

Министерство образования Республики Беларусь

Белорусский национальный технический университет

Факультет информационных технологий и робототехники



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

Электронный учебный материал

Минск 2019

Издание включает материалы 75-й студенческой научно-технической конференции по следующим направлениям: автоматизация процессов и систем, автоматизированный электропривод, программное обеспечение информационных систем и технологий, автоматизированное проектирование, естественные науки.

Составители: Мартинович В.А., доцент кафедры «Техническая физика»
Жиров Г.И., ст. преподаватель 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 №

СОДЕРЖАНИЕ

[Секция 1 «Автоматизированный электропривод»](#)

[Секция 2 «Робототехнические системы»](#)

[Секция 3 «Программное обеспечение информационных систем и технологий»](#)

[Секция 4 «Физика»](#)

[Секция 5 «Математика»](#)

СЕКЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД

ПЕРЕЧЕНЬ ДОКЛАДОВ

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКИХ И ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МАШИНЫ ДЛЯ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ

Дворянин Е.В., Евдокимчик П.Е., Линцевич К.Ф., 10705115
Научный руководитель – Ефимик А.В., м.т.н, преподаватель

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ВЕНТИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ИХ В БЫТОВЫХ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ СТАНКАХ

Нитиевский С.А., магистрант кафедры ЭАПУиТК
Научный руководитель – Гульков Г. И., к.т.н., доцент

СПОСОБЫ РЕАЛИЗАЦИЯ КАНАЛА ТОКА В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ПРОХОДЧЕСКОГО КОМБАЙНА

Панюцкая Е.И., магистрант кафедры ЭАПУиТК
Научный руководитель – Опейко О.Ф., к.т.н., доцент

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКИХ И ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МАШИНЫ ДЛЯ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ

Дворянин Е.В., Евдокимчик П.Е., Линцевич К.Ф., 10705115

Научный руководитель – Ефимик А.В., м.т.н, преподаватель

Имитационное моделирование необходимо для получения замены реальной физической модели компьютерной на начальных этапах проектирования.

Основным предназначением турбогенератора является преобразование механической энергии газа или пара в электрическую за счёт изменения давления в турбине. Принцип действия турбогенератора основан на выработке электрической энергии в довольно длительном номинальном режиме функционирования.

Для создания имитационной модели необходимо разработать математическое описание. На основании математической модели строится структурная.

При необходимости получения характеристик синхронного двигателя с электромагнитным возбуждением используется модель обобщённой электрической машины в осях d-q [1]. Для разработки схемы асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором используется модель в осях α - β [2]. Структурная схема двигателя постоянного тока независимого возбуждения составляется на основе дифференциальных уравнений, описывающих его процессы [1].

Имитационные модели строятся на основе структурных схем при помощи стандартных блоков MatLabSimulink. MatLabSimulink позволяет симитировать работу турбогенератора и получить графики переходных процессов в электроприводе. Для этого используются такие блоки как: From, Goto, sum, product, integrator, Transfer fcn, fcn, SineWave, Divid, Scope, Constant. Для удобства расчёта параметров электродвигателей для моделей на различную мощность использовались блоки From, Goto, чтобы была возможность перерасчёта параметров без глобальных изменений моделей. В блоки Transferfcn вводятся передаточные функции.

Данные имитационные модели не учитывают потери на нагрев и изменение параметров от влияния температуры обмоток электродвигателей. Влияние окружающей среды принято не существенным.

Операторные уравнения
описывающие электромагнитные
процессы в СД ЭВ:

Операторные уравнения
описывающие электромагнитные
процессы в ДПТ НВ:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{d\Psi_{1d}}{dt} = u_{1d} - i_{1d}R_1 + \omega_{\text{эл}} \Psi_{1q}, \\ \frac{d\Psi_{1q}}{dt} = u_{1q} - i_{1q}R_1 - \omega_{\text{эл}} \Psi_{1d}, \\ \frac{d\Psi_{2d}}{dt} = u_{2d} - i_{2d}R_2, \\ \frac{d\omega}{dt} = \frac{1}{J}(M - |M_c| \text{sign}\omega) \\ i_{1d} = \frac{\Psi_{1d}}{L_{1d}} - \frac{L_{12}}{L_{1d}} i_{2d} \\ i_{1q} = \frac{\Psi_{1q}}{L_{1q}} \\ i_{2d} = \frac{\Psi_{2d}}{L_{2d}} - \frac{L_{12}}{L_{2d}} i_{1d} \\ \omega_{\text{эл}} = p_n \omega \end{array} \right\} \quad \left\{ \begin{array}{l} u_{\text{с}}(p) = \frac{R_{\text{с}}}{L_{\phi}} (1 + T_{\text{с}} p) \Phi(p) \\ \frac{u_{\text{я}}(p) - e(p)}{R_{\text{я}}} = (1 + T_{\text{я}} p) i_{\text{я}}(p) \\ e(p) = k\Phi(p)\omega(p) \\ M(p) = k\Phi(p)i_{\text{я}}(p) \end{array} \right\}$$

Дифференциальные уравнения, описывающие электромеханическое преобразование энергии в АД КЗР:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{di_{1\alpha}}{dt} = k_1(u_{1\alpha} - i_{1\alpha}R_1) + k_2\omega_{\text{эл}}(L_2i'_{2\beta} + L_{12}i_{1\beta}) + k_3i'_{2\alpha}, \\ \frac{di_{1\beta}}{dt} = k_1(u_{1\beta} - i_{1\beta}R_1) + k_2\omega_{\text{эл}}(L_2i'_{2\alpha} + L_{12}i_{1\alpha}) + k_3i'_{2\beta}, \\ \frac{di'_{2\alpha}}{dt} = -k_2(u_{1\alpha} - i_{1\alpha}R_1) - k_4\omega_{\text{эл}}(L_2i'_{2\beta} + L_{12}i_{1\beta}) + k_5i'_{2\alpha}, \\ \frac{di'_{2\beta}}{dt} = -k_2(u_{1\beta} - i_{1\beta}R_1) + k_4\omega_{\text{эл}}(L_2i'_{2\alpha} + L_{12}i_{1\alpha}) - k_5i'_{2\beta}, \\ \frac{di_{1\alpha}}{dt} = k_1(u_{1\alpha} - i_{1\alpha}R_1) + k_2\omega_{\text{эл}}(L_2i'_{2\beta} + L_{12}i_{1\beta}) + k_3i'_{2\alpha}, \\ \frac{d\omega}{dt} = \frac{1}{J}(M - |M_c| \text{sign}\omega), \\ M = k_6(i_{1\beta}i'_{2\alpha} - i_{1\alpha}i'_{2\beta}). \end{array} \right.$$

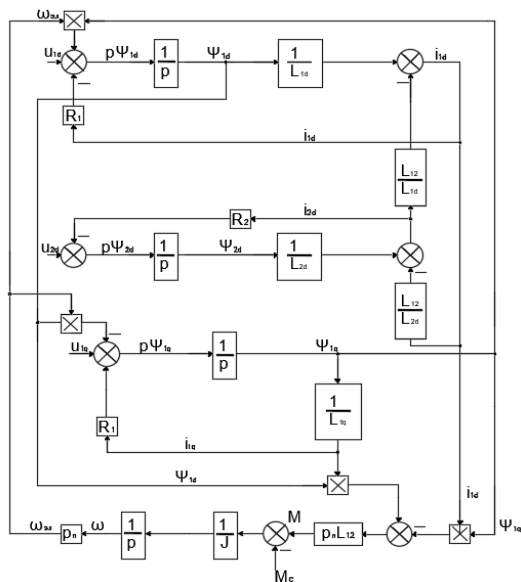


Рисунок 1.1 – Структурная модель СД ЭМ

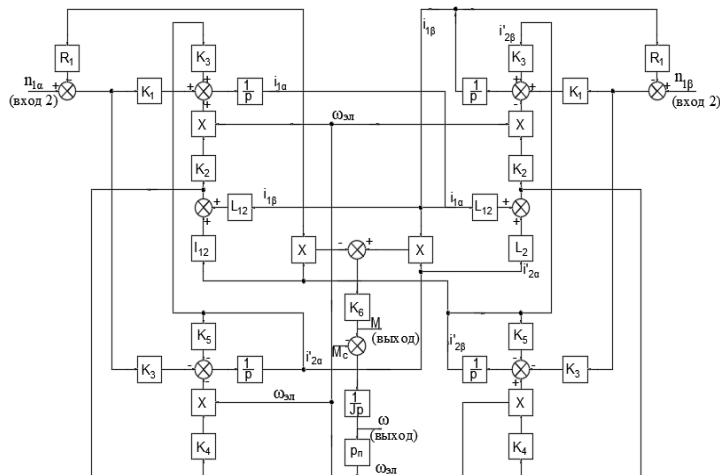


Рисунок 1.2 – Структурная модель АД КЗР

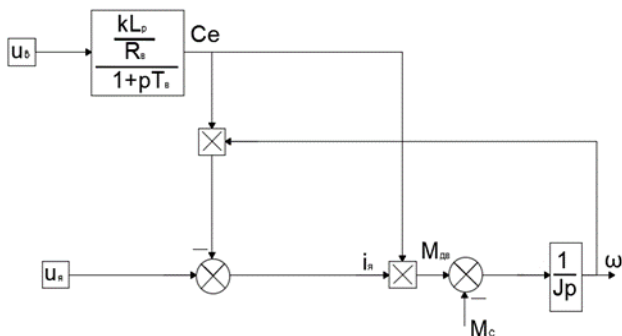


Рисунок 1.3 – Структурная модель ДПТ ПВ

Литература

1. Фираго, Б. И. Регулируемые электроприводы переменного тока./ Б. И. Фираго, Л. Б. Павлячик // Минск ЗАО «Техноперспектива» 2006. - 363 с.
2. Фираго, Б. И. Теория электропривода./ Б. И. Фираго, Л. Б. Павлячик // Минск ЗАО «Техноперспектива» 2007. - 585 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ВЕНТИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ИХ В БЫТОВЫХ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ СТАНКАХ

Нитиевский С.А., магистрант кафедры ЭАПУиТК
Научный руководитель – Гульков Г. И., к.т.н., доцент

В настоящее время электроприводы на основе вентильных двигателей получают все большее распространение в бытовом и промышленном оборудовании. Одним из перспективных вариантов применения вентильных двигателей можно назвать их использование в бытовых станках, в частности, в деревообрабатывающих [1].

Для применения в бытовом оборудовании наибольший интерес представляет система «бесконтактный двигатель постоянного тока» (БДПТ). Это обусловлено тем, что при управлении БДПТ используются законы скалярного управления, что позволяет уменьшить стоимость электропривода. Для возбуждения вентильных двигателей в настоящее время в основном используются магниты на основе неодимовых и ферритовых сплавов.

Магниты на основе ферритовых сплавов (Fe_2O_3) позволяют обеспечить в зазоре БДПТ значения магнитной индукции порядка 0,3-0,4 Тл, что в два раза меньше, чем у используемых асинхронных двигателей. Однако ферритовые магниты обладают невысокой стоимостью, что обуславливает их применение в целях удешевления двигателей.

Магниты на основе неодимовых сплавов (NdFeB) позволяют обеспечить магнитную индукцию в 1 Тл и более, что является весьма хорошим показателем, однако данные магниты отличает сравнительно высокая цена.

Произведем расчет параметров БДПТ для электропривода главного движения токарного станка по дереву. Расчет производится на основе асинхронного двигателя по методике, изложенной в [2]. Для требуемой номинальной мощности двигателя $P_{ном}=1,5$ кВт по справочнику [3] выбираем прототипные двигатели. При использовании ферритовых магнитов в качестве прототипного двигателя выбираем двигатель 4A80A2, при использовании неодимовых – двигатель 4A71A2.

Исходными данными для расчета являются: остаточная намагниченность магнита B_r , коэрцитивная сила магнита H_c , магнитная индукция в зазоре B , внутренний D_i и внешний D_a диаметры статора, длина сердечника статора l_p , воздушный зазор δ , число пазов статора Z_1 , коэффициент распределения обмотки k_p , число эффективных проводников в пазу N , число пар полюсов p_p , номинальная угловая скорость двигателя $\omega_{ном}$, а также диаметр неизолированного обмоточного провода d .

Результаты расчета параметров электродвигателей приведены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты расчета параметров электродвигателей

Параметр	Ферритовые магниты	Неодимовые магниты
Толщина магнита, мм	10,3	8,1
ЭДС фазы двигателя, В	91	109
Ток фазы двигателя, А	8,24	6,87
Число витков фазы	176	88
Сопротивление фазы, Ом	2,92	1,01
Индуктивность фазы, мГн	15,2	3,5
Коэффициент связи по моменту	0,6	0,69
Коэффициент связи по ЭДС	0,62	0,744
Расчетная скорость двигателя, рад/с	293,5	293,6
Расчетная скорость холостого хода, рад/с	398,5	332,5

Упрощенный вид спроектированного БДПТ в разрезе представлен на рисунке 1.

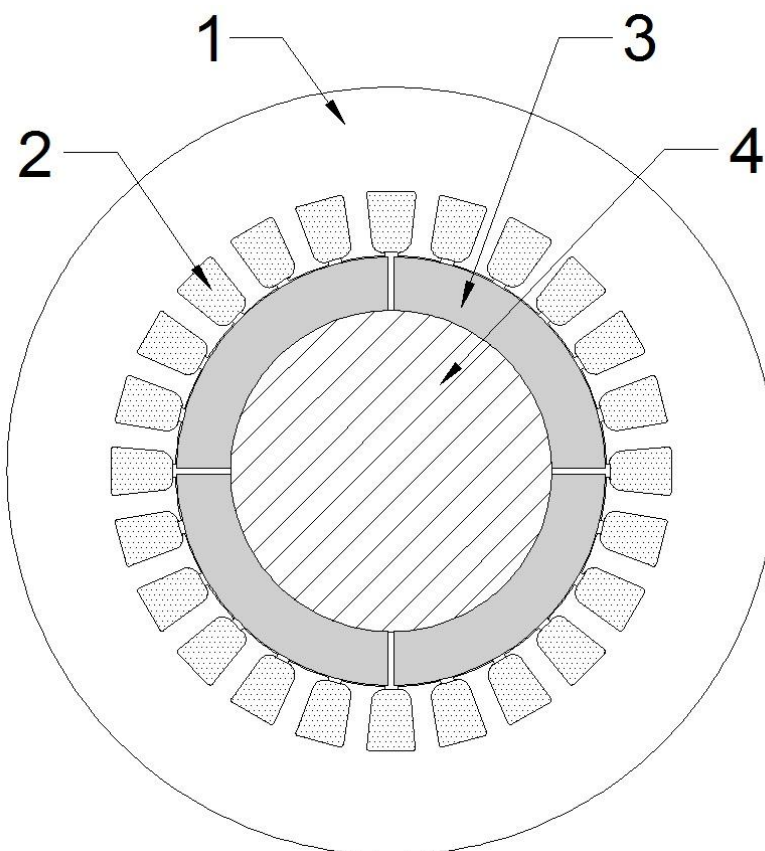


Рисунок 1 – Упрощенный вид БДПТ в разрезе

На рисунке 1 приняты следующие обозначения: 1 – сердечник статора, 2 – обмотки статора, 3 – постоянные магниты, 4 – вал.

Как видно из результатов расчета, приведенных в таблице 1, имеется существенная разница в параметрах двигателя при использовании различных типов магнитов. Так, использование ферритовых магнитов предполагает большую толщину магнитного сегмента (10,3 мм против 8,1 мм у неодимового магнита). Это обусловлено как раз тем фактом, что ферритовый магнит имеет меньшие значения остаточной намагниченности и коэрцитивной силы. Более низкое значение магнитной индукции в зазоре при сопоставимых значениях ЭДС фазы обуславливает большую разницу в числе витков фазы (176 против 88). Также следует отметить, что БДПТ с ферритовыми магнитами имеет гораздо более мягкую характеристику из-за большого активного сопротивления фазы. Так, модуль жесткости характеристики ферритового двигателя $\beta_{\text{ф}}=0,047$, в то время как для двигателя с неодимовыми магнитами $\beta_{\text{н}}=0,122$, т.е. модули жесткости различаются более чем в 2,5 раза.

Таким образом, при применении БДПТ в бытовых станках выбор типа магнитов должен осуществляться в основном исходя из требований к габаритам. Использование неодимовых магнитов позволяет получить выигрыш в габаритах, поскольку в качестве прототипного двигателя можно использовать двигатель меньшей мощности, и следовательно меньшего габарита. Также такие двигатели имеют лучшие энергетические показатели, однако сравнительно дороги. В случае же, когда требования к габаритам установки позволяют использовать двигатели большего габарита, предпочтение можно отдать двигателю с ферритовыми магнитами в виду его меньшей стоимости.

Литература

1. Нитиевский С.А. Применение вентильных двигателей в бытовых деревообрабатывающих станках // Инновационные технологии, автоматизация и мехатроника в машино- и приборостроении: материалы VII международной научно-практической конференции /ред.кол.: Маляревич А.М. (гл.ред) [и др.] Минск: Бизнесофсет, 2019 – 136 с.
2. Фираго Б.И., Гульков А.Г., Павлячик Л. Реализация бесконтактного двигателя постоянного тока с ферритовыми магнитами на основе конструкции асинхронного двигателя. Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. 2001;(1):39-51
3. Асинхронные двигатели серии 4А: Справочник/ А.Э. Кравчик, М.М. Далаф, В. И. Афонин, Е. А. Соболенская. — М.: Энергоиздат, 1982. —504 с, ил.

СПОСОБЫ РЕАЛИЗАЦИЯ КАНАЛА ТОКА В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ПРОХОДЧЕСКОГО КОМБАЙНА

Паночкая Е.И., магистрант кафедры ЭАПУиТК
 Научный руководитель – Опейко О.Ф., к.т.н., доцент

В данной работе рассматриваются следующие способы реализации канала тока в имитационной модели:

- реализации канала тока с использованием ПИИ-регулятора тока с применением преобразования Лапласа;
- реализации канала тока с использованием ПИИ-регулятора тока с Z-преобразованием;
- реализации канала тока с использованием блока Relay.

Первый способ реализации канала тока с использованием ПИИ-регулятора тока с применением преобразования Лапласа. Передаточная функция в s-области будет иметь вид:

$$W_{\text{рт}}(s) = K_{\text{рт}} \cdot \left(1 + \frac{1}{T_{\text{рт}} \cdot s}\right); \quad (1)$$

где $K_{\text{рт}}$ – коэффициент передачи пропорциональной части регулятора тока; $T_{\text{рт}}$ – постоянная времени регулятора тока.

Структурная схема будет иметь вид:

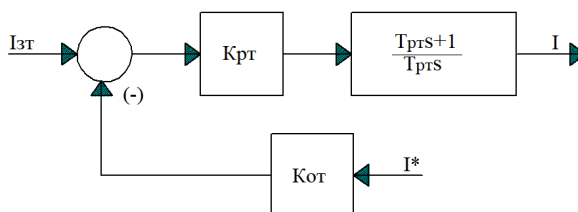


Рисунок 1. Упрощенная структурная схема регулятора тока

На основании (1) реализуется имитационная модель, которая представлена на рисунке 2.

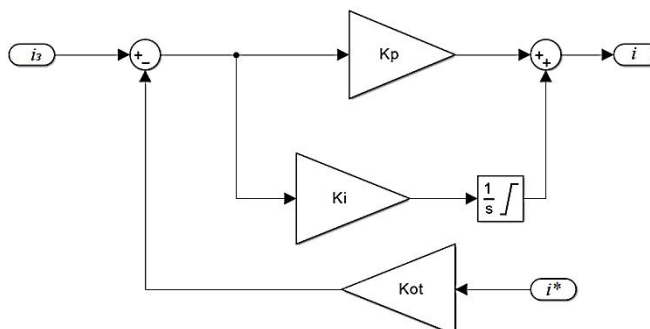


Рисунок 2. Имитационная модель ПИ-регулятора тока с использованием преобразования Лапласа в Simulink

Второй способ реализации канала тока с использованием ПИ-регулятора тока с применением Z-преобразования, передаточная функция в z-области:

$$W_{\text{пт}}(z) = k_{\text{пт}} \cdot \left(1 + \frac{T_{\text{инв}}}{z-1}\right); \quad (2)$$

где $T_{\text{инв}}$ – период квантования тока [1].

На основании (2) получаем имитационную модель, которая представлена на рисунке 3.

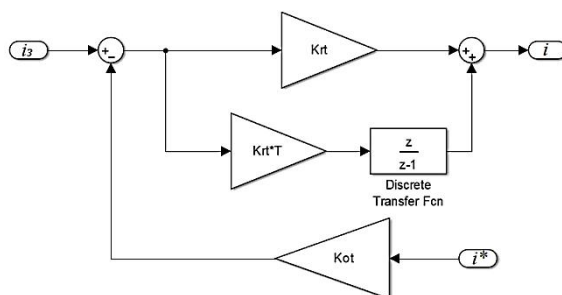


Рисунок 3. Имитационная модель ПИ-регулятора тока с использованием Z-преобразования в Simulink

В третьем способе канал тока реализован с использованием релейного элемента Relay[2]:

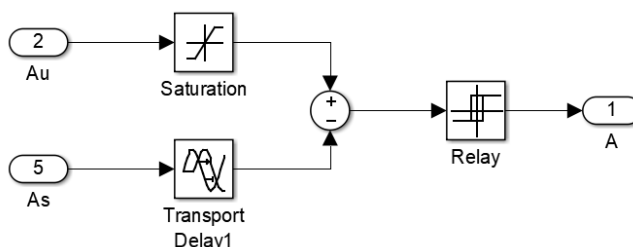


Рисунок 4. Имитационная модель канала тока с использованием релейного элемента Relay

Моделирование системы управления проходческим комбайном показало, что применение регулятора показанного на рисунке 3 позволяет улучшить динамические показатели всей системы.

Литература

1. Гусев Н.В. Применение Z-преобразования для построения и исследования САУ электроприводом// Н.В. Гусев, В.В. Кауцман//Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2013. - №3(39). – С. 165-171.
2. Математическое моделирование электропривода на базе асинхронного двигателя с векторным управлением в пакете SimPowerSystems // Молодой ученый. — 2016. — №16. — С. 1-8.[Электронный ресурс] – Режим доступа <https://moluch.ru/archive/120/33214/> (дата обращения: 16.05.2019).

СЕКЦИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

ПЕРЕЧЕНЬ ДОКЛАДОВ

ДИНАМИЧЕСКОЕ ВЫДЕЛЕНИЕ ПАМЯТИ ДЛЯ СТРОКОВОЙ ПЕРЕМЕННОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАНДАРТНОЙ БИБЛИОТЕКИ C++

Русак Е.О.

Научный руководитель – Воюш Н.В., ст. преподаватель

USING ROBOTS IN THE SPACE

Dubatouka V.V.

Academic supervisor - Hutsich I., senior lecturer

ЦИФРОВЫЕ ПОДСТАНЦИИ. ПРОТОКОЛ МЭК 61850

Богдан Д.В.

Научный руководитель – Гутич И.И., старший преподаватель.

УМНЫЙ ГОРОД

Чиж Е.М.

Научный руководитель – Гутич И. И., старший преподаватель

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ДЕМОНСТРАТОР ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВСТРОЕННЫХ СИСТЕМ VHDL/FPGA

Захаревич А. А.

Научный руководитель - Матрунчик Ю.Н.

УДАЛЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ НАСОСОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕРМИНАЛА GSM

Шпакевич Ю.Г.

Научный руководитель - Матрунчик Ю.Н.

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ АСКУЭ НА
БАЗЕ CADELECTRO ENERGY**

Халлыев Г.
Научный руководитель – Матрунчик Ю.Н.

**УПРАВЛЕНИЕ ЧАСТОТНЫМ ПРИВОДОМ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Зуев Е.О.
Научный руководитель – Лившиц Ю.Е.

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ОТДЕЛЕНИЯ
ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ И ФЛОТАЦИИ СИЛЬВИНИТОВОЙ
ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ**

Исаеня В.В.
Научный руководитель - Матрунчик Ю.Н.

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ПОВЕРОЧНАЯ УСТАНОВКА
ДЛЯ ПРОЛИВКИ СЧЁТЧИКОВ ВОДЫ И ТЕПЛА**

Холод Н.И.
Научный руководитель - Матрунчик Ю.Н.

**АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АЗОТНОЙ
УСТАНОВКОЙ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ МАССИРОВАННЫХ
ЗАКАЧЕК АЗОТА В СОСТАВЕ ФЛОТА ДЛЯ ГИДРОРАЗРЫВА
НЕФТЯНОГО ПЛАСТА**

Линевич А.А.
Научный руководитель - Матрунчик Ю.Н.

**СИСТЕМА РЕЗЕРВИРОВАНИЯ ПОДАЧИ ВОДЫ НАСОСНОЙ
СТАНЦИИ**

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

ПОРЯДОК ФРЕЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ В ПРОГРАММЕ SOLIDCAM

Маленкова Т.А.

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

ОБУЧЕНИЕ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ И ЕГО ИНТЕГРАЦИЯ С КЛАССИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ УПРАВЛЕНИЯ В РОБОТОТЕХНИКЕ

Евсеев В. С.

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

ОБЗОР МАРСОХОДА ТРЕТЬЕГО ПОКОЛЕНИЯ «CURIOSITY»

Розанов М. С.

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

ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПА

Реентович И.А.

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

ПРОБЛЕМА ВЫБОРА АСУ ТП ПРИ РАБОТЕ С КОМБИНИРОВАННЫМ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ОТ РАЗНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Савостьянов М.С.

Научный руководитель – Воюш Н.В., старший преподаватель.

БЕСПИЛОТНЫЕ СРЕДСТВА ПЕРЕДВИЖЕНИЯ

Сардлишвили М.Н.

Научный руководитель – Воюш Н.В.

ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ ВОССОЗДАНИЯ ПРИЖИЗНЕННОГО ОБЛИКА ЧЕЛОВЕКА ПО ЕГО ЧЕРЕПУ

Шиманский В.И.

ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИНТЕГРАЦИИ MES И АСУ ТП НА НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Андреев М.Б. гр. 10703215

Научный руководитель – Гутич И.И., ст. преподаватель

НАСТРОЙКА МОДУЛЯ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ РАСХОДОМЕРА MAG 8000 ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ НА ЭЛЕКТРОННУЮ ПОЧТУ

Хмельницкий В.И.

Научный руководитель – Гутич И.И., ст. преподаватель.

КОНВЕЙЕРНЫЙ ТРАКТ ПЕРЕГРУЗОЧНОГО УЗЛА

Гончарук А.Д.

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

МОБИЛЬНАЯ РОБОТИЗИРОВАННАЯ СОЛНЕЧНАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ ДЛЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Савёлов П.И.

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

ТЕХНОЛОГИЯ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ В ФИЛЬТРОВАННЫХ ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ КОНТЕЙНЕРАХ (ГЕОТУБАХ)

Саванец Е.В.

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

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ СОВРЕМЕННЫХ ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕНТРОВ

Шибко В.С.

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

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ ПРОЗРАЧНОГО МАТЕРИАЛА

Авраменко Р.А.

Научный руководитель – Тимошевич В.Б., ст.пр.

СТАРСТОПНАЯ СИСТЕМА СВЯЗИ

Здончик Д.И.

Научный руководитель – Тимошевич В.Б., ст. преподаватель

УСТРОЙСТВО СЧИТЫВАНИЯ СИГНАЛЬНОГО ЗАРЯДА С МАТРИЧНОГО ПЗИ-ФОТОПРИЁМНИКА

Куницкий А.С.

Научный руководитель – Тимошевич В.Б., ст.пр.

СЧЕТЧИК ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ С ИНДИКАЦИЕЙ ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ

Михнёнок К. С.

Научный руководитель – Тимошевич В. Б., ст. преподаватель

УПРАВЛЯЮЩИЙ АВТОМАТ

Серебряков Б.Е.

Научный руководитель – Тимошевич В. Б., ст.преподаватель

МОДУЛЬ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ СООБЩЕНИЙ В МАТРИЧНОМ КОММУТАТОРЕ

Сивкова К.В.

Научный руководитель – Тимошевич В. Б., ст.преподаватель.

ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ ЗНАКОВЫЙ КОРРЕЛОМЕТР

Тарас Д.А.

Научный руководитель – Тимошевич В. Б., ст.преподаватель

ИНТЕГРИРОВАННЫЙ В АСКУЭ ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Латушкин Е.А.

Научный руководитель - Матрунчик Ю.Н.

ДИНАМИЧЕСКОЕ ВЫДЕЛЕНИЕ ПАМЯТИ ДЛЯ СТРОКОВОЙ ПЕРЕМЕННОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАНДАРТНОЙ БИБЛИОТЕКИ C++

Русак Е.О.

Научный руководитель – Воюш Н.В., ст. преподаватель

Часто при создании проекта возникает необходимость в реализации ввода пользователем некоторой текстовой информации, при этом разработчик сталкивается с неопределенностью, связанной с тем, что невозможно предугадать, какой именно размер строковой переменной выделить на ввод информации. Такая проблема зачастую решается либо выделением слишком большого объема памяти, т.е. «с запасом», либо подключением библиотеки «string», которая автоматически выделяет память для переменной после ее ввода в программу.

Использование библиотеки «string» для решения этой проблемы является наиболее популярным методом, так как имеет следующие преимущества:

- возможность обработки строк стандартными операторами C++ (=, +, ==, <, > и т.п.);
- обеспечение лучшей надежности (безопасности) программного кода. Например, при копировании строк, автоматически осуществляются соответствующие действия, которые могут возникнуть в случае, если строка-источник имеет больший размер чем строка-приемник;
- объявление строки, как самостоятельного типа данных, что обеспечивает непротиворечивость данных.

Однако оба метода имеют свои недостатки. Выделение заведомо слишком большого объема памяти является нерациональным использованием памяти и имеет ряд недостатков:

- теряется память, если переменные фактически не используются или используются, но не на полную;
- может произойти переполнение стека, что приведет к автоматическому завершению выполнения программы;
- такой подход может привести к искусственным ограничениям или переполнению массива;
- в некоторых случаях такой подход и вовсе невозможен в силу очень маленького объема памяти компьютера, либо другого вычислительного устройства, на котором эта программа будет функционировать.

Работа с библиотекой «string» тоже имеет свой недостаток – это замедленная скорость обработки данных. Это связано с тем, что тип «string» – это, фактически, контейнерный класс. А работа с классом требует дополнительной реализации программного кода, который, в свою очередь занимает лишнее время.

Наиболее рациональным будет динамическое выделение памяти, т.е. отправка с помощью оператора «new» в операционную систему запроса зарезервировать некоторую часть памяти.

Для решения этой проблемы с использованием только стандартной библиотеки ввода-вывода C++ «iostream» и оператора «new» предлагается следующий алгоритм:

- инициализация переменной типа char размером один байт;
- ограничение потока ввода до одного байта;
- ввод текста и запись первого его символа в выделенную ранее переменную;
- определение размера текста, оставшегося в буфере, методами библиотеки «iostream»;
- выделение памяти при помощи оператора «new» для массива типа char по размеру текста, установленному ранее;
- в качестве первого элемента получившегося массива устанавливается переменная с первым символом текста;
- все остальные элементы массива заполняются данными из буфера, используя методы библиотеки «iostream».

Таким образом в результате работы данного алгоритма образуется массив символов, который содержит в себе информацию, введенную пользователем. Такой метод не требует подключения дополнительных библиотек, либо выделения заведомо большего объема памяти. Также при использовании такого алгоритма в отличие от статического или автоматического выделения памяти, сама программа отвечает за запрос и обратный возврат динамически выделенной памяти.

Тем не менее, у такого подхода существуют следующие недостатки:

- необходимо постоянно контролировать размер информации, которая считывается из буфера, так как в нем помимо введенных пользователем данных может содержаться ненужная информация;
- различные операции с полученной строкой необходимо производить побайтно, контролируя ее размер, так как полученная таким образом строка не содержит символа конца строки (`/0`);
- отсутствует возможность обработки строк стандартными операторами C++, таким образом даже наиболее простые операции со строками выглядят сложно и требуют написания чрезмерного программного кода;
- при запросе памяти из операционной системы в редких случаях она может быть недоступной, что вызовет сбой и завершение работы программы.

USING ROBOTS IN THE SPACE

Dubatouka V.V.

Academic supervisor - Hutsich I., senior lecturer

Nowadays, robots are everywhere and in all spheres of our daily life. The main idea of the robotics is to help mankind in their work, conducting researches and mundane life. The first robot was the Unimate. General Motors installed it to move pieces of hot metal in a factory in 1961. Unimate was an autonomous, programmed robot that repeatedly performed the same dangerous task. The next step was inventing Shakey in Stanford University in the USA. It was autonomous, intelligent robot that made its own decisions about how to response to unusual situations.

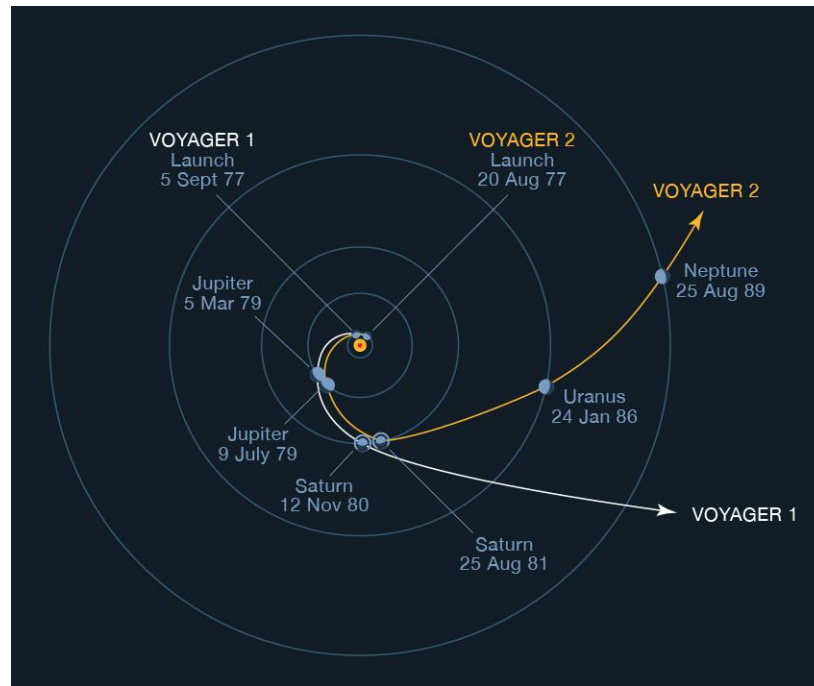
Though humanoid robots receive a lot of attention, they are not alone, the list includes smart prostheses and organs, real-time translators, imitations of animals, autopilot and much more.

There are some reasons why people send robots to investigate our Solar system and beyond. First of all, they do not need to eat and sleep, have coffee brakes and, as a result, a machine is able to perform tasks 24-hours a day with high effectiveness. Furthermore, robot can do a lot of things in dangerous or out of reach conditions for men. It is becoming safer for astronauts to use machines because they can withstand high temperature differences, radiation, pressure, the effects of acids, and, at the same time, help human operators in performing of highly repetitive tasks.

For that moment robots help humans in the International Space Station on the Earth's orbit, they are rovers on the Moon, Mars and asteroids, some of them are satellites flying around planets and their moons.

The most famous robots off Earth are twin spacecraft Voyager 1 and Voyager 2, that toured the Jovian planets. They were designed to conduct closeup studies of Jupiter and Saturn, Saturn's rings, and the larger moons of the two planets. Their two-planet mission became four by adding Uranus and Neptune. Their five-year lifetimes stretched to 12 and more.

The Voyagers returned to Earth hundreds of gigabytes of information over the years. It revolutionized the science of planetary astronomy, helping to resolve key questions while raising new ones about the origin and evolution of the planets in our solar system.



Picture1. An illustration of the trajectories of Voyager 1 and Voyager 2. Credit: NASA

In the International Space Station robots have a great importance. They are responsible for gyroscopes of station and engines to maintain the commanded attitude to make trajectory more stable, solar panels to have maximum of energy from the Sun, life support system for keeping a perfect conditions for the astronauts, sending all information to the Earth.

It should be noted that programmed machine, called robot, have an essential part of people's life. Today we cannot imagine superficial investigations of space without highly intelligence robots, which have already given scientists an information of great importance. Thanks to research in robotics we can explain the origin of our Solar system and life on Earth.

References:

1. http://www.mind.ilstu.edu/curriculum/medical_robotics/robots_in_beginnin_g.php
2. <https://spaceplace.nasa.gov/space-robots/en/>
3. <https://solarsystem.nasa.gov/basics/chapter4-1/>
4. <https://voyager.jpl.nasa.gov/frequently-asked-questions/fact-sheet/>

ЦИФРОВЫЕ ПОДСТАНЦИИ. ПРОТОКОЛ МЭК 61850

Богдан Д.В.

Научный руководитель – Гутич И.И., старший преподаватель.

Цифровая подстанция – это подстанция, оснащенная комплексом цифровых устройств, обеспечивающих функционирование систем релейной защиты и автоматики, учета электроэнергии, АСУ ТП, регистрации аварийных событий.

Преимуществом перехода от традиционной к цифровой подстанции обеспечивается благодаря применению протокола МЭК 61850.

Современные датчики и другие интеллектуальные электронные устройства (IED) должны обмениваться данными как внутри подстанции, так и во всей электросети. В прошлом использовалось большое количество различных протоколов, что создавало большие сложности при организации взаимодействия между устройствами. Недостаточная стандартизация приводила к возможности снижения надежности и потере инвестиций, что замедляло появление полностью цифровой подстанции. Но сегодня, протокол МЭК 61850 делает это возможным за счет обеспечения совместимости оборудования различных производителей.

Появившийся в 2003 году, стандарт МЭК 61850 является общепринятым во всем мире, так как его основная цель заключается в обеспечении совместимости оборудования, выпускаемого различными производителями. МЭК 61850 продолжает развиваться и расширяться новым функционалом, определяемым группой пользователей (UCA UG). МЭК 61850 быстро развивается и расширяется на вновь появляющиеся задачи, в частности это касается МЭК 61850-8.1 и МЭК 61850-9.2. Он позволяет полностью оцифровать сигналы на подстанции так, что большие объемы информации становятся доступны для управления и анализа приложениями реального времени в современной интеллектуальной сети – SMART Grid.[1]

Протокол МЭК 61850 разработан для обеспечения совместимости различного оборудования, обеспечения его долговременного использования и устранения зависимости от одного поставщика. Он позволяет отказаться от использования многокилометровых поперечных проводных связей, которые пришлось бы применить на обычных подстанциях, так как Ethernet обеспечивает гораздо более высокую плотность передачи данных. В результате значительно снижаются затраты на кабельные траншеи, каналы и соединения. МЭК 61850 обеспечивает системный подход, при котором NCITs (нетрадиционные измерительные трансформаторы тока и напряжения) и реле являются не отдельными изделиями, а элементами структуры, из которых составляется система. Таким образом, внедрение сети Ethernet по

стандарту МЭК 61850 обеспечивает: возможность обмена информацией и взаимодействия интеллектуальных электронных устройств разных поставщиков; возможность разработки решений в виде централизованной схемы или децентрализованной схемы с распределенными логическими средствами и интеллектуальными устройствами; МЭК 61850 – действующий стандарт и все капиталовложения в разработку решений будут окупаться за счет их широкого использования в будущем; характеристик схем могут быть изменены программно, без изменений аппаратной части; горизонтальную передачу логических сообщений между интеллектуальными устройствами с большей скоростью по сравнению со скоростью передачи сигналов контактных выходов и двоичных выходных сигналов в связи с запаздыванием, характерным для передачи в аппаратных схемах.[1]

Цифровая подстанция необходима для:

1. Повышение надежности и готовности. Расширенные возможности самодиагностики для цифровых устройств обеспечивают максимальный коэффициент готовности для подстанции, а также полный объем функционирования. В случае аварии любое ухудшение производительности оборудования отслеживается в реальном времени. Встроенное в архитектуру системы резервирование позволяет в случае неполадок исключить необходимость отключения основного оборудования системы.

2. Оптимизация работы первичного оборудования. Возможности, заложенные в цифровую подстанцию, позволяют максимально полно контролировать величину доступной нагрузки оборудования, основываясь на его технических параметрах. Динамический анализ нагрузки означает, что ВЛ и кабели, трансформаторы и другое первичное оборудование может работать максимально близко к его допустимым пределам.

3. Повышенная безопасность. Отсутствие электромагнитных трансформаторов тока снижает риск смертельного исхода из-за ошибочных действий эксплуатирующего персонала. Отсутствие масла в трансформаторах снижает риск взрывов и пожара. Расширенная самодиагностика подстанции гарантирует, что оно работает в безопасных пределах.

