Чтобы повысить эффективность использования основных средств, необходимо ускорить обновление производственных фондов, освобождая их от устаревшей части. Полученные данные говорят о том, что изменение в обновлении основных средств в экономике республики незначительное, это говорит о замедленном воспроизводстве основных средств. Главными источниками финансирования основного капитала являются собственные средства организации и кредиты банков, которые в 2015 г. составили 38,9 % и 26,8 % соответственно от общего объёма источников финансирования. Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что сбалансированная структура, своевременное обновление основных фондов обеспечит экономический рост страны и позволит укрепить экономическую безопасность. Это можно достичь путём усиления действий следующих факторов: 1. инновационное воспроизводство; 2. концентрация и специализация производства; 3. расширение реконструкций; 4. модернизация действующих предприятий. Все это будет способствовать росту технологической и отраслевой структуры основных средств, при переводе высокопроизводительных оборудований на многосменный режим [1,2].

По имеющимся данным о движении производственных фондов за год, рассчитан объем основных производственных фондов по полной балансовой стоимости и по остаточной стоимости на конец года. Рассчитаны показатели движения основных производственных фондов (коэффициенты обновления и выбытия). Рассчитана динамика фонда

накопления и изменения ВВП в отчетном периоде сравнительно с базисным.

Литература

1. Акулич В. Анализ использования основных средств /В. Акулич //Экономика. Финансы. Управление. – 2010. – № 8. – с. 26-33.
2. Русак Е. С. Экономика предприятия: курс лекций /Е. С. Русак. – Минск: Академия управления при Президенте Республики Беларусь, 2004. – 244 с.

МЕТОДЫ РАСЧЕТА ИРЧП (ИНДЕКСА РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА)

Крюков Н.Н.

Научный руководитель – Чепелева Т.И., к.т.н., доцент

«Индекс развития человеческого потенциала» (ИРЧП) – это интегральная оценка, демонстрирующая качество жизни населения. ИРЧП разрабатывался командой ведущих мировых ученых и практиков и был впервые опубликован в 1990 году в докладе о развитии человеческого потенциала в рамках программы развития ООН. Основными составляющими данного индекса рассматриваются, как правило, три главных его компонента: средняя продолжительность жизни, ожидаемая при рождении; реальный объем ВВП в расчете на душу населения в долларах США на основе паритета покупательной способности (ППС) и достигнутый уровень образования. Индекс долголетия показывает приобретенный в стране относительный прогресс в увеличении ожидаемой при рождении продолжительности жизни населения. Для вычисления ожидаемой при рождении продолжительности жизни населения принимается минимальное значение, равное 25 годам, а максимальное – 85 годам. Индекс образования показывает достижения в области повышения уровня грамотности взрослого населения и увеличение числа поступивших в начальные, средние и высшие учебные заведения. Расчет индекса уровня жизни в реальном объеме ВВП в расчете на душу населения в долларах США ведется на основе паритета покупательной способности (ППС) на основе преобразованного ВВП на душу населения в долларах США по ППС и для измерения человеческого развития предоставляется в качестве отдельного индикатора материального благосостояния. В индексе развития человеческого потенциала все аспекты, не нашедшие отражения в показателях долголетия, качества жизни и уровня знаний, отражаются через преобразованный показатель дохода. В настоящий момент для преобразования показателя дохода применяется десятичный логарифм [1,2].

Индекс ИРЧП = $1/3$ (Индекс долголетия + Индекс образования + Индекс уровня жизни), имеется и среднегеометрическая модель расчета.

Проведены расчеты ИРЧП для областей Беларуси и ее столицы, а также для пяти лидирующих государств за последние 5 лет. Сделан сравнительный анализ. Расчеты проведены с помощью среднеарифметической и среднегеометрической формул. Следует заметить, что Беларусь занимает 52-е место (группа стран с высоким уровнем развития) в рейтинге 188 государств по развитию человеческого

потенциала. Согласно докладу ООН (ПРООН), основанному на данных 2015 года, Беларусь и Россия лидируют среди стран СНГ (belta.by).

Литература

1. Римашевская Н. М., Бочкарева В. К., Волкова Г. Н., Корчагина И. И. Региональные особенности уровня и качества жизни. – М.: М – Студио, 2012. - 392 с.
2. Человеческое развитие: новое измерение социально-экономического прогресса: учеб. пособие / под ред. В. П. Колесова. 2-е изд., доп. и перераб. М.: Права человека, 2008. 636 с.