4. Сокращение расходов на обслуживание. Технология цифровой подстанции осуществляет мониторинг всего оборудования на подстанции: параметры работы, эффективность загрузки и индикаторы состояния оборудования. Интеллектуальные системы анализируют полученные данные и обеспечивают рекомендации по техническому ремонту и обслуживанию оборудования. Это позволяет осуществлять профилактическое обслуживание, избегая незапланированных простоев и затрат на аварийный ремонт.

5. Капиталовложения по проектам снижаются по многим направлениям: сокращение времени на конфигурирование и наладку, сокращение необходимых объемов строительства, сокращение использования медного кабеля на 80% в силу перехода на оптоволоконный

кабель, средства для оптимизации эксплуатации позволяют быстро определить проблемные точки, которые необходимо устранить для снижения стоимости эксплуатации.

6. Простая реконструкция и расширение существующих подстанций. Гибкие решения и использование оптоволоконного кабеля вместо медного кабеля снижают длительность и стоимость простоя подстанций в процессе реконструкции вторичного оборудования. Это также относится и к работам по расширению.

7. Стандартизация и совместимость. Совместимая с протоколом МЭК 61850 цифровая подстанция полностью совместима с оборудованием других производителей и имеет высокую степень стандартизации на уровне интерфейсов вторичных систем.

8. Улучшенные коммуникации. Обмен данными между интеллектуальными устройствами, внутри и между подстанциями оптимизирован с использованием стандарта Ethernet. Интеллектуальные устройства для управления внутри подстанции и группой подстанций (WAC) позволяют осуществлять обмен данными между различными классами напряжения в пределах подстанции, а также между подстанциями. Прямой обмен данными между подстанциями, передачи информации в центр управления уменьшает время отклика, позволяет использовать быстрые приложения, работающие в режиме реального времени.

Литература

1. Брошюра Reason MU320. Цифровая подстанция продуктовые, решения – компании ALSTOM.

2. Техническое описание цифровой подстанции DS AGILE – компании ALSTOM.

УМНЫЙ ГОРОД

Чиж Е.М.

Научный руководитель – Гутич И. И., старший преподаватель

С увеличением городского населения растут и запросы городских жителей, для комфортного проживания им требуется более удобная инфраструктура и уютное городское пространство, при этом не маловажным остается вопрос сохранения экологической безопасности. Поэтому на сегодняшний день становится всё более актуально создавать и развивать так называемые современные «умные города».

«Умный город» – взаимосвязанная система коммуникативных и информационных технологий с интеллектуальными техническими средствами (IoT), благодаря которой происходит не только создание диалога между жителями и городом, в котором они могут влиять на многие процессы, но и значительно улучшается сам уровень жизни населения.

Эти технологии используются для того, чтобы решить следующие задачи:

1. Рациональное использование всех объектов городской инфраструктуры.
2. Комплексное благоустройство среды.
3. Оперативный сбор и передача данных для городских служб.
4. Управление через интернет ресурсами города.
5. Установление диалога в режиме реального времени между городским управленческим аппаратом и жителями.

Термин «умный город» был введен относительно недавно, и конкретного определения этого понятия до сих пор нет. Однако эксперты сошлись в том, что основной источник управления «смарт сити» – управление данными о населении. Цифровые города постоянно улучшают свои функции за счет непрерывной обработки и обновления сведений. Интегрированные датчики собирают информацию, полученную от жителей города и с помощью электронных интеллектуальных устройств. После анализа собранных данных, происходит анализ, оптимизация, принятие решения по улучшению инфраструктуры города.

Сейчас во всем мире не так много интеллектуальных городов в глобальном соотношении, при этом создание такого города – трудоемкий процесс, который затрагивает все слои инфраструктуры.

Можно выделить стандартную структуру «умного города»:

- Использование облачных сервисов.
- Видеонаблюдение и фотофиксация.

- Огромное количество отслеживающих и передающих в единый центр обработки информации датчиков.
- Интеллектуальные транспортные системы.
- Индивидуальные электронные карты для идентификации данных о гражданах и их предпочтениях.
- Технология связи 5G.
- Беспроводные сенсорные сети с RFID-чипами.
- Программные приложения для гаджетов.
- Дата центры для хранения информации.
- Современные диспетчерские пункты обработки информации.

На данном этапе развития Республики Беларусь, уже есть некоторые составляющие стандартной структуры «умного города». Так, например, постепенно развивается быстрый, доступный и бесплатный интернет, так называемый Free Wi-Fi, беспилотный транспорт, технология связи 5G, городское видеонаблюдение, тест десятков датчиков, вмонтированных в дорожное покрытие, которые в режиме реального времени собирают информацию о транспортных потоках, передают их в единый узел, который управляет светофорами, система видеонаблюдения и фотофиксации, с помощью которых производится регулировка работы светофоров и других исполняющих механизмов в режиме реального времени, отслеживание передвижения общественного транспорта с помощью смартфона активно развивается и также легкодоступно в Беларуси.

«Умный город» – концепция, в основе которой лежит любой населенный пункт, использующий разнообразные интеллектуальные информационные технологии для более эффективного функционирования и управления всеми службами и системами города. Основная идея такого города заключается в сборе различной информации и использовании ее для принятия рациональных, конструктивных решений.

В настоящий момент концепция «Умный город» в большей или меньшей степени реализуется в 350 городах мира. По прогнозам аналитиков, к 2020 году эта цифра увеличится до 600 населенных пунктов. В Республике Беларусь к 2025 году город Минск станет первым городом с умной инфраструктурой.

Список литературы:

1. <https://www.sb.by/articles/kak-gorod-stanovitsya-umnym.html>
2. <https://minsknews.by/chto-takoe-umnyiy-gorod-i-chto-sdelano-v-minske-dlya-obretneniya-etogo-statusa/>
3. <https://vc.ru/future/26713-smart-city>

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ДЕМОНСТРАТОР ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВСТРОЕННЫХ СИСТЕМ VHDL/FPGA

Захаревич А. А.

Научный руководитель - Матрунчик Ю.Н.

Целью проекта является создание образовательного демонстратора, который подчеркивает различные варианты платы Basys3 и для решения проблем с внутренним выделенным оборудованием FPGA Xilinx Artix 7 с использованием VHDL и IP-генератором программного обеспечения Vivado от Xilinx. Демонстратор использует плату Basys3, VGA-выход платы и USB-клавиатуру с USB разъемом платы. Цель состоит в том, чтобы создать фон с VGA и иметь две отдельные фигуры, так называемые спрайты, на экране которых можно перемещать отдельно с помощью клавиш клавиатуры USB. В проекте используется интерфейс PS2 между ПЛИС и микроконтроллером PIC, который преобразует вывод USB-клавиатуры в выход PS2. Он использует Multimedia Clock Manager (MMCM), чтобы построить устойчивую частоту 25 МГц. Для синхронизации VGA он использует Block RAM для хранения двух спрайтов и использует VGA для адресации VGA-экрана.

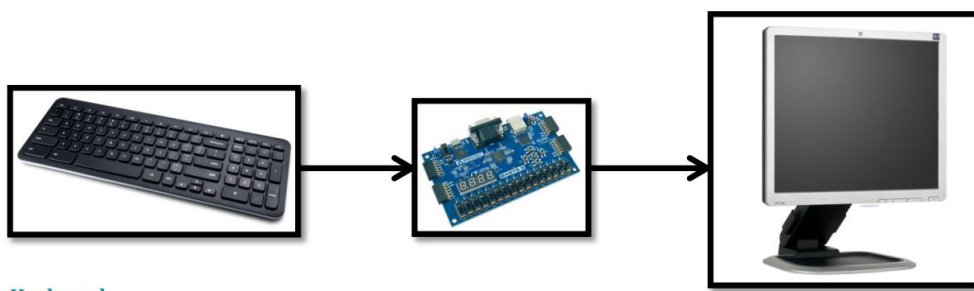


Рисунок 1 - Внешняя блок-схема: VGA-экран, стандартная клавиатура USB и плата Basys3

VHDL расшифровывается, как Very high speed Integrated Circuit Hardware Description Language. HDL – это язык описания аппаратуры. Т.е. основная задача таких языков – описывать электрические цифровые цепи подобно графическим схемам. Традиционные языки программирования не пригодны для описания аппаратуры, т.к. они создавались для описания алгоритмов, а это совсем не то же самое, что цифровая цепь.

Языки программирования характеризуются синтаксисом и семантикой. Синтаксис определяет грамматические правила написания программ и использования конструкций языка, а семантика – значение этих конструкций. Когда создается новый язык, он создается для описания конкретных процессов, со своим синтаксисом и семантикой. Программы, написанные на

традиционных языках программирования, моделируют последовательный процесс. Так как результат выполнения отдельных операторов часто влияет на последующие операторы, то нельзя менять их местами. У такого подхода есть два плюса:

1. Так проще создавать алгоритм, потому что человек мыслит последовательно.

2. Последовательный алгоритм легче переложить на машинные инструкции, потому что команды выполняются последовательно на процессоре.

Такие языки не могут описывать цифровые схемы, потому что последние состоят из большого количества мелких компонентов, сигналы через которые распространяются параллельно. При этом на каждом компоненте сигналы просто испытывают некоторую задержку. Для описания таких систем требуется язык с другой семантикой. Операторы такого языка должны выполняться одновременно (или параллельно). Т.к. операторы выполняются параллельно, то результат их выполнения не зависит от их места в коде относительно друг друга. Программа на языке VHDL не может быть «выполнена» на компьютере, подобно программам на языке C. В отличие от них VHDL программа решает другие задачи:

1. Формально описать цифровую схему, т.е. описать ее интерфейс и функциональное назначение в форме понятной человеку (подобно рисунку)

2. На основе VHDL программы можно провести моделирование работы цифровой схемы на компьютере. Т.е. подать на входы схемы воздействия и последить за выходами.

3. На основе VHDL программы создается реальное цифровое устройство. Подбираются реальные компоненты и создаются связи между ними.

Фундаментальные свойства цифровой системы описываются понятиями: модульность, связность, одновременность и продолжительность. Модульность означает, что любая схема может быть разбита на некоторые модули со входами и выходами. При этом сама эта схема может быть представлена как один большой модуль. Связность означает, что эти модули связаны друг с другом посредством сигналов. Сигналы распространяются одновременно. При этом каждый элемент цифровой схемы (или модуль) характеризуется временем распространения сигнала через этот элемент. Т.е. каждый элемент схемы вносит некоторую задержку в распространение сигнала. Семантика языка VHDL включает в себя эти понятия.

Литература

1. Digital Design Using Digilent FPGA Boards *Richard E. Haskell / Darrin M. Hanna* LBE Books – Third Edition, 2014
2. <http://www.allaboutcircuits.com/textbook/digital/chpt-4/contact-bounce/>
3. https://eewiki.net/pages/viewpage.action?pageId=28278929&preview=28278929/28508225/ps2_keyboard.vhd#PS/2KeyboardInterface%28VHDL%29-CodeDownloads

УДАЛЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ НАСОСОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕРМИНАЛА GSM

Шпакевич Ю.Г.

Научный руководитель - Матрунчик Ю.Н.

В работе рассмотрен способ удаленного управления насосом с помощью терминала GSM RTU.

RTU (Remote Terminal Unit) – это устройство на базе микроконтроллера, предназначенное для удаленного управления оборудованием. Терминалы GSM RTU обеспечивают беспроводное взаимодействие человека или систем управления и удаленного оборудования через сеть сотовой связи GSM. Благодаря простоте монтажа и эксплуатации, надежности, возможности беспроводного обмена данными по протоколу GPRS или с использованием простых SMS-команд, контроллеры и терминалы GSM находят применение в различных удаленных задачах.

Данный способ управления рассмотрим на примере комплекса водоснабжения, состоящего из накопительного резервуара для чистой воды и скважин, соединенных с резервуаром системой трубопроводов. Скважина оборудована погружным насосом и пультом управления. Пульт управления включает электромагнитный пускатель и кнопки для пуска и остановки насоса. Вода из скважины подается в накопительный резервуар по трубопроводу. Пуск насоса производится вручную на основании визуального контроля уровня воды в резервуаре. Удаление скважины от резервуара на расстояние более 1км обуславливает потребность в дистанционном управлении насосом. Особенностью комплекса является подвод электрического питания к скважине от стороннего источника, также удаленного от места расположения накопительного резервуара. В силу данной особенности не представляется возможным осуществлять управление скважинным насосом по линии напряжения питания, прокладка же проводов управления требует существенных временных, материальных и трудовых затрат. В связи с этим предлагается использовать беспроводные системы связи для управления удаленным насосом, в частности, GSM. Для применения GSM необходимо удостовериться в том, что районы расположения скважин, резервуара и точек контроля имеют устойчивое покрытие сетью GSM.

При устойчивости сигнала GSM в зоне комплекса водоснабжения могут быть реализованы: пуск и остановка скважинных насосов производятся дистанционно, через сеть GSM, с мобильного телефона, контроллера главного пульта управления или ПК, также возможно применение контроллера, который будет производить контроль уровня в резервуаре с помощью соответствующих датчиков и посылать команды для включения или выключения насосов через сеть GSM.

В пульт управления скважинным насосом может быть внедрен контроллер для дистанционного управления GSM RTU, при этом необходимо предусмотреть следующее: защиту насоса от «сухого хода» и контроль тепловой перегрузки электромагнитного пускателя.

Главным органом пульта управления насосом является контроллер GSM, который предназначен для передачи информации о состоянии и подачи дискретных команд на удаленное электрическое оборудование в виде простых SMS-сообщений. Контроллер может быть запрограммирован для подачи SMS-сообщений с извещением об аварии и о восстановлении нормальной работы по состоянию входов. Переключение выходного реле производится как по SMS-сообщению, принимаемому извне, так и по состоянию входов. Абонентом контроллера может быть, как сотовый телефон, так и персональный компьютер с модемом GSM [1].

Для подключения к сети GSM перед началом работы в контроллер необходимо установить SIM-карту. Настройка контроллера производится с помощью программы конфигурирования через порт RS-232.

Схема автоматизированного управления скважинными насосами через сеть GSM в общем виде представлена на рисунке 1.



Рисунок 1- Схема автоматизированного управления.

С помощью SMS-команд оператор может запрашивать отчеты о состоянии контроллеров GSM и получать информацию о состоянии скважинных насосов, об уровне воды в накопительном резервуаре и др. Также оператор получает тревожные SMS-сообщения, посылаемые контроллерами в случае тревоги.

Использованные источники информации:

1. Попов В.И. Основы сотовой связи стандарта GSM – М., 2005. – 133 с.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ АСКУЭ НА БАЗЕ CADELECTRO ENERGY

Халлыев Г.

Научный руководитель – Матрунчик Ю.Н.

АСКУЭ – это инновационные автоматизированные системы коммерческого учета электроэнергии, которые применяются сейчас во всех развитых странах мира, в том числе и в Республике Беларусь. Преимущества данных систем неоспоримы. Их использование не требует снимать вручную показания с большого количества счетчиков. Сбор всех данных и их передача в энергоснабжающую организацию производятся автоматически.

АСКУЭ промышленных предприятий позволяет организовать проведение точных и достоверных расчетов по нескольким тарифам, контролировать потребление электроэнергии в различных подразделениях. В АСКУЭ на промышленных предприятиях устанавливаются счетчики с цифровым интерфейсом для организации коммерческих расчетов.

Одним из направлений развития CAD/CAM/PDM систем является создание специализированных программных продуктов для предприятий, занимающихся разработкой и производством конкретной продукции.

САПР CADElectro Energy нацелена на создание CBAD/CAM/PDM-систем комплексной автоматизации деятельности малых, средних и крупных компаний, занимающихся разработкой и производством систем автоматизации электротехнического оборудования.

Основные требования, предъявляемые к подобным системам: лаконичный и понятный интерфейс. Простота освоения продукта пользователями с разным уровнем владения компьютером. Простая с интеграцией, с системами конструкторско-технологической подготовки производства и с системами автоматизации управления и учета уже используемых на предприятии. Поддержка национальных стандартов проектирования. CADElectro Energy позволяет передавать информацию в другие САМ системы, например, M-Print®PRO. В свою очередь M-Print®PRO располагает решениями задач маркировки электротехнического оборудования: клемм; аппаратов; проводов; кабелей; органов управления лицевых панелей высокотехнологического оборудования для нанесения маркировки. В CADElectro возможен документооборот предприятия, что позволит систематизировать и хранить конструкторскую документацию. А также осуществлять контроль жизненного цикла изделия, начиная от разработки проектной документации до поставки готового изделия заказчику.

CADElectro Energy — это инструмент, который позволяет существенно ускорить процесс подготовки конструкторской документации, а также значительно сократить число ошибок при проектировании. Кроме того, новая версия CADElectro Energy сочетает в себе функционал CAD/CAM и PDM-

систем. Собственная графическая платформа обеспечивает лаконичность, понятность, простоту в освоении, быстрое обучение и внедрение. Разрабатываемые документы CADElectro Energy позволяет разрабатывать следующие конструкторские документы: Схема электрическая принципиальная; Перечень элементов; Схема расположения; Спецификации; Таблицы соединений; Кабельные журналы и т.д.

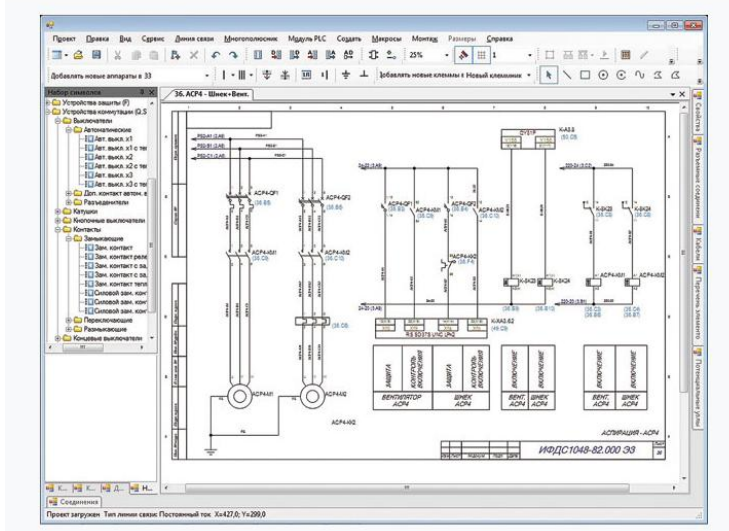


Рисунок 1. Проектирование электрической схемы.

Программный продукт CADElectro разработан специалистами НПП "ТЕХНИКОН" и НПП "ИНТЕРМЕХ" и используется в качестве инструментария для проведения лабораторных работ для студентов по направлению специальности 1-53 01 01-10 «Автоматизация технологических процессов и производств (энергетика)» и специализации 1-53 01 01-10 01 «Системы сбора, учета и обработки информации энергопотребления» по дисциплине «Проектирование автоматизированных систем контроля и учета энергопотребления».

Литература

1. CADElectro Energy (версия 1.0.0.3). Руководство пользователя. ООО Техникон – 2015 -204с.
2. ТЕХНИКОН. Автоматизация технологических процессов [Электронный ресурс]. Электронные данные. – Режим доступа: <http://technikon.by/>.
3. Автоматизированные системы контроля и учета энергоресурсов: учебно-методическое пособие / Е. П. Забелло, В. А. Дайнеко, В. Г. Булах. – Минск : БГАТУ, 2016. – 436 с.

УПРАВЛЕНИЕ ЧАСТОТНЫМ ПРИВОДОМ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Зуев Е.О.

Научный руководитель – Лившиц Ю.Е.

Основным элементом многих современных электроприводов переменного тока является преобразователь частоты (ПЧ). В общем случае можно выделить две основные задачи, решаемые регулируемым электро-приводом: управление моментом и скоростью вращения двигателя. Необходимость регулирования момента диктуется предъявляемыми к электроприводу техническими и технологическими требованиями. Для нормального функционирования привода необходимо ограничивать момент и ток двигателя допустимыми значениями в переходных процессах пуска, торможения и приложения нагрузки. Для механизмов, испытывающих при работе значительные перегрузки вплоть до стопорения рабочего органа, возникает необходимость непрерывного регулирования момента двигателя в целях ограничения динамических ударных нагрузок. Во многих случаях требуется также точное дозирование усилия на рабочем органе (приводы металлообрабатывающих станков, намоточные машины и др.).

Установку и контроль режимов работы современного частотного преобразователя можно производить не только с помощью пульта управления преобразователя, часто оснащенного экраном для индикации введенной информации, но и с использованием внешних пультов управления, устройств дистанционного управления, промышленных и компьютерных сетей, внешних устройств управления, например, программируемый логический контроллер, промышленный компьютер и т.п. (рисунок 1). В простом варианте скалярного регулирования частоты можно воспользоваться набором простых логических функций, имеющихся в заводских установках контроллера, и встроенным ПИД-регулятором. Для осуществления более сложных режимов управления с использованием сигналов с датчиков обратных связей необходимо разработать структуру САУ и алгоритм, который следует запрограммировать с помощью подключаемых внешних устройств. В общем случае, управляющие сигналы, применяющиеся в современных преобразователях частоты, можно подразделить на: аналоговые — сигналы напряжения или тока (0...10 В, 0/4...20 мА), значение которых меняется медленно или редко, обычно это сигналы управления или измерения; дискретные сигналы напряжения или тока (0...10 В, 0/4...20 мА), которые могут принимать только два редко изменяющихся значения (высокое или низкое); цифровые (данные) — сигналы напряжения (0...5 В, 0...10 В), которые меняются быстро и с высокой частотой, обычно это сигналы портов RS232, RS485 и т.п.; релейные — контакты реле (0...220 В

переменного тока) могут включать индуктивные токи в зависимости от подключенной нагрузки (внешние реле, лампы, клапаны, тормозные устройства и т.д.).



Рисунок 1 – Структурная схема лабораторного комплекса

Все аналоговые входы и выходы имеют встроенный источник питания и обычно выполняются гальванически развязанными от системы управления и дискретных входов и выходов. Наиболее часто аналоговые входы служат для подключения датчиков обратной связи по технологическим параметрам (для этих целей, как правило, предусматривается один вход напряжения и один вход тока). В большинстве ПЧ имеется также вход для подключения потенциометра, используемого в качестве задатчика выходной частоты (для ПЧ со скалярным управлением) или частоты вращения ротора двигателя (для ПЧ с векторным управлением), при этом для питания задатчика частоты используется встроенный источник питания (как правило, 10 В). Возможно также наличие дополнительного входа для подключения датчика температуры двигателя (терморезистора). Аналоговые выходы служат для индикации одного из параметров состояния ПЧ (например, текущей выходной частоты или расчетного значения момента на валу двигателя). Возможность подключения к выходам как вольтметров, так и амперметров достигается за счет наличия выхода напряжения и выхода тока. Выходные аналоговые сигналы формируются с помощью ЦАП (как правило, 10-битных); в отдельных случаях выходное напряжение формируется методом широтно-импульсной модуляции.

Обычно в ПЧ имеется от четырех до восьми дискретных входов типа «открытый коллектор», выполняющих следующие функции: выбор одной из трех выходных частот (или скоростей вращения ротора), управление

отключением и реверсом, аварийное отключение ПЧ. Все дискретные входы выполняют гальванически развязанными от системы управления.

Дискретные выходы можно разделить на две категории: силовые («релейные») выходы для управления внешними электромагнитными реле и выходы типа «открытый коллектор» для работы с внешними логическими схемами. Функции выходов можно запрограммировать с пульта управления; обычно это: готовность, перегрузка, авария, выход на заданную частоту. Все дискретные выходы гальванически развязаны от системы управления, при этом релейные выходы развязаны между собой, а выходы типа «открытый коллектор» имеют общий нулевой сигнал. Для построения систем с обратной связью по скорости в ПЧ предусматривают входы для подключения датчика скорости типа «энкодер». Для питания дискретных входов и датчика скорости используется встроенный источник питания (обычно 24 В).

Преобразователи легко встраиваются в современные системы автоматизации. Широко используется управление в реальном времени несколькими преобразователями, для чего предлагаются решения с различными интерфейсами связи и топологиями сети. Большинство преобразователей частоты комплектуется стандартным интерфейсом RS-422 или RS-485. При этом взаимодействие осуществляется с использованием протоколов Modbus или Profibus, или их упрощенных модификаций. При использовании модулей расширения доступны дополнительные интерфейсы (например, CAN) и протоколы (Interbus, CANOpen, DeviceNet).

Как правило, ПЧ в своем составе имеет пульт управления, который располагается на лицевой панели корпуса преобразователя. Пульт содержит несколько специализированных кнопок, в отдельных случаях может присутствовать цифровая клавиатура. Вывод информации осуществляется посредством од- но- или двухстрочного специализированного ЖКИ или нескольких семи сегментных индикаторов, а также светодиодов, отображающих режимы работы. На этапе ввода ПЧ в эксплуатацию пульт служит для конфигурирования преобразователя и настройки соответствующих параметров; во время работы — для наблюдения за параметрами рабочего режима. В процессе обслуживания на индикаторе отображается информация о возникших неисправностях, что обеспечивает возможность постоянного контроля состояния привода. Пульт управления, как правило, выполняется съемным, что позволяет подключать его к ПЧ только при необходимости и использовать один пульт для нескольких ПЧ.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ОТДЕЛЕНИЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ И ФЛОТАЦИИ СИЛЬВИНИТОВОЙ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ

Исаеня В.В.

Научный руководитель - Матрунчик Ю.Н.

Главной задачей, которая должна быть решена в ходе разработки, является создание мнемосхемы системы управления отделением измельчения и флотации, а также автоматизация процесса регулирования расхода амина и поддержание его на уровне, необходимом для успешного протекания технологического процесса.

Процесс флотации, основанный на различной способности частиц минералов удерживаться на границе раздела фаз, предназначен для максимального выделения калия хлористого из пульпы. Состоит из основной, контрольной и перечистных операций. Технологическим процессом предусматривается отдельная флотация крупнозернистой фракции во флотомашине ФМ-7,3 КС, ЭФМ-3500, ФМ-6,3 КС и мелкозернистой фракции во флотомашине «WEMCO-120/144».

Для повышения массовой доли калия хлористого в пульпе окончательного концентрата в желоб концентрата третьей перечистки подается выщелачивающий раствор. Процесс выщелачивания протекает в отдельной камере с блок-импеллером. Выщелачивающим раствором являются слив сгустителя Г-1 мокрой стадии газоочистки отделений сушки и грануляции. Пульпа окончательного концентрата по коллектору поступает на гидроклассификацию и обезвоживание.

Автоматизированная система управления отделением измельчения и флотации включает в себя ПЭВМ оператора, программируемые логические контроллеры, панели операторов и различные датчики и преобразователи.

Для управления АСУ используются ПЛК SIMATIC S7-400. В состав ПЭВМ входит коммуникационный процессор CP 5613 и сетевой адаптер ETHERNET. Для регулирования и контроля различных параметров процесса, таких как давление, расход, температура и тд. Используются различные датчики и преобразователи, такие как APLISENS 2000, Promag 50W, Ультразвуковой уровнемер «PROBE», Расходомер «ROSEMOUNT 8732» и другие.

В качестве исполнительных механизмов используются МИП-П-320.

Верхний уровень управления представляет собой SCADA-систему. Для создания мнемосхем управления технологическим процессом, и для управления в принципе используется программное обеспечение SIMATIC WINCC. Программный комплекс SIMATIC Windows Control Center (или WinCC) предоставляет все необходимые средства для наилучшего

управления процессами в операционных системах Microsoft Windows. WinCC является полностью открытым приложением, способным работать и со стандартными программами, и с пользовательскими разработками. Расширение возможностей комплекса возможно за счет применения скриптов, написанных на VBS, ANSI C и VBA. С использованием данного ПО была разработана мнемосхема управления отделением измельчения и флотации сильвинитовой обогатительной фабрики.

Для создания программ и настройки ПЛК и различных регуляторов на базе ПЛК от Siemens, используется программное обеспечение SIMATIC STEP 7. Simatic Step 7 — программное обеспечение фирмы Siemens для разработки систем автоматизации на основе программируемых логических контроллеров Simatic S7-300/S7-400/M7/C7 и WinAC. Предшественником данного ПО является более ранняя версия Simatic Step 5, работающая в ОС DOS или в DOS окне ОС Windows. С помощью этой программы выполняется комплекс работ по созданию и обслуживанию систем автоматизации на основе программируемых логических контроллеров Simatic S7-300 и Simatic S7-400 фирмы Siemens. В первую очередь это работы по программированию контроллеров.

В проекте была поставлена задача разработать АСР расхода амина на трубопроводе на базе ПИД-регулятора (ПЛК SIEMENS SIMATIC S7-400). Данный регулятор представляет собой ПИД - регулятор непрерывного действия. Контроллер преобразует токовый входной сигнал с датчика разряжения в цифровой сигнал, сравнивает его с заданием, и при наличии несоответствия изменяет токовый сигнал задания положения ИМ, который изменяет проходное сечение трубопровода регулирующим клапаном, поддерживая заданное разряжение. Режимы работы регулятора: ручной и автоматический

После настройки регулятора был проведен анализ его работы по трендам, отражающим протекание технологического процесса.

Автоматизация данной операции и создание мнемосхемы приводят к ускорению протекания технологического процесса, а также предоставляет возможность непрерывного контроля процесса, возможность его коррекции и предоставляет возможность анализировать работу всей АСУ для её последующего усовершенствования.

Литература

1. <http://http://kali.by>
2. Руководство пользователя SIEMENS SIMATIC S7-400

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ПОВЕРОЧНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОЛИВКИ СЧЁТЧИКОВ ВОДЫ И ТЕПЛА

Холод Н.И.

Научный руководитель - Матрунчик Ю.Н.

Автоматизированная поверочная установка для поверки счетчиков воды и тепла спроектирована для поверки

– счетчиков воды, соответствующих техническим требованиям ГОСТ 6019-83, СТБ ИСО 4064-1-2004, СТБ ISO 4064-1-2007, МОЗМ МР № 49-1 или МР № 72;

– счетчиков воды, выпускаемых по нормативно-технической документации изготовителя;

– импортных счетчиков воды с метрологическими характеристиками, соответствующими требованиям ГОСТ 6019-83, СТБ ИСО 4064-1-2004, СТБ ISO 4064-1-2007, МОЗМ МР № 49-1 или МР № 72;

– датчиков потока, входящих в состав теплосчетчиков;

– преобразователей расхода ультразвуковых;

– единых теплосчетчиков.

Область применения – обеспечение метрологического контроля производства и технического обслуживания СИ расхода и объема воды.

Программа Установки устанавливает объем, порядок, методы и средства метрологической аттестации установки перед вводом ее в эксплуатацию, после ремонта и при проведении периодической аттестации.

Программа метрологической аттестации Установки разработана в соответствии с требованиями ГОСТ 8.009-84, ГОСТ 8.207-76, СТБ 2299-2012, ТКП 8.001-2012, ТКП 8.004-2012, МИ 527-84.

Функциональная схема представляет собой состав Установки в виде блоков, а также связи и взаимодействия блоков Установки в виде линий.

В данной схеме присутствует 6 блоков: шкаф модулей ICPCON; шкаф релейной автоматики; шкаф управления насосом; пульт управления установкой; пульт управления насосом; монтажный стол.

От блока шкафа модулей ICPCON идет сигнал управления кранами к блоку монтажного стола, также идут сигналы управления к блоку шкафа релейной автоматики. От шкафа релейной автоматики аналогично идут сигналы управления к шкафу модулей ICPCON, отдельно идут сигналы управления кранами к блоку монтажного стола. От блока монтажного стола к шкафу модулей ICPCON и к шкафу релейной автоматики идут сигналы датчиков положения, также к блоку шкафа управления насосом идут сигналы датчиков уровня и протечки. От блока шкафа управления насосом к блоку монтажного стола идет питание приводов и датчиков, далее к блоку шкафа модулей ICPCON и блоку шкафа релейной автоматики идут линии питания, отдельно от блока шкафа управления насосом идет линия сети. От блока

пульта управления установкой идет сигнал к блоку шкафа релейной автоматики, от пульта управления насосом идет сигнал к шкафу управления насосом.

Выбираемое оборудование должно соответствовать правилам приборного учета электрической энергии в Республике Беларусь, соответствовать техническим требованиям ГПО «Белэнерго», сертифицировано. Кроме того, оно должно полностью удовлетворять требованиям промышленного предприятия и корректно выполнять все возложенные на него обязанности.

Для установки поверочных расходов в составе Установки требуются приборы, предназначенные для измерения объемного расхода (объема) горячей и холодной воды – расходомеры.

Для измерения массы накопленной воды требуется прибор с высоким классом точности – весы.

Для измерения температуры требуются термопреобразователь сопротивления.

Требуется насос, который будет давать при снижении пропускной способности снижение оборотов, это достигается при помощи частотного преобразователя, тем самым препятствуя созданию избыточного давления на выходе насоса, что существенно экономит электроэнергию.

Требуется устройства для преобразования аналогового сигнала в дискретный – программируемый преобразователь.

Для поверки теплосчётчиков нужны устройства термостатирующие измерительные для создания трех точек поверки с 4 различными температурами.

Ввод и первоначальная обработка данных о потреблении жидкости и энергии осуществляется в счётчиках из состава измерительно-информационных комплексов точек измерений.

В результате функционирования, в счётчиках происходит накопление измеренных данных.

Интерфейс технологического контроля обеспечивает предоставление, по запросу, информации непосредственного от счётчиков, без промежуточного хранения в АСКУЭ предприятия.

Литература

1. ТКП 8.001-2012 Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Государственные испытания средств измерений.
2. ТКП 8.004-2012 Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Метрологическая аттестация средств измерений.
3. МИ 527-84. Государственная система обеспечения единства измерений. Установки поверочные расходомерные. Методика поверки.

АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АЗОТНОЙ УСТАНОВКОЙ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ МАССИРОВАННЫХ ЗАКАЧЕК АЗОТА В СОСТАВЕ ФЛОТА ДЛЯ ГИДРОРАЗРЫВА НЕФТЯНОГО ПЛАСТА

Линевич А.А.

Научный руководитель - Матрунчик Ю.Н.

Установка азотная А100 предназначена для безопасного преобразования жидкого азота в газообразное состояние и закачки его под высоким давлением в скважину.

Область применения – ремонт и освоение нефтяных и газовых скважин.

Установка состоит из следующих функциональных узлов: ДВС, кабины с органами контроля и управления, криогенного трехплунжерного насоса, криогенного центробежного насоса, испарителя жидкого азота, смонтированных на основании и кронштейнах каркаса, который представляет собой сварную металлоконструкцию с проушинами для подъема установки. Привод всех механизмов гидравлический с отбором мощности от ДВС.

Жидкий азот по гибким криогенным рукавам поступает из специальной емкости (в состав установки не входит) на вход криогенного центробежного насоса, который подает его с постоянным давлением 0,55 МПа (80-120 psi) на вход НВД. В НВД жидкий азот сжимается до максимального давления 69 МПа (10000 psi) и поступает в испаритель. В испарителе происходит преобразование жидкого азота в газообразный и подогрев его до температуры 16–21 °С, для чего используется остаточное тепло от ДВС, системы смазки НВД и гидросистемы. Далее через нагнетательный клапан азот в виде сжатого газа подается в скважину.

Подача тепла, необходимого для испарения жидкого азота, происходит путем прохождения специальной охлаждающей жидкости через систему теплообменников, использующих тепловую энергию, вырабатываемую оборудованием установки (ДВС, гидросистемой, системой смазки НВД), а охлажденная в испарителе жидкость в свою очередь обеспечивает необходимую температуру для нормальной работы оборудования. Система работает таким образом, что при любых условиях обеспечивается баланс между теплом, необходимым для испарения азота, и теплом, необходимым для нормальной работы двигателя и гидросистемы. Этот баланс поддерживается специальной системой гидронагрева, которая обеспечивает требуемую нагрузку на гидросистему.

Описание процесса массивированной закачки азота

Технология вызова притока нефти и газа из пласта с использованием передвижных азотных газификационных установок (АГУ, ГУ) заключается в том, что газообразный азот нагнетается в скважину (в затрубное или трубное

пространство). Проходя через пусковые муфты азот азерирует и вытесняет жидкость, находящуюся в скважине (в трубном или в затрубном пространстве). При этом происходит постепенное понижение плотности жидкости, которая находится в скважине, достигается понижение забойного давления, что ведет за собой выполнение условия притока из пласта жидкости: $R_{заб} < R_{пл}$.

По мере удаления жидкости из скважины противодействие на пласт можно снизить в необходимых пределах и поддерживать на заданном уровне для проведения геофизических исследований (профиль притока, источник обводнения и т.п.)

Важнейшим техническим агрегатом при азотном освоении, помимо колтюбинга, является азотная компрессорная установка (газификатор). Ее основное предназначение, это создание и подача необходимого объема газообразного азота в трубу колтюбинга. Основными параметрами азотной установки являются максимальный расход и давление азота на выходе. Существует два основных типа компрессоров: установки, преобразующие жидкий азот в газообразный при помощи тепла, и установки мембранного типа, являющиеся мини-заводами и получающие азот из воздуха. Установки мембранного типа не желательны для применения в колтюбинге, так как они не очищают азот до достаточной степени. Азот, полученный с помощью мембранной установки, содержит до 1,9 % кислорода. В итоге, их применение вкуче с колтюбингом ведет к быстрому коррозионному износу дорогостоящей ГНКТ.

Установки, преобразующие жидкий азот в газообразный, также делятся на два типа. Первые используют тепло от сжигания топлива. Данные установки имеют очень высокую производительность и используются в основном при строительстве трубопроводов, однако, они небезопасны. Установки второго типа используют тепло внешней среды для газификации жидкого азота. Данные установки безопасны, используют очищенный жидкий азот и являются оптимальными для применения в различных внутрискважинных операциях, в том числе и освоении.

Максимальное рабочее давление таких азотных установок может превышать 100 МПа, а расход может быть выше 80 м³/мин. Столь широкие технические характеристики позволяют применять их практически при любых скважинных условиях.

Система автоматического управления представляет собой алгоритм управления электро-регулируемыми гидравлическими клапанами, основанный на показаниях различных датчиков, используемых в системе.

После осуществления в ручном режиме предварительного охлаждения трубопроводов и других узлов установки, соприкасающихся с жидким азотом, необходимого для предотвращения испарения жидкого азота в трубопроводах и попадания газа в центробежный насос или НВД (что может вызвать кавитацию и разрушение оборудования насосов) управление переходит в автоматический режим.

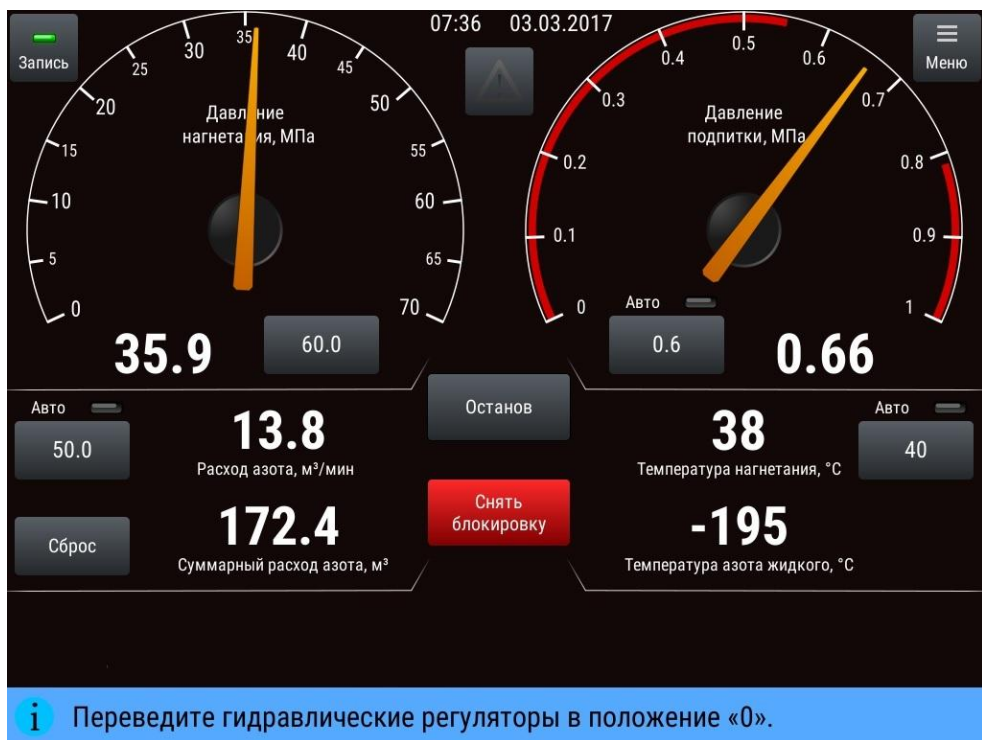


Рисунок 1. Главное окно – сообщение предупредительное

Программа выводит показатели системы на заданный уровень, основанный на поддержании необходимых параметров для продолжения процесса закачки азота в скважину.

Регулируется давление в системе подпитки насоса высокого давления (НВД) жидким азотом, его температура, расход жидкого азота в (НВД), а также необходимая температура теплообменника, рассчитываемая из заданных оператором выходных значений расхода и давления газообразного азота на выходе азотной установки.

Дальнейшее поддержание процесса происходит автоматически, фактические показания датчиков, такие как температура, давление и расход азота, выводятся оператору на панель управления.

В случае невозможности регулирования значений параметров в заданных диапазонах регулирования, либо в аварийных случаях, система остановит процесс закачки азота и просигнализирует оператору о необходимости проведения диагностики.

Литература

1. Руководство по эксплуатации «Установка азотная А100-40.00.000 РЭ»

СИСТЕМА РЕЗЕРВИРОВАНИЯ ПОДАЧИ ВОДЫ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ

Алексейков М.А.

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

Для обеспечения водоснабжения завода по производству нитрата калия используются дождевые, талые, поливомоечные сточные воды от дождеприемников и внутренних водостоков.

Осветление, обеззараживание технической воды и создание требуемого давления в сети системы производственного водоснабжения (не менее 0,4 Мпа) предусматривается в насосной станции с резервуаром очищенной воды, откуда тремя погружными насосами (два рабочих, один резервный) вода подается:

- 1) на технические нужды производства нитрата калия;
- 2) в тепловой пункт, как исходная вода для системы водяного отопления;
- 3) на подпитку оборотной системы водоснабжения.

Для аварийной подпитки водой насосной станции с резервуаром очищенной воды можно использовать поверхностные воды водохранилища.

Для очистки воды с водохранилища от механических примесей перед поступлением в насосную станцию с резервуаром очищенной воды необходимо установить систему автоматической фильтрации.

Для поддержания необходимого давления в сети аварийной подпитки с водохранилища нужно установить насос, повышающий давление. Управление насосом в автоматическом режиме должно осуществляться от предельных уровней воды в резервуаре очищенной воды, которые можно определить при помощи поплавковых датчиков уровня.

Уровни воды в резервуаре очищенной воды:

- 1) нижний рабочий уровень воды;
- 2) верхний рабочий уровень воды.

Для блокировки поступления аварийной подпитки водой в случае ненадобности необходимо установить задвижку с электроприводом. Задвижка с электроприводом устанавливается перед системой автоматической фильтрации воды.

Работа насоса, повышающего давление, должна выполняться синхронно с работой задвижки с электроприводом. При достижении верхнего рабочего уровня воды в резервуаре очищенной воды задвижка с электроприводом закрывается и одновременно отключается электронасос. При достижении нижнего рабочего уровня воды в резервуаре очищенной воды задвижка с электроприводом открывается и одновременно включается электронасос.

Таким образом, система аварийной подпитки водой насосной станции с резервуаром очищенной воды позволяет решить вопросы связанные с резервированием системы подачи воды для насосной станции завода по производству нитрата калия.

УДК 621.914

ПОРЯДОК ФРЕЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ В ПРОГРАММЕ SOLIDCAM

Маленкова Т.А.

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

Данный пакет прикладных программ будет внедрен в учебный процесс, т.к. полностью может визуализировать процесс обработки детали.

Определение проекта обработки.

При определении проекта обработки выполняются следующие действия [1]:



Рисунок 1. Этапы определения проекта обработки

Создание проекта обработки. На этом этапе необходимо определить имя проекта и папку для его сохранения. Система SolidCAM создаёт необходимые файлы и папку для хранения различных данных.

Определение контроллера ЧПУ. Выбор контроллера ЧПУ. Выбор контроллера ЧПУ является обязательным этапом. От типа контроллера зависит определение систем координат и геометрии.

Определение системы координат. Необходимо определить систему координат, в которой будут выполняться все переходы в составе проекта обработки.

Определение заготовки. Система SolidCAM позволяет определить модель заготовки, которая описывает начальное состояние обрабатываемой заготовки.

Определение модели. Система SolidCAM позволяет определить модель детали, которая описывает состояние детали по окончании обработки.

После установки предыдущих параметров переходим к настройке параметров перехода:

ПКМ «Переходы» / находим строку в выпадающем меню «Добавить переходы фрезерования» / выбираем стратегию обработки в соответствии с обрабатываемой поверхностью.

Геометрия.

Вкладка «Геометрия» позволяет определить геометрию для обработки заготовки и связанные с ней параметры.

Геометрия может состоять из различных элементов (кривых и поверхностей), в зависимости от выбранной в списке «Переходы» стратегии обработки.

Инструмент.

Вкладка «Инструмент» позволяет выбрать для выполнения перехода инструмент из таблицы инструментов проекта.

Нажмите на кнопку «Выбрать», чтобы вывести на экран таблицу инструментов проекта и выбрать инструмент для выполнения данного перехода.

Перейдите на вкладку «Данные», чтобы установить параметры «Скорость вращения» и «Подача».

Уровни.

Вкладка «Уровни» позволяет определить плоскость безопасности и пространство обработки.

Плоскость безопасности – это зона, в которой перемещения инструмента между переходами могут выполняться без опасности контакта с материалом. При отводе инструмента от материала инструмент сначала перемещается на плоскость безопасности, а затем с высокой скоростью движется в этой плоскости.

Пространство обработки представлено заданием верхней плоскости и глубины поверхности. Другими словами, нужно задать высоту начала обработки и глубину максимального вхождения инструмента в заготовку.

Технология.

В этой вкладке находятся настройки технологии обработки. Существует 4 варианта технологий: растровая, контурная, один проход, спираль.

Подвод/отвод.

Эта вкладка позволяет определить параметры подвода и отвода инструмента, которые должны использоваться при выполнении данного перехода HSS.

Контроль перемещения.

Вкладка «Контроль перемещения» [1] позволяет определить параметры, которые управляют точкой касания инструментом относительно обрабатываемой детали/заготовки.

Дополнение.

Данная вкладка носит информативный характер.

Имитация обработки (симулятор).

Симуляция – графическое отображение процесса обработки. Просмотр со всеми чертежными элементами – оси, невидимые линии, трассы инструментов, припуски. Возможность управления изображением – выборочная видимость, полупрозрачность, выделение цветом. Одновременно видны начальный контур заготовки и требуемый конечный контур детали, однако изменение текущего контура полуфабриката не отображается.

Подключение окна симулятора (проигрывателя):

ПКМ «Переходы» \ «Визуализация».

Выбор пакета в качестве платформы для функционального проектирования обусловлен высоким рейтингом компании SolidCAM Ltd., в области САПР технологий, а также широким использованием указанного пакета на базовых для инженерных специальностей предприятиях Беларуси.

Литература

1. SolidCam 2018 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.solidcam.com/subscription/documentation/solidcam-2018/>.

ОБУЧЕНИЕ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ И ЕГО ИНТЕГРАЦИЯ С КЛАССИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ УПРАВЛЕНИЯ В РОБОТОТЕХНИКЕ

Евсеенко В. С.

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

Промышленные роботы, используемые сегодня в различных отраслях промышленности, в основном выполняют монотонные циклические задачи. Общая производительность задачи зависит от точности их систем управления для отслеживания заданных траекторий. Однако способность роботов производить сложные действия и принимать решения в различных средах довольно ограничена.

Например – это выборка ранее не встречавшихся объектов или вставка новых деталей в задачи сборки. Существует множество примеров впечатляющих роботов, демонстрирующих ловкость и продвинутый контроль, например, робот Fanta Challenge, или роботы, играющие в пинг-понг. Однако эти приложения сложно программировать и поддерживать, обычно они являются результатом докторской диссертации, и они не сделали скачок для промышленности. Желательно наделять машины более высоким уровнем интеллекта для самостоятельного приобретения навыков. Основная задача состоит в том, чтобы разработать адаптируемые, но надежные алгоритмы управления с учетом трудностей, присущих моделированию всех возможных поведений системы и необходимости обобщения поведения. Методы обучения с подкреплением (далее – RL) позволяющие агентам изучать поведение через взаимодействие с окружающей средой и идеально обобщать для новых сценариев.

Обучение с подкреплением – это метод контроля и обучения, который позволяет агентам изучать поведение через взаимодействие с окружающей средой [1]. В отличие от традиционных методов управления роботами, основная идея обучения с подкреплением состоит в том, чтобы показать и научить роботов тому, что конкретно делать в каждой возможной ситуации, а не как это делать. Таким образом, агент взаимодействует с окружающей средой и собирает наблюдения и сведения о состоянии среды и его положении в ней. В качестве реакции среды на действия агента выступают так называемые награды. Иногда это может быть абстрактным понятием, а иногда имеет физическую подоплеку (например подзарядка мобильного робота от станции, если он найдет путь к ней). Алгоритм «усиливает, подкрепляет» успешную политику – наборы действие-последствие, которые дают высокие награды. Все алгоритмы можно грубо разделить на два класса: основанные на максимизации функции награды и на поиске и улучшении политики. При поиске политики роботы изучают прямое сопоставление

состояний с действиями. В подходах, основанных на функции награды, роботы изучают функцию награды, промежуточную структуру, которая оценивает значение награды в данном состоянии и производят действия из значения этой функции.

Как поиск политики, так и подходы на основе значений-функций могут быть либо на основе модели, либо без модели. Безмодельные методы не учитывают динамику мира [2].

Как мы видим, методы управления роботами могут быть сгруппированы вдоль некоей линии, где на одном конце мы находим «жесткие» законы управления с обратной связью, которые разработаны вручную, включают знание предметной области, а структура управления не адаптируется данными. На другом конце спектра у нас есть RL, который позволяет изучать стратегии управления исключительно на основе данных наблюдений. Оба метода имеют свои преимущества и недостатки. Традиционные методы управления с обратной связью могут очень эффективно решать различные типы задач управления роботом, такие как отслеживание траектории в свободном пространстве, путем построения явных моделей, таких как уравнения движения твердого тела. Однако многие проблемы управления в современном производстве связаны с контактами и трением, которые трудно уловить при физическом моделировании. И если требуются рассуждения более высокого уровня (например, какой конкретный предмет необходимо выбрать из всех, что есть на конвейере), нынешним системам управления роботом не хватает гибкости. Применение методологий управления с обратной связью для решения подобных проблем часто приводит к хрупким и неточным системам, которые необходимо настраивать вручную. RL, с другой стороны, может, в принципе, изучить любую структуру управления. Однако для реальных роботов пространство исследования велико и, следовательно, требуются большие объемы данных и, следовательно, длительное время обучения. Кроме того, в отличие от обычного управления с обратной связью, подтверждение о сходимости и устойчивости трудно получить для методов RL.

Оптимальная системы управления для гибкого производства должна сочетать как традиционную теорию управления, так и управляемую данными RL. Традиционный контроль может обеспечить гарантии безопасности и производительности, в то время как RL может обеспечить гибкость и адаптивность, если настроен правильно.

Предлагается разложить сложные многоуровневые системы управления, на подзадачи, которые могут быть явно решены с помощью традиционных методов и подзадач, которые решаются с помощью RL. Окончательные стратегии управления представляют собой композицию как управляемых данными компонентами, так и стратегии управления из моделей первого порядка. Данный подход сочетает в себе преимущества традиционной теории управления с гибкостью RL. Например, управление положением осуществляется с помощью ПИД-регулятора, а RL представляет ту часть управления, которая имеет дело с трением и контактами. Уже были

проведены исследования по различным промышленно значимым случаям использования, среди которых, среди прочего, роботы для выполнения реальных сборочных задач с использованием контактов и нестабильных компонентов [3].

Однако у данного подхода все еще есть недостатки. Каждая итерация в среде с высоким коэффициентом трения может повредить деталь, контактирующую с захватом. Точные датчики и адекватное управление ограничениями могут облегчить проблему. Вся система лучше работает при подходах, использующих традиционное управление, которое может фильтровать выход RL алгоритма. Кроме того, чтобы сократить количество итераций в реальном мире, было доказано, что новые подходы в моделировании, направленные на изучение и сокращение различий между симуляцией и реальностью, ускоряют процесс обучения [4].

В заключение мы полагаем, что возросший интерес к применению обучения с подкреплением в робототехнике и на производстве в целом имеет вескую причину; однако, это не основной ингредиент, гарантирующий успех. Сквозные методы обучения показали низкую производительность в задачах, требующих точности. Поэтому несмотря на все успехи в области машинного обучения и др, необходимо помнить и применять классические подходы, гарантирующие результат.

Литература

1. Reinforcement Learning: An Introduction Second edition, in progress Richard S. Sutton and Andrew G. Barto, 2017. -С.1-2
2. Part1: Key concepts in RL // Spinning RL [Электронный ресурс]. — 2018. Режим доступа: https://spinningup.openai.com/en/latest/spinningup/rl_intro.html — Дата доступа : 21.04.2019.
3. Reinforcement learning shows promise for industrial robotics// Therobotreport [Электронный ресурс]. — 2018. Режим доступа: <https://www.therobotreport.com/reinforcement-learning-industrial-robotics> — Дата доступа : 20.04.2019.
4. Sim2Real View Invariant Visual Servoing by Recurrent Control [Электронный ресурс]. — 2017. Режим доступа: <https://arxiv.org/pdf/1712.07642.pdf>. — Дата доступа : 27.04.2019.

ОБЗОР МАРСОХОДА ТРЕТЬЕГО ПОКОЛЕНИЯ «CURIOSITY»

Розанов М. С.

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

Исследование небесных тел является одной из самых важных в освоении внеземного пространства. Очевидно, что на данный момент исследование таких небесных тел, как планет, спутников, астероидов и т.д. производится с помощью высокотехнологического наземного (либо околоземного) оборудования. Однако существует ряд задач для исследования, которые не под силу даже такому оборудованию. В частности, подробное исследование грунтов, которое может пролить свет на раннюю историю планеты. Именно для этого был инициирован проект «Марсианская научная лаборатория» под управлением НАСА, целью которого стала доставка на поверхность Марса ровера для исследования почвы и компонентов атмосферы.

Технические характеристики ровера следующие:

1. Масса: после мягкой посадки - 899 кг, в том числе 80 кг научного оборудования (вес на Земле), 340 кг (на Марсе).
2. Размер: марсоход имеет длину 3 м, высоту с установленной мачтой 2,1 м и ширину 2,7 м. «Curiosity» гораздо больше своих предшественников — марсоходов «Спирит» и «Оппортьюнити», которые имели длину 1,5 м и массу 174 кг (в том числе 6,8 кг научной аппаратуры).
3. Скорость передвижения: максимальная скорость на твёрдой ровной поверхности составляет 144 метра в час. Максимальная скорость на пересечённой местности составляет 90 метров в час при автоматической навигации. Средняя же скорость составляет 30 метров в час. [1]

В состав марсохода входят следующие узлы:

1. Передвижение: «Curiosity» имеет платформу с научным оборудованием, всё это установлено на шести колёсах, каждое из которых имеет свой электродвигатель, причём два передних и два задних колеса будут участвовать в рулении, что позволит аппарату разворачиваться на 360 градусов, оставаясь при этом на месте.[1][2]
2. Источник питания: «Curiosity» питается от радиоизотопного термоэлектрического генератора (РИТЭГ). РИТЭГ является генератором, который производит электроэнергию от естественного распада изотопа плутония-238; рассчитан на производство 125 Вт электрической из примерно 2 кВт тепловой. Энергоустановка генерирует 2,5 кВт·ч каждый марсианский день.[1][2]
3. Система отвода тепла: температура области, в которой находится «Curiosity», может колебаться от +30 до -127 °С. Система отвода тепла прокачивает жидкость через трубы общей длиной в 60 м в корпусе ровера,

чтобы чувствительные элементы системы находились в оптимальной температуре.[1][2]

4. Компьютер: на марсоходе установлено два одинаковых бортовых компьютера (Side-A и Side-B) под названием «Rover Compute Element» (RCE) под управлением процессора RAD750 с частотой 200 МГц; они содержат радиационностойкую память. Каждый компьютер включает в себя 256 кБ EEPROM, 256 МБ DRAM, и 2 ГБ флэш-памяти. Используется многозадачная ОСРВ VxWorks. Компьютер сам может повысить или понизить температуру в те моменты, когда это необходимо, даёт команды на фотографирование, вождение марсохода, отправку отчёта о техническом состоянии приборов. Команды марсоходу передаются операторами с Земли.[1][2]

5. Навигация: марсоход имеет инерциальное измерительное устройство (Inertial Measurement Unit), оно предоставляет информацию о местоположении марсохода, используется как навигационный прибор.

6. Связь: «Curiosity» имеет две системы связи. В первую входят передатчик и приёмник X-диапазона, с помощью которых марсоход связывается напрямую с Землёй, со скоростью до 32 кбит/с. Вторая работает в диапазоне дециметровых волн (ДМВ) и создана на базе программно-определяемой радиосистемы Electra-Lite, разработанной в JPL специально для космических аппаратов.[1][2]

7. Манипулятор: на марсоходе установлен трёхсуставный манипулятор длиной 2.1 м, на котором смонтированы 5 приборов общей массой около 30 кг. Они смонтированы на конце манипулятора в крестовидной башне-турели, способной поворачиваться на 350 градусов. Диаметр башни с приборами составляет около 60 см. Во время движения манипулятор складывается.[1][2]

Основная тактика исследований состоит в поиске интересных пород камерами высокого разрешения. Если таковые появляются, то марсоход издалека облучает лазером исследуемую породу. Результат спектрального анализа определяет, нужно ли доставать манипулятор с микроскопом и рентгеновским спектрометром. Далее «Curiosity» может извлечь и загрузить образец во одну из 74 чашечек внутренней лаборатории для дальнейшего анализа.[3]

На марсоходе установлено сразу несколько различных типов камер. Mast Camera — это система из двух неодинаковых камер обычной цветопередачи, которые могут делать снимки (в том числе стереоскопические) разрешением 1600×1200 пикселей и записывать аппаратно сжатый 720p-видеопоток (1280×720). Для хранения полученного материала система имеет 8 гигабайт флэш-памяти для каждой из камер — этого достаточно, чтобы уместить несколько тысяч снимков и пару часов видеозаписи. [3][4]

Также на мачте закреплена часть системы ChemCam. Это лазерно-искровой эмиссионный спектрометр и блок формирования изображения, которые работают в паре: после испарения крошечного количества исследуемой породы 5-наносекундным импульсом лазера производится

анализ спектра полученного плазменного излучения, что позволит определить элементный состав образца. Система состоит из лазера на мачте и трех спектрографов внутри корпуса, излучение к которым подводится по оптоволоконному световоду. [3]

На манипуляторе марсохода установлена Mars Hand Lens Imager, способная получать снимки размером в 1600×1200 пикселей, на которых могут быть видны детали в 12,5 микрон. Камера имеет белую подсветку для работы как днем, так и ночью. Ультрафиолетовая подсветка необходима для вызова излучения карбонатных и эвапоритных минералов, наличие которых позволяет говорить о том, что в формировании поверхности Марса принимала участие вода. [4]

Основным инструментом для исследования полученных образцов является Sample Analysis at Mars (SAM), масса которого составляет половину от массы всей научной аппаратуры. В SAM включен масс-спектрометр, газовый хроматограф и настраиваемый лазерный спектрометр. Также в работе используется рентгеновский спектрометр альфа-частиц. Образцы будут облучаться альфа-частицами, и за два-три часа будет получен их полный элементный состав, а десяти минут хватает для обзора основных составляющих. [3][4]

Литература

1. Mars Science Laboratory: Curiosity Rover // MSL [Электронный ресурс]. — 2013. — Режим доступа: <https://mars.nasa.gov/files/resources/MSLLithoSet2013.pdf>. — Дата доступа : 20.04.2019.
2. Learn about me: Curiosity // Learn about me [Электронный ресурс]. — 2013. — Режим доступа : <https://mars.nasa.gov/msl/multimedia/interactives/learncuriosity/index-2.html>. — Дата доступа : 24.04.2019.
3. Что внутри марсохода Curiosity // Habr [Электронный ресурс]. — 2012. — Режим доступа : <https://habr.com/ru/post/149168/>. — Дата доступа : 25.04.2019.
4. MSL Rover Overview // SpaceFlight [Электронный ресурс]. — 2019. — Режим доступа : <http://spaceflight101.com/msl/msl-rover-overview/>. — Дата доступа : 25.04.2019.

ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПА

Реентович И.А.

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

Система контроля и управления доступа на защищаемом объекте состоит из следующих компонентов:

- контроллер СКУД;
- бесконтактные считыватели, кнопки выхода, кнопка блокировки всех дверей и преграждающие устройства;
- коммутатор;
- видеомонитор, персональный компьютер и устройства управления;
- исполнительные устройства (турникет-трипод, шлагбаум, электромеханические замки);
- видеокамера и видеорегистратор;
- источник бесперебойного питания.

В состав СКУД входят точки контроля доступа (ТКД) трех типов:

1. Двери двухсторонние – двери, оборудованные двухсторонним доступом со считывателем на входе, электромеханической защелкой, кнопкой «Выход», видеокамера.

2. Турникеты – проходная объекта, оборудована видеокамерой и двумя турникетами: 1-й (ближний к посту охраны проходной) предназначен для разовых посетителей и оборудован картоприемником, 2-й для прохода постоянных сотрудников со считывающими устройствами на входе и выходе.

3. Шлагбаум – въезд в подземную парковку, оборудован шлагбаумом, фотоэлементами, стойками для фотоэлементов, видеокамерой.

Точка контроля доступа функционально состоит из контроллера доступа, исполнительного механизма (турникет, дверь, шлагбаум), считывателей, датчиков положения преграждающего устройства, пультов (кнопок) управления исполнительным механизмом. В состав ТКД входит источник резервированного питания для поддержания работоспособности устройств при временном пропадании напряжения питающей сети. [1]

Проход через точки с контролем доступа осуществляется при поднесении бесконтактной карты к считывателю на расстояние 2-8 см для доступа людей и при автоматическом чтении видеокамерой идентификационной метки (автомобильного номера) автотранспортного средства при его приближении к шлагбауму. В случае успешной идентификации карты доступа системой исполнительное устройство разблокируется, разрешая однократный проход (проезд).

Каждой карточке в базе данных СКУД присваиваются определенные права доступа и сведения (обязательные для заполнения и не обязательные):

- список разрешенных точек входа;
- расписание разрешенного прохода;
- данные по сотруднику (Ф.И.О., должность и т.д.);
- фотография сотрудника;
- табельный номер;
- дополнительные параметры (при необходимости).

Контроллеры доступа подключаются к серверу посредством преобразователя интерфейсов USB (RS-485) с гальванической развязкой. Все данные фиксируются в протоколе событий, который в дальнейшем позволяет восстановить картину происшедшего. Кроме событий системы на сервере располагается база данных персонала и конфигурации системы.

Сервер работает под управлением операционной системы программного обеспечения СКУД типа «Бюро пропусков», «Учета рабочего времени». Дополнительно на сервер устанавливается программный модуль «Базы данных», который позволяет осуществлять администрирование базы данных протокола (создавать резервные копии, производить очистку или выгрузку данных протокола).

Автоматизированное рабочее место представляет собой персональный компьютер, работающий под управлением операционной системы WINDOWS 10 и программного модуля СКУД. С рабочих мест осуществляется контроль, управление и настройка оборудования (в зависимости от прав доступа). В соответствии с типом АРМ устанавливаются дополнительные программные модули.[2]

Активное оборудование системы объединяются в СКС посредством сетевого коммутатора.

К рабочему месту на проходной подключаются настольный считыватель бесконтактных карт доступа. К рабочему месту также подключаются web-камера, специализированный принтер для печати на пластиковых картах, которые работают под управлением программного модуля СКУД и сканер для ввода данных персонала. На рабочем месте осуществляется подготовка заявок на пропуски, текущее изменение графиков работы и уровней доступа постоянных сотрудников. Осуществляется выдача карт доступа, а также работа с разовыми и временными пропусками.

ТКД при срабатывании пожарной сигнализации разблокируются автоматически от подачи сигнала типа «сухой-контакт» на контроллер СКУД от существующей системы пожарной сигнализации.

Рядом с турникетами предполагается «пост вахтера» для охранника рабочего места, оборудованного монитором видеонаблюдения и пультами ручного управления турникетами.

Охранник обеспечивает порядок прохода, следит за возможным несанкционированным преодолением турникета (перелаз, вандализм), осуществляет общее наблюдение и режим «фотобейджинга», при котором можно визуально проконтролировать принадлежность карты доступа по фотографии, появляющейся на мониторе.

Литература

1. ГОСТ Р 51241-98 «Средства и системы контроля и управления доступом. Классификация. Общие технические требования. Методы испытаний».
2. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 11.12.2012 №1135 "Об утверждении Положения о применении систем безопасности и телевизионных систем видеонаблюдения".
3. Реентович И. А., Околов А. Р., Маленкова Т. А. Проектирование автоматизированного склада: Материалы IV международной научно-практической конференции «Инновационные технологии, автоматизация и мехатроника в машино- и приборостроении», Минск, 1-2 марта 2018, БНТУ, МИНСКЭКСПО, - с.65-66.
4. Реентович И. А., Околов А. Р., Глядко В.В. Интегрированная система охранной сигнализации на предприятии промышленного профиля: Материалы IV международной научно-практической конференции «Инновационные технологии, автоматизация и мехатроника в машино- и приборостроении», Минск, 13-14 марта 2019, БНТУ, МИНСКЭКСПО, - с.102-103.

ПРОБЛЕМА ВЫБОРА АСУ ТП ПРИ РАБОТЕ С КОМБИНИРОВАННЫМ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ОТ РАЗНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Савостьянов М.С.

Научный руководитель – Воюш Н.В., старший преподаватель.

Ключевые слова: Автоматизация, АСУ ТП, гелиоустановка, программно-технических системы

Автоматизация была и остается одной из главных проблем социальной сферы и промышленного производства в различные периоды развития современного общества. Со временем понятие автоматизация становится всё более широким, включая в себя с каждым днем новые частные проблемы своего технического и научного развития: глобализацию, роботизацию, компьютеризацию и другие специальные или отраслевые представления. Однако основные цели и задачи остаются неизменными – облегчение или полное вытеснение труда человека.

Система АСУ ТП – это автоматизированная человеко-машинная система управления, предназначена для автоматизации технологических процессов на производстве. Служит для выработки и реализации управляющих воздействий на объекты управления. Система включает в себя средства автоматизации и оперативный персонал (операторов, диспетчеров). Термин "автоматизированная" в отличие от термина "автоматическая" подчеркивает возможность участия человека в отдельных операциях для сохранения человеческого контроля над процессом и для уменьшения усложнения системы управления.

Основными целями автоматизации технологических процессов являются:

- повышение эффективности производственного процесса;
- повышение безопасности;
- повышение экологичности;
- повышение экономичности;
- улучшение качества выпускаемой продукции;
- получение данных в режиме online;
- обеспечение достоверной информации о ходе технологического процесса;
- хранение информации на всех стадиях технологического процесса, включая аварийный.

Современные АСУ ТП строятся с использованием микропроцессорных программно-технических систем (ПТС) или комплексов (ПТК), которые различаются особенностями набором выполняемых функций, масштабом и технической реализации. На рынке представлена широкая номенклатура ПТС как отечественных производителей, так и множества зарубежных фирм.

Основными компонентами программного обеспечения ПТС являются операционные системы (ОС), системы управления базами данных (СУБД) и специальное программное обеспечение. Функции визуализации измеряемой и контролируемой информации, передачи данных и команд в системе контроля и управления реализуются SCADA-программами. SCADA-программами - программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления. Наряду с этим используют так же понятие программный логический контролер и HMI-программы (Human Machine Interface software), представляющей собою комплекс программных средств для разработки человеко-машинного интерфейса.

Одной из основных операций при оснащении АСУ ТП является разработка технического задания [4]. Разработка технического задания (ТЗ) – один из ключевых моментов при выборе АСУ ТП. В техническом задании отражается все характеристики, которыми должна обладать система. От правильно выбранного программного продукта зависит дальнейшая работа всего проекта. Ведь техническое задание составляется на начальном этапе реализации проекта и на поздней стадии реализации его, крайне сложно изменяется.

Применение АСУ ТП позволит решить ряд задач, связанных с эксплуатацией комбинированных установки:

- оперативно оценивать состояние отдельных систем по показаниям датчиков и своевременно принимать меры по устранению возникающих аварийных режимов;
- изменять режимы работы установки для получения максимальной эффективности работы как системы в целом, так и отдельных узлов;
- обеспечивать автономность работы установки, что позволит снизить эксплуатационные затраты и уменьшить влияние человеческого фактора на надежность работы системы.

Система автоматизации должна решать следующие задачи: пуск и остановку по значению интенсивности солнечной радиации, поддержание различных параметров (температур, расходов, давлений), учет и контроль текущих параметров (мощности, расходов, температур, давлений, аварийных сбоев) и т.п. Данные задачи могут решаться применением общепромышленных контроллеров или специализированных контроллеров. Ведущие зарубежные производители систем автоматизации такие фирмы как SIEMENS, Schneider Electric, Omron, Pixel, Weintek, Delta-V, MasterSCADA, YOKOGAWA и др., предлагают свои специализированные контроллеры, которые способны решить поставленные задачи: обеспечение оптимальной работы системы с использованием нескольких источников энергии (комбинация альтернативных и традиционных источников энергии). Выбор правильной системы автоматизации позволит сэкономить деньги, ресурсы и минимизирует человеческий фактор в системе.

Литература

1. Меньков А.В. Теоретические основы автоматизированного управления / А.В. Меньков, В.А. Острейниковский. М.: Оникс, 2005. 640 с.
2. Структура управления организацией и факторы, её определяющие [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://de.ifmo.ru/bk_netra/page.php?dir=2&tutindex=3&index=51&layer=2
3. Созинов В.А. Исследование систем управления. Сайт цифровых учебно-методических материалов ВГУЭС / В.А. Созинов // abc.vvsu.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://abc.vvsu.ru/Books/issled_sist_upr/default.asp
4. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справ. пособие / под ред. А.С. Ключева. М.: Энергоатомиздат, 1990. 464 с.
5. Г.М. Чуркин, А.М. Великанов, Е.А. Тырин К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ АСУ ТП. 2013. 8с.

БЕСПИЛОТНЫЕ СРЕДСТВА ПЕРЕДВИЖЕНИЯ

Сардлишвили М.Н.

Научный руководитель – Воюш Н.В.

Сегодня, мы можем наблюдать, что все стремятся автоматизировать любой процесс, начиная с автоматизации приёма документов на работу или в ВУЗ и заканчивая автоматизацией целых заводов и цехов. Транспорт также подвергся автоматизации и это очень заметно, еще в начале 21 века, когда речь заходила о каких-нибудь летающих машинах или транспорте, который управляется не человеком, а запрограммированным искусственным интеллектом, человек мог подумать, что речь идёт о каком-нибудь новом фильме про будущее. Однако сейчас это вполне реально, технологический прогресс в транспортной сфере очень быстро продвигается и с каждым днём разрабатываются новые технологии. Например: ни для кого не новость, что автомобиль может автоматически регулировать температуру внутри салона, может автоматически включать дворники если на улице идёт дождь, сам припарковаться, соблюдая дистанцию от других объектов и др.

Есть ряд мировых компаний, которые рассказывают о своих планах. Так, Audi планирует выпустить полностью автономный электромобиль ближе к 2025 году. Ford объявил выпустить «полноценный» автопилотируемый электромобиль без руля и педалей в течение ближайших пяти лет. Google давно подтвердил слухи о разработке беспилотного электромобиля, и уже запустил тестирование прототипов. В целом, более 33 крупнейших мировых корпораций, среди которых BMW, Bosch, Volvo, Audi, GM, Tesla, Apple, Ford, Google принимают участие в развитии и производстве автомобилей будущего.

Беспилотные технологии в сфере общественного транспорта

Беспилотное вождение в сфере общественного транспорта - одно из самых востребованных направлений беспилотных технологий, позволяющие избежать оплату за работу водителя. Такой беспилотный транспорт может внести свой вклад в развитие городской инфраструктуры, повышая ее эффективность и функциональность. В сфере общественного транспорта уже сделаны первые шаги. В начале 2016 года, был запущен проект о внедрении автопилотируемых микроавтобусов в студенческом городе Вагенинген в Нидерландах. В августе прошлого года, в Хельсинки в общий поток города вышли два автопилотируемых автобуса.

Применение беспилотных технологий в грузоперевозках

Беспилотные технологии очень тепло встретят мировые лидеры, так как никто не хочет переплачивать средства, за то, что грузовиком управляет человек. В некоторых странах уже сейчас активно разрабатываются планы запуска беспилотных грузовиков на дороги городов. Одним из аспектов является, создание отдельной дороги для беспилотных грузовиков, что

обеспечит максимальную эффективность и безопасность движения. В мае 2015 года первый самоуправляемый грузовик вышел в тестовый рейс на дороги штата Невада. В 2016 году колонна автономных грузовиков доставила груз через всю Европу в порт Роттердама, используя технологию, которая связывает грузовики с помощью Wi-Fi, сенсоров, GPS и камер.

Кроме перевозок по земле, большую часть транспортировки груза занимают морские перевозки. Британский производитель двигателей Rolls-Royce вместе с рядом университетов и других компаний основали инициативу AAWA (Advanced Autonomous Waterborne Applications), которая специализируется на развитие автопилотных судов. Финская компания Finferries, которая также входит в AAWA, с начала этого года стала проводить тесты судна Stella, в Балтийском море, который оборудован различными датчиками, лазерными сенсорами и термальными камерами.

Автоматизация транспорта, в будущем станет неотъемлемой частью повседневной жизни. Основными достоинствами которого являются: безопасность, эффективность и стабильность. Однако огромный минус – это сокращение рабочих мест, что сильно скажется на безработицу в странах.

Литература

1. https://elektrovesti.net/48609_bespilotnye-tekhnologii-v-transporte-otberut-milliony-rabochikh-mest.

ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ ВОССОЗДАНИЯ ПРИЖИЗНЕННОГО ОБЛИКА ЧЕЛОВЕКА ПО ЕГО ЧЕРЕПУ

Шиманский В.И.

Научный руководитель – Воюш Н. В., старший преподаватель.

Со времён возникновения палеонтологии учёных – археологов, которые занимаются останками живых организмов, в том числе и людей, интересует следующий вопрос. Как же они выглядели при жизни? Особенно интересно как выглядели политики, мыслители и учёные древних цивилизаций. Например, как выглядели великие люди, такие как Клеопатра, Тутанхамон, Цезарь, Архимед, Плутон и простые жители того времени. Учёные хотели найти сходства и различия с современными людьми и выяснить, произошёл ли человек от обезьяны или от какой-либо внеземной цивилизации. В конце XIX века были найдены стоянки первобытного человека, но историки могли судить о древних людях лишь по предметам их быта: по жилищам, драгоценностям и элементам одежды, сохранившимся на стоянках и в могильниках. Это и пробудило в ученых интерес к поиску способов восстановления внешнего вида первых людей. Что и положило начало созданию и развитию метода, который называется «Восстановление лица по черепу» или «метод антропологической реконструкции облика на краниологической основе». Над этим методом работало много учёных. Одним из них был советский учёный - антрополог Михаил Михайлович Герасимов, который внёс огромный вклад в развитие этого направления. Он создал передовую методику, которая позволяет восстановить внешность человека по его черепу. Эта методика разделяется на четыре этапа:

- 1) Анализ строения и особенностей черепной коробки.
- 2) Создание 3D-модели человека.
- 3) Скульптурное воспроизведение внешности человека.
- 4) Воспроизведение исторического облика человека.

Этот метод стал прорывом не только в палеонтологии, но и в криминалистике.

Именно этот способ был взят за основу при создании программного комплекса «Реконструкция-2».

«Реконструкция-2» - это уникальный комплекс, позволяющий создать образ человека основываясь на его останках. Система позволяет составить портрет внешности человека с использованием точечных и фотографических элементов внешности с учетом параметров, связанных со строением человеческого черепа. Она обеспечивает решение задач, связанных с оценкой краниометрических исследований черепа и восстановлением прижизненного облика человека по его черепу. Программа была представлена

общественности впервые российской компанией «Техносерв» разработавшей её и ряд других программ, связанных с созданием внешности.

«Реконструкция-2» позволяет воспроизвести образ человеческого лица с учетом особенности строения его черепа. Благодаря этому полученный результат превосходит аналогичные зарубежные разработки. В основу «Реконструкция-2» также легла программа «Каскад-Фоторобот», используемая для создания фотороботов. Система автоматизирует процесс составления портрета. Данный системный комплекс предоставляет пользователю следующий набор возможностей:

- 1) выбор и коррекция элементов внешности из общего и ранжированного списков;
- 2) при выполнении реконструкции внешности с использованием полутоновых элементов внешности возможность сглаживания мест наложения элементов друг на друга;
- 3) доработка индивидуальных особенностей в ручном режиме;
- 4) печать иллюстративных приложений: созданного портрета, наложения реконструированного портрета на череп, изображений черепа, вариантов реконструированного изображения с добавлением особенности внешности;
- 5) ввод изображения черепа с функцией улучшения качества отображения на устройстве визуального контроля — регулировка четкости, яркости и т.п.;
- 6) создание архива базы данных на внешних носителях.
- 7) возможность исправления и сохранения в базе данных созданных изображений и текстовых данных;

При этом комплекс имеет достаточно низкие системные требования:

- ОС: XP, Windows 2000, Vista, 2003;
- Процессор: с частотой 1,8 ГГц;
- Оперативная память 256 Мб;
- объем свободного места на жестком диске - 4 Гб.

Этот комплекс актуален для Республики Беларусь, так как в годы Великой Отечественной войны миллионы солдат, ушедших на фронт, пропали без вести и их останки находят на нашей земле до сих пор, не говоря уже о мирном населении, уничтоженном фашистами. И одной из проблем является определение их личности. Также находят стоянки древних людей и участников войн первой мировой войны и войны 1812 года, что способствует заполнению пробелов истории и восстановления исторической справедливости.

«Реконструкция-2»-это прорыв в криминалистике и палеонтологии, который позволит повысить успеваемость в идентификации найденных останков, откроет новые страницы истории и заполнит её пробелы.

Литература

- 1) [https://ru.wikipedia.org/wiki/Восстановление_лица_по_черепу](https://ru.wikipedia.org/wiki/Восстановление_лица_по_черепу;);
- 2) <http://www.nnit.ru/news/n65683/>;
- 3) <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=6226&tbl=01.04.01.>

УДК 681.311

ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИНТЕГРАЦИИ MES И АСУ ТП НА НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Андреев М.Б. гр. 10703215

Научный руководитель – Гутич И.И., ст. преподаватель

Высокая конкуренция на рынке нефтехимической продукции требует повышения прозрачности производства. Инструментом для этого служат MES-системы, которые должны быть интегрированы с существующими системами управления технологическими процессами. В статье описывается практический опыт интеграции MES и АСУ ТП, накопленный на ряде нефтехимических предприятий России.

Российский нефтехимический комплекс имеет богатую историю и широкую номенклатуру производимой продукции. К сожалению, последнее не только гордость, но и причина разнообразных проблем: одни и те же вещества могут быть и конечной продукцией, и компонентами более сложных веществ, они могут быть как целью производства, так и побочным продуктом, требующим утилизации или переработки. Всё это приводит к сложному и порой запутанному учёту продукции, слабой прозрачности технологических процессов и в результате к росту себестоимости.

Для повышения прозрачности требуется внедрение на предприятии специализированных систем – MES (Manufacturing Execution System – система управления производственными процессами), которые выполняют сбор, накопление и обработку данных от производственных процессов (АСУ ТП) с целью оптимизации выпуска продукции. Их задача – служить единой точкой входа для получения данных о состоянии производства для дальнейшей координации и синхронизации производства, причём взаимодействие не одностороннее, из MES-системы в АСУ ТП поступают плановые показатели по объёму выпускаемой продукции. Таким образом, можно сформулировать следующие цели внедрения MES:

- сбор, накопление и предоставление пользователям производственно-технологических данных локальных систем учёта материальных потоков;
- мониторинг потребления/выработки сырья и готовой продукции;
- поддержка процессов производственного учёта.

Для обеспечения совместной работы АСУ ТП и MES-системы на предприятии проводятся мероприятия по интеграции. Они включают в себя обследование предприятия, разработку, установку и ввод в эксплуатацию программно-аппаратных комплексов взаимодействия АСУ ТП и MES. Иногда интеграция затрагивает и организационную структуру предприятия,

так как в ходе обследования выясняется отсутствие ответственных служб, выполняющих ввод отдельных видов данных.

К числу интегрируемых с MES объектов относятся АСУТП действующих производств и установок, системы измерения количества (СИК), узлы учёта энергоресурсов, весовые системы, а также другие источники данных, прямо или косвенно связанные с производством. Источники данных для интеграции с MES (производственные объекты) делятся на два типа:

- объекты, оснащённые АСУТП (для объектов данного типа применяются методы сбора информации непосредственно с АСУТП на основе типовых технических решений);
- объекты, не имеющие АСУТП (для объектов этого типа применяются технические решения ручного ввода информации посредством специализированных АРМ ручного ввода).

К объектам, оснащённым АСУТП относятся:

- весовые системы и реляционные базы данных внешних систем;
- узлы учёта энергоресурсов;
- АСУТП производств и установок;
- АИИС КУЭ (автоматизированная информационно-измерительная система коммерческого учёта электроэнергии), АСТУЭР (автоматизированная система технического учёта энергоресурсов);
- системы измерения количества.

Конкретный перечень источников данных определяется в процессе предпроектного обследования, в ходе которого выполняется:

- анализ проектной документации действующих и планируемых к вводу в эксплуатацию АСУТП с целью идентификации точек интеграции с MES-системой;
- натурное обследование действующих АСУТП для определения точек интеграции, которые могут быть использованы для интеграции в существующую технологическую сеть передачи данных.

Зачастую на предприятии уже существует довольно развитая сеть передачи данных, которая связывает различное технологическое оборудование между собой и с диспетчерскими местами. Данная сеть, обычно называемая МСПД (мультисервисная сеть передачи данных), также может претерпеть модернизацию в ходе интеграции АСУ ТП: добавляются новые коммутаторы, шлюзы и конверторы протоколов; прокладываются новые линии связи; заменяется ранее установленное оборудование. В основном это связано с необходимостью обеспечения требуемой пропускной способности сети передачи данных.

Сбор данных из автоматизированных источников выполняется в автоматическом и/или автоматизированном режиме при использовании специализированных программ, обеспечивающих надёжную передачу данных от источника данных в подсистему хранения и обработки информации. В зависимости от внедряемой MES данные программы могут быть компонентами MES или сторонними продуктами и могут называться

коллектором данных (OPC-collector) [1], дата-хабом (datahub) [2], OPC-экстендером (OPC-extender) [3] и т.д. Далее по тексту будет использоваться термин. коллектор.

При потере сетевого соединения между источником данных и сервером бывает буферизацию данных и их автоматическую передачу при возобновлении соединения.

Коллектор, являясь клиентом в клиент-серверной архитектуре программной технологии OPC, собирает данные от источников данных по расписанию или по событиям, обрабатывает их и передаёт серверу для сохранения. Данные передаются в виде структуры, содержащей имя параметра (тэг), значение параметра, временную метку и значение, характеризующее качество сигнала.

Коллектор данных выполняет следующие основные функции:

- сбор данных от сконфигурированных точек OPC-сервера источника данных;
- обеспечение автоматического соединения с OPC-сервером;
- обеспечение автоматического соединения с БД MES-системы;
- буферизацию данных в случае потери соединения;
- управление процессом сбора данных;
- первичную обработку данных.

Традиционно коллектор устанавливается на той же рабочей станции (сервере), что и OPC-сервер источника данных, но может быть отдельная установка на разных станциях. Для последнего требуется поддержка коллектором возможности удалённого подключения к OPC-серверу.

Для объектов, на которых ведётся учёт технологической информации в формате файлов баз данных (MS Access, SQL и т.д.), используется схема прямого импорта данных из БД источника в MES посредством ODBC (Open Database Connectivity – программный интерфейс доступа к базам данных).

Литература

1. OPC Data Collectors [Электронный ресурс] // Сайт General Electric. –

Режим доступа:

http://help.geautomation.com/Historian55/Subsystems/iHistCollMaster/Subsystems/iHISTOPCOL/content/dc_opc_data_collectors.htm.

2. OPC to MES and ERP systems [Электронный ресурс] // Сайт Cogent Real-Time Systems Inc. – Режим доступа:

http://www.opcdatahub.com/Features/OPC_to_MES.html.

3. SAP OPC extender [Электронный ресурс] // Сайт Junot Systems, Inc. –

Режим доступа: <http://junotsystems.com/opc-extender/>.

НАСТРОЙКА МОДУЛЯ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ РАСХОДОМЕРА MAG 8000 ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ НА ЭЛЕКТРОННУЮ ПОЧТУ

Хмельницкий В.И.

Научный руководитель – Гутич И.И., ст. преподаватель.

Магнитно-индуктивный аккумуляторный расходомер MAG 8000 компании Siemens изготовлен согласно международному стандарту водяных расходомеров OIML R49 и европейскому стандарту CEN EN 14154. Все функции встроены в одном приборе, что улучшает точность данных и автоматизирует их получение. Явными преимуществами MAG 8000 является: точность, долговременная производительность, простой монтаж, а также высокая функциональность.

Благодаря своей универсальности MAG 8000 может заменить несколько существующих измерительных устройств магистральных трубопроводов. Долговременное и высокоточное измерение обеспечивают следующие свойства: шесть лет без технического обслуживания, работа от аккумулятора, отсутствие подвижных частей.



Рисунок 1. Mag 8000 с модулем беспроводной связи.

Наличие беспроводного модуля у MAG 8000 позволяет получать удалённо данные с расходомера тремя способами: на номер телефона отправкой SMS сообщений, на электронную почту через SMTP протокол или на сервер через FTP протокол.

Для получения данных с расходомера несколькими организациями самым оптимальным способом является отправка на электронную почту через SMTP протокол. После установки расходомера можно приступить к настройке модуля беспроводной связи, для этого необходимо иметь доступ к

прибору, настроенный SMTP сервер, сим-карту местного оператора с подключенной функцией передачи данных, так же важно чтобы Pin code сим-карты был равен 1000 или просто отсутствовал. В данном примере рассматриваются услуги белорусского оператора velcom (A1).

Для начала нужно подготовить SMTP-сервер, для этого воспользуемся почтовым сервисом Gmail. Нужно зарегистрировать почту на сайте www.gmail.com, а после зайти в настройки аккаунта, в раздел “Безопасность” и открыть доступ ненадёжным приложениям. Теперь SMTP-сервер, через который будет происходить отправка сообщений, готов и можно приступить к настройке MAG 8000;

Первое что нужно сделать при настройке модуля беспроводной связи, это поднять защитную крышку, подключить модуль к аккумулятору и установить сим-карту в специальный разъём. После этого нужно нажать на 5 секунд единственную функциональную кнопку возле дисплея, если модуль включился, то светодиод возле дисплея моргнёт один раз. Далее модуль беспроводной связи попытается подключиться к сети мобильного оператора, как только он сможет это сделать светодиод моргнёт два раза, и устройство начнёт процесс синхронизации внутренних часов с NTP сервером. Теперь можно закрывать модуль связи защитной крышкой.

После того как устройство подключилось к сети оператора и произвело синхронизацию, длительностью около минуты, можно продолжить настройку удалённо, но нужно учитывать, что модуль связи просыпается только на 30 секунд с интервалом 1 раз в сутки при автоматическом пробуждении и на 180 секунд при пробуждении через функциональную кнопку на самом модуле беспроводной связи. Все последующие настройки производятся путём отправки SMS сообщений на номер SIM-карты, которая была установлена в модуль.

Все SMS-сообщения для настройки модуля имеют вид: “Configuration;Px=y;”, где x-номер определённого параметра, а y-значение для этого параметра. Соответствие номера и параметра, а также допустимые значения предоставлены в специальной таблице 6-1 в официальной инструкции к прибору. Если всё введено верно и прибор принимает настройки, то от него приходит сообщение с текстом “Configuration: OK”. Чтобы получить актуальные данные с расходомера в SMS-сообщении нужно отправить команду “GET_MEASUREMENT_DATA;”.

Теперь осталось настроить доступ модуля в интернет и ввести данные SMTP сервера. Если было решено настраивать прибор удалённо, то изначально нужно изменить интервал пробуждения прибора на удобный в диапазоне от 1 часа до 1 месяца. Отправлять сообщения можно в любой момент, но обработаны они будут, когда устройство проснётся. Для настройки удалённо лучше всего подходит минимальный интервал пробуждения, поэтому нужно отправить команду “Configuration;P56=1h” и ждать получения ответа о принятии настроек.

Изначально необходимо настроить номер центра обслуживания коротких сообщений, у оператора velcom он равен +375296009000 и имя точки доступа

к сети GPRS, у выбранного оператора это: “vmi.velcom.by”. Для этого отправляется сообщение:

```
“Configuration;P3=+375296009000;P10=vmi.velcom.by;”
```

Теперь переходим к вводу данных SMTP сервера. Адрес сервера (параметр P14) - “smtp.gmail.com”, порт (параметр P42) - “587”, логин (параметр P15) и пароль (параметр P16) совпадают с почтой и паролем, которые были указаны при регистрации на почте (для примера использована почта “flow2244566@gmail.com” с паролем “987654321”). Почта модуля беспроводной связи (параметр P17) совпадает с почтой, указанной при регистрации, поэтому отправляется команда:

```
“Configuration;P14=smtp.gmail.com;P42=587;P15=flow2244566@gmail.com;P16=987654321;P17=flow2244566@gmail.com;”
```

Последним этапом будет настройка электронных почт для получения данных с расходомера, всего можно указать 3 почты и отвечают за это параметры P18, P19 и P20. Для этого отправляется команда:

```
“Configuration; P18=111@gmail.com; P19=1113@mail.ru;P20=1223@tut.by”.
```

Теперь можно сменить интервал пробуждения модуля беспроводной связи через параметр P56 и ждать данных с расходомера, которые будут отправлены на указанные выше электронные почты, как только устройство проснётся в следующий раз.

Литература

1. Siemens Wireless Communication Modules MAG 8000 3G/UMTS add-on module: Инструкция по эксплуатации. 2017.

КОНВЕЙЕРНЫЙ ТРАКТ ПЕРЕГРУЗОЧНОГО УЗЛА

Гончарук А.Д.

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

Технология транспортировки полезных ископаемых из карьера на фабрику представляет собой сложную систему, состоящую из нескольких конвейерных трактов и перегрузочных узлов. Для повышения производительности и упрощения процесса транспортировки необходимо предусмотреть создание единой автоматизированной системы управления, включающую в себя АСУ ТП.

АСУ ТП должна обеспечить автоматизацию технологического процесса работы перегрузочного узла, входящего в состав конвейерного тракта подачи руды с рудника на склад или обогатительную фабрику, на уровне, отвечающем современным требованиям, предъявляемым к системам автоматизации поточно-транспортных систем.

Целью создания системы автоматизации является:

- обеспечение управления работой технологического оборудования перегрузочного узла конвейерного тракта подачи руды с рудника на склад или обогатительную фабрику в заданных режимах (по технологической схеме);
- обеспечение режима безопасной эксплуатации технологического оборудования перегрузочного узла;
- обеспечение контроля значений технологических параметров работы технологического оборудования перегрузочного узла.

АСУ ТП состоит из следующих уровней управления:

- нижний уровень – уровень контрольно-измерительных приборов, датчиков, исполнительных механизмов, органов управления технологическим оборудованием;
- средний уровень – уровень управления технологическим оборудованием и регулированием технологических процессов в автоматизированном режиме с применением для этих целей микропроцессорного программируемого контроллера;
- верхний уровень - уровень управления технологическим оборудованием и технологическим процессом оператором с автоматизированного рабочего

места, организованного на базе ПЭВМ и располагающегося в операторской отделении дробления соляной обогатительной фабрики (СОФ).

АСУ ТП перегрузочного узла конвейерного тракта обеспечивает:

- сбор информации от датчиков, первичных измерительных преобразователей о состоянии и изменении контролируемых технологических параметров, состоянии электрооборудования;

- управление работой оборудования в ремонтном и дистанционном автоматизированных режимах;

- запуск и останов технологического оборудования в соответствии с требуемой последовательностью с учетом работы технологического оборудования перегрузочного узла в составе конвейерного тракта подачи руды с рудника на склад или обогатительную фабрику;

- выполнение необходимых защит и блокировок.

Работа конвейера (по технологической схеме) предусматривается в следующих режимах:

- ремонтном (местном) – от поста управления, устанавливаемого у конвейера;

- дистанционном автоматизированном – с автоматизированного рабочего места (АРМ), расположенного в существующей операторской отделении дробления СОФ.

Работа переключателя потока (по технологической схеме) предусматривается в следующих режимах:

- ремонтном (местном) – от поста управления, устанавливаемого у переключателя потока;

- дистанционном автоматизированном – с автоматизированного рабочего места (АРМ), расположенного в существующей операторской отделении дробления СОФ.

Конвейер (по технологической схеме) оборудован:

- устройством контроля скорости ленты;

- устройством контроля ограждений приводного и натяжного барабанов;

- устройством контроля схода ленты;

- канатными отключающими устройствами, предназначенными для местного аварийного останова конвейера;

- устройством обрыва ленты;
- устройством контроля обрыва канатов грузового устройства;
- отключающим устройством крайнего положения натяжной тележки.

Для аварийного останова конвейера предусмотрены грибовидные кнопки аварийного останова с фиксацией в головной и хвостовой частях конвейера.

Переключатель потока (по технологической схеме) оборудован устройством крайнего положения шибера.

Схемой автоматизации предусматривается контроль следующих основных технологических параметров:

- нагрузка электропривода конвейера;
- забивка течек (по технологической схеме).

Для контроля забивки течек (по технологической схеме) предусмотрены сигнализаторы уровней с дискретным выходным сигналом.

АСУ ТП среднего уровня выполнена на базе станции распределенного ввода/вывода SIMATIC ET-200M.

МОБИЛЬНАЯ РОБОТИЗИРОВАННАЯ СОЛНЕЧНАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ ДЛЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Савёлов П.И.

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

Генерация электрической энергии при помощи солнечных электростанций в настоящее время становится более распространённым. Основным недостатком солнечной энергетики является не постоянство во времени плотности энергетических потоков, применение дорогостоящего оборудования для преобразования и аккумуляции энергии, не высокого коэффициента полезного действия (КПД) солнечных батарей. Максимальное КПД солнечной батареи достигается при её инсоляции под углом 90° к поверхности преобразователя солнечной энергии. Особенно это касается мест с небольшим числом солнечных дней в году. В г. Минск среднегодовое количество солнечных дней составляет 75-80.

При помощи САПР SolidWorks нами была разработана конструкция мобильной роботизированной солнечной электростанции для использования в чрезвычайных ситуациях (рисунок 1), которая представляет собой компактную, автоматически складывающуюся в транспортный контейнер конструкцию, состоящую из солнечных батарей с системой двухкоординатного позиционирования, литий ионных накопителей электроэнергии и блока управления электрической станцией.

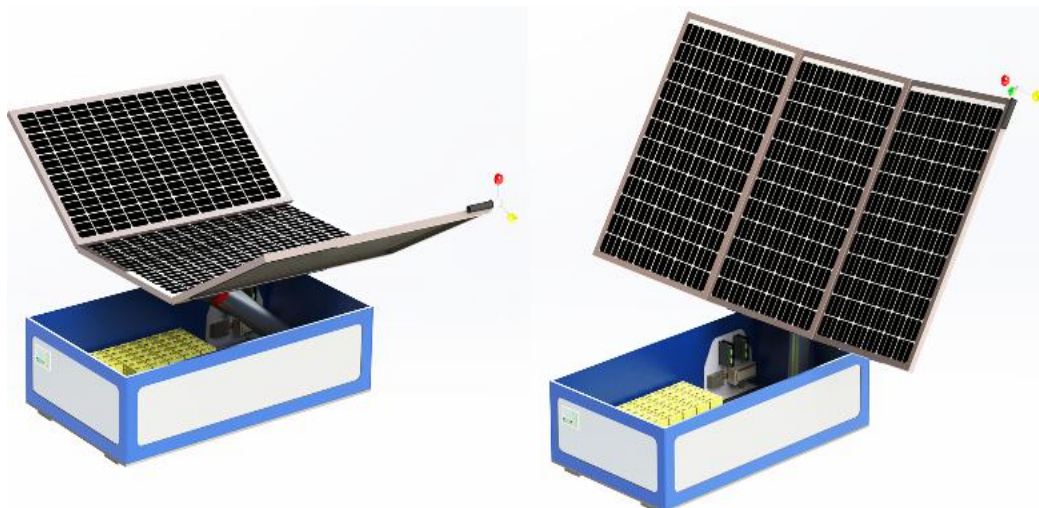


Рисунок 1. Твёрдотельная модель мобильной солнечной электростанции.

Конструкцией предусмотрено автоматическое позиционирование солнечной батареи, обеспечивающее её постоянную инсоляцию с максимальным КПД. Разработана принципиальная электрическая схема функционирования электростанции, управляющим элементом которой является программируемый логический контроллер ПЛК110 фирмы “Овен”

[2]. Разработка алгоритма проводилась на основе уравнений [1] расчёта положения солнца относительно географических координат, времени суток и календарной даты. При помощи инструментального программного комплекса CODESYS и языков программирования SFC разработана программа управления солнечной электростанцией, позволяющая корректировать положение солнечной батареи в режиме реального времени. Это обеспечивает автономное функционирование устройства в зависимости от его географического расположения и соответствующих координатам установки траекторией движения солнца по небесной сфере.

В связи с тем, что конструкция предназначена для автономной работы, конструктивно предусмотрено предотвращение возможности опрокидывания конструкции и её поломки от воздействия ветровой нагрузки, возникающей при скорости воздушного потока до 25 м/с. Для реализации функций безопасной эксплуатации в алгоритме работы устройства предусмотрено автоматическое складывание солнечных батарей в транспортировочный контейнер. Контроль скорости ветра осуществляется при помощи интегрированного в конструкцию анемометра.

При помощи модуля виртуального тестирования CAD-моделей SolidWorks Simulation были проведены исследования величины эквивалентных напряжений и деформации при ветровом воздействии 25 м/с. При данной скорости ветра величина давления составляет 345 Н/м².

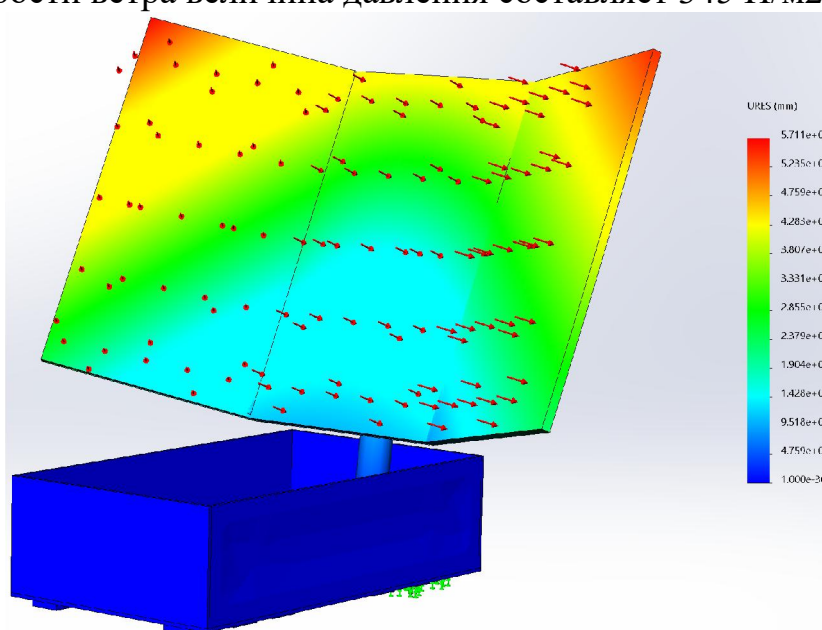


Рисунок 2. Деформация несущих конструкций при статическом воздействии ветра 25 м/с.

Установлено, что при статическом воздействии ветра на несущие конструкции мобильной электростанции, выполненной из сплава алюминия марки АД0Е, величина эквивалентных напряжений 110 Н/м². Максимальная величина эквивалентных перемещений составляет не более 50 мм в крайних точках каркаса солнечных панелей.

Исследование динамического влияния (порывов) ветра (рисунок 3) показало, что максимальная величина относительной результирующей амплитуды вибрации каркаса солнечных батарей находится на его углах. Кроме того, установлено, что при периодических порывах ветра возможна деформация каркаса в результате резонанса. Поэтому для устранения возможных повреждений от воздействия ветровой нагрузки необходимы дополнительные конструктивные решения, повышающие жёсткость каркаса солнечных батарей.

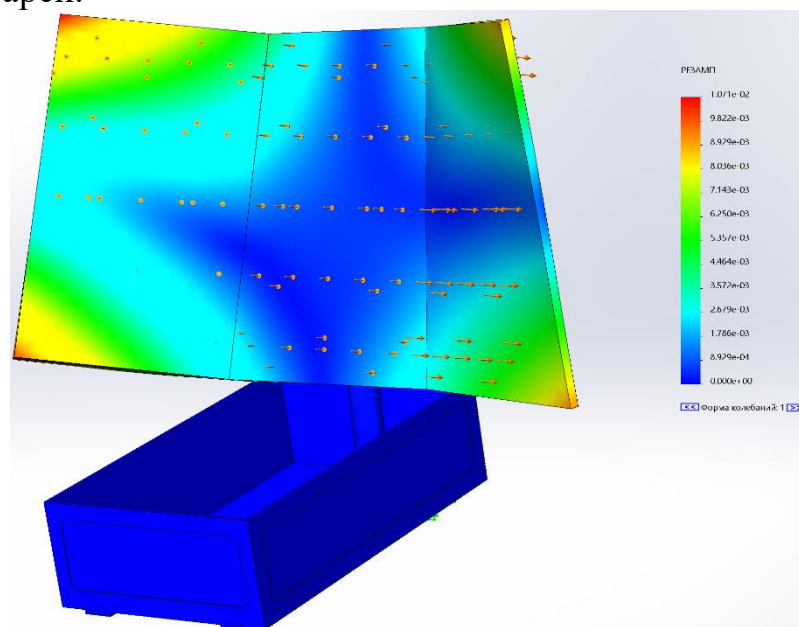


Рисунок 3. Деформация несущих конструкций при воздействии порывов ветра 25 м/с.

Таким образом разработана конструкция мобильной роботизированной солнечной электростанции, предназначенной для автономной работы при повышенных ветровых нагрузках в местах глобальных бедствий.

Литература

1. Computing planetary positions - a tutorial with worked examples [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://stjarnhimlen.se/comp/tutorial.html#5> Дата 13.10.2018
2. Лившиц, Ю.Е. Универсальная автоматическая система управления устройством позиционирования солнечной батареи / Ю.Е. Лившиц, П.И. Савёлов // Материалы VII Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии, автоматизации и мехатроника в машино- и приборостроении. – Минск, 2019. – с. 64 - 65

ТЕХНОЛОГИЯ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ В ФИЛЬТРОВАННЫХ ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ КОНТЕЙНЕРАХ (ГЕОТУБАХ)

Саванец Е.В.

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

При производстве хлористого калия на калийных рудоуправлениях после переработки калийной руды образуются глинисто-солевые шламы, которые в виде шламовой пульпы размещают в шламохранилищах, подмешивают в пульпу солеотходов и размещают в специальные выработки.

С каждым годом все острее становится вопрос о заполняемости шламохранилищ. Площади существующих шламохранилищ ограничены, их расширение требует капитальных вложений, а строительство новых негативно воздействует на окружающую среду.

Ежегодно количество отходов от производства Солигорского калийного комбината составляет 25 миллионов тонн. Пока в мире и в Беларуси не решен вопрос переработки отходов калийного производства. Кое-где производится транзит отходов в ниши, из которых добывалась калийная руда, но это не очень распространенная практика. Наибольшую опасность представляют даже не твердые, а жидкие отходы производства (соляные рассолы). С целью уменьшения влияния этих рассолов на окружающую среду их откачивают из шламохранилищ на повторное использование. Однако полную откачку осуществить невозможно.

Так как наша страна не велика, то проблема загрязнения окружающей среды стоит остро.

Решить или скорее уменьшить проблемы заполнения шламохранилищ и загрязнения почвы рассолами можно путем использования технологии обезвоживания в фильтрованных геотекстильных контейнерах (геотубах).

Технология обезвоживания осадка с использованием геотуб включает в себя ряд операций. В первую очередь особую роль играют: дренажная площадка, насосное оборудование, система питающих пульпопроводов, а также подбор типа и геометрических параметров геотуб исходя из особенностей их размещения. После этого устанавливается насосное оборудование, монтируются питающие пульпопроводы, при необходимости в систему встраивается дозирующее оборудование для флокулянтов. Затем геотубы крепятся на дренажной площадке с помощью вшитых крепежных петель, после чего к ним подсоединяются питающие пульпопроводы.

Вначале шламовая пульпа поступает в геотуб и часть воды выходит через поры геотекстиля, а оставшаяся часть через небольшой промежуток времени также выводится. В результате чего шлам практически полностью обезвоживается. Очень хорошо на процесс обезвоживания влияет зимовка геотуба. Благодаря чему уходит оставшаяся часть влаги. Диаметр поровых отверстий 0,35 мм. Поэтому фильтрат, выходящий из геотуб, не содержит

механических взвесей. И может вновь использоваться повторно как и ранее, но уже без высокого содержания вредных веществ, влияющих на окружающую среду.

Заполнение геотуб осадком обычно осуществляется в несколько этапов, каждый раз не выше максимально допустимой высоты свода тубы, прописанной для каждого типоразмера туб на основании прочностных расчетов. После этого заполняются следующие пустые тубы, а к уже заполненным возвращаются после частичной консолидации осадка с уменьшением его объема.

В то время обезвоженный шлам может храниться в геотубе, т.к. площадь каждого составляет порядка 1500 м³ материала. Таким образом сохраняются необходимые запасы шламохранилищ, обезвоженный шлам не разносится ветром и не подвергается воздействию атмосферных осадков. Идея использования геотубов для увеличения емкости существующих поверхностных шламохранилищ заключается в том, что по контуру земляной дамбы укладывают геотубы и заполняют их, в результате этого кроме шлама, размещенного в геотубах, образуется дополнительная емкость, в которую размещают шламы по обычной технологии. Эта идея позволяет продлить срок эксплуатации существующего шламохранилища.

Однако, несмотря на ряд преимуществ от использования геотуб, установка геотуб является экономически дорогим процессом и поэтому чаще используют естественное обезвоживание. Так если сравнить стоимость работ по каждой из существующих технологий, то обезвоживание на картах намыва считается наименее затратным, а при помощи механических аппаратов-наиболее дорогим. А вот стоимость обезвоживания на картах намыва в геотубах выше, но ниже чем во втором случае.

Выбор того или иного метода обезвоживания сугубо зависит от экономической и экологической политики предприятия и политики страны. На современном производстве, сопровождающемся огромными выбросов и загрязнениями нужно пытаться использовать все доступные методы для уменьшения этих факторов.

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ СОВРЕМЕННЫХ ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕНТРОВ

Шибко В.С.

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

Обрабатывающий центр - многооперационный станок, имеющий числовое программное управление (ЧПУ), который способен осуществлять комплексную механическую обработку 3-х мерных заготовок с помощью разных инструментов. Обрабатывающие центры имеют инструментальные магазины и устройства для автоматической замены инструмента, вследствие чего в значительной степени возрастает их производительность.

На подобном оборудовании проводится черновая, получистовая и чистовая обработка заготовок, с множеством обрабатываемых поверхностей. Кроме этого, можно выполнить разные технологические переходы, к примеру, фрезерование плоскостей, уступов, канавок, окон, колодцев, сверление, зенкерование, развертывание, растачивание различных углублений.

Обрабатывающий центр с ЧПУ отличается большим запасом металлорежущих инструментов. В станках с ЧПУ и автоматической заменой инструментов запас инструмента чаще всего расположен в револьверных головках. К примеру, фрезерные и сверлильные станки, которые используются для создания деталей с применением 5-12 инструментов. Более дорогостоящее оборудование отличается инструментальными магазинами с запасом в 15-30, а при необходимости в 50-100 и более инструментов.

Еще одной особенностью можно назвать присутствие у них рабочего стола или делительного устройства с конкретным угловым шагом деления. Поворот детали дает возможность осуществить ее обработку с нескольких сторон без переустановки. Некоторые модели обрабатывающих центров оборудованы дополнительными столами (паллетами), а также системами для автоматической замены заготовок. Смена заготовки на паллете-спутнике осуществляется в процессе работы станка, увеличивая уровень производительности.

Более точное перемещение по осям в обрабатывающих центрах гарантируется сервоприводами и управляющей системой ЧПУ. Кроме этого, возможно наличие «встроенных функций». В станках могут присутствовать дополнительные системы измерения/калибровки инструмента или деталей. Использование подобных контактных и лазерных систем позволяет сэкономить время, которое понадобится для установки детали и ее привязки к системе координат станка.

Вследствие высокой цены подобное оборудование применяется для работы с самыми технологически сложными заготовками. Стоит отметить,

что один обрабатывающий центр полностью заменяет три-пять станков с ЧПУ или пять-десять универсальных машин.

Тогда как, большая часть обрабатывающих центров оборудована 3-мерной системой перемещения инструмента относительно заготовки, для работы с заготовкой сложной формы чаще всего необходимо управление режущим инструментом или деталью (столом) еще по одной или нескольким дополнительным координатам (осям). С такой работой могут справиться только 4-, 5- и 6- координатные ОЦ.

Другими словами такие станки называют вертикально-фрезерными обрабатывающими центрами. Они являются самыми востребованными. В нем охлаждающая жидкость попадает в место обработки по внешним гибким каналам, или же поступает в зону резания через шпиндель. Отметим, что охлаждение группы шпиндель-инструмент-заготовка демонстрирует более высокие показатели эффективности, что дает возможность повысить скорость и точность обработки.

Фрезерный обрабатывающий центр отличается от обычного фрезерного станка тем, что у него не стол, а шпиндель движется вертикально по направляющим колонны, а направляющие стола опираются прямо на станину, которая расположена на фундаменте. Подобное строение вертикальных фрезерных обрабатывающих центров гарантирует им более высокие показатели жесткости и точности обработки в сравнении с их предшественниками консольного типа.

Вертикальный обрабатывающий центр автоматическая система смены инструмента в вертикальных обрабатывающих центрах, чаще всего, включает примерно 24 - 30 позиций. Это связывают это с тем, что они созданы в форме круглого барабана, ось вращения которого находится вертикально или горизонтально, повышение диаметра барабана этой системы ограничено глубиной станка. Благодаря использованию сменщиков инструмента ленточного/гусеничного типа, этого ограничения удастся избежать.

В ряде случаев вследствие конструктивно-прочностных особенностей заготовок, а также особенностей их обработки, и необходимости отвода охлаждающей жидкости и стружки из области резания, более целесообразно использовать горизонтальные обрабатывающие центры. В таком случае горизонтальное расположение шпинделя более удобно, а в некоторых случаях без него просто не обойтись.

Главные преимущества таких станков перед вертикальными:

- вследствие горизонтального положения шпинделя стружка не накапливается в большом объеме в зоне обработки. Горизонтальные шпиндели выполнены по более жесткой схеме, в них присутствует система противодействия вибрациям, к примеру, пневматическая;
- двух-паллетное выполнение рабочего стола вместе с 4-й координатой: вращением в горизонтальном направлении с шагом 1° или $0,001^\circ$. Присутствие второй паллеты дает возможность экономить время на снятие и монтаж заготовок. Этот момент очень важен в массовом

производстве, а благодаря повороту стола получается обработать все боковые стороны изделия;

- возможность реализации сменщика инструмента в форме «гусеничной» конструкции. Если применяется не 2 гусеничных колеса, а больше, - «гусеница» может отличаться сложной формой, вследствие чего в малом объеме размещается большое количество инструмента: 40, 90 и 4 даже 120 позиций.

Как вертикальные, так и горизонтальные обрабатывающие центры осуществляют комплексную обработку корпусных деталей не только из древесины, но и из черных и цветных металлов.

Для того, чтобы обработать деталь по конкретным параметрам с высоким уровнем точности в токарном обрабатывающем центре необходима определенная оснастка. К примеру, чтобы в момент быстрой подачи при высоких оборотах заготовка не меняла своего положения нужно применять центровую оснастку.

Существуют различные типы оснастки:

- упорный наконечник с хвостовиком приблизительно одинакового диаметра, позволяет предотвратить заклинивание;
- грибовый наконечник с усеченным рабочим конусом, с центрированным валиком или насадкой для него. Их используют, чтобы зафиксировать заготовки с полыми торцевыми отверстиями;
- обратный, отличающийся наружными коническими торцами для установки в отверстие центра. Такие токарные центры используются для фиксации заготовок малого сечения.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ ПРОЗРАЧНОГО МАТЕРИАЛА

Авраменко Р.А.

Научный руководитель – Тимошевич В.Б., ст.пр.

Данное устройство относится к измерительным устройствам. Измерительное устройство – техническое средство, предназначенное для измерений, имеющее нормированные метрологические характеристики, воспроизводящее и (или) хранящее единицу физической величины, размер которой принимают неизменным (в пределах установленной погрешности) в течение известного интервала времени. Рассматриваемое устройство может найти применение в химической промышленности для точного измерения толщины нанесенного прозрачного слоя лакокрасочного покрытия, в промышленности для измерения толщины стекол оконных рам, а также в бытовом применении для измерения толщины любого прозрачного материала. Также рассмотрим возможность применения данного устройства и в других отраслях промышленности, в области научных исследований, автоматизации и контроля производственных процессов.

Существуют уже готовые и известные устройства для измерения толщины прозрачного материала, однако эти устройства дорогие, сложные и большие по своей конструкции, не имеют зависимости от степени прозрачности и плотности непосредственно измеряемого материала, а также имеют значительную погрешность. Основная погрешность вызвана тем, что при измерении расстояния между отраженными лучами трудно определить оси лучей, так как их изображения размыты и отличаются по размерам для изображений от дальней и ближней стенок. Все эти недостатки в сумме дают недостоверные данные и не дают возможность использования таких приборов в областях промышленности, где требуется повышенная точность, а также в областях исследований и автоматизации.

Принципиальная схема рассматриваемого устройства для измерения толщины прозрачного материала представлена на рисунке 1.

Рассматриваемое устройство позволяет уменьшить погрешность измерения, что позволяет использовать его для более точных измерений, чем уже известные приборы, а также имеет более простое конструктивное исполнение, требует меньших экономических затрат, и за счет выполнения блока обработки сигналов в виде микропроцессора имеет меньшие габариты, что позволяет использовать данное устройство для измерения толщины стенок объектов с ограниченной плоской частью, например стеклянных бутылок или банок.

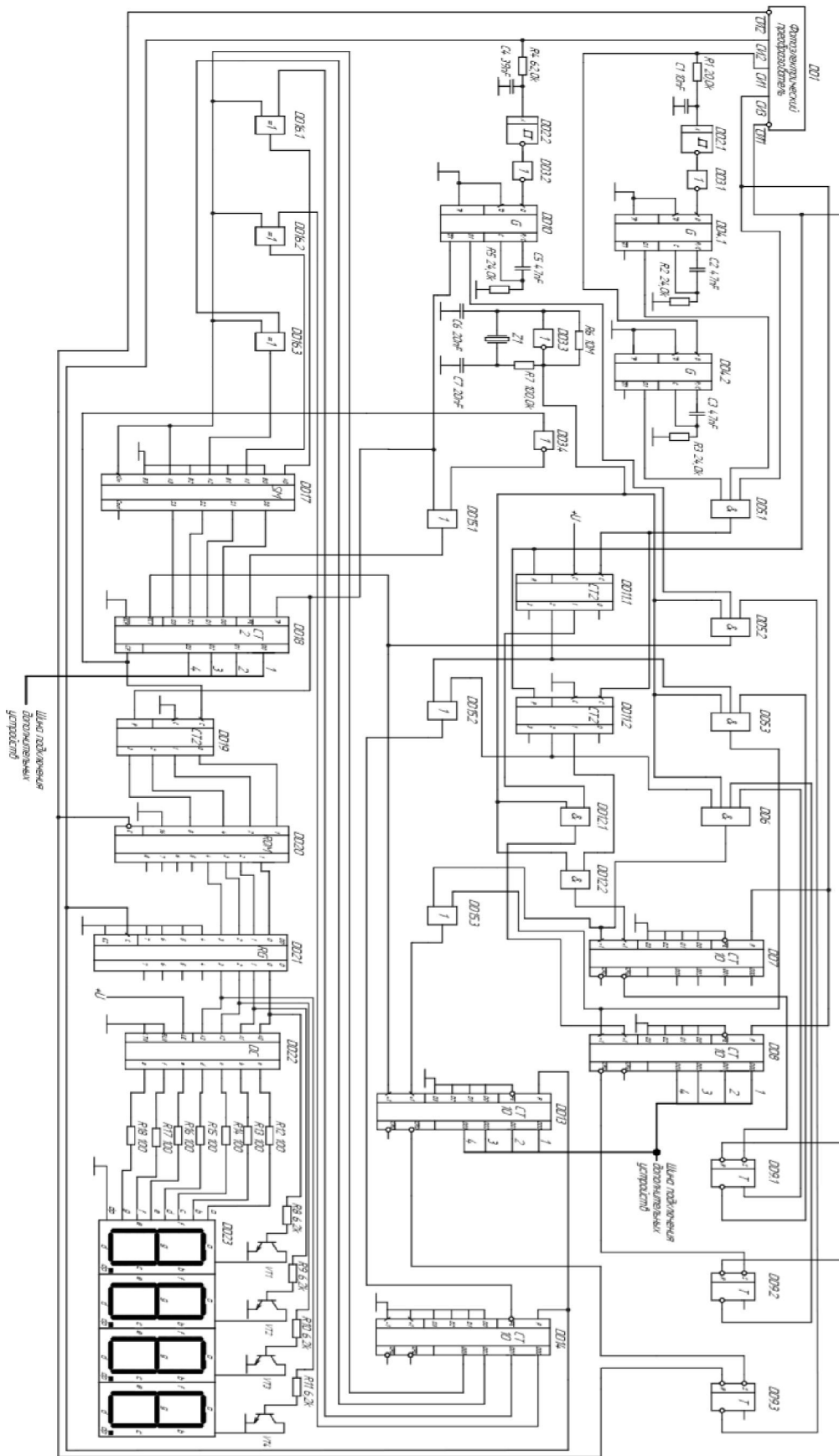


Рисунок 1. Принципиальная схема рассматриваемого устройства для измерения толщины прозрачного материала

Принцип действия устройства основан на измерении расстояния между осями, которые пропорциональны соответствующим временным интервалам при развертке во времени. Это расстояние находят как полусумму интервалов между передними и задними фронтами электрических импульсов, отображающих на выходе фотоэлектрического преобразователя отраженное от наружной и внутренней стенок изображение луча источника света.

Остро направленный луч от источника света падает на наружную поверхность измеряемого прозрачного материала, частично отражаясь от этой поверхности, попадает через объектив фотоэлектрического преобразователя DD1, другая часть луча преломляется, проходит через измеряемый прозрачный материал, отражается от его внутренней поверхности и попадает также через объектив в фотоэлектрический преобразователь. Изображения полученных лучей преобразуются в фотоэлектрическом преобразователе в электрические сигналы, которые по средствам прямых и инверсных выводов кадровой синхронизации поступают на входы блока обработки сигналов, которые непосредственно соединены с выходами фотоэлектрического преобразователя. Блок обработки сигналов в свою очередь состоит из микросхем: одновибраторов DD4, DD10, RS – триггеров DD9 и триггеров Шмитта DD9, двоичных DD11, DD18, DD19 и десятичных счетчиков DD7, DD8, DD13, DD14, памяти DD20, регистра DD21, сумматора DD17, дешифратора DD22, основных логических элементов DD3, DD5, DD6, DD12, DD15, DD16, а также из резисторов, конденсаторов и транзисторов, образуя подобие микропроцессора. После обработки в блоке обработки сигналы поступают на входы четырехразрядного индикатора DD23, который непосредственно показывает толщину измеряемого прозрачного материала.

Литература

1. Лучкин С.Л., Лекомцев Г.Г., Устройство для измерения толщины прозрачного материала. – Патент RU 2 296 946 С1.: 2005.
2. Безродный Л.К., Способ бесконтактного измерения толщины стенки прозрачного тела, имеющего однонаправленную полосность поверхностей стенки. – Патент SU 422947 А1: 1972.
3. Альферьев Н.Н., Бобро В.В., Вязанкин В.И., Кочкин В.Д., Шунин В.А. Устройство для измерения толщины тонкой пленки на прозрачной подложке. – Патент SU 1 355 869 А1: 1986.
4. Зельдин Е.А. Цифровые интегральные микросхемы в информационно-измерительной аппаратуре. – Л.: Энергоатомиздат, 1986. – 280 с.

СТАРСТОПНАЯ СИСТЕМА СВЯЗИ

Здончик Д.И.

Научный руководитель – Тимошевич В.Б., ст. преподаватель

Устройство стартстопная система связи относится к электро- и радиосвязи и может использоваться в проводных, радио-, радиорелейных и космических системах связи. Технический результат состоит в повышении помехоустойчивости и снижении уровня энергетических затрат. Введение в устройство на передающей стороне последовательно соединенных мультиплексора и относительно фазового манипулятора, а также перемножителя и двоичного счетчика, а на приемной стороне – накопителя, дифференцирующей цепочки, формирователя импульса, запоминающего блока и линии задержки повысило надежность при больших объемах передаваемой информации и снизило уровень энергетических затрат.

Принципиальная схема такой системы приведена на рисунке 1.

С перепрограммируемого постоянного запоминающего устройства DD2 поступает амплитудно-манипулированный сигнал на вход регистра сдвига DD6, а также сигнал на разрешающий вход ключа DD5.1. С регистра сдвига DD6 информация поступает на мультиплексор DD9, выход которого соединён со входом фазового манипулятора. Сигнал с фазового манипулятора поступает на передатчик. Генератор тактовых импульсов, построенный на инверторах DD3.1 и DD3.2 через ключ DD5.1 подаёт сигнал на счётный вход счётчика DD7. Сигнал с выхода счётчика поступает на вход дешифратора DD11, к разрешающему входу которого подключен инвертор DD3.3. Сигнал с дешифратора поступает на R-вход RS-триггера DD14.1. На S-вход триггера DD14.1 через ключ DD5.1 поступает сигнал с генератора тактовых импульсов. Сигнал с триггера DD14.1 поступает на управляющие вход ключа DD5.2, на второй вход которого поступает сигнал с генератора случайной последовательности, который включает в себя регистры сдвига DD4, DD8, DD10, DD12, логического элемента «исключающее» ИЛИ DD13.1 и инвертора DD15.1. Для корректной работы на R-входы регистров подаётся сигнал с кварцевого генератора, который включает в себя элементы И DD1.1 и DD1.2. Сигнал с ключа DD5.2 поступает на вход перемножителя. С выхода перемножителя сигнал поступает на передатчик, проходя через ключ DD18.1. На разрешающий вход ключа DD18.1 поступает сигнал с генератора несущей частоты, включающего в себя элементы И DD17.1 и 2И-НЕ DD1.3. Сигнал с передатчика поступает на приёмник, с приёмника поступает на фильтр, затем на пороговый блок и поступает на вход дифференцирующей цепочки, включающей в себя операционный усилитель DA2 и DA3, а также на вход счётчика DD20, на счётный вход которого поступает сигнал с D-триггера DD23.1. На вход триггера через ключ DD21.1 поступает сигнал с генератора тактовых импульсов, включающего в себя элементы DD19.1 и DD19.5. На вход регистра сдвига поступает сигнал с аналогового

компаратора DA4, на входы которого поступает сигнал с дифференцирующей цепочки. Сигнал с компаратора DA4 также поступает на вход счётчика DD20 и на вход сумматора-накопителя. С регистра сдвига DD22 информация поступает на синхроблок, который подключен к разрешающему входу ключа DD21.1. Генератор импульсов, включающий в себя элементы DD19.2 и DD19.6 через ключ DD21.1 подаёт сигналы на вход сумматора-накопителя и операционного усилителя DA1. К другим входам сумматора-накопителя подключены генератор импульсов и синхроблок. Счётчик DD20 передаёт информацию на ППЗУ DD24, с которого она поступает на устройство обработки информации.

Таким образом, применение предлагаемого устройства позволяет повысить помехоустойчивость приёма псевдослучайной последовательности и информационного сигнала, обнаружить ошибки при наличии помех и обеспечить прием сигналов с достаточно высоким уровнем. Ключевые преимущества применения такой системы, например, в спутниковой связи следующие:

1. возможность обмена информацией в любой точке планеты;
2. идеальное решение для местностей с отсутствием соответствующей инфраструктуры, управление и координация воздушных и морских судов, а также наземного транспорта;
3. широкая пропускная способность спутниковой связи позволяет передавать большие объемы информации практически на любое расстояние;
4. высокий уровень качества сигнала и его стабильный прием;
5. безопасное общение благодаря кодировке каналов связи.

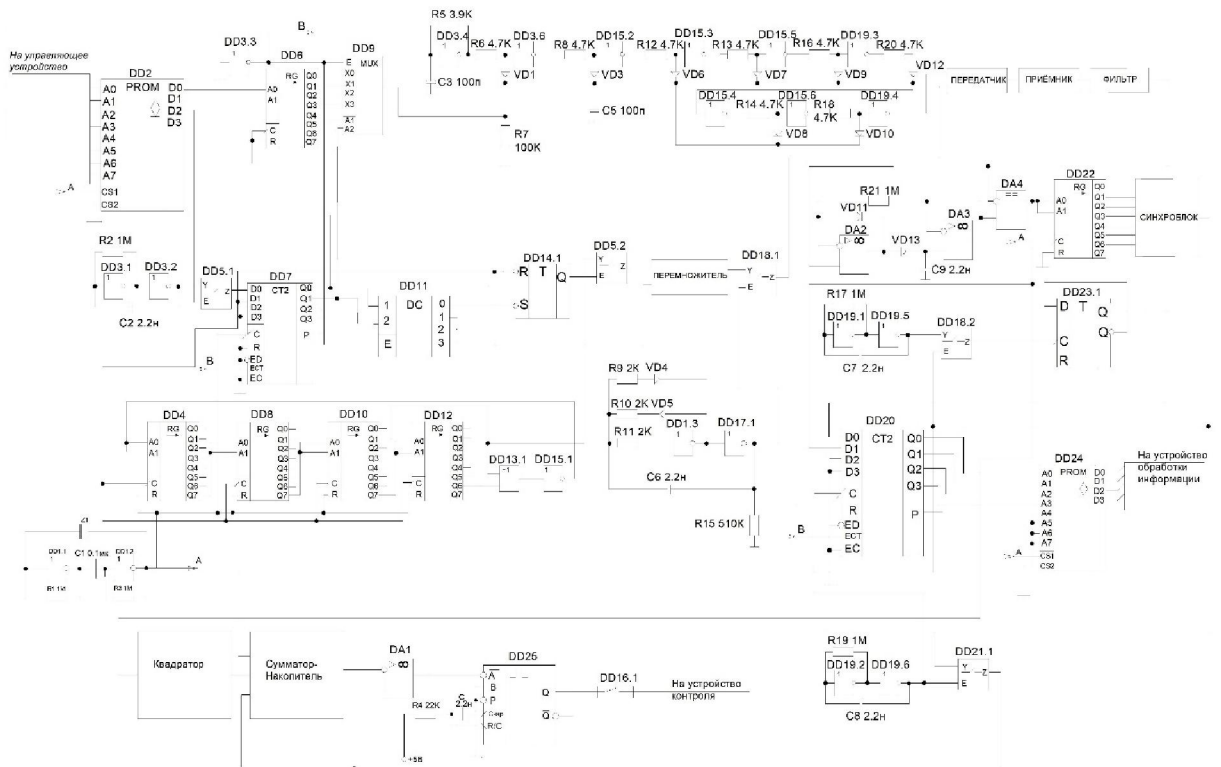


Рисунок 1. Принципиальная схема стартстопной системы связи

Литература

1. Зельдин Е.А.. Цифровые интегральные микросхемы в информационно-измерительной аппаратуре. Л.:Энергоиздат, 1986.
2. Богданович М.И.. Цифровые интегральные микросхемы. – Беларусь, 1990.
3. Аналоговые и цифровые интегральные микросхемы: справочное пособие/ под ред. Якубовского С.В.- М.:Радио и связь,1985.
4. Гальперин М.В.. Введение в схемотехнику. М.: Энергоиздат, 1982.

УСТРОЙСТВО СЧИТЫВАНИЯ СИГНАЛЬНОГО ЗАРЯДА С МАТРИЧНОГО ПЗИ-ФОТОПРИЁМНИКА

Куницкий А.С.

Научный руководитель – Тимошевич В.Б., ст.пр.

Устройство относится к интегральной микроэлектронике. Оно может использоваться для создания анализаторов, определяющих координаты малоразмерных изображений. Для них можно применить ряд специальных алгоритмов обработки сигналов и получить высокую точность измерений, характеризуемую погрешностями в десятые и даже сотые доли размера одного элемента. Устройство помогает с реализацией фотоприемников имеющих различные пределы спектра.

При создании ПЗИ матриц, способных работать в инфракрасной области спектра, существуют методы ввода сигналов в кремниевые ПЗИ структуры. Данная структура называется прямой инжекцией зарядов. Работа устройства построена на считывании сигнала, имеющий некоторый массив $n \times m$ элементов. Этот массив проявляется на матричном приборе ПЗИ-фотоприемника. Массив принимает некоторые сигналы в то время, когда происходит инжекция заряда через открытый ключ выборки во входную диффузионную область зарядового усилителя, выполненного на основе прибора с зарядовой связью. При проведении налива и последующего слива заряда через входную диффузионную область и область под входным затвором зарядового усилителя наблюдаем, что один раз на кадр проводится цикл привязки потенциала столбцовой шины с закрытым ключом выборки и считывания заряда. Полученное значение, общее для всех строк кадра, вычитают в каждой строке из значения заряда, считанного с открытым ключом выборки.

Применение нашего устройства позволяет подавить низкочастотные шумы, а также улучшить характеристики матричного ПЗИ-фотоприемника и тепловизора на основе ПЗИ-фотоприемника. В больше части заметно улучшены при суммировании кадров.

На рисунке 1 приведена принципиальная схема работы устройства.

Через входной контакт подаем сигнал на открывающийся ключ выборки DA1.1. Выход ключа выборки соединен со столбцовой шиной. Вход ключа DA1.1 соединен с выходом первого ключа DA2.1. Столбцовая шина соединена с ключом налива заряда DA1.4 и с входом первого усилителя DA3. Вход ключа налива заряда DA1.4 соединен с выходом одновибратора OB3. Вход первого ключа DA2.1 соединен с выходом третьего ключа DA2.3. Вход первого ключа DA2.1 соединен с выходом первого сдвигового регистра DA13. Вход запуска первого регистра DA13 соединен с выходом счетчика строк DA12. Со второго одновибратора OB2 подаем тактовый импульс на счетный вход счетчика DA12. Выход первого усилителя DA3 соединен с входом второго ключа DA2.2. Вход ключа слива заряда DA1.4 первого

усилителя соединен с выходом четвертого одновибратора ОВ4. Вход третьего ключа DA1.3 соединен с выходом одновибратора ОВ1. Вход третьего ключа DA1.3 соединен с выходом RS-триггера DD3. Счетный вход первого счетчика строк DA12 соединен с выходом одновибратора ОВ2. Выходы всех разрядов первого счетчика строк DA12 соединены со входами первого DA6 и второго DA7 дешифратора. Выход второго ключа соединен DA2.2 с входом второго усилителя DD5.2. Вход второго ключа DD2.2 соединен со своим выходом второго сдвигового регистра DA8. Вход запуска второго сдвигового регистра DA8 соединен с выходом второго счетчика элементов строки DA9. Выход одновибратора ОВ5 соединен со счетным входом второго счетчика элементов строки DA9. Выход одновибратора ОВ6 соединен с входом запуска АЦП DA4 и с входом блока оперативной памяти DA10. Выход первого дешифратора DA6 соединен с S-входом RS-триггера DD3.1. Выход второго усилителя DD5.2 соединен с аналоговым входом АЦП DA4. Выходы всех разрядов второго счетчика элементов строки DA9 соединены с соответствующими входами шины адреса с входом блока оперативной памяти DA10. Выход второго дешифратора DA7 соединен с R-входом RS-триггера DD3.2. Каждый разряд выхода АЦП DA4 соединен со своим разрядом входа данных сумматора DA14 и со своим разрядом первого входа данных цифрового вычитающего блока состоящего из микросхем DA15 и DD4. Выход RS-триггера DD3 соединен со входом третьего ключа DA2.3 и с входом обнуления-разрешения записи DA10. Каждый разряд второго входа данных сумматора DA14 соединен со своим разрядом выхода DA10 и со своим разрядом входа делителя DA11. Выход сумматора DA14 поразрядно соединен с входом данных блока оперативной памяти DA10. Выход делителя DA11 представленный в виде регистра сдвига поразрядно соединен со входами данных цифрового вычитающего блока состоящего из микросхем DA15 и DD4. Выход вычитающего блока представляет собой вывод на экран воспроизведения электрического сигнала.

Литература

1. Базовкин В.М. Устройство считывания сигнального заряда с матричного ПЗИ-фотоприемника: Патент № RU 2 341 850 С1. – Новосибирск, 2008 – С. 1-11.

СЧЕТЧИК ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ С ИНДИКАЦИЕЙ ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ

Михнёнок К. С.

Научный руководитель – Тимошевич В. Б., ст. преподаватель

ОПИСАНИЕ РАБОТЫ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ

При передаче электрической энергии в каждом элементе электрической сети возникают потери. Фактические (отчетные) потери электроэнергии определяют как разность электроэнергии, поступившей в сеть, и электроэнергии, отпущенной из сети потребителям. Размер фактических потерь электрической энергии в электрических сетях определяется как разница между объемом электрической энергии, поставленной в электрическую сеть из других сетей или от производителей электрической энергии, и объемом электрической энергии, потребленной энергопринимающими устройствами, присоединенными к этой сети, а также переданной в другие сетевые организации.

Счетчик потерь электроэнергии с индикацией потерь мощности относится к области информационно-измерительной и вычислительной техники, предназначенной для вычисления и индикации усредненной на 1-минутном интервале мощности потерь электроэнергии, а также может быть использован в качестве счетчиков потерь электроэнергии. Технический результат - повышение точности устройства и расширение функциональных возможностей устройства.

Принципиальная схема, описание работы которой рассмотрено далее, изображена на Рисунке 1.

Устройство управления задаёт входную информацию на регистрах памяти DD1, DD2 и DD3. Информация, записанная в регистр DD1: R0, с его выходов поступает на А-входы сумматора DD6, на В-входы которого поступает код с выходов умножителей DD5 и DD8. Информация, записанная в регистр DD2: αR_0 , с его выходов поступает на входы умножителей DD5 и DD8. Информация, записанная в регистр DD3: $t_0=20^\circ$, с его выходов поступает на А-входы вычитателя, состоящего из сумматора DD7 и инверторов DD4. Из этого кода вычитается код, поступающий на другие входы вычитателя с регистра DD23. С выходов вычитателя сигналы поступают на входы умножителей DD5 и DD8.

Сигнал с датчика тока DA1, представляющий собой аналоговую величину тока $I(t)$, преобразуется аналого-цифровым преобразователем DA2 в цифровой код и поступает на входы квадратора, выполненного в виде умножителя DD10. Далее, сигнал (I^2) поступает на входы умножителя DD13, на другие входы которого поступает сигнал с выходов сумматора DD6. На выходе DD6 сумма $R_0 + \alpha R_0 (t_{Э0} - t_0) = R$.

С выходов умножителя DD13 сигнал (код потерь мощности $\Delta P = I_2 R$) поступает на входы накапливающего сумматора, состоящего из сумматора DD17 и регистра памяти DD19, и входы умножителя DD14. Регистр памяти

DD11, содержащий заданные значения: $\tau_{Э0} [1 + \alpha(t_{НОМ} - t_0)] I_{НОМ}^2$, подключен ко входам умножителя DD14. Регистр памяти DD9, содержащий заданные значения: $\frac{1}{\tau_{Э0}}$, подключен к умножителям DD12 и DD15. Регистр памяти DD16, содержащий заданные значения: $t_{окр}$, подключен к умножителю DD15. Выходной код с умножителя DD14

$$\frac{t_{НОМ}}{\tau_{Э0} [1 + \alpha(t_{НОМ} - t_0)] I_{НОМ}^2} * I_2(t) * [1 + \alpha(t_{Э0} - t_0)] \quad \text{и} \quad \text{DD15} \quad \left(\frac{1}{\tau_{Э0}} * t_{окр} \right)$$

суммируется сумматором DD21, а с умножителя DD12 $\left(\frac{1}{\tau_{Э0}} * t_{Э0} \right)$ поступает на вычитатель, состоящий из сумматора DD25 и инверторов DD26, где вычитается от кода с выхода сумматора DD21. Результат вычитания

$\frac{t_{НОМ}}{\tau_{Э0} [1 + \alpha(t_{НОМ} - t_0)] I_{НОМ}^2} * I_2(t) * [1 + \alpha(t_{Э0} - t_0)] + \frac{1}{\tau_{Э0}} * t_{окр} - \frac{1}{\tau_{Э0}} * t_{Э0}$ поступает на входы накапливающего сумматора, состоящего из сумматора DD22 и регистра памяти DD23. На выходе этого накапливающего сумматора появляется код температуры токоведущего элемента (ТЭ) электрооборудования (ЭО) $t_{Э0}$.

Сигнал с выхода накапливающего сумматора (сумматор DD17 и регистр DD19) поступает на блок устройств вывода информации и на вход накапливающего сумматора, состоящего из сумматора DD18 и регистра DD20. Результат с выхода сумматора подаётся на регистр памяти DD24, который управляет работой семисегментного индикатора DA3.

Счетчик потерь электроэнергии с индикацией потерь мощности может быть использован как устройство, определяющее усредненную за одну минуту мощность потерь электроэнергии. А также в качестве счетчика потерь электроэнергии. Благодаря счетчику потерь электроэнергии с индикацией потерь мощности повышается точность устройства и расширяются его функциональные возможности.

Литература

1. Балыкин Е. С., Воротницкий В. Э., Ермаков В. Ф., Ермакова Е. В., Зайцева И.В. Счетчик потерь электроэнергии с индикацией потерь мощности // Патент RU 2 449 356 С1.2012 Бюл. №12.

УПРАВЛЯЮЩИЙ АВТОМАТ

Серебряков Б.Е.

Научный руководитель – Тимошевич В. Б., ст.преподаватель

Устройство относится к вычислительной технике и дискретной автоматике и может быть использовано при построении аппаратных средств обработки информации в быстродействующих системах реального времени. Технический результат - снижение сложности конструкции автомата Мили за счет уменьшения объема комбинационных схем. Управляющий автомат, содержащий операционное устройство, формирующее q логических условий, три запоминающих регистра памяти, разрядностью m блок схем «И» и блок синхронизации, мультиплексор с триггером, дешифратор, второй блок схем «И», два блока схем «ИЛИ» и два кодирующих устройства.

Целью настоящего устройства является снижение сложности конструкции автомата Мили за счет уменьшения объема комбинационных схем. Далее для краткости управляющий автомат будет именоваться просто автоматом. Поставленная цель достигается тем, что в структуру автомата Мили вводится мультиплексор для выбора единственного логического условия из множества входных логических условий (переменных). Вводится также схема вычисления номера логического условия по коду состояния автомата и используется комбинационная схема $F1$ со специальной функциональной организацией для определения как функций переходов, так и выходов. Меняются также условия синхронизации, т.е. в устройстве по существу сохраняется неизменной только память автомата на двух запоминающих регистрах разрядностью m с парафазной передачей информации между ними и регистр памяти входных переменных (логических условий).

Предлагаемый автомат содержит операционное устройство ОУ, выходы которого через первый запоминающий регистр $DD6$ связаны с информационными входами мультиплексоров $DD10$, $DD11$, единичный и нулевой выходы которого связаны с соответствующими входами триггера $DD17$. Для установочного входа $DD17$ предусмотрен инвертор $DD14.1$. Последовательная цепь блоков состоит из второго запоминающего регистра $DD5$, блока схем И, состоящей из элементов $DD7.1$, $DD7.2$, $DD7.3$, $DD7.4$ для парафазной связи с третьим запоминающим регистром $DD9$, дешифратора $DD12$, второго блока схем И, состоящего из элементов $DD18.1$, $DD18.2$, $DD18.3$, $DD18.4$. Блок схем И в свою очередь соединяется с первым блоком ИЛИ, состоящего из элементов $DD19.1$, $DD19.2$, шифратора $DD20$, связанного со входами второго регистра памяти $DD5$ и вторым шифратором $DD16$, связанным с адресными входами мультиплексоров $DD10$, $DD11$.

Автомат содержит второй блок схем ИЛИ, состоящий из элементов $DD2.1$, $DD2.2$, $DD2.3$, выходы которого связаны с управляющими входами операционного устройства ОУ и блок синхронизации БС с внешними

входами пуска и останова формирующей последовательности четырех не пересекающихся во времени импульсов синхронизации, причем из $2m$ выходов дешифратора DD12. Каждый из q выходов связан с парой элементов «И» блока И (8), связанных по второму входу с единичным и с нулевым выходом триггера Тр (4); все $2q$ выходов элементов «И» блока И элементов DD18.1, DD18.2, DD18.3, DD18.4 и $(2m-q)$ выходов дешифратора DD12, не связанных с элементами «И» блока И DD7.1, DD7.2, DD7.3, DD7.4, соединены со входами первого и второго блоков элементов ИЛИ DD19.1, DD19.2 и DD2.1, DD2.2, DD2.3, где m - разрядность второго и третьего запоминающих регистров DD5, DD9, а q - количество логических условий, формируемых операционным устройством ОУ. Перед сигналом пуск автомат устанавливается в «нулевое» (начальное) состояние, т.е. на входах мультиплексоров DD10, DD11 и регистре DD5 устанавливается сигнал «0». Со счётчика DD3, входящим в состав блока синхронизации импульсом А опрашиваются мультиплексоры DD10, DD11 и на триггер DD17 записывается значение, приходящее с выходов DD10, DD11. Импульсом В с элемента DD3 переписывается значение на выходах DD5 через элементы И DD7.1, DD7.2, DD7.3, DD7.4 на входы регистра DD9. В начальный момент переписывается нулевое значение. Далее импульсом С производится опрос шифратора DD12 и на его выходах формируется код, который запоминается на регистре DD5. После этого синхронизируется выдача команд с выходов элементов блока ИЛИ DD2.1, DD2.2, DD2.3, которые выполняются операционным устройством и записи новых изменённых значений на регистре DD6 после выполнения команд операционным устройством. Четвертым импульсом D производится перепись кода на адресные входы мультиплексоров DD10, DD11, и работа продолжается в новом периоде T, состоящем из последовательности импульсов А-D. Работа продолжается до формирования сигнала останова, фиксирующего возврат в нулевое состояние. Блок синхронизации состоит из элементов ИЛИ DD1.1 и DD1.1, а также счётчика DD3, который на входе имеет логику элемента ИЛИ-НЕ DD2.4. Тактовые входы DD3 инверсные динамические, поэтому переключение триггеров происходит спадом тактового импульса. В блоке питания используется микросхема диодного моста DD13.

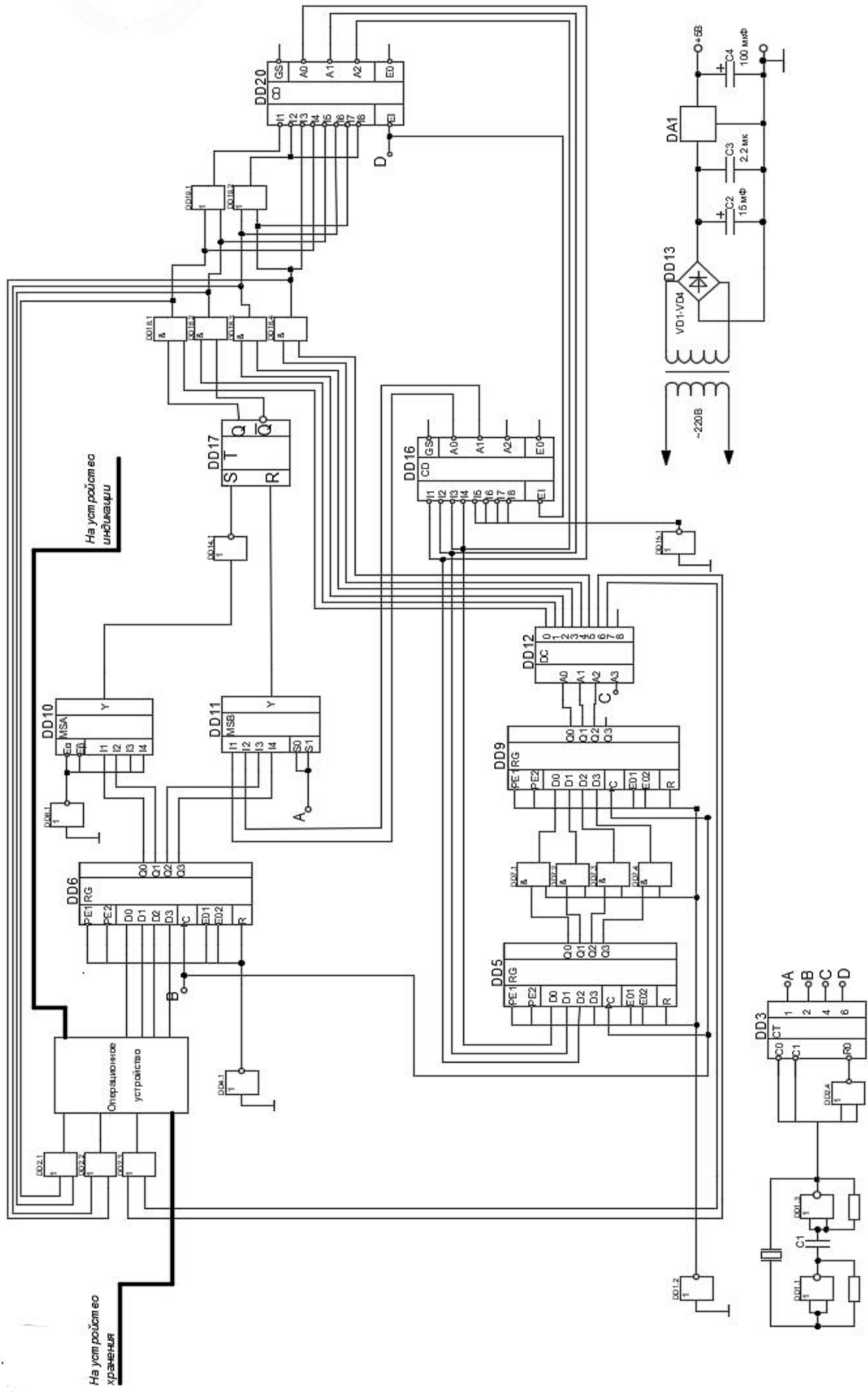


Рисунок 1. Принципиальная схема управляющего автомата

Литература

1. RU 2475816 C1
2. Мухопад Ю.Ф. Микроэлектронные системы управления. -Братск: БрГУ, 2009. 285с.
3. Соловьев В.В. Климович А. Логическое проектирование цифровых схем на ПЛИС. -М.: Горячая линия телеком, 2008. – 375.

МОДУЛЬ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ СООБЩЕНИЙ В МАТРИЧНОМ КОММУТАТОРЕ

Сивкова К.В.

Научный руководитель – Тимошевич В. Б., ст.преподаватель.

Матричный коммутатор - это устройство, обеспечивающее соединение определенного числа камер с определенным числом абонентов (мониторов, видеорегистраторов). Таким образом, главной задачей матричного коммутатора является переключение трансляции изображения (прямого или мультиплексированного) от любой камеры к любому абоненту (монитор, видеорегистратор) системы по команде оператора или в автоматическом режиме. Благодаря применению матричных коммутаторов появилась возможность организации нескольких независимых постов наблюдения, с распределением видеоинформации между этими постами. Таким образом, при помощи матричных коммутаторов стало возможным строить многоуровневые системы с распределенными полномочиями по пользованию информацией (рядовые операторы на своих постах имеют доступ к одним камерам, а администраторы системы имеют доступ к другим). Матричные коммутаторы по виду внутренней обработки видеоинформации делятся на аналоговые и цифровые. Аналоговый матричный коммутатор (мультиплексор) коммутирует видеосигналы без каких-либо преобразований самой структуры видеосигнала. В поступивший на вход аналоговый видеосигнал (например, от телекамеры), в таком мультиплексоре может только добавляться служебная информация, необходимая для повышения информативности изображений и необходимая для реализации режимов видеорегистрации.

Используя матричный коммутатор, интегратор получает снижение стоимости разветвленной системы коммутации, возможность дистанционного управления коммутатором, снижение потерь в кабельных соединениях, удобство и простоту управления, а также множество дополнительных возможностей. Матричные коммутаторы также дают возможность построения экономичных аудиовизуальных систем, и возможность внешнего управления с удаленного ПК.

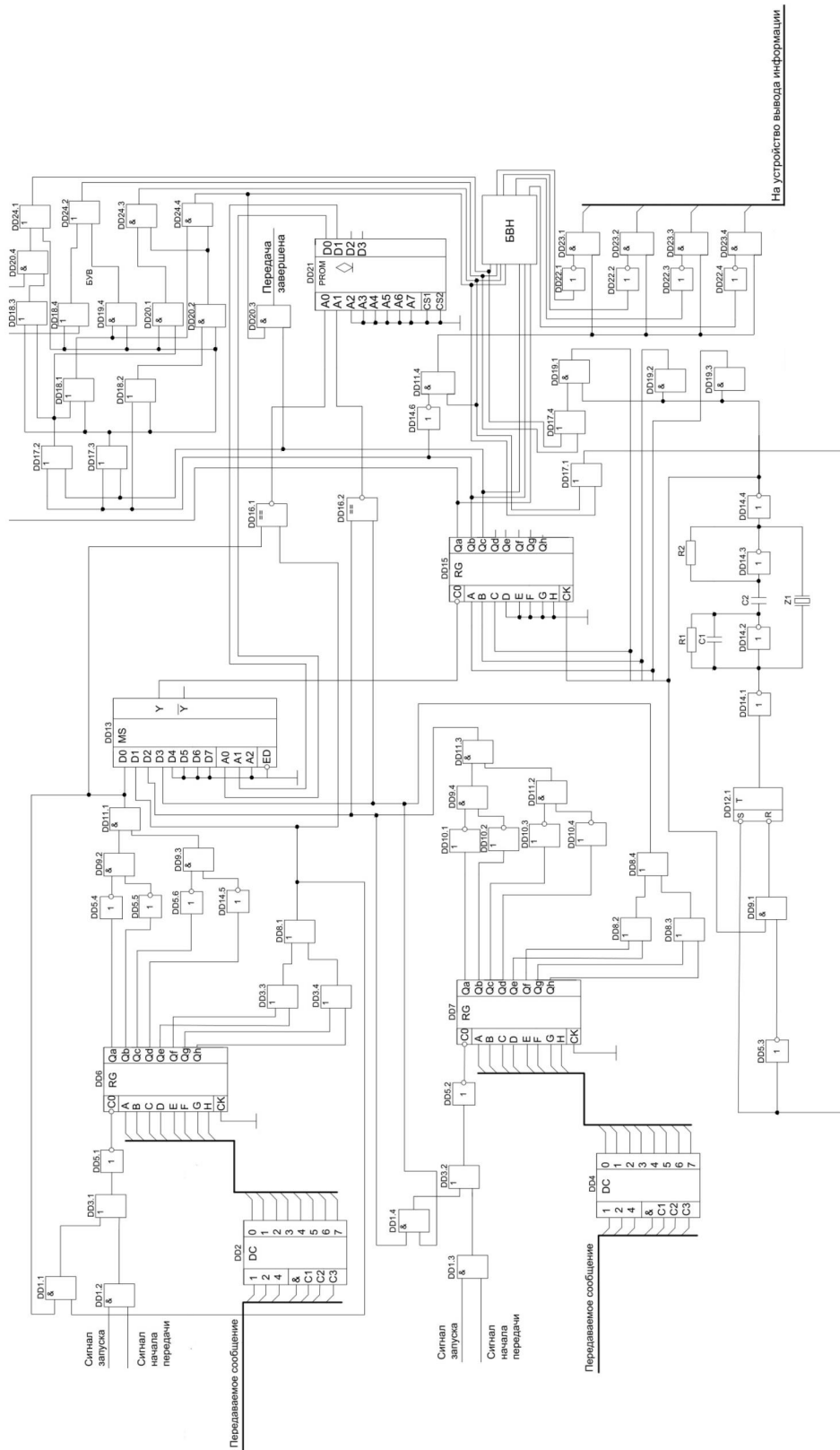
Модуль для передачи и вещания сообщений в матричном коммутаторе относится к вычислительной технике и может найти применение при построении средств коммутации многопроцессорных вычислительных и управляющих систем, абонентских систем связи с децентрализованным управлением, систем сбора информации и информационно-измерительных систем.

На один из дешифраторов DD2 или DD4 поступает передаваемое сообщение, после этого, на его выходе формируется код длины очереди сообщений и записывается в регистр DD6 или DD7 соответственно. Единица

с выхода элемента И DD9.1 поступает на вход триггера DD12.1. Блок синхронизации, состоящий из инверторов DD14.1-DD14.4, подключенный к данному триггеру, начинает вырабатывать импульсы синхронизации. Код выбора из регистров DD6 и DD7 проходя цепочки логических элементов, поступает на адресный вход мультиплексора DD13, переводя информацию в буферный регистр DD15. Модуль заканчивает работу тогда, когда ни в одном из дешифраторов не остается сообщений. Тогда на выходах всех дешифраторов формируются нулевые коды. Сигнал с выхода регистров поступает компараторы DD16.1 и DD16.2. Модуль запускается повторно тогда, когда на один из регистров опять поступит сообщение. Информация в буферном регистре DD15 поступает в БВН и сравниваются элементами сравнения. После формирования сигналов происходит модификация сообщения в буферном регистре DD15. Сигнал открывает элемент И DD11.4 и обеспечивает прохождение импульса вход регистра DD15. Код во второй секции регистра DD15 обнуляется. В режиме вещания сигнал поступает в БВН и запрещает выдачу информации.

Литература

1. Патент RU 2249848, G 06 F 15/163, H 03 K 17/56; опубл. 20.01.2002, БИ №2.
2. Гальперин М.В.. Введение в схемотехнику. - М.: Энергоиздат, 1982.
3. Гальперин М.В.. Практическая схемотехника в промышленной автоматике. - М.: Энергоиздат, 1987.
5. Зельдин Е.А.. Цифровые интегральные микросхемы в информационно-измерительной аппаратуре. - Л.: Энергоиздат, 1986.
6. Аналоговые и цифровые интегральные микросхемы: справочное пособие/ под ред. Якубовского С.В.- М.: Радио и связь, 1985.



Принципальная схема модуля для передачи и вещания сообщений в матричном коммутаторе

ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ ЗНАКОВЫЙ КОРРЕЛОМЕТР

Тарас Д.А.

Научный руководитель – Тимошевич В. Б., ст.преподаватель

Коррелометр - прибор, служащий для измерения корреляционных функций случайных процессов. Знание коэффициента корреляции позволяет анализировать физические явления, имеющие вероятностный характер, например, шумы в радиоприёмных устройствах, поток космических частиц, биопотенциалы и т. п. При подаче на входы коррелометра двух случайных сигналов в виде переменных электрических напряжений $U_1(t)$ и $U_2(t)$ на выходе прибора появляется напряжение, пропорциональное функции взаимной корреляции этих сигналов. Если на оба входа подан сигнал $U_k(t)$, коррелометр измеряет коэффициент автокорреляции.

Наибольшее распространение получили электронные коррелометры. Индикатором в коррелометре, как правило, служит стрелочный прибор, проградуированный в значениях коэффициента корреляции, или электроннолучевая трубка. В коррелометре обычно предусматривается возможность подключения цифрового или самопишущего регистратора.

Коррелометр применяют в аппаратуре радиосвязи (для измерения переходных затуханий в многоканальных системах), радиолокации, гидроакустики и радиоастрономии (для корреляционного пеленгования и увеличения разрешающей способности передачи), в медицинских электронных диагностических устройствах. Сигналы, исследуемые на взаимную корреляцию, имеют частоты от 1 гц до 50 Мгц. Специальные методы обработки сигнала увеличивают его частотность до 500 Мгц. Коэффициент корреляции измеряется в пределах от 0,01 до 1,0; погрешность K составляет 5—10%.

Исследуемый сигнал подаётся на вход компаратора DD3, на другой вход которого через инвертор DD1.2 подаётся сигнал с генератора случайных сигналов. Шаблонный сигнал подаётся на вход компаратора DD4, на другой вход которого через инвертор DD1.3 подаётся сигнал со второго генератора случайных сигналов. Сигнал “Пуск” подаётся на входы триггера DD2.1, счётчика DD6, триггера DD2.2, триггера DD11.1 и счётчика DD17. Сигнал равенства с выхода компаратора DD3 поступает на входы элементов логическое И 15.1 и логическое исключающее ИЛИ DD16.1. Сигнал с выхода компаратора DD4 поступает на входы элементов логическое И-НЕ DD5.2, логическое И-НЕ DD5.3, исключающее ИЛИ DD16.1. Сигнал с выхода счётчика DD6 поступает на вход счётчика DD8, выходы которого подключены к дешифратору DD13.

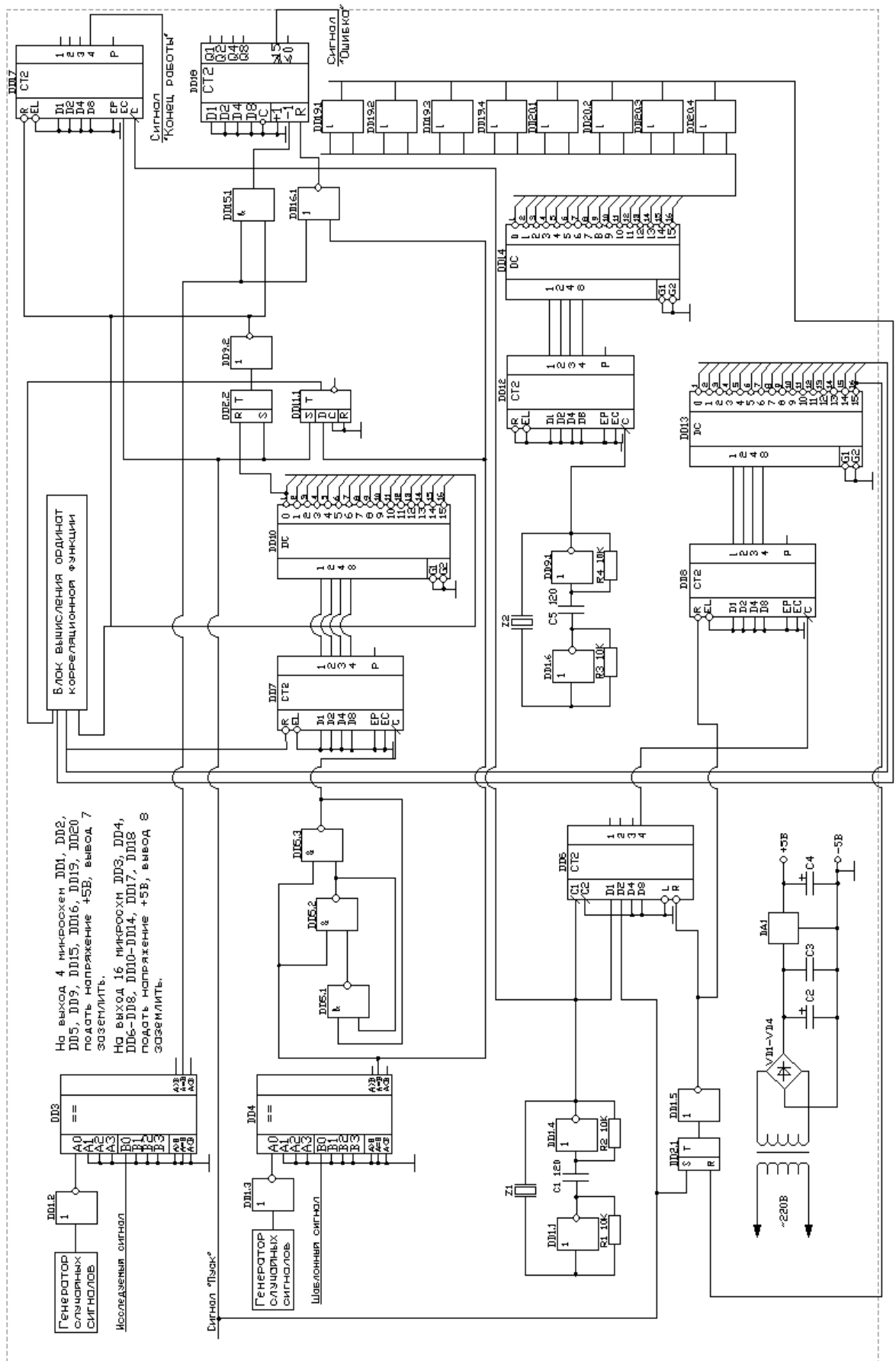


Рисунок 1. Принципиальная схема параллельного знакового коррелометра

Информация с выходов дешифратора DD13 через шину поступает на блок вычисления ординат корреляционной функции. Выходы счётчика DD7 подключены ко входам дешифратора DD10. Информация с выходов дешифратора DD10 через шину поступает на блок вычисления ординат корреляционной функции. Сигнал с выхода RS-Триггера DD2.2 через инвертор DD9.2 поступает на второй вход элемента логическое И DD15.1 и на вход сброса счётчика DD17. Сигнал с выхода счётчика DD17 служит сигналом конца работы устройства. Логические элементы И DD15.1 и исключающее ИЛИ DD16.1 подключены к счётчику DD18, выходной сигнал которого сигнализирует об ошибке работы устройства. Счётчик DD12 подключен ко входам дешифратора DD14, выходы дешифратора подключены к блоку элементов логическое ИЛИ. Выходная информация с этого блока поступает на блок вычисления ординат корреляционной функции. Кварцевые генераторы импульсов построенные на инверторах DD1.1 и DD1.4, второй генератор на инверторах DD1.6 и DD9.1 используются для синхронизации работы счётчиков DD6 и DD12 соответственно.

Литература

1. Гутников В.С.. Интегральная электроника в измерительных устройствах Л.: Энергоиздат, 1988.
2. Зельдин Е.А.. Цифровые интегральные микросхемы в информационно-измерительной аппаратуре. - Л.: Энергоиздат, 1986.
3. Патент RU 2 252 450, G 06 F 17/15; опубл. 20.05.2005 Бюл. №14.

ИНТЕГРИРОВАННЫЙ В АСКУЭ ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Латушкин Е.А.

Научный руководитель - Матрунчик Ю.Н.

Высокая стоимость энергоресурсов обусловила в последние годы кардинальное изменение отношения к организации энергоучета в промышленности и других энергоемких отраслях (транспорт и жилищно-коммунальное хозяйство).

Потребители начинают осознавать, что в их интересах необходимо рассчитываться с поставщиком энергоресурсов не по каким-то условным нормам, договорным величинам или устаревшим и неточным приборам, а на основе современного и высокоточного приборного учета. Промышленные предприятия пытаются как-то реорганизовать свой энергоучет «вчерашнего дня», сделав его адекватным требованиям дня сегодняшнего.

Под давлением рынка энергоресурсов потребители приходят к пониманию той простой истины, что первым шагом в экономии энергоресурсов и снижении финансовых потерь является точный учет.

Сегодняшний день промышленных предприятий в области энергоучета связан с внедрением современных АСКУЭ. На ряде предприятий АСКУЭ функционируют уже не один год, на других предприятиях начинается их внедрение, а руководители третьих только размышляют, надо ли им это.

Ход развития мировой энергетики и промышленности показывает, что альтернативы принципу «все надо учитывать и за все надо платить» нет

И если сегодня кому-то еще удастся бесконтрольно пользоваться чужими энергоресурсами, то завтра это станет попросту невозможно, и преимущества будут у того, у кого все процессы энергопотребления будут уже под полным контролем.

Конечной целью энергосбережения является сокращение затрат абонента на оплату энергоресурсов. У потребителей электроэнергии имеется ресурс сокращения расходов путем исключения оплаты штрафов за нарушения договорного графика потребления.

Поэтому потребители заинтересованы иметь в распоряжении средства мониторинга текущего потребления и прогнозирования будущего потребления.

Существующие методы прогнозирования электрических нагрузок формализуют расчеты на основе классических представлений электротехники и методах математической статистики. Но расчет электрических нагрузок, опирающийся только на классический аппарат, не может обеспечить достаточную точность при прогнозировании процессов в

современных условиях в крупных электроэнергетических системах. Электрическое хозяйство крупного предприятия является системой нового типа, для которой характерно, что ее свойства не вытекают из совокупности свойств отдельных элементов ее образующих.

В качестве основы для построения математической модели, выбрана гиперболическая зависимость – Н - распределение:

$$W(r) = \frac{W_1}{r^\beta},$$

где $W(r)$ – электропотребление объекта с рангом r ; W_1 – электропотребление объекта с первым рангом; β – ранговый коэффициент, характеризующий степень крутизны кривой.

Прогнозирование электропотребления с учётом применения аппарата Н - распределения заключается в следующем:

1. Определяем расчётный ранг известного послед него месяца предыстории:

$$r_{расч} = \left(\frac{W_1}{W_r^t} \right)^{1/\beta^t}.$$

Введение расчётного ранга необходимо в связи с тем, что на практике регрессионная кривая, не проходит точно через все фактические точки. Поэтому расчётный ранг не равен целому числу.

2. Определяем прогнозное значение электропотребления по формуле:

$$W_i^{t+1} = \frac{W_1}{r_{расч}^{\beta^{t+1}}}.$$

3. Производим оценку прогнозного значения электропотребления

$$\varepsilon_{\%} = \frac{W_{факт} - W_{прогн}}{W_{факт}} \cdot 100 \%.$$

Для автоматизации процесса прогнозирования энергопотребления создается интегрированный модуль целью которого будет прогнозирование энергопотребления на основе модели рангового распределения и ARIMA на 7 дней вперед. Модуль на входе принимает данные о энергопотреблении в виде “количество потребленной электроэнергии; дата”. В качестве источника этих данных может выступать csv файл или существующая на предприятии реляционная база данных с поддержкой SQL. Для обеспечения защиты информации от несанкционированного доступа в модуле предусмотрена система аутентификации и авторизации пользователей, данные о которых хранятся в отдельной таблице базы данных предприятия. После подтверждения пользователя модуль в автоматическом режиме иницирует

попытку получения данных из базы данных. В случае успеха – строит график электрических нагрузок за последние 30 календарных дней, в случае провала – отображение окна с описанием ошибки. Чтобы сделать прогноз, пользователю необходимо нажать на соответствующий элемент графического интерфейса, после чего модуль производит фильтрацию входных данных – из данных будет выбраны только те, которые соответствуют дню недели прогнозируемой даты. Далее отфильтрованный массив передается в функции прогнозирования на основе модели ARIMA которая возвращает грубое значение прогнозируемой величины. Затем это значение сглаживается в соответствии с ранговым распределением и добавляется на график электрических нагрузок.

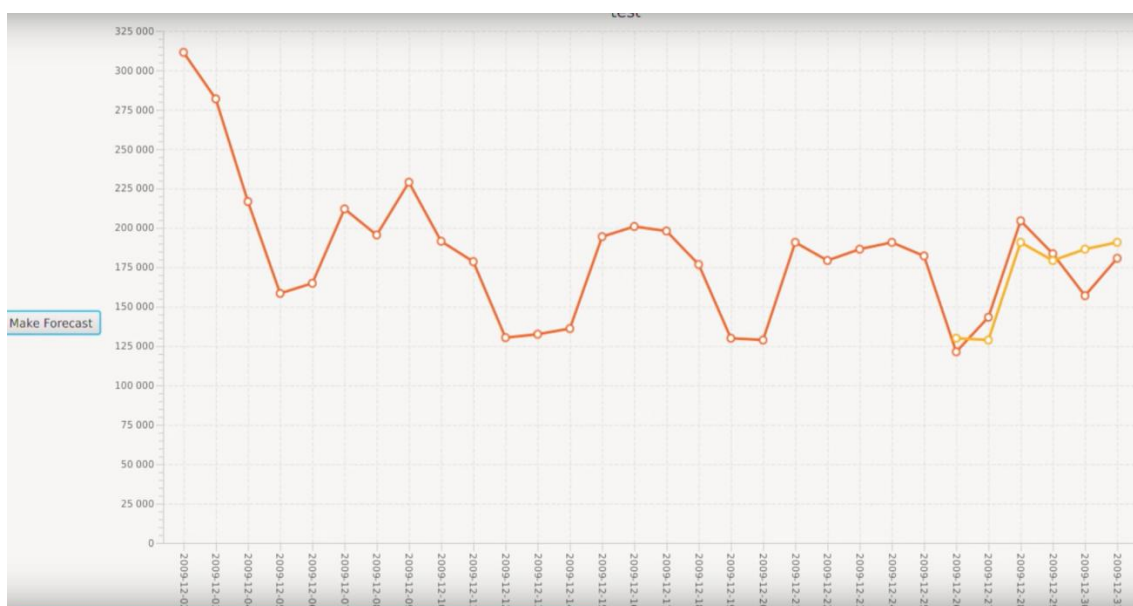


Рисунок 1. Главное окно- графики прогнозирования нагрузки

Языком программирования для этого модуля выбран Kotlin, IDE: IntelliJ IDEA, фреймворк для работы с UI: Tornado FX.

Литература

1. Кудрин Б.И. Введение в технетику. – Томск: Изд-во ТГУ, 1993. – 552 с.
2. Кудрин Б.И., Жилин Б.В., Лагуткин О.Е., Ошурков М.Г. Ценологическое определение параметров электропотребления многономенклатурных производств. – Тула: Приок. кн. издво, 1994. – 122 с.

СЕКЦИЯ ПРОГРАМНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ

ПЕРЕЧЕНЬ ДОКЛАДОВ

MODERN PROGRAMMING LANGUAGES

Dubodelov A.V., Shemetov Y.A., Vanik I.Y.
Supervisor – Ivanchenko V.V.

THE MOST POPULAR PROGRAMMING LANGUAGES IN BELARUS

Merkulova D.A., Belyavskaya N.S.
Supervisor – Ivanchenko V.V.

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ВАРИАЦИЙ

Короткевич В.Р., Тынкован Д.Д.
Научный руководитель – Несенчук А.А., к.т.н., доцент

РЕАКТОМПОНЕНТ ДЛЯ ОТОБРАЖЕНИЯ ГРАФИКОВ НА ОСНОВЕ ВХОДНЫХ ДАННЫХ

Андреев Д. А.

Научный руководитель – Гурский Н.Н. доцент.

МОДЕЛЬ ВАГОНА ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

Бородавко К.Л.

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

ДОМЕННЫЕ ИМЕНА. КИБЕРСКВОТТИНГ В БЕЛАРУСИ

Гавритова М.А.

Научный руководитель – Белова С.В., старший преподаватель

ОПТИМИЗАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ВЫШКИ СОТОВОЙ СВЯЗИ В СРЕДЕ ANSYS WORKBENCH

Дранчук А.С.

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

АНАЛИЗ ОБЪЕКТНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ЯЗЫКА САЛ

Казачёнок М.С.

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

ОНЛАЙН РАСПИСАНИЕ РЕЙСОВ АЭРОПОРТОВ

Клименков К.Р.

Научный руководитель – Белова С.В., старший преподаватель

КИБЕРСКВОТТИНГ И ЕГО ВИДЫ

Ковалюк С.А.

Научный руководитель – Белова С.В., старший преподаватель

ГИПЕРКОНВЕРГЕНТНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА

Колос К.А.

Научный руководитель – Белова С.В., старший преподаватель

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СТРЕЛЫ МАНИПУЛЯТОРА

Павловец Д. А.

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

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ АНГЛО-БЕЛОРУСКО-РУССКОГО СЛОВАРЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ТЕРМИНОВ

Швед М.А.

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

АРХИВ ДАННЫХ В ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЕ CATS

Царь А.И.

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

АРХИТЕКТУРА ФАЙЛОВОЙ СИСТЕМЫ FAT

Разоренов Н.А.

ВОСТАНОВЛЕНИЕ ДАННЫХ НА ТОМЕ FAT

Разоренов Н.А.

ПЕРАВЫКАНААННЕ НЕАПРАЦАВАННЫХ ПАВЕДАМЛЕННЯЎ У СІСТЭМАХ МІКРАСЕРВІСНАЙ АРХІТЭКТУРЫ З ВЫКАРЫСТААННЕМ БРОКЕРА RABBITMQ

Будкоўскі Г.Л.

Навуковы кіраўнік – Цярноў Я.В., к.т.н.

О ПОСТАНОВКЕ ЗАДАЧИ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СЕТЕЙ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Стома В.Ю.

Научный руководитель – Тернов Е.В., к.т.н.

ИССЛЕДОВАНИЕ И СИНТЕЗ КОРНЕВЫХ ПОРТРЕТОВ ИНТЕРВАЛЬНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Шаповал Д.В., Хоронько А.Ю.

Научный руководитель - к.т.н., доцент Несенчук А.А.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИБЛИОТЕКИ OpenCV ДЛЯ ОГРАНИЧЕНИЯ ДОСТУПА К ПРИЛОЖЕНИЮ

Калита А.И., Койпиш Н.В.

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

РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТА ПО ОТСЛЕЖИВАНИЮ КОНФИГУРАЦИИ ПРОЕКТА

Азаревич В.А

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

РАЗБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СЧИТЫВАНИЯ ШТРИХОВЫХ КОДОВ

Высоцкая Е.А.

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

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ПРИЛОЖЕНИИ ДЛЯ ОБМЕНА ФОТОГРАФИЯМИ

Жевняк В.С.

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

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПОИСКА ПРОТОТИПОВ ДЛЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ

Казакевич В.А.

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

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВРЕМЕНИ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Кочергина И.Д.

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

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ВЫБОРА ПОСТАВЩИКА

Куровская И.В.

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

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ САРТСНА

Чварков И.А.

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

ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАПРОСОВ ПО ОБНОВЛЕНИЮ БОЛЬШИХ ОБЪЁМОВ ДАННЫХ

Якимович С.В., Вольский А.М.

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

СЕРВИС ДЛЯ МОНИТОРИНГА КРЕДИТОВ

Чепкий Р.Д

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

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫМИ РЕСУРСАМИ РАЙОННОЙ КОТЕЛЬНОЙ

Бородько М.А.

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

АВТОМАТИЗАЦИЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ДАННЫХ ИНЖЕНЕРНОГО АНАЛИЗА ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ЯЧЕЙСТЫХ СТРУКТУР

Ярмошук Ю.М., Юхо Е.Н.

Научный руководитель – Полозков Ю.В., к.т.н., доцент

MODERN PROGRAMMING LANGUAGES

Dubodelov A.V., Shemetov Y.A., Vanik I.Y.
Supervisor– Ivanchenko V.V.

Today we looked at 4 popular programming languages, described their advantages and disadvantages, gave a brief description of each of them, and also compared their relevance in the world and in Belarus.

First language is Python. Python was developed by Netherlandish programmer Guido Van Rossum in 1991. Now Python is taking leading position among programming languages. It is located on the 5th position in Belarusian rating. Python has already been at the top of user growth for several years. Python is a multi-paradigm programming language. Python uses dynamic typing, and a combination of reference counting and a cycle-detecting garbage collector for memory management. The syntax of this language is very simple. However, the most important direction for Python is machine learning. Machine learning technologies are used in recommendatory services (recall, for example, YouTube, Amazon and Netflix), in face and voice recognition systems. EPAM, IBA group and Belhard use this language in our country. Python has some advantages: a large user community, easy to code and read, free and open-source and etc.

The second is C#. It was developed by Microsoft. Anders Hejlsberg created the language in 1999. What about C# rating today, if we consider the rating from GitHub, we will see that C# located on the 8 place. It is a multiparadigm programming language encompassing strong typing, imperative, declarative, functional, generic, object-oriented, and component-oriented programming disciplines. C# is one of the most popular programming languages in many IT companies, such as EPAM, Itransition, ISsoft, SaM Solutions. This language has some advantages: you don't need to write destructors in C#, the .net class library will allow for rapid prototype development and others.

The third language in our research is Ruby. Ruby was created by the Japanese developer Yukihiro Matsumoto in 1995. In the Belarusian top programming languages, it takes the 7th position. Ruby is object-oriented: every value is an object, including classes and instances of types. Ruby has been described as a multi-paradigm programming language with dynamic typing, and supports parametric polymorphism. Ruby was influenced by Perl, Smalltalk, Eiffel, Ada and Python. Ruby is used by NASA, NOAA (National Oceanic and

Atmospheric Administration), Oxagile, EPAM, Itransition. This language also has some advantages: it has options for test automation, it is a full-stack framework that covers both front and back-end design, incredibly productive.

The fourth is PHP. PHP is created by Rasmus Lerdorf in 1994. PHP is located on the 5th position in GitHub rating and 4th position in Belarusian top programming language. It is a server side scripting language. Basically PHP is used in web development and you can say that web application and website development. According to Netcraft's survey 39% (244M) of website are running PHP. Such well-known IT companies of Belarus as IBA, Itransition, "BelHard", OxagileSaM Solutions write programs with the help of PHP. PHP has some advantages for example: speed, open source and powerful library and ease of use.

Литература

- 1) Wikipedia – The Free Encyclopedia[E-resource] / Python (programming language). – Access mode: [en.wikipedia.org/wiki/Python_\(programming_language\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Python_(programming_language)).
- 2) Wikipedia – The Free Encyclopedia [E-resource] / Ruby (programming language). – Access mode: [en.wikipedia.org/wiki/Ruby_\(programming_language\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Ruby_(programming_language)).
- 3) Medium [E-resource] / Advantages and Disadvantages of Python Programming Language. – Access mode: medium.com/@mindfiresolutions.usa/advantages-and-disadvantages-of-python-programming-language-fd0b394f2121.
- 4) LEDU – Education Ecosystem [E-resource] / Introduction of C# Programming Language. – Access mode: www.education-ecosystem.com/guides/programming/csharp-dotnet/history/.
- 5) OmkarSoft – Deep rooted thought [E-resource] / Top 5 Advantages and Disadvantages of PHP Framework. – Access mode: www.omkarsoft.com/blog/top-5-advantages-disadvantages-php-framework/.
- 6) pTutorial – New way to learn PHP [E-resource] / History of PHP. – Access mode: www.ptutorial.com/php-tutorial/history-of-php.
- 7) pTutorial – New way to learn PHP [E-resource] / History of PHP. – Access mode: www.ptutorial.com/php-tutorial/history-of-php.
- 8) Портал dev.by – медиаоб ИТ-индустрии в Беларуси и мире [Электронный ресурс] / Самые востребованные языки программирования в крупнейших ИТ-компаниях Беларуси – Режим доступ: dev.by/news/samye-vostrebovannye-yazyki-programmirovaniya-v-belarusi.

THE MOST POPULAR PROGRAMMING LANGUAGES IN BELARUS

Merkulova D.A., Belyavskaya N.S.
Supervisor– Ivanchenko V.V.

Language is a unique mean of communication through which we can share our thoughts and turn them into the public domain. Thanks to the language we exchange information, learn about the world, ask questions and get answers. To be understood, it is necessary to skillfully use the language.

Today it is hard to imagine our life without modern technologies. We can find their influences on almost every sphere of human's activity. However "communication" between a man and a computer would be impossible without such tools as programming languages.

Since the creation of the first programmable machines, humanity has invented more than two and a half thousand programming languages. The number of programming languages is constantly growing, although this process has clearly slowed down. Some languages are used only by a small number of programmers, others are known to millions of people. Some of them are highly designed to solve a certain class of problems, and some are universal. Professional programmers sometimes use in their work more than a dozen different programming languages.

Analyzing not only the statistics of the most popular programming languages in Belarus^[1], but also taking into account the languages that are studied in technical universities in our country, we have compiled a personal rating: 1 - Java, 2 - C++ and 3 - Python.

Java is actually used everywhere: in your phone, credit card, on the server, which you are currently connected to, on the browser you are currently using it. Open your Android phone and any app, they are actually written in Java programming language, with Google's Android API, which is similar to JDK.

Java plays a very big role in Financial Services. Lots of global Investment banks like Goldman Sachs, Citigroup, Barclays, Standard Chartered and other banks use Java for writing front and back office electronic trading systems, writing settlement and confirmation systems, data processing projects and several others. Java is mostly used to write server side applications, mostly without any front end. Java is also used on E-commerce and web application space. Many governments, healthcare, insurance, education, defense and others have their Java-web applications.

This language is well suited for writing applications for Android and iOS, as well as for Linux and Mac operating systems. Google, Facebook, YouTube, Amazon, Twitter, eBay, LinkedIn are written in Java. However, it is worth noting that the language itself was written in C++.

There are companies that use this language in Belarus: EPAM, IBA, Itransition, BelHard, Intetics, ISsoft, SaM Solutions, EffectiveSoft, Oxagile.

There are applications that have been written in Belarussian companies: messenger Viber is particularly written on Java, particularly on Python and C++, MAPS.ME is written on Java and C++.

C++ language appeared in 1985, but all this time was and remains in demand due to high performance, reliability, speed and variety of applications. It is one of the most powerful programming languages that provides many useful features.

Microsoft Windows and Google Chrome are the most famous examples of projects created in C++. Knowledge of C++ allows you to easily write games and complex commercial systems along with simple applications.

When the Creator of C++ Bjorn Stroustrup engaged in the task of modeling the phone calls, he discovered that the existing languages are not well suited for this, and he decided to complement the colleagues' software with classes. The first version was called "C with classes".

What's about usage? Firstly, you can write applications with the help of C++. So, such applications as Adobe Photoshop, 3Ds Max, various browsers (Chrome, Firefox) were written in C++; game programming is also available; there are also programs written for working with ports, software for scientific computing. In virtual reality, no other language can compare to C and C++. Software solutions for back-end sites such as Google, Facebook, YouTube, Amazon, twitter were written in C++.

An important feature of C++ is that because of static typing, the language is used to write software solutions that require speed, as well as demanding memory and load management.

As for weak points, it should be noted that when programming, you may encounter properties specific to low-level programming, also we can mention confusing and cumbersome syntax, inapplicability to the Web, the difficulty of finding errors.

There are many co companies that use this language in Belarus: Itransition, BelHard. This amount is not as big as for other languages, but the feature of C++ is that this language is used for so many application areas.

There are applications that have been written in Belarussian companies: World oftanks is particularly written on C++, as Viber and MAPS.ME.

According to the survey ^[2] dev.by with the participation of the largest IT-companies in Belarus, Python ranks the 3rd in the ranking of the most used programming languages. Python is also one of the first mentioned in the list ^[3] of 7 programming languages that should be studied in 2019.

Actually, Python is probably the easiest programming language. There is a minimum of service characters, dynamic typing, syntax is the most understandable. However, despite the visual simplicity, this language is one of the most powerful. In addition, Python is one of the key languages in the field of artificial intelligence, thanks to which it has gained wide popularity. It's used by many technology startups around the world.

In Belarus Python is often used in such companies as Epam, IBA, Itransition, BelHard. One of the most famous IT-products written in Python of Belarus is Word of tanks of Wargming company.

There is a quote from a GUI article in the World of Tanks: “The project uses Python as the scripting language. All that we have done in Flash, you need to connect to the game, fill in the data, process and translate user input into the real actions in the game. All this is done in Python.

The list of companies that use Python is rather long. Among them are Google, Facebook, Yahoo, NASA, RedHat, IBM, Instagram, Dropbox, Pinterest, Quora, Yandex, Mail.Ru.

Thus, Python is used in the field of Web development, system administration, research, development of embedded systems, application software, including games. However, despite its popularity and relative simplicity in writing code, this programming language is considered one of the slowest language.

Analyzing the programs of various Universities that train highly qualified specialists in the field of IT, we came to the conclusion that the above languages are the most popular for learning in our country. This is due not only to the simplicity and importance of their study, but also to the demand for knowledge in the relevant areas in IT-companies in Belarus. In particular, the BNTU first-year students of the Information Technology and Robotics Faculty learn languages such as C, C++, Python, Assembler. The students learn the basics of algorithmization and programming, have the opportunity to try themselves at different languages, so they can determine the main language for themselves, which is the closest to their interests. It is also worth remembering that there are great opportunities, which are waiting for someone who in addition to lectures and practical classes at the University do self-education.

References

- 1) Портал dev.by – медиаоб ИТ-индустрии в Беларуси и мире [Электронный ресурс] / Самые востребованные языки программирования в крупнейших ИТ-компаниях Беларуси – Режим доступ: dev.by/news/samy-e-vostrebovannye-yazyki-programmirovaniya-v-belarusi.
- 2) Портал dev.by – медиаоб ИТ-индустрии в Беларуси и мире [Электронный ресурс] / 7 языков программирования, которые стоит изучать в 2019 году – Режим доступ: dev.by/news/7-yazykov-programmirovaniya-kotorye-stoit-izuchat-v-2019-godu-1.

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ВАРИАЦИЙ

Короткевич В.Р., Тынкован Д.Д.

Научный руководитель – Несенчук А.А., к.т.н., доцент

Центральной задачей теории автоматического управления является построение робастного управления объектами, функционирующими в условиях существенных, нежелательных вариаций параметров (параметрической неопределенности) [1]. В настоящей работе представлен корневой подход к исследованию динамики подобных систем, которая описывается интервальным характеристическим семейством вида

$$s^3 + a_1s^2 + a_2s + a_3 = p(s), a_j \in [a_j, a_j], j = 1, \dots, 3, s = \sigma + i\omega, \quad (1)$$

Исследование выполняется путем построения полей корневых годографов (КГ) Теодорчика – Эванса [2]. В семействе полей системы (1) определяется доминирующее поле F_d (рисунок 1), устойчивость которого гарантирует устойчивость семейства, которая оценивается по расположению данного поля относительно границы устойчивости. Ниже кратко опишем алгоритм решения поставленной задачи.

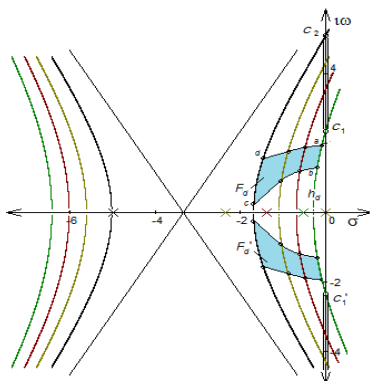


Рисунок 1. Поле корневых траекторий полинома

$$s^3 + 10s^2 + a_2s + a_3 = p(s) \text{ при } a_2 \in [5, 25], a_3 \in [18, 40], a_1 \in [10, 20]$$

1. Ввод коэффициентов полинома (1) системы.
2. Формирование матриц коэффициентов базовых полиномов $E(\sigma, \omega)$, $F(\sigma, \omega)$, $P(\sigma, \omega)$, $R(\sigma, \omega)$ [2] для определения уравнения КГ.
3. Формирование матриц коэффициентов уравнений КГ и параметра [2] системы.
4. Формирование функции и уравнения линий уровня доминирующего поля КГТЭ [2].
5. Графическое построение поля, $F_d(\sigma, \omega) = abcd$, и оценка устойчивости (рисунок 1).

Разработана серия подпрограмм, описывающих поле корневых траекторий для систем третьего порядка на языке C# в среде разработки VisualStudio. Построенные корневые портреты могут быть успешно применены в САПР

САУ при проведении процедур синтеза робастных систем управления различными техническими объектами.

Литература

1. Дорф, Р. Современные системы управления/Р.Дорф, Р.Бишоп. – М.:Лаборатория базовых знаний, 2002. – 832 с.
2. Римский, Г.В. Автоматизация исследования динамических систем/Г.В.Римский, В.В. Таборовец. – Мн.: Наука и техника, 1978. – 336 с.

РЕАСТКОМПОНЕНТ ДЛЯ ОТОБРАЖЕНИЯ ГРАФИКОВ НА ОСНОВЕ ВХОДНЫХ ДАННЫХ

Андреев Д. А.

Научный руководитель – Гурский Н.Н. доцент.

React — это JavaScript-библиотека для разработки пользовательского интерфейса. React Основан на компонентах: создание инкапсулированных компонентов с собственным состоянием, а затем объединение их в сложные пользовательские интерфейсы.

Суть данной работы – создание Reactкомпонента(ChartJS – Рисунок 1) для отображения графиков. При наведении на график отображается информация о ближайшей точке. Под основным графиком имеется так называемая карта: незакрашенная часть на крте – это то что отображает основной график, на карте можно передвигать, растягивать, сжимать фокус (Рисунок 2) -основной график будет меняться соответственно. Также имеется возможность подключать или отключать графы(Рисунок 3). Особенностью ChartJS является то, что его можно подключить практически к любому сайту. ChartJS имеют поддержку таких браузеров как Safari, Chrome, Firefox, Edge.

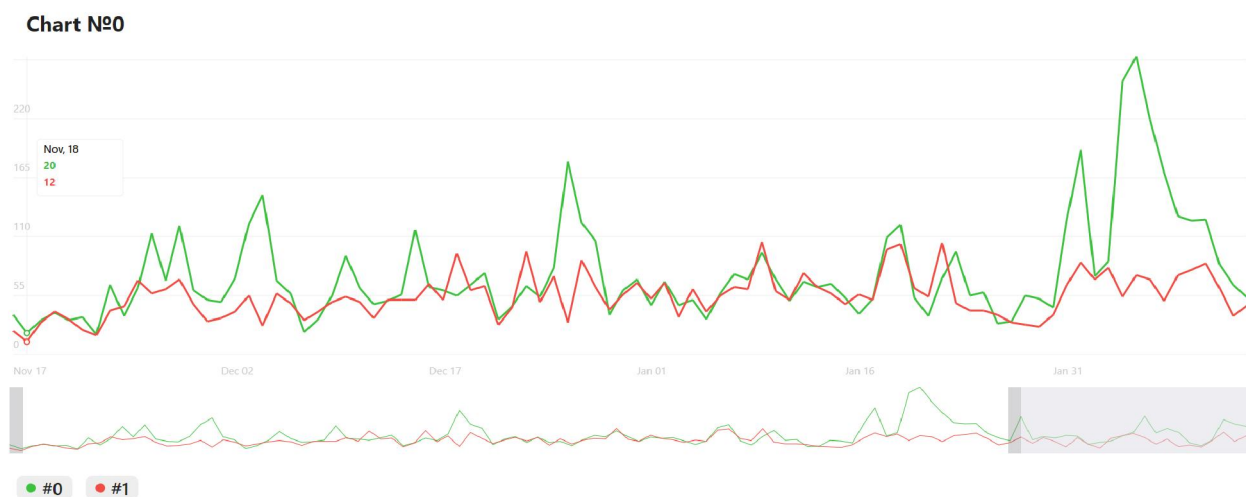


Рисунок 1. Пример компонента.

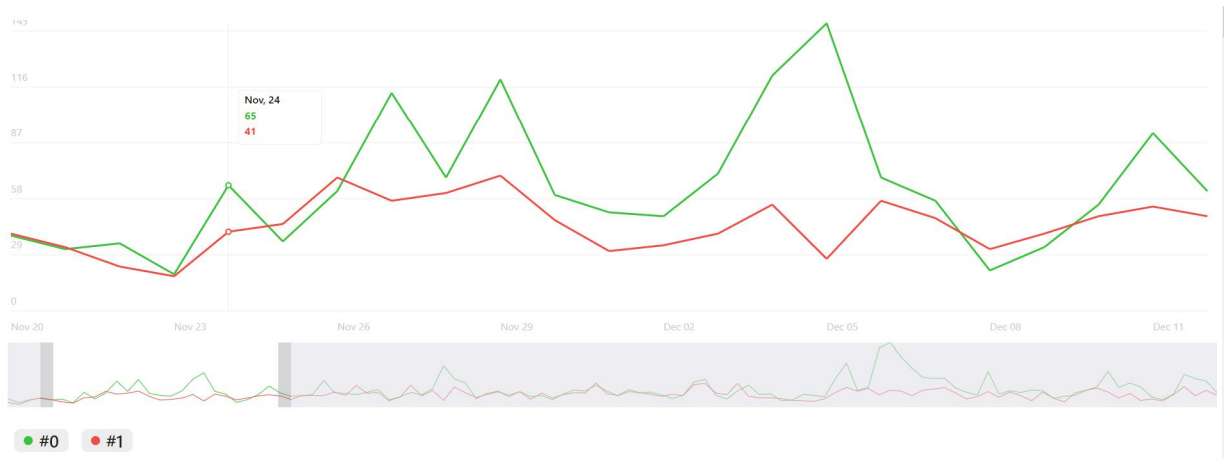


Рисунок 2. Изменение фокуса.

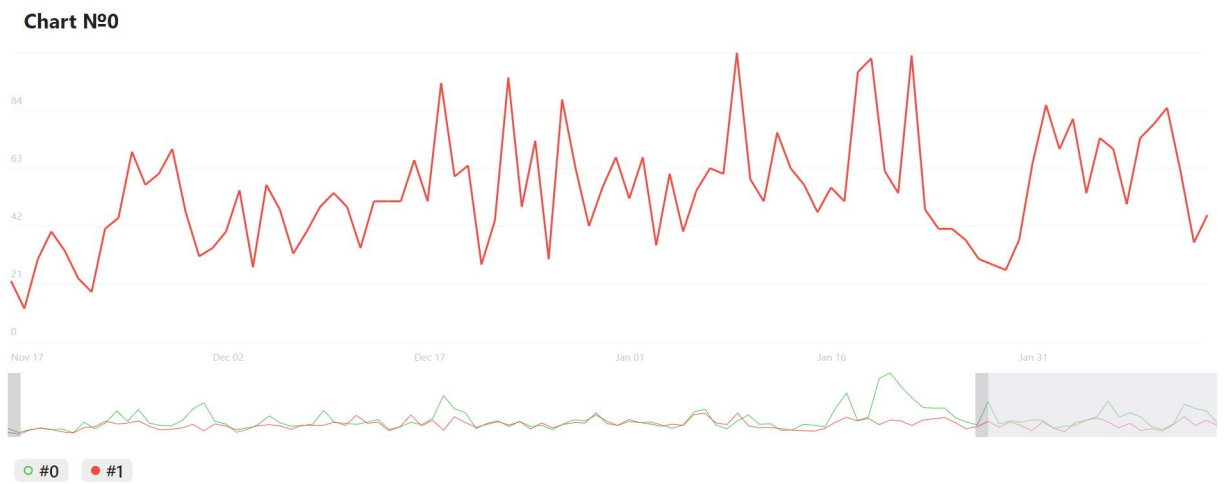


Рисунок 3. Выбор графа.

Также компонент ReactJS имеет адаптивность для мобильных устройств: поддерживает touch-events, масштабируется для малых дисплеев (Рисунок 4).



Рисунок 4. Адаптивность Под мобильные устройства.

Компонент ChartJS оформлен в двух цветовых решениях: светлая (Рисунок 5) и темная тема (Рисунок 6)

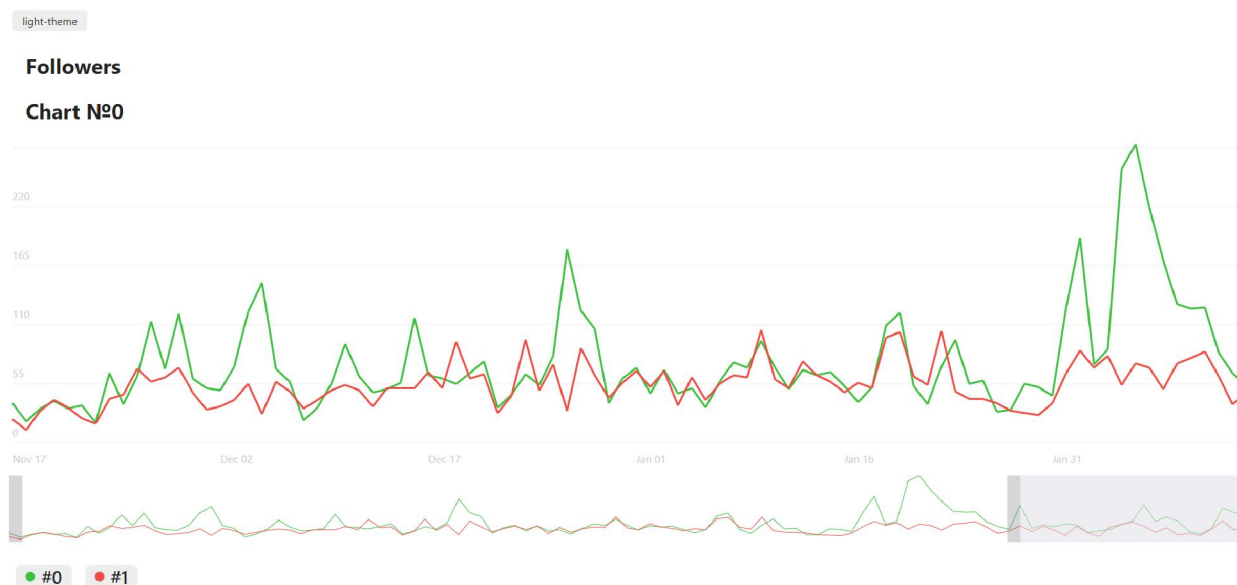


Рисунок 5. Светлая тема.

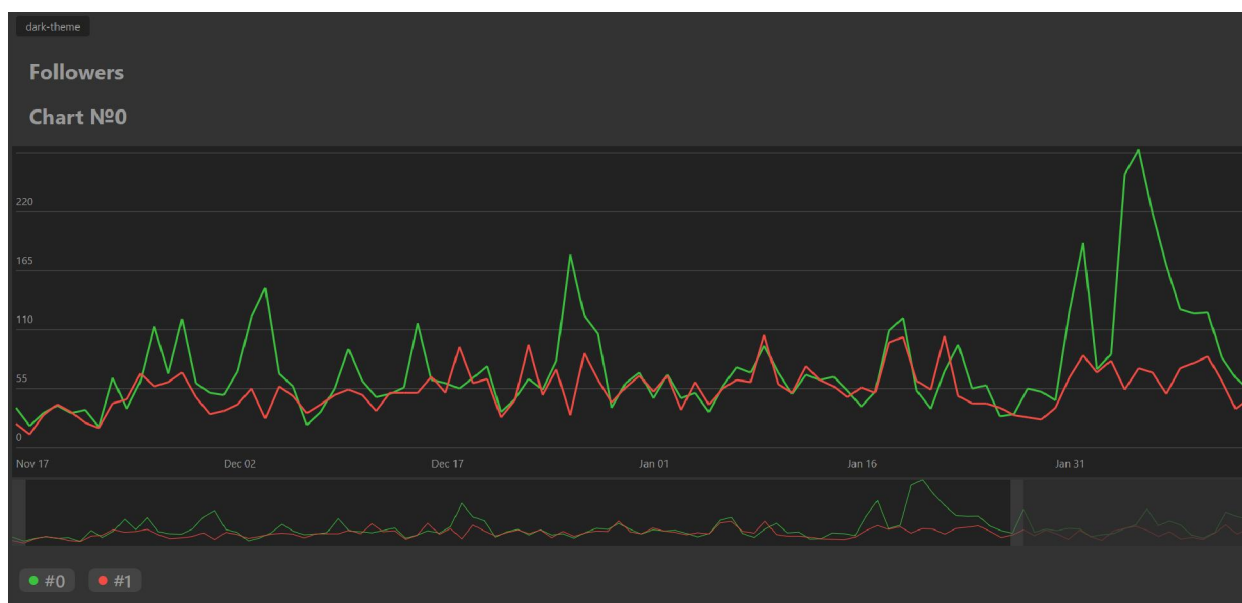


Рисунок 6. Темная тема.

Для отрисовки графика используется `html`элемент `SVG` позволяющий отображать векторные формы внутри себя. Сам граф – набор линий. Манипуляции над `DOM` очень медленные но благодаря виртуальному `Dom` который использует `React`, такие процессы как растягивание или изменение фокуса графа стали оптимизированы. Например: не вызываться

переотрисовка всего графа, а лишь изменение атрибутов или если изменений не было - domэлемент также не изменится.

Литература

1. ReactJS [Электронный ресурс]. - Режим
доступа: <https://reactjs.org/docs/getting-started.html>. -Датадоступа:
03.14.2019.

МОДЕЛЬ ВАГОНА ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

Бородавко К.Л.

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

В данной работе обсуждается конечно-элементная модель вагона для перевозки лесоматериалов объёмом $6,04 \text{ м}^3$ и массой $135,44 \text{ т}$. Предварительно строится параметрическая геометрическая модель объекта, позволяющая рассматривать различные варианты проекта.

После приложения нагрузок со стороны груза и собственного веса вагона и нахождения напряжений методом конечно-элементного расчёта получаем картину, представленную на рисунке 1.

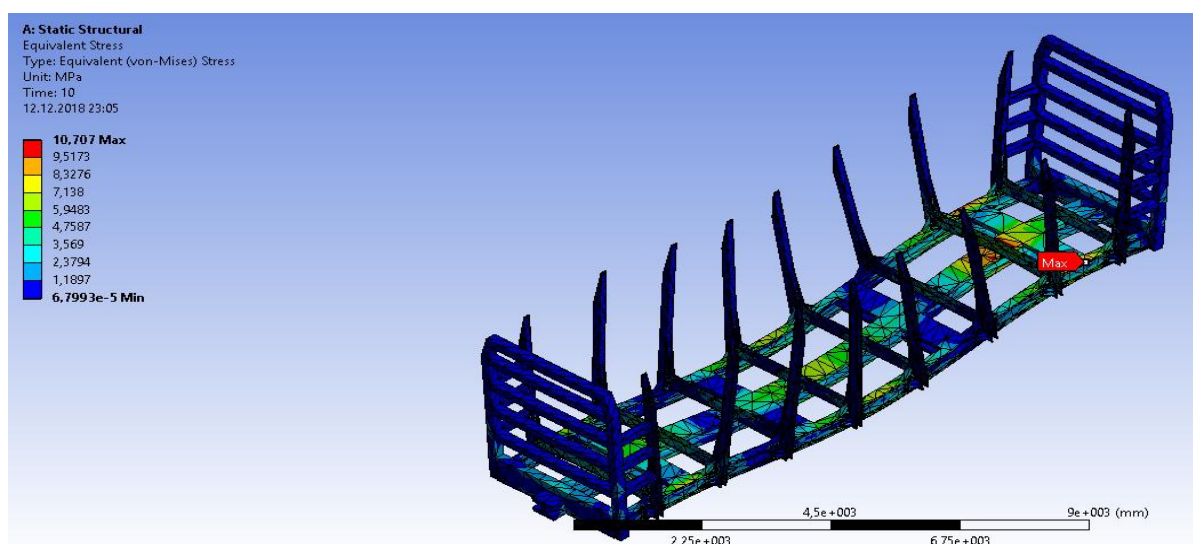


Рисунок 1 – Напряжения

На следующем этапе ставим оптимизационную задачу. Для этого в проекте выбираем пункт Designofexperimentso бъектаResponseSurfaceOptimizationи ставим изменяемый параметр - толщина стенки балки. После нажатия кнопки Updateпроизводятся расчеты вагона с разной толщиной стенки балки. Результаты приведены на рисунке 2.

Table of Schematic C2: Design of Experiments (Central Composite Design : Auto Defined)					
	A	B	C	D	E
1	Name	P6 - T (mm)	P1 - Equivalent Stress Maximum (Pa)	P4 - Geometry Volume (m ³)	P7 - Total Deformation Maximum (mm)
2	1 DP 10	20	1,0707E+07	6,0532	1,4099
3	2	18	1,0589E+07	6,0355	1,4023
4	3	22	1,0723E+07	6,0708	1,4084
5	4	19	1,0639E+07	6,0443	1,406
6	5	21	1,0775E+07	6,062	1,4112

Рисунок 2 – Результаты расчёта

Далее выбираем пункт ResponseSurface того же объекта и нажимаем кнопку Update и переходим в пункт Optimization.

Здесь задаём следующее:

Ограничение – максимальное напряжение не должно превышать 110 Мпа.

Критерий – масса вагона, которую следует минимизировать.

Теперь нажимаем кнопку Update, чтобы решить оптимизационную задачу. По завершении расчётов появляется окно с результатами, изображенное на рисунке 3.

9	Candidate Points			
10		Candidate Point 1	Candidate Point 2	Candidate Point 3
11	P5 - T (mm)	18,3	18,7	19,1
12	P1 - Equivalent Stress Maximum (Pa)	★★★ 1,1601E+07	★★ 1,2545E+07	★★★ 1,0908E+07
13	P4 - Geometry Volume (m ³)	★★★ 6,187	★★ 6,1934	★ 6,1998
14	P6 - Total Deformation Maximum (mm)	★★★ 1,4075	★★ 1,419	★ 1,4234

Рисунок 3 – Результаты оптимизации

Наилучший вариант геометрии соответствует толщине стенки балки 18,3 мм.

При этом получаем объем, равный $6,187 \cdot 10^9$ мм³, при котором максимальное напряжение в конструкции равно 11,6 МПа.

Литература

1. 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.

2. Напрасников, В.В. Исследование возможных улучшений рамы компрессорно-конденсаторного агрегата / В.В. Напрасников, С.В. Красновская // Восьмая Междунар. науч.-техн. конф. «Информационные технологии в промышленности» (ІТІ*2015) : материалы конф., Минск, 2–3 апреля 2015. – Минск : ОИПИ НАН Беларуси, 2015. – С. 51–52.

3. 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.

ДОМЕННЫЕ ИМЕНА. КИБЕРСКВОТТИНГ В БЕЛАРУСИ

Гавритова М.А.

Научный руководитель – Белова С.В., старший преподаватель

Сеть Интернет можно сравнить с реальным миром. Представьте, что к людям бы обращались по числам, или же уникальным номерам? Согласитесь, это очень неудобно. То же и в сети Интернет, каждому узлу присваивается уникальный номер, называемый IP-адресом, но людям сложно запоминать длинные числовые последовательности, поэтому была разработана система доменных имён.

Доменное имя уникально идентифицирует любой узел в Интернет. Наличие доменного имени представляет собой более простой вариант для поиска нужной информации.

Для сопоставления доменного имени и реального IP адреса была разработана система DNS (DomainNameService) – служба доменных имен. Информация о доменных именах хранится в базе данных, распределенной по многим серверам DNS по всему миру и имеющей древовидную иерархическую структуру. Каждый узел в доменном дереве DNS можно идентифицировать с помощью полного доменного имени FQDN (FullyQualifiedDomainName), которое однозначно указывает расположение домена или конечного узла относительно корня доменного дерева. Полное доменное имя состоит из хост-имени данной системы (или типа ресурса) и имен всех родительских доменов, вплоть до корня дерева DNS, разделенных точками.

Обычно DNS-серверы содержат базу данных с информацией о некоторой части древовидной структуры доменов. Например, только имена, которые заканчиваются на следующем ниже уровне иерархии по сравнению с именем домена. При такой организации службы DNS нагрузка по разрешению имен распределяется равномерно между DNS-серверами в Интернет.

Каждая организация, зарегистрировавшая свой домен, отвечает за свою область пространства имен и может автономно ею управлять. Таким образом нагрузка по администрированию DNS разделена между администраторами сетей.

В этой базе хранится информация об IP-адресе, о дате регистрации, о физическом или юридическом владельце доменного имени.

Люди пытаются найти способ заработать деньги на всём что только можно, и система DNS не стала исключением.

Киберсквоттинг(англ.cybersquatting)– это регистрация доменных имён, содержащих торговую марку, принадлежащую другому лицу с целью их дальнейшей перепродажи или недобросовестного использования.

Если говорить про киберсквоттинг на территории Беларуси, то это обычно происходит следующим образом.

Предположим, иностранная компания только собирается открыть свой филиал в Беларуси. Как только появляется данная информация, киберсквоттеры сразу же покупают соответствующее доменное имя в зоне by. Когда компания собирается зарегистрировать сайт, сталкивается с тем, что данное имя уже выкуплено и под их маркой происходит искажение имиджа, перехват клиентов или даже вымогательство. Компании приходится либо выкупать домен или же смириться.

Есть еще такой вариант, когда киберсквоттеры покупают созвучные или отличающиеся всего на несколько букв имена с очень известными сайтами. В таких случаях зачастую люди ошибаются и попадают на ложные страницы. Таким образом киберсквоттеры зарабатывают на продаже рекламы или своих аналогов продукции.

Одними из жертв киберсквоттинга на территории Беларуси стали предприятия “Белшина” и “МТЗ”. При поиске сайта этих предприятий легко можно столкнуться с двойниками, адреса которых к примеру www.belshina.by или www.mtz.by, в то время как официальные сайты <http://www.belshinajsc.by> и <http://belarus-tractor.com>.

Киберсквоттинг в Беларуси – это частое явление. Пока иностранные компании и брэнды только собираются к нам, одноименные торговые марки и адреса уже практически все раскуплены. Цена вопроса о выкупе доменных имён в белорусском сегменте колеблется от нескольких тысяч до нескольких десятков тысяч долларов. В зоне .ru, стоимость уже в разы больше. А самые крупные операции, конечно, в сегментах .com, .org и .net. Есть даже специализированные площадки для продажи доменных имен. На интернет–аукционе Sedo, например, dollars.com продан за 800 тысяч долларов. А pizza.com потянул на 2,6 миллиона.

Литература

1. Киберсквоттинг в Беларуси: миф или реальность? // 42.tut.by URL: <https://42.tut.by/205403> (дата обращения: 10.04.2019).
2. Киберсквоттинг // ru.wikipedia.org URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Киберсквоттинг> (дата обращения: 10.04.2019).
3. Что такое доменное имя? // www.sumteh.ru URL: <https://www.sumteh.ru/stati/registraciya-domennih-imen/chto-takoe-domennoe-imya.html> (дата обращения: 10.04.2019).

УДК 658.512

ОПТИМИЗАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ВЫШКИ СОТОВОЙ СВЯЗИ В СРЕДЕ ANSYS WORKBENCH

Дранчук А.С.

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

Современное проектирование предполагает создание оптимальных по материалоёмкости конструкций. Для этого ставится оптимизационная задача по уменьшению объёма, в которой изменяемыми параметрами могут быть геометрические размеры. А ограничением может быть предельное напряжение, которое должно обеспечивать прочность конструкции.

Разберем это положение на примере стойки базовой станции объёмом $0,3 \text{ м}^3$ и массой 2330.4 кг.

После приложения рабочих нагрузок и нахождения напряжений методом конечно-элементного расчёта получаем картину, представленную на рисунке 1. Как видим, напряжение не достигает предела текучести, что позволяет провести оптимизацию.



Рисунок 1 – Напряжения

На следующем этапе ставим оптимизационную задачу. Она выглядит следующим образом:

- ограничение – максимальное напряжение не должно превышать 2,5 мпа (предел прочности для стали),
- критерием будет объём конструкции,
- варьируемыми параметрами будут размеры профилей балок.

Для этого в проекте выбираем пункт Designofexperiments объекта ResponseSurfaceOptimization и ставим изменяемый параметр - параметры профилей балок (всего 10). После нажатия кнопки Update производятся расчеты 40 вариантов ковша с разной толщиной стенки. Результаты приведены на рисунке 2.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Name	P1 - I_W1	P2 - I_W2	P3 - I_W3	P4 - I_t1	P5 - I_t2	P6 - I_t3	P7 - L_W2	P8 - L_W1	P9 - L_t1	P10 - L_t2
2	1	100	100	172.5	8.5	10	12.5	100	100	10	10
3	2	146.19	60.674	248.09	15.048	14.615	14.963	159.36	159.44	9.3463	15.512
4	3	151.57	159.39	232.91	1.0776	4.8371	10.866	41.299	153.62	15.228	11.219
5	4	61.686	125.24	247.79	3.9131	14.034	14.983	47.823	157.29	4.152	15.911
6	5	42.119	158.99	125.25	14.272	4.8434	13.892	157.01	60.998	15.355	4.7279
7	6	59.82	144.81	106.36	15.467	4.9326	10.036	45.829	52.559	10.507	4.0451
8	7	42.567	42.575	224.03	4.6307	15.27	10.281	158.3	48.52	15.254	7.5852
9	8	159.18	159.71	241.18	7.9584	14.55	14.3	153.25	41.156	15.616	7.1103
10	9	45.477	159.56	100.54	7.6744	14.39	10.472	148.57	159.96	6.9522	4.3448
11	10	55.202	43.394	243.25	11.357	15.795	10.307	41.487	44.72	6.3696	13.705
12	11	41.155	47.067	136.2	15.766	15.592	13.364	48.395	159.64	15.941	8.4073
13	12	135.06	155.37	102.94	2.3096	4.4356	13.55	159.21	47.435	5.3828	5.3057
14	13	61.187	158.43	118.55	14.402	15.724	10.384	60.317	157.33	6.6042	15.599
15	14	157.48	147.77	246.71	15.31	4.9535	10.39	130.45	70.992	5.9895	4.1031
16	15	156.49	159.05	109.22	1.8965	7.287	10.657	52.613	41.072	8.6853	15.569
17	16	59.48	133.37	233.51	4.9538	4.3562	14.838	147.34	159.31	15.442	4.8161
18	17	107.19	60.028	105.31	2.131	4.4295	14.762	41.007	120.69	15.613	15.774
19	18	51.35	146.99	216.28	15.961	5.4576	14.21	45.864	150.58	4.1317	6.2269
20	19	135.48	148.98	238.89	15.619	6.1079	11.461	147.19	45.196	15.68	15.594
21	20	148.56	95.147	233.27	1.4744	15.804	10.057	56.965	56.16	6.2576	4.0827

Рисунок 2 – Результаты расчёта

Далее выбираем пункт ResponseSurface того же объекта и нажимаем кнопку Update и переходим в пункт Optimization.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Name	Parameter	Objective		Constraint		
2			Type	Target	Type	Lower Bound	Upper Bound
3	P11	P11 - Total Deformation Maximum	No Objective		No Constraint		
4	Minimize P12	P12 - Geometry Volume	Minimize		No Constraint		
5	P13 <= 2.5E+08 MPa	P13 - Maximum Combined Stress Maximum	No Objective		Values <= Upper Bound		2.5E+08
6	P1	P1 - I_W1	No Objective		No Constraint		
7	P2	P2 - I_W2	No Objective		No Constraint		
8	P3	P3 - I_W3	No Objective		No Constraint		
9	P4	P4 - I_t1	No Objective		No Constraint		
10	P5	P5 - I_t2	No Objective		No Constraint		
11	P6	P6 - I_t3	No Objective		No Constraint		
12	P7	P7 - L_W2	No Objective		No Constraint		
13	P8	P8 - L_W1	No Objective		No Constraint		
14	P9	P9 - L_t1	No Objective		No Constraint		
15	P10	P10 - L_t2	No Objective		No Constraint		

Рисунок 3 – Критерий и ограничение в оптимизационной задаче

Теперь нажимаем кнопку Update, чтобы решить оптимизационную задачу. По завершении расчётов появляется окно с результатами, изображенное на рисунке 4.

Как видим, у нас есть 3 варианта:

	Candidate Point 1	Candidate Point 2	Candidate Point 3
P1 - I_W1	40	160	40.18
P2 - I_W2	40	160	100.06
P3 - I_W3	95	250	146.74
P4 - I_t1	1	12.911	4.0075
P5 - I_t2	4	16	5.7203
P6 - I_t3	10	12.565	10.457
P7 - L_W2	40	40	49.291
P8 - L_W1	40	40	47.119
P9 - L_t1	4	4	4.6376
P10 - L_t2	4	5.0124	4.5277
P11 - Total Deformation Maximum (mm)	0.60652	0.77196	0.62585
P12 - Geometry Volume (mm ³)	★★★ 7.3862E+07	★★★ 1.0388E+08	★★★ 1.1294E+08
P13 - Maximum Combined Stress Maximum (MPa)	★★★ 5.9797	★★★ 6.6151	★★★ 6.3821

Рисунок 4 – Результаты оптимизации

Исходный объём был равен 0,3 м³, а в оптимальной конструкции он составил 0,07 м³ (Candidate Point 1, рис. 4). Таким образом в процессе оптимизации объём конструкции уменьшился более чем в 4 раза.

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 // ВесціНацыянальнайакадэміінавуцБеларусі. Сер. фіз.-тэхн. навук. – 2016. – № 2. – С. 92–99.
3. Напрасников, В.В. Исследование возможных улучшений рамы компрессорно-конденсаторного агрегата / В.В. Напрасников, С.В. Красновская // Восьмая Междунар. науч.-техн. конф. «Информационные технологии в промышленности» (ITI*2015) : материалы конф., Минск, 2–3 апреля 2015. – Минск : ОИПИ НАН Беларуси, 2015. – С. 51–52.

Казачёнок М.С.

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

Язык CAL (ConcurrentActorLanguage) относится к языкам высокого уровня [1-4]. CAL разработан в Калифорнийском университете Беркли в 2001 году. CAL – это язык потока данных, ориентированный на множество областей применения таких как обработка мультимедиа, сетевая обработка, криптография и т.д. Описание вычисления, представленное в виде диаграммы актеров, соединенных дугами, показывает передачу потоков данных и является хорошим руководством относительно того, может ли поток данных эффективно представлять заданную проблемную область.

Одним из самых простых актеров является актер SimpleActor (см. рисунок 1), который посредством действия action лишь копирует токены со своего входного порта на свой выходной порт.

```
actorSimpleActor () InputPort ==>OutputPort :  
  
actionInputPort: [token] ==>OutputPort: [token] end  
  
end
```

Рисунок 1 – Код простого актера SimpleActor

Актер SubActor, представленный на рисунке 2, имеет два входных порта. Как и актер SimpleActor, он также имеет одно действие, но на этот раз действие читает токен с каждого из входных портов. Единственный выходной токен, созданный этим действием, является разницей двух входных токенов.

```
actorSubActor () InPort1, InPort2 ==> Output:
```

```
action InPort1:[num1],InPort2:[num2]==>[num1-num2] end  
end
```

Рисунок 2 – Актер SubActor, вычисляющий разницу двух входных токенов

Пример выполнения актёра SubActor представлен на рисунке 3.

```
[19, 7, -6], [13, 0, 2] ==> []  
-> [7, -6], [0, 2] ==> [6]  
-> [-6], [2] ==> [6, 7]  
-> [], [] ==> [6, 7, -8]
```

Рисунок 3 – Пример выполнения актёра SubActor

До этого момента у всех актёров было одно действие, однако актёр может иметь любое количество действий, в том числе вообще никаких. Пример актёра SimpleAndSubActor с двумя действиями представлен на рисунке 4.

```
actorSimpleAndSubActor () In1, In2 ==> Out1, Out2:  
action In1:[num1] ==> Out1: [num1] end  
action In1:[num1],In2:[num2]==>Out2[num1-num2] end  
end
```

Рисунок 4 – Актер Simple, выполняющий два действия

Во многих случаях мы хотим указать дополнительные критерии, которые должны быть выполнены для действия, которое нужно выполнить. Одним из критериев является условие, которое зависит от значений токенов или от состояния актёра, или одновременно от токенов и состояния. Эти условия

могут быть указаны с помощью защитного выражения (*guard*), как, например, в актёре *SortActor* представленного на рисунке 5.

```
actorSortActor () InPort ==> Out1, Out2:  
action [num] ==> Out1: [num]  
guardnum>= 0 end  
action [num] ==> Out2: [num]  
guardnum< 0 end  
end
```

Рисунок 5 – Актёр *SortActor*, использующий защитное выражение

Пример выполнения актёра *SortActor* дан на рисунке 6.

```
[7, -11, 0] ==> [], []  
-> [-11, 0] ==> [7], []  
-> [0] ==> [7], [-11]  
-> [] ==> [7, 0], [-11]
```

Рисунок 6 – Пример выполнения *SortActor*

До сих пор ни у актёров не было действия, которое могло бы повлиять на последующие действия этого актёра. Используя переменные состояния, срабатывание действия (*action*) может сохранить информацию для последующих срабатываний того же самого или другого действия одного и того же актёра. Простой пример этого – актёр *StateActor*, представленный на рисунке 7.

```

actor StateActor() Input ==> Output:
sum:=0
action [num] ==> [sum] do
sum:=sum + a;
end
end

```

Рисунок 7 – Актер StateActor, имеющий внутреннее состояние

Пример выполнения актера StateActor дан на рисунке 8.

```

[1, 3, 5] ==> []
-> [3, 5] ==> [1]
-> [5] ==> [1, 4]
-> [] ==> [1, 4, 9]

```

Рисунок 8 – Пример выполнения актёра StateActor

Для объектной реализации языка CAL будут созданы следующие классы:

1. класс Actor – будет эмулировать работу актера;
2. класс Interaction – данный класс будет отвечать за взаимодействие актеров, т.е. отвечать за связь входных и выходных портов актеров;
3. класс Port – для сохранения токенов.

Литература

1. G. A. Agha. ACTORS: A Model of Concurrent Computation in Distributed Systems. The MIT Press Series in Artificial Intelligence. MIT Press, Cambridge, 1986.
2. Ernesto Wandeler. Static Analysis of Actor Networks. University of California at Berkeley Berkeley, CA 94720. March 2003.
3. CALActorLanguage [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/CAL_Actor_Language. (Датаобращения: 13.04.2019).
4. CAL Language Report: Specification of the CAL actor language, Johan Eker and Jörn W. Janneck, Technical Memorandum No. UCB/ERL M03/48, University of California, Berkeley, CA, 94720, USA, December 1, 2003

ОНЛАЙН РАСПИСАНИЕ РЕЙСОВ АЭРОПОРТОВ

Клименков К.Р.

Научный руководитель – Белова С.В., старший преподаватель

Наземное обслуживание в аэропортах – одна из немногих разновидностей деятельности в воздушном транспорте, в которой совместно участвуют службы аэропорта, подразделения авиакомпаний, независимые подрядчики. От того, как организовано наземное обслуживание, зависит не только безопасность полетов, регулярность отправок воздушных судов, но и зачастую пропускная способность аэропортов. Ну и конечно, любая авиакомпания, всерьез заботящаяся о своей репутации, знает о том, насколько ответственна наземная фаза работы с пассажиром.

Использование новых, современных технологий при работе с пассажирами является одним из основных направлений деятельности аэропорта. Предоставление информации и обслуживание клиентов - ключевой фактор успеха авиакомпаний. И от того, какое впечатление останется у пассажира, зависит успех и развитие как аэропорта, так и авиакомпании. Поэтому предоставление информации пассажирам о предстоящих и осуществленных рейсах авиакомпании, является одним из важнейших сервисов деятельности аэропорта, который облегчает работу не только персоналу, но и предоставляет удобство пассажирам.

Используя онлайн систему предоставления информации о рейсах аэропорта в реальном времени и мобильные устройства, пассажир или встречающий в любое время может получить актуальную информацию о текущих, отправленных или будущих рейсах аэропорта, что избавит его от ненужного и утомительного ожидания в аэропорту, тем самым уменьшая нагрузку обслуживания клиентов аэропорта.

Мобильное приложение «Расписание рейсов аэропортов» предоставляет пользователю обширный список аэропортов по всему миру. При выборе одного из них на экране мобильного устройства отобразится расписание отправок и прибытий самолетов в интересующий пользователя аэропорт. Далее пользователь может получить расширенную информацию о рейсе и, если необходимо, посмотреть маршрут полёта воздушного судна на карте.

Средства разработки приложения: открытый мультипарадигмальный компилируемый язык программирования Swift версии 4.2 и интегрированная среда программирования Xcode версии 10.1. Начальный экран приложения представлен на рисунке 1.

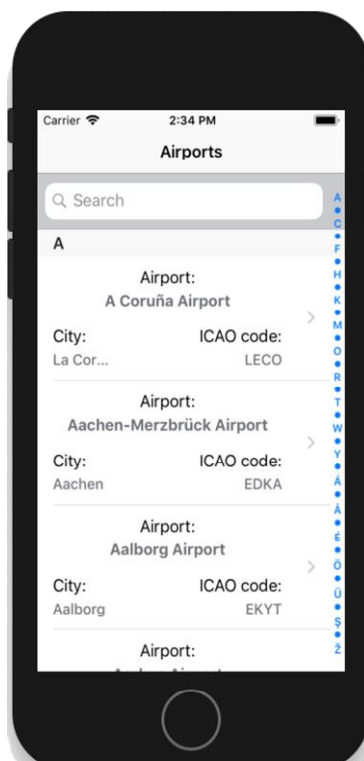


Рисунок 1 – Начальный экран приложения со списком аэропортов

Для реализации приложения использовался комплект средств разработки (SDK) для IOS. В построении графического пользовательского интерфейса (GUI) был использован UIKitFramework - библиотека, содержащая специфические для iOS GUI-классы. Для взаимодействия с API сайтов, которые предоставляют всю необходимую информацию о аэропортах, рейсах, текущих координатах авиа судов, был использован специальный класс, отвечающий за выполнение HTTP-запроса и получение HTTP-ответа – URLSession. Чтобы сократить использование интернет трафика, а также ожидание пользователя, пока с сервера будет получен список всех аэропортов, а затем подготовлен для отображения, был использован CoreDataframework. CoreData – это фреймворк, который управляет и хранит данные в приложении.

Можно рассматривать CoreData, как оболочку над физическим реляционным хранилищем, представляющую данные в виде объектов, при этом сама CoreData не является базой данных. В данном приложении CoreData используется для хранения и получения из неё ранее скаченного списка аэропортов. Для кэширования изображений использовался класс NSCache. Так как сохранение в базу данных или получение данных из сети может занять довольно большой промежуток времени, то, до тех пор, пока информация не будет обработана (функция не завершит своё выполнение), весь пользовательский интерфейс остается заблокированным. Это связано с тем, что обновление интерфейса и выполнение подобных задач стоят в главном потоке и выполняются последовательно. Для решения этих проблем в приложении активно используется GrandCentralDispatchframework – технология, которая является реализацией параллелизма задач и основана на шаблоне проектирования «Пул потоков». Работа с картами организована с помощью GoogleMapsSDK – набор готовых классов, предназначенный для внедрения в приложение карт, основанных на данных Google карт.

КИБЕРСКВОТТИНГ И ЕГО ВИДЫ

Ковалюк С.А.

Научный руководитель – Белова С.В., старший преподаватель

Первый домен был официально зарегистрирован 15 марта 1985 года. Это был домен в зоне .com. Он принадлежал компании, занимающейся производством компьютеров и программного обеспечения. В настоящее время количество всех зарегистрированных адресов сайтов равняется примерно 300 миллионам и это число постоянно растет.

Неудивительно, что через какое-то время люди начали понимать, что покупку и продажу доменов можно превратить в бизнес, приносящий хорошие деньги.

Киберсквоттинг – это калька с английского “cybersquatting”, то есть захват чего-либо чужого в киберпространстве, а именно доменных имен. Люди, занимающиеся киберсквоттингом, регистрируют на себя доменные имена, содержащие в своем адресе название каких-либо известных компаний, географических названий, товаров и прочих узнаваемых вещей, а затем перепродают их заинтересованным в этом доменном имени компаниям.

Киберсквоттеры появились в начале 90-х годов в США, где каждый желающий мог совершенно бесплатно зарегистрировать любой свободный домен у регистратора NetworkSolutions. Позже была введена платная регистрация доменов, однако выгода от продажи удачного домена перекрывала любые расходы на его приобретение и продление – сделки доходили до нескольких десятков тысяч долларов! Поэтому и количество киберсквоттеров стало стремительно расти.

Существует мнение, что на данный момент чуть меньше половины всех зарегистрированных доменов (порядка 40%) – это как раз те домены, которые либо не используются и выставлены на продажу, либо используются для получения трафика и прибыли от рекламы.

Киберсквоттинг можно разделить на несколько видов в зависимости от направленности доменов: отраслевой, брендовый, географический, именной, тайпсквоттинг, краткий и защитный.

Сама покупка и регистрация свободных доменов не противоречит закону. Однако после активного развития киберсквоттинга американские и российские власти задумались о том, как можно ограничить киберсквоттеров в своих действиях: Всемирная организация интеллектуальной собственности (ВОИС или WIPO) внедрила процедуру Единой политики рассмотрения споров о доменных именах (UDRP); этим занимается Арбитражный центр ВОИС, основываясь на Правилах для единой политики рассмотрения споров о доменных именах.

Процедура лояльна к владельцам товарных знаков, по статистике большинство (около 80%) дел выигрывают именно они.

Борьба за доменные имена – это очень серьезное дело. Чаще всего этим занимаются глобальные корпорации, которые не терпят спекуляций на своем имени.

В 2014 году ООО «Хэдхантер», которому принадлежит hh.ru, подал в суд на иркутскую компанию HH&HR, сайт которой располагался по адресу hh-hr.ru. Арбитражный суд Москвы посчитал, что использование сочетания букв hh в домене нарушает права «Хэдхантера» и изъял домен в пользу этого портала.

Практически все красивые, звучные, известные и так далее доменные имена уже зарегистрированы; большинство сделок перепродажи уже произошло в начале 2000-х годов. Однако появление новых доменных зон – пусть дорогих и не очень популярных – дает возможность киберсквоттерам продолжать свое дело.

Литература

1. Мазур С. Что такое киберсквоттинг: виды, громкие имена, перспектива. - Сайт ООО «ТаймВэб». – Режим доступа: <https://timeweb.com/ru/>
2. Киберсквоттинг и киберсквоттеры. - Интернет-технологии.ру . - Режим доступа: www.internet-technologies.ru
3. Словари и энциклопедии на Академике. – Режим доступа: <https://dic.academic.ru/>

ГИПЕРКОНВЕРГЕНТНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА

Колос К.А.

Научный руководитель – Белова С.В., старший преподаватель

Гиперконвергентные системы становятся сегодня одним из основных решений в области построения ИТ-инфраструктуры корпоративного уровня.

По определению ForresterResearch, гиперконвергенция — это подход к созданию ИТ-инфраструктуры, который объединяет в одном модульном решении серверы, системы хранения, сетевые функции и программное обеспечение, отвечающее за создание пула ИТ-ресурсов, быстрое и простое их реконфигурирование, не требующее специальной подготовки. Такие системы позволяют упростить и ускорить ввод в эксплуатацию ИТ-ресурсов, снизить затраты на управление и общую стоимость владения ИТ-инфраструктурой, в том числе за счет глубокой автоматизации и самообслуживания.

Гиперконвергентная система представляет собой объединённые в одном корпусе сервер, систему хранения данных и сетевой коммутатор. Однако самой главной частью является адаптированное ПО, включая контроллеры. Это некое массовое устройство, не требующее наладки и доводки, обладающее широчайшей совместимостью и универсальное в применении. Гиперконвергентные системы пользуются всё большей популярностью. Многие компании малого и среднего уровня, не имеющие больших штатов ИТ-специалистов, с помощью подобных систем очень быстро разворачивают компактные, недорогие и очень гибко масштабируемые системы хранения и обработки данных. Для управления хранилищами данных и серверным оборудованием порой достаточно одного системного администратора.

Гиперконвергентные решения выделяются улучшениями на уровне программного контроллера, что позволяет легко их масштабировать. Для увеличения емкости и производительности нужно добавить новый блок. Вместо усиления мощности за счет увеличения числа дисков, количества памяти или процессоров, производительность увеличивается за счет добавления большего числа модулей.

Гиперконвергентные системы обычно состоят из нескольких физических модулей, объединяемых в горизонтально масштабируемый кластер. Каждый из них содержит вычислительное ядро, ресурсы хранения, сетевые компоненты и гипервизор.

Отдельное устройство имеет от одного до четырех узлов, каждый из которых представляет собой самостоятельный сервер с процессором и памятью в общем шасси. Гиперконвергентные кластеры (HCI) обычно

содержат от 4 до 64 узлов, хотя некоторые производители не указывают конкретных пределов масштабируемости.

Для того чтобы узлы могли совместно использовать ресурсы хранения, применяется программное обеспечение для создания виртуальной сети хранения или кластерная файловая система. Программное обеспечение для реализации гиперконвергентной инфраструктуры может предлагаться как отдельно, так и предустановленным на физические устройства.

Недостаток при покупке ПО - заказчику придется отдельно приобретать оборудование и затем самостоятельно его устанавливать. Преимущество - возможность самостоятельно выбирать аппаратное обеспечение (в отличие от приобретения готовых устройств с предустановленным ПО).

В HCI реализуются три типа масштабирования: хорошо известное по кластерам горизонтальное (scaleout), по мейнфреймам и Unix-серверам вертикальное (scaleup) и новое scalethrough.

Большинство предложений HCI нацелены на решение широкого круга задач:

- развертывание частных облаков и VDI (это основное приложение);
- развертывание аналитических приложений, систем OLTP;
- поддержку критичных для бизнеса приложений;
- консолидацию серверов и модернизацию ЦОД.

Поставщики гиперконвергентных систем позиционируют свои продукты как ответ на самые насущные вызовы, с которыми сталкиваются корпоративные ИТ-отделы: быстрое развертывание оборудования для поддержки новых услуг, сокращение капитальных и операционных затрат, нехватка квалифицированных ИТ-кадров, упрощение управления ИТ-инфраструктурой, повышение защищенности и доступности данных и т. д.

В соответствии с известной пропорцией, 80% всего времени тратится на поддержание ИТ-инфраструктуры в должном состоянии и только 20% — на ее стратегическое развитие для решения задач бизнеса, поскольку выполнение текущих операций поглощает большую часть рабочего времени сотрудников ИТ-отделов. Согласно недавнему исследованию IDC, применение гиперконвергентных систем позволило корпоративным ИТ-отделам больше времени уделять инновациям и новым проектам — 29% вместо прежних 16%. Кроме того, в результате удалось увеличить долю ИТ-бюджета, направляемую на новые проекты, — с 43 до 56%. И это только одно из потенциальных преимуществ реализации гиперконвергентной инфраструктуры. Аналитики из 451 Research утверждают, что поставщики HCI наиболее часто выделяют еще четыре.

Во-первых, сокращение числа управляемых систем. Один гиперконвергентный узел объединяет вычислительные и СХД-ресурсы, что, соответственно, ведет к сокращению числа отдельных устройств и, как следствие, уменьшению количества объектов, которые надо приобретать, устанавливать и обслуживать.

Поставщики HCI даже заявляют о появлении нового класса ИТ-специалистов — универсалов (generalists). Благодаря автоматизации многих

функций управления, им не приходится вникать в специфические детали архитектуры серверов и СХД, как их узкоспециализированным собратьям, которые в эру до-НСІ фокусировались на обслуживании только одного вида оборудования. Более простое управление аппаратным обеспечением особенно привлекательно для небольших компаний и удаленных филиалов, где нет условий для содержания штата специалистов.

Во-вторых, упрощение масштабирования. Как отмечают аналитики 451 Research, масштабирование систем хранения всегда было трудным делом: после заполнения имеющихся полок для дисков либо приобреталась еще одна система, которой приходилось управлять отдельно, либо осуществлялся переход на более крупную систему. В отличие от них, гиперконвергентные системы рассчитаны не на вертикальное (scale-up), а на горизонтальное (scale-out) масштабирование. Когда возникает необходимость в дополнительной вычислительной мощности, ИТ-отделу достаточно приобрести еще один узел и добавить его к имеющемуся кластеру. По сравнению с традиционными и конвергентными решениями типичный квант наращивания значительно меньше.

Третье - фокус на VM. VM-центричные гиперконвергентные платформы позволяют применять политику к отдельным VM, назначая для каждой свои правила резервного копирования, тиражирования и т. д.

Наконец четвертое преимущество - повышение производительности.

Сегодня гиперконвергентные системы – одно из быстро развивающихся решений в области построения ИТ-инфраструктуры корпоративного уровня. Рынок гиперконвергентных систем продолжает демонстрировать рост числа игроков, продажи растут двузначными темпами, расширяется целевая аудитория и области применения. Многие компании заинтересованы в получении преимуществ облачной модели в своей корпоративной инфраструктуре, и системы НСІ дают такую возможность, обеспечивая при этом высокую производительность приложений.

Литература

1. Гиперконвергентность.- Национальная электронная библиотека им. Н.Э. Баумана. - Режим доступа: <https://ru.bmstu.wiki/> (дата обращения: 15.04.2019)

2. Ганьжа Д. Гиперконвергенция: ИТ-инфраструктура на раз, два, три.- Журнал сетевых решений/LAN. - №5. – 2016. Режим доступа: <https://www.osp.ru/lan/2016/05/13049349/> (дата обращения: 16.04.2019)

3. Немного о конвергентной (и гиперконвергентной) ИТ-инфраструктуре. - Блог компании ИТ-ГРАД. Разработка под e-commerce. - Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/it-grad/blog/281813/> (дата обращения: 16.04.2019)

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СТРЕЛЫ МАНИПУЛЯТОРА

Павловец Д. А.

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

В настоящее время существуют различные типы и конструкции экскаваторов и их рабочих органов, которые применяются в зависимости от характера и тяжести работ. Следует разработать рабочие органы, где присутствует ковш экскаватора, стрела манипулятора с добавлением необходимых дополнительных частей для их связи.

Практически все современные расчёты на прочность проводят, используя метод конечных элементов (МКЭ). МКЭ - анализ был выполнен в ANSYS Workbench. На первом этапе была разработана новая геометрическая модель рабочих органов экскаватора. Для этого были построены модели балок, гидроцилиндров, валов и крепёжных элементов. Готовая сборка представлена на рисунке 1.

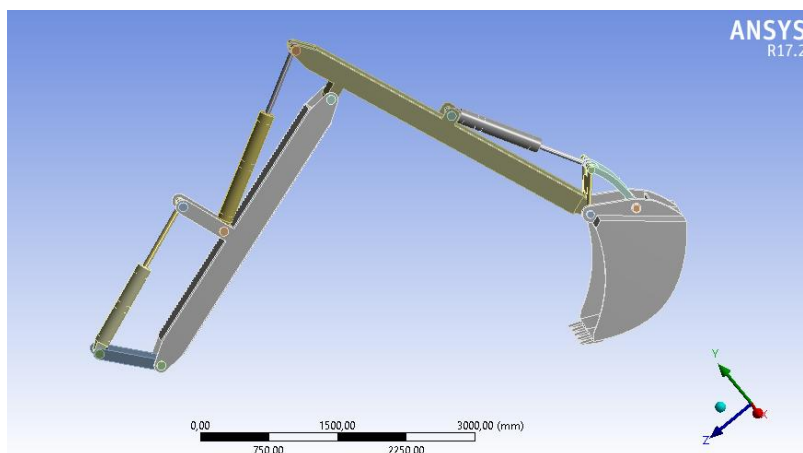


Рисунок 1 –Сборка: вид сбоку

В результате расчёта конструкции под нагрузкой видим, что максимальное рассчитанное напряжение возникает в точках крепления гидроцилиндров и равно 110 Мпа (рисунок 2), что намного больше напряжений в остальных частях конструкции. Следовательно, нам следует выбрать рациональный вариант проекта с целью уменьшения напряжения в опасном месте.

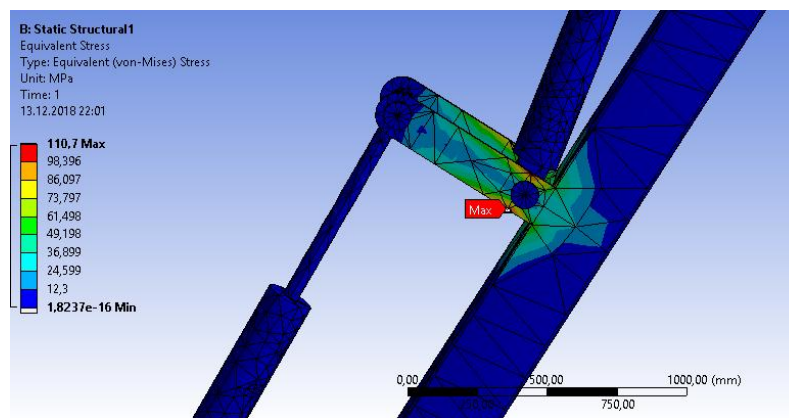


Рисунок 2. – Эквивалентные напряжения.

В качестве изменяемого параметра принимается толщина стенок проушин – 10...15мм.

После проведения оптимизации нам приводится результат в виде трех решений, которые являются наиболее предпочтительными с точки зрения заданных целей (рисунок 3).

9	Candidate Points				
10		Candidate Point 1	Candidate Point 2	Candidate Point 3	Candidate Point 3 (verified)
11	P1 - Brus1_Left	11	12		13
12	P2 - Brus2_Right	12	11		13
13	P5 - ____Brus^____1____-____5 Mass (kg)	★ 337,29	★ 337,29	✘ 359,39	✘ 359,39
14	P6 - Equivalent Stress Maximum (MPa)	★★ 32,21	★★ 32,21	★★★ 23,978	★★★ 24,885
15	P7 - Total Deformation Maximum (mm)	★★ 2,4211	★★ 2,4211	★★★ 1,6152	★★★ 1,9305

Рисунок 3 – Результат оптимизации

Проанализировав полученные результаты, оптимальным будем считать решение CandidatePoint 3. Так как в нем мы уменьшим напряжения до 24 Мпа, что составляет всего 26% от первоначальных, а масса увеличится незначительно. В данном варианте толщина стенок будет равна 13 мм.

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ АНГЛО-БЕЛОРУСКО-РУССКОГО СЛОВАРЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ТЕРМИНОВ

Швед М.А.

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

В процессе реализации англо-беларуско-русского технического словаря было разработано клиент-серверное приложение на языке программирования Java с использованием архитектурного паттерна MVC. Общая архитектура приложения приведена на рис. 1.

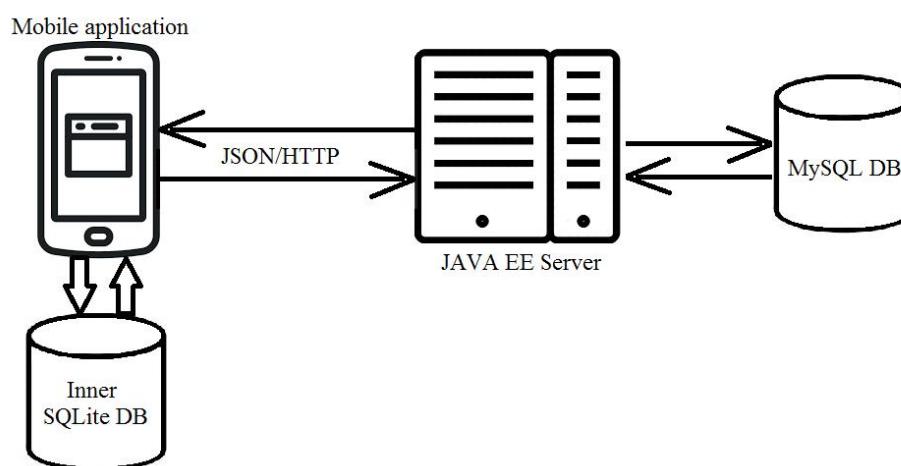


Рис. 1. Общая архитектура приложения

Серверная часть разработанной системы содержит базу данных (БД) MySQL и сервер JAVAEE, работающий с помощью контейнера сервлетов TomCat. Клиентская часть системы содержит базу данных SQLite и мобильное приложение для операционной системы Android. Для создания и оформления мобильного приложения использовались стандартные инструменты среды разработки AndroidStudio. Для каждой предметной области предлагаемого словаря в БД была создана отдельная таблица с суррогатным первичным ключом в виде колонки id. Связи между таблицами отсутствуют, поскольку в этом нет необходимости. Такая структура позволяет легко обновлять БД в мобильном приложении, т.к. при добавлении новых слов будет обновляться лишь актуальная таблица без нерационального скачивания всех предметных областей словаря.

На начальном этапе работы словарь получил название TechLex и охватывает следующие предметные области: архитектура и строительство, водоснабжение, информационные технологии, педагогика, транспортные коммуникации, экономика и энергетика. Каждая предметная область предлагаемого словаря содержит около 10000 терминов. Для добавления новых слов в БД спроектировано веб-приложение.

Разработанное мобильное приложение для англо-беларуско-русского словаря технических терминов было протестировано на планшетах и смартфонах операционной системы Android с различными диагоналями экрана. Для работы со словарем необходимо сначала выбрать исходный язык технического термина, а затем язык перевода. Выбор возможен из английского, белорусского и русского языков в обоих направлениях. Далее требуется выбрать предметную область из перечисленных выше, ввести интересующее слово в поле для поиска и подтвердить действие. После этого появится перевод термина в поле для результатов. Прокликая остальные предметные области, можно обнаружить другие переводы интересующего термина, поскольку достаточно большое количество слов являются многозначными. Следует также заметить, что выбранная предметная область сохраняется для последующих поисков, поскольку пользователь работает, как правило, именно с ней. На рис. 2 приведены копии экранов мобильного приложения электронного словаря с демонстрацией примеров поиска перевода технических терминов. Так копия экрана слева демонстрирует перевод одного термина «rainrills» из предметной области транспортных коммуникаций с английского языка на белорусский. Центральная копия экрана рис. 2 демонстрирует вывод всех словосочетаний, содержащих термин «random» при переводе с английского языка на белорусский для предметной области информационных технологий. Копия экрана справа на рис. 2 демонстрирует возможность выбора языка перевода и вывод на экран всех слов английского языка из предметной области строительства и архитектуры, которые в белорусском переводе начинаются на букву «а» либо имеют ее в своем составе.

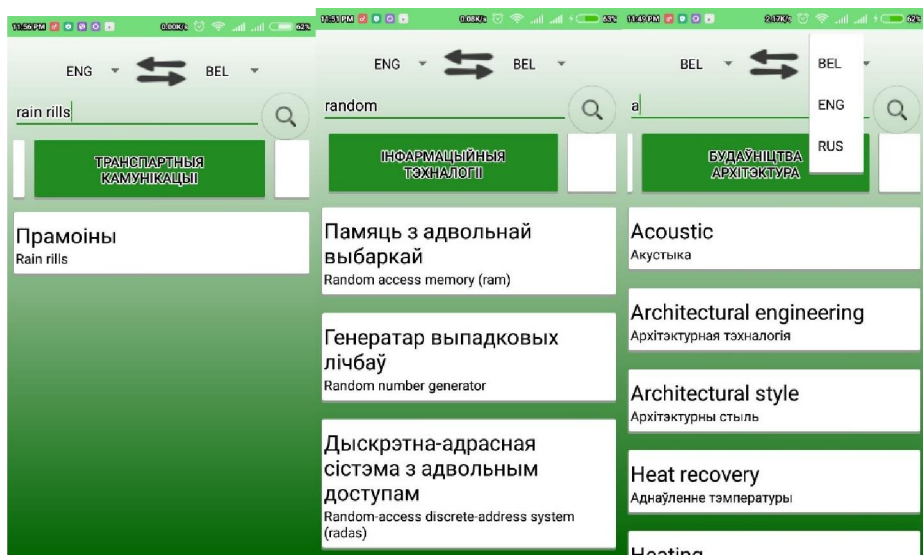


Рис. 2. Копии экранов разработанного мобильного приложения

АРХИВ ДАННЫХ В ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЕ CATS

Царь А.И.

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

CATS (англ., CareAboutTheStudent) – это система управления учебным процессом для средних и высших учебных заведений. Система предлагает работу в четырех ролях: администратор, преподаватель, студент, наблюдатель. В CATS предусмотрены возможности вести электронный журнал, составлять электронные учебно-методические комплексы, проводить контрольное тестирование и самопроверку знаний, организовывать процессы курсового и дипломного проектирования. Полный перечень функциональных возможностей системы приведен в [1]. Для ежедневной поддержки учебного процесса предусмотрено предоставление преподавателем учебного материала для изучения, а также возможность отправить студентом выполненную лабораторную работу на проверку. Следует отметить, что на сегодняшний день в системе отсутствует полноценный архив студенческих работ, который содержал бы всю необходимую информацию, даже если группа была откреплена от учебной дисциплины. Такой подход позволил бы этим работам принимать участие в проверке на плагиат, а также быть доступными при необходимости.

Для решения данной проблемы необходимо изменить способ поддержания ссылочной целостности [2-3] базы данных, а также изменить структуру и способы взаимодействия некоторых таблиц как в самой базе данных, так и на стороне сервера приложения. Изменению подверглись структуры таблиц, содержащие данные о лабораторных и курсовых работах студентов. В частности, в таблицу лабораторных работ были добавлены такие сигнальные поля как `IsCoursProject` и `IsReturned`, которые представлены на рисунке 1.

	Column Name	Data Type	Allow Nulls
🔑	Id	int	<input type="checkbox"/>
	Comments	nvarchar(MAX)	<input checked="" type="checkbox"/>
	Attachments	nvarchar(MAX)	<input checked="" type="checkbox"/>
	UserId	int	<input type="checkbox"/>
	SubjectId	int	<input type="checkbox"/>
	Date	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>
	IsReceived	bit	<input type="checkbox"/>
	IsReturned	bit	<input checked="" type="checkbox"/>
	IsCoursProject	bit	<input checked="" type="checkbox"/>

Рисунок 1. Изменение структуры таблицы UserLabFiles

Новое поле `IsCoursProject` позволило добавить в проект функциональность загрузки на сервер отчётов по курсовым работам с их дальнейшей проверкой. При этом не потребовалось создавать дополнительные таблицы, а также дополнительные вспомогательные таблицы, поскольку функциональность курсовых проектов и лабораторных работ идентичны. Добавление поля `IsReturned` позволило организовать обратную связь как по лабораторным работам, так и по курсовым проектам. Загруженный студентом файл может быть изменён преподавателем (например, дополнен комментариями) и отправлен обратно студенту. На серверной стороне приложения отправленный обратно студенту файл помечается как `IsReturned`. На стороне студента такой файл не может быть ни изменён, ни удалён, т.к. должен оставаться у преподавателя для дальнейшего сравнения. Но при работе с курсовыми проектами у студентов появляется возможность загрузить ещё одну работу.

Для реализации этих функциональностей были изменены сервисы по работе с файлами, модели таблиц в серверном представлении, а также был дополнен пользовательский интерфейс на стороне AngularJS.

Для экономии памяти и фильтрации загруженных работ при их переносе в архив, все загруженные файлы, которые не были приняты преподавателем за время проведения курса, не будут включаться в архив. Данные типы файлов будут удаляться при откреплении группы от предмета. Для реализации этой возможности было использовано поле `IsReceived` в таблице загруженных работ, а также было добавлено поле `IsActiveOnCurrentGroup` (рисунок 2) в таблице соотношения Предметов и Групп. Это позволило разделить активные и неактивные группы для определенного предмета, сохраняя при этом их все.


	Column Name	Data Type	Allow Nulls
	Id	int	<input type="checkbox"/>
	GroupId	int	<input type="checkbox"/>
	SubjectId	int	<input type="checkbox"/>
	IsActiveOnCurrentGroup	bit	<input checked="" type="checkbox"/>

Рисунок 2. Изменение структуры данных таблицы SubjectGroups

Ещё одной новой функциональностью автоматизированной системы CATS стала возможность для студентов загружать свои отчёты по курсовым работам или проектам в базу данных и при этом получать обратную связь от преподавателя. Файлы, которые были проверены преподавателем, помечаются жёлтым цветом. После этого у студента пропадает возможность удалять и изменять эти файлы, однако при этом появилась возможность загрузить ещё одну работу. Результат внедрения функциональности показан на рисунке 3. Принятые и защищенные работы помечаются зеленым цветом в системе. Аналогичным образом теперь работает и программный модуль для лабораторных работ.

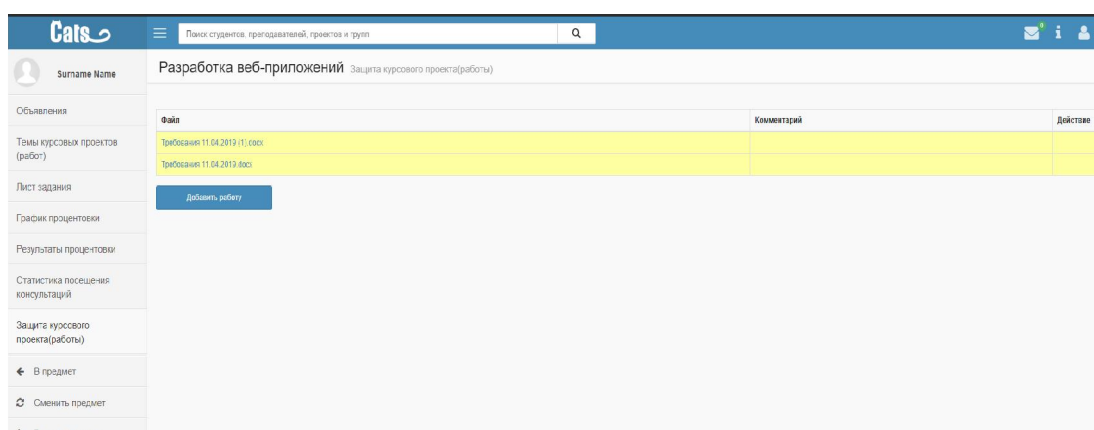


Рисунок 3. Функциональность по защите курсовых проектов (работ)

Новая организация структуры базы данных сделала возможным создание архива данных студентов предыдущих лет без сохранения излишних групп на пользовательском интерфейсе приложения. Также появилась возможность проводить более полную проверку работ студентов на плагиат, поскольку в

ней теперь участвуют работы прошлых лет из групп, открепленных от учебной дисциплины.

Такой подход позволил при минимальных затратах значительно увеличить функциональные возможности автоматизированной системы CATS. Архив данных прошлых лет разрешает сразу найти и просмотреть интересующую лабораторную или курсовую работу, особенно, если результат проверки на плагиат укажет на сходство с ней. Обратная связь с преподавателем позволит быстро оставлять пометки в присланной на проверку работе и отправлять ее на доработку в случае необходимости.

В настоящее время предлагаемая функциональность находится на стадии апробации на учебных дисциплинах «Тестирование и отладка программного обеспечения» и «Надежность программного обеспечения» для подготовки инженеров-программистов.

Литература

1. Попова, Ю.Б. Функциональные возможности автоматизированной системы управления обучением CATS (CareAboutTheStudents) / Ю.Б. Попова // Информатизация образования и методика электронного обучения: материалы III Междунар. науч. конф. Красноярск, 25-28 сентября 2018г.: в 2 ч. Ч. 1 / под общ. ред. М.В. Носкова. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2018. – С. 232-236.

2. Ссылочная целостность [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/_Ссылочная_целостность – Дата доступа: 21.04.2019.

3. Ссылочная целостность баз данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/3619027/page:16/>. – Дата доступа: 21.04.2019.

АРХИТЕКТУРА ФАЙЛОВОЙ СИСТЕМЫ FAT

Разоренов Н.А.

В работе рассматриваются вопрос анализ структуры и расположение файловой информации, метаданных и данных файлов на томе FAT32. Системная область состоит из следующих компонентов: загрузочного сектора, содержащего загрузочную запись (bootrecord), копия boot, таблицы размещения файлов FAT(FileAllocationTable), копии FAT. Область данных начинается с корневого каталога (Rootdirectory). Схема расположения этих элементов на томе приведена на рисунке 1.

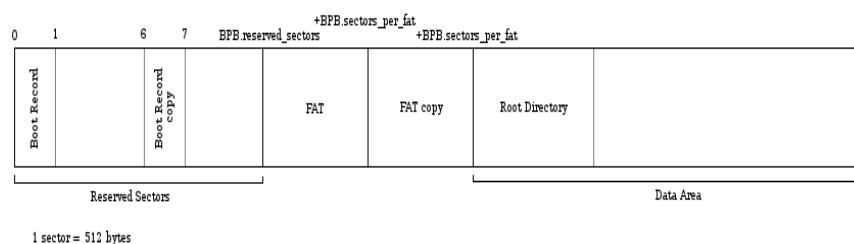


Рисунок 1 – Структура тома с FAT32

В операционной системе Windows на языке программирования VC++ было разработано тестовое приложения для получения карт памяти секторов тома, его структуры, расшифровки его структурных элементов.

Каждый файл описывается 32 байтовой записью в директории, которой он подчинен. Пример дампа записи файла NAME.TXT приведен ниже:

4E	41	4D	45	20	20	20	20	54	58	54	20	10	54	51	53
7B	48	7B	48	00	00	4D	53	7B	48	05	00	04	00	00	00
				1					2	3					
				4	5	6	7								

Числами обозначены данные записи: 1-имя файла(NAME), 2-расширение файла (TXT), 3-атрибут (20-файл), 4-время создания файла, 5- дата создания файла, 6-начальный кластер расположения файла, 7- размер файла в байтах.

Анализ полученных данных показывает, что FAT обладает рядом свойств: небольшой размер системных данных, простые структуры метаданных, расположение данных кодируется цепочкой кластеров.

ВОСТАНОВЛЕНИЕ ДАННЫХ НА ТОМЕ FAT

Разоренов Н.А.

В работе приводится анализ изменение элементов таблиц FAT, родительского каталога при выполнении над файлом команд COPY, MOVE, DEL на томе FAT32. Номер начального кластера файла определяем из Directory по FDT файла со смещением 1Ah относительно ее начала (Рис.1):

002030C0	E5 85 8A 91 92 8E 7E 31	54 58 54 20 00 70 28 9A	e...л'л'л~1ТХТ	р (л
002030D0	6C 41 6C 41 00 00 29 9A	6C 41 00 00 00 00 00 00	lAlA)лlA	
002030E0	54 45 58 54 20 20 20 20	54 58 54 20 18 70 28 9A	ТЕХТ ТХТ	р (л
002030F0	6C 41 6D 41 00 00 31 9A	6C 41 03 00 08 00 00 00	lAmA lлlA	
00203100	E5 1D 04 3E 04 32 04 30	04 4F 04 0F 00 EA 20 00	e > 2 0 0	к
00203110	3F 04 30 04 3F 04 3A 04	30 04 00 00 00 00 FF FF	? 0 ? : 0	лл
00203120	E5 8E 82 80 9F 8F 7E 31	20 20 20 10 00 AF 57 58	eл, ллЦ~1	lлл
00203130	6D 41 6D 41 00 00 58 58	6D 41 04 00 00 00 00 00	mAmA ХХmA	

First Cluster Number

FDT (File Directory enTry)

Рисунок 1 – Номер начального кластера

Номер следующего кластера файла находится в таблице FAT со смещением: начало_таблицы FAT + номер_первого_кластера_файла * 4. Если файл занимает несколько кластеров, то по этому смещению находится номер следующего кластера файла. Если же кластер является последним для файла, то значение элемента - 0FFFFFFh.

00004000	F8 FF FF 0F FF FF FF FF	FF FF FF 0F FF FF FF 0F	FF FF FF 0F
00004010	FF FF FF 0F FF FF FF 0F	FF FF FF 0F FF	FF FF 0F
00004020	FF FF FF 0F FF FF FF 0F	FF FF FF 0F FF	FF FF 0F
00004030	0D 00 00 00 0E 00 00 00	0F 00 00 00 10	00 00 00

Last Cluster in Clusterchain

Анализ записей каталога И

элементов таблице FAT для команд move и delete показывает, что цепочка кластеров в FAT обнуляется, первый символ имени файла заменяется на E5(признак удаленной записи). Однако эти освобожденные кластера система использует не сразу, а выделяет другие кластера для уменьшения фрагментации. Таким образом имеется возможности восстановить удаленные данные.

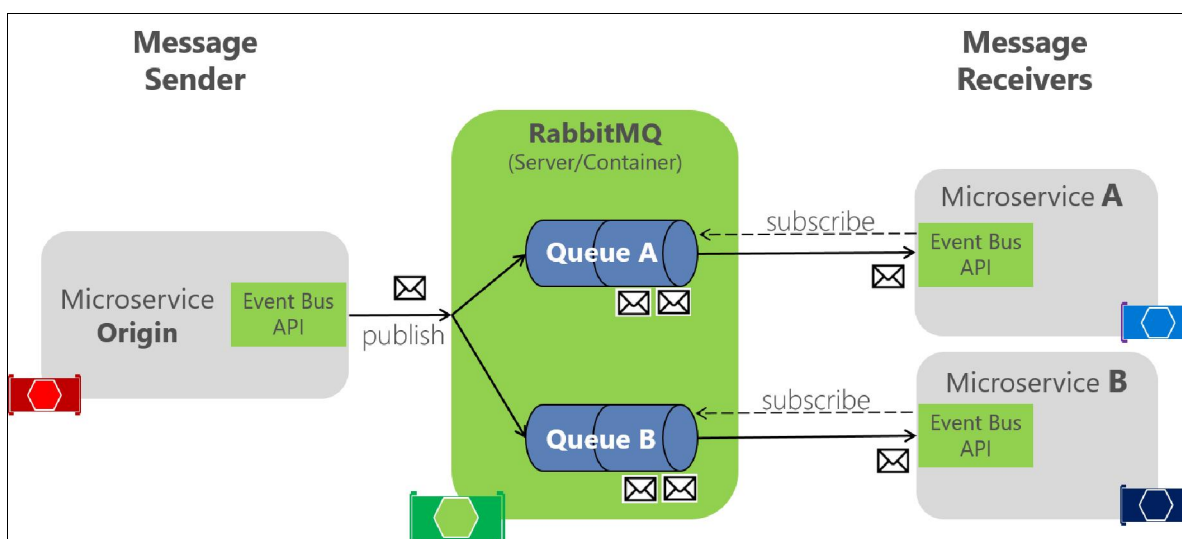
ПЕРАВЫКАНАННЕ НЕАПРАЦАВАНЫХ ПАВЕДАМЛЕННЯЎ У СІСТЭМАХ МІКРАСЕРВІСНАЙ АРХІТЭКТУРЫ З ВЫКАРЫСТАННЕМ БРОКЕРА РАВВІТМҚ

Будкоўскі Г.Л.

Навуковы кіраўнік – Цярноў Я.В., к.т.н.

Згодна з сучаснымі тэхналогіямі распрацоўкі праграмнага забяспячэння

(ПЗ) пры пабудове размеркаваных інфармацыйных сістэм перавага часцей аддаецца мікрасервіснай, чым маналітнай архітэктурой. Як правіла, гэта адбываецца па прычыне лепшай прыстасаванасці сістэмы мікрасервіснай архітэктурой да наступнага маштабавання і павышанай надзейнасці яе работы, калі непрацаздольнасць асобнай часткі не прыводзіць да непрацаздольнасці ўсёй сістэмы [1]. Для правільнай работы сістэмы патрабуецца ўзгадненне зместу некалькіх баз дадзеных, размеркаваных па мікрасервісах. Змест названых баз дадзеных узгадняецца перасылкай паведамленняў паміж мікрасервісамі пры дапамозе адмысловага ПЗ – брокера, альбо пасярэдніка паведамленняў [2] (малюнак 1).



Малюнак 1. Прыклад пабудовы мікрасервіснай архітэктурой з выкарыстаннем брокера паведамленняў RabbitMQ [2]

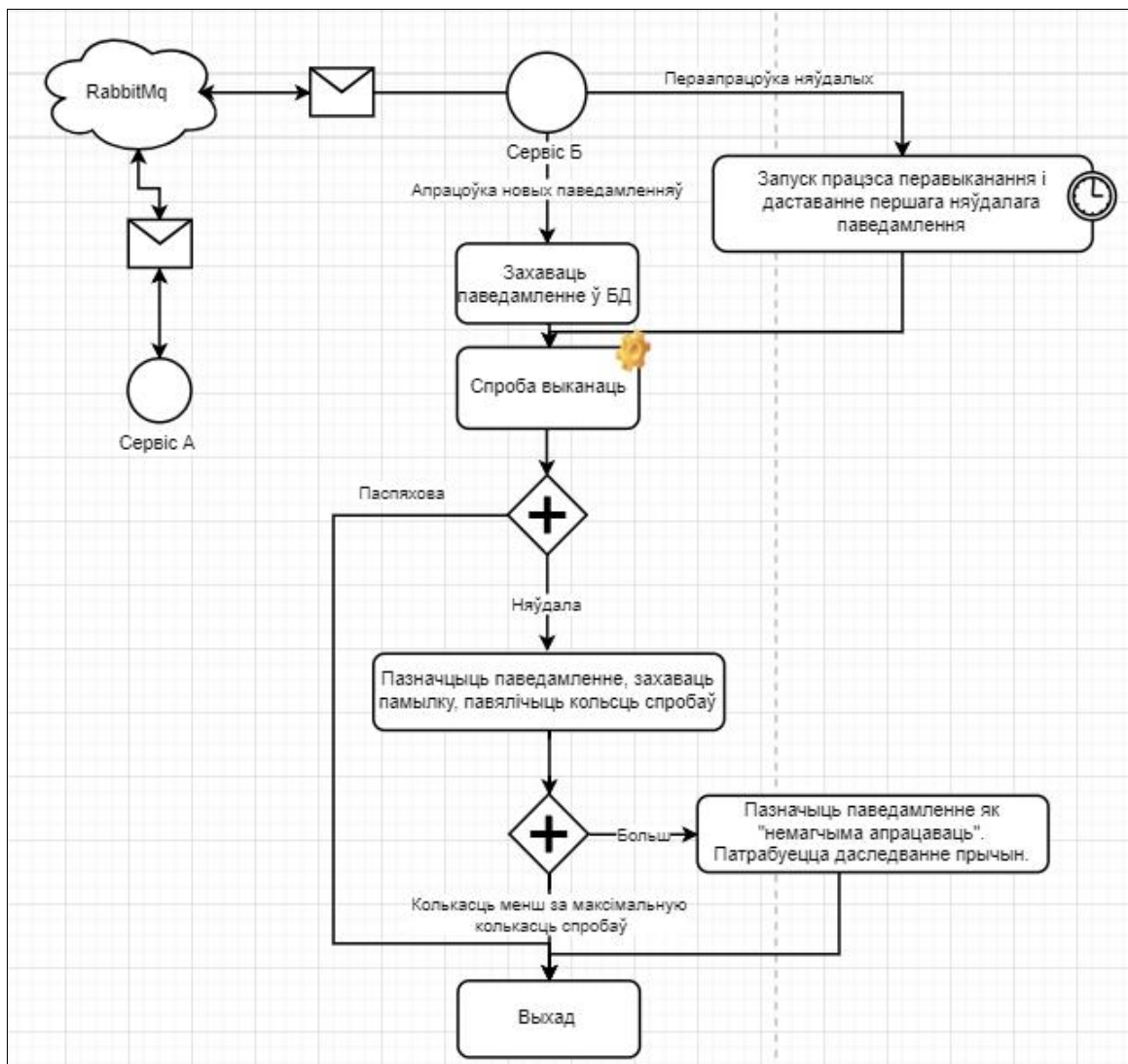
Пры распрацоўцы ПЗ часта аддаецца перавага брокеру паведамленняў RabbitMQ за наступныя станоўчыя якасці [3]:

- бясплатнасць і адкрыты зыходны код;
- нязначны аб'ём памяці падчас працы (менш за 40 Мбайт);
- незалежнасць ад платформы і яе вытворцы;
- магчымасць стварэння асобных мікрасервісаў на розных мовах праграмавання;
- некалькі ўзроўняў бяспекі пры перадачы дадзеных і інш.

Разам з тым брокер RabbitMQ не забяспечвае перавыкананне спажывецкіх паведамленняў у выпадку памылак падчас іх апрацоўкі. Паведамленне можа апрацавацца няўдала з наступных прычын:

- адначасовая спроба змены адных і тых дадзеных з боку рознага ПЗ;
- затрымка выканання чаргі паведамленняў;
- часовая адсутнасць дадзеных, звязаных з паведамленнем, і інш.

Праграміст павінен самастойна клапаціцца пра перавыкананне спажывецкага паведамлення. Для вырашэння названай праблемы аўтарам прапанаваны ўласны варыянт алгарытма ПЗ (малюнак 2).



Малюнак 2. Алгарытм пераапрацоўкі паведамленняў

Алгарытм змяшчае наступную паслядоўнасць дзеянняў:

1. захаванне ўваходных паведамленняў у базе дадзеных;
2. спробуапрацоўкі захаваных паведамленняў па чарзе;
3. пазнакуня ўдалых паведамленняў з захаваннем кода памылкі і колькасці спробаў перавыканання;
4. паўторную спробу перавыканання ўдалых паведамленняў праз адтэрмінаваны час;
5. перавыкананне няўдалых паведамленняў, якія засталіся неапрацаванымі пасля кроку 4, з павялічанай колькасцю спробаў; пры перавышэнні гранічнадапушчальнай колькасці спробаў паведамленне пазначаецца як цалкамневыканальнае;
6. захаванне вынікаў апрацоўкі паведамленняў.

Прапанаваны аўтарам алгарытм паказаў магчымасць не толькі перавыконваць паведамленні, але і збіраць статыстыку па колькасці, тыпу, коду памылкі і частаце ўзнікнення ўдалых паведамленняў.

Сабраная статыстыка здольна дапамагчы адшукаць недасканалыя месцы сістэмы праз паведамленні, якія пазначаюцца няўдалымі найбольш часта, а таксама праз мікрасервісы, якія іх дасылаюць. Праз аналіз названай статыстыкі магчыма выявіць архітэктурнацілагічна памылкова пабудаваныя часткі коду, што маюць неабходнаць у пераглядзе і ўдасканаленні.

Такім чынам, прыведзены алгарытм вызначыў наступныя якасці:

- магчымасць перавыканання ўдалых паведамленняў у папулярным брокеры RabbitMQ;
- збор статыстыкі па няўдалых паведамленнях у сістэме;
- магчымасць вышуку архітэктурнаці лагічна памылкова пабудаваных частак коду;
- падтрыманне базы дадзеных асобнаўзятага мікрасервіса ў актуальным стане нават падчас форс-мажорных абставін вакол іншых мікрасервісаў – адключэнне электрычнасці, парушэнне сувязі і інш.;
- магчымасць гібкай наладкі часу адтэрміноўкі і колькасці спробаў перавыканання спажывецкага паведамлення, а таксама дадатковых дзеянняў напярэдні і пасля яго апрацоўкі.

Літаратура

1. Микросервисная архитектура [Электронны рэсурс] / Вікіпедыя. – Рэжым доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Микросервисная_архитектура. – Дата доступа: 31.03.2019.

2. Implementing an event bus with RabbitMQ for the development or test environment [Electronic resource] / February, the 10th, 2018. – Mode of access: <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/standard/microservices-architecture/multi-container-microservice-net-applications/rabbitmq-event-bus-development-test-environment>. – Date of access: 31.03.2019.
3. RabbitMQ для профессионалов [Электронный ресурс] / 10 лютага 2018 года.
– Режим доступа: <http://onreader.mdl.ru/RabbitMQInDepth/content/Ch01.html>.
– Дата доступа: 08.04.2019.

О ПОСТАНОВКЕ ЗАДАЧИ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СЕТЕЙ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Стома В.Ю.

Научный руководитель – Тернов Е.В., к.т.н.

Современная цивилизация ввиду высокой пространственно-временной плотности происходящих в ней событий и процессов насыщена сетями массового обслуживания (СеМО). Указанная сеть представляет собой «совокупность конечного числа взаимосвязанных узлов обслуживания, в которой циркулируют заявки, переходящие в соответствии с маршрутной матрицей с выхода одного узла на вход другого» [1]. Каждый отдельный узел СеМО в свою очередь является разомкнутой системой массового обслуживания (СМО) и отображает функционально самостоятельную часть реальной системы [там же]. В качестве СеМО можно привести следующие примеры:

- билетные кассы как точки одновременной продажи ограниченного множества билетов на одно локализованное во времени и пространстве мероприятие: спектакль, концерт, поезд, авиарейс и др.;
- станки в пределах производственного цеха, смежные производства;
- совокупность одновременно принимающихся экзаменов по отношению к зданию учебного заведения как единому целому либо к проходящей экзаменационной сессии.

Исследование СеМО заключается с одной стороны в определении ее пропускной способности, среднего времени ожидания заявки в очереди и других характеристик, присущих СМО. С другой стороны – специфических характеристик СеМО: параметров входного потока и очереди, среднего числа заявок в любом месте сети, характеристик перехода заявок между узлами K , характеристик узлов K как отдельных СМО (рисунок 1).

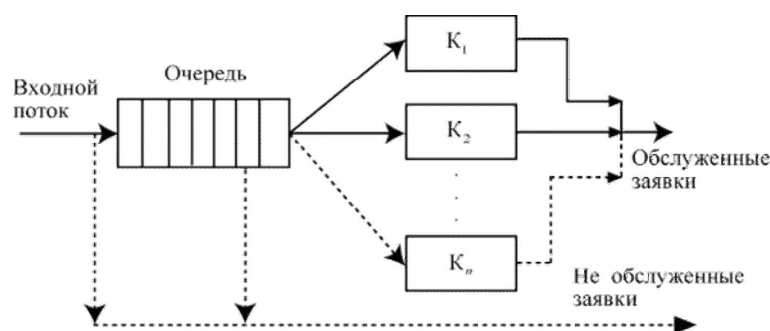


Рисунок 1. Обобщённая структура сети массового обслуживания

Наиболее эффективным методом исследования как СМО, так и СеМО является метод имитационного моделирования. Используя результаты имитационного моделирования, можно описать и спрогнозировать поведение СМО или СеМО, определить её статистические характеристики, оценить влияние на них различных параметров системы, выявить преимущества и недостатки вариантов потенциального изменения системы.

Имитационное моделирование СеМО должно включать следующие основные этапы [2]:

- проектирование концептуальной схемы модели;
- задание свойств и характеристик отдельных элементов модели;
- планирование вычислительного эксперимента с построенной моделью;
- выполнение эксперимента в форме серии прогонов;
- оценку и интерпретацию результатов эксперимента.

Конструирование модели СМО осуществляется в соответствии с принципами объектно-ориентированного проектирования. Для этого каждый элемент модели определяется как некоторый объект, описывается каждая связь между элементами, определяются свойства объектов и связей. В целях формализации представления модели концептуальная структура СМО задается в виде ориентированного графа, вершины которого представляют множество возможных узлов обслуживания. При определении узлов СеМО и установлении связей между ними должны быть учтены следующие требования [2]:

- в состав модели должен входить хотя бы один генератор заявок;
- в состав модели должен входить хотя бы один сток – область уничтожения заявок;
- генератор заявок не может быть приёмником заявок ни для одного узла сети;
- сток не может быть источником заявок ни для одного узла сети.

Процесс моделирования СеМО представляет собой последовательность изменения состояния и вычисления статистических характеристик её узлов, которые определённым образом реагируют на события и осуществляют передачу заявок в другие узлы модели СеМО. Имитационное моделирование СеМО по аналогии с СМО [2] позволит решить следующие задачи:

- формализовать представление СеМО в интуитивно понятном виде;
- описать логику и закономерности поведения СеМО;
- количественно оценить эффективность функционирования СеМО;
- построить и проверить гипотезы, объясняющие поведение СеМО;

- установить степень чувствительности СеМО к изменению параметров её отдельных элементов;
- выявить оптимальные варианты реализации СеМО и её узлов.

Общеизвестным недостатком имитационного моделирования в сравнении с аналитическими методами для любых объектов моделирования является численный характер результатов, которые соответствуют конкретным наборам значений исходных данных. Аналитическое моделирование в отличие от имитационного моделирования позволяет описать поведение СеМО в виде системы математических выражений. Однако имитационное моделирование не предъявляет повышенных требований к квалификации исследователя в части владения математическими методами, обязательных при аналитическом моделировании сложных объектов, к которым принадлежат СеМО. В рамках разрешения указанного противоречия будет допустимым предположить, что результаты множественных прогонов имитационной модели СеМО и входящих в её состав СМО, обработанные средствами корреляционного и регрессионного анализа, в ряде случаев позволят установить аналитические характеристики исследуемой сети. Методики регрессионного и корреляционного анализа в большинстве случаев интуитивно проще для понимания и применения, чем математический аппарат, используемый при аналитическом моделировании.

Литература

1. Сети массового обслуживания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://e-biblio.ru/book/bib/06_management/teor_mass_obslug/158.9.21.html. – Дата доступа: 16.04.2019.
2. Даненова, Г.Т. Применение имитационных моделей для исследования систем массового обслуживания / Г.Т. Даненова // Карагандинский государственный технический университет, Казахстан [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rusnauka.com/8_DNI_2009/Matematics/42821.doc.htm. – Дата доступа: 16.04.2019.

ИССЛЕДОВАНИЕ И СИНТЕЗ КОРНЕВЫХ ПОРТРЕТОВ ИНТЕРВАЛЬНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Шаповал Д.В., Хоронько А.Ю.

Научный руководитель - к.т.н., доцент Несенчук А.А.

В теории автоматического управления существенное значение имеет анализ и синтез систем с неопределенными параметрами, т.к. в реальных системах в процессе работы параметры отклоняются от расчетных [1, 2].

В рамках научной работы разработана программа для исследования и синтеза корневых портретов (КП) интервальных динамических систем второго порядка, описываемых характеристическими полиномами вида

$$\varphi(s) + K\psi(s) = 0, \quad (1)$$

где K – варьируемый параметр; $s = \sigma + i\omega$, s – комплексное переменное (оператор Лапласа); σ – коэффициент затухания колебаний системы; ω – угловая частота колебаний; $\varphi(s)$, $\psi(s)$ – интервальные целые функции.

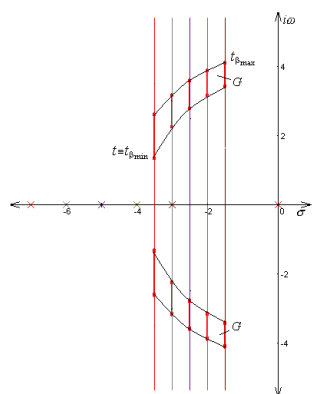


Рисунок 1. Поле G корневых траекторий интервальной системы

Алгоритм решения задачи:

- ввод матрицы коэффициентов характеристического полинома (1);
- формирование базовых полиномов $E(\sigma, \omega)$, $F(\sigma, \omega)$, $P(\sigma, \omega)$, $R(\sigma, \omega)$ [1];
- формирование уравнений корневого годографа Теодорчика–Эванса (КГТЭ): $\nu(\sigma, \omega) = 0$, и параметра: $u(\sigma, \omega) = K$, системы [2];

– графическое построение КП семейства (1) и поля G локализации корней семейства (рисунок 1); – анализ и корректировка динамических свойств системы.

В ходе данной научной работы была написана программа на высокоуровневом языке C# в среде разработки VisualStudio 2017, включающая класс PolinomWorker, предоставляющий инструментарий для формирования базовых полиномов, составления уравнений КГТЭ и графического построения корневого портрета интервальной системы.

Литература

1. Римский, Г.В. Автоматизация исследований динамических систем / Г.В. Римский, В.В. Таборовец. – Мн.: Наука и техника, 1978.
2. Несенчук, А.А. Анализ и синтез робастных динамических систем на основе корневого подхода / А.А. Несенчук. – Мн.: ОИПИ НАН Беларуси, 2005.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИБЛИОТЕКИ OPENCV ДЛЯ ОГРАНИЧЕНИЯ ДОСТУПА К ПРИЛОЖЕНИЮ

Калита А.И., Койпиш Н.В.

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

Защитить информацию становится с каждым днем все сложнее. Текстовые пароли и графические ключи уже не могут обеспечить требуемый уровень конфиденциальности. Наиболее надежной становится защита информации на основе биометрических данных.

Несанкционированный доступ к мобильным телефонам может привести к утечке персональных данных. Поэтому разработчики ПО для мобильных телефонов стараются обеспечить дополнительные уровни защиты для своих приложений.

Одним из дополнительных уровней защиты является получение доступа к приложению по результатом распознавания лица.

С использованием библиотеки OpenCV было разработано кросс-платформенное приложение для нахождения лиц на изображении, полученном с помощью камеры мобильного телефона. OpenCV — библиотека алгоритмов компьютерного зрения, обработки изображений и численных алгоритмов общего назначения с открытым кодом. Библиотеки OpenCV не поставляются в готовом виде, их нужно компилировать.

Перед началом компилирования разработчик должен установить необходимые инструментарии, такие как CMake, Python-дистрибутив, а также Git для получения исходных файлов проекта OpenCV (для платформы Windows рекомендуется GitBash, который включает в себя терминал MinGW).

Для следующего этапа разработчику понадобятся исходные файлы, которые находятся в открытом доступе: <https://github.com/opencv/opencv>. После их скачивания необходимо запустить CMake (окно приложения приведено на рисунке 1) и в поле "Whereisthesourcecode" ввести путь к скачанным ранее файлам, а в поле "Wheretobuildthebinaries" ввести путь, куда требуется поместить результат сборки.

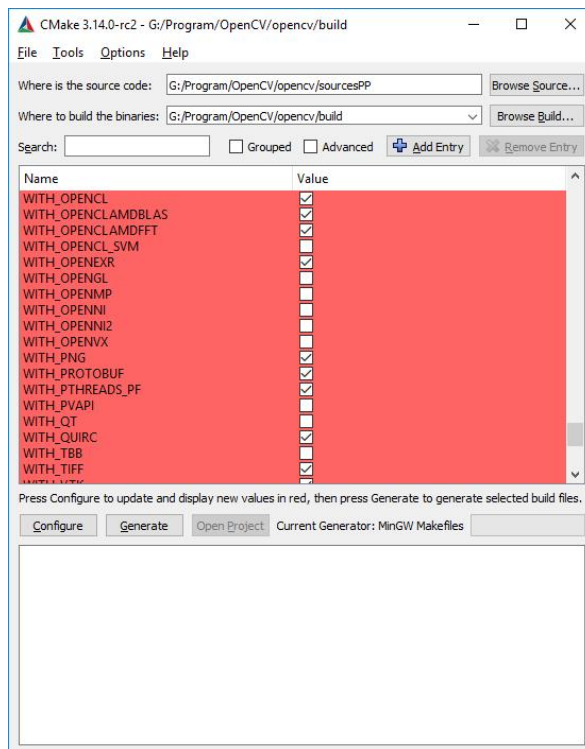


Рисунок 1 - Главное окно CMake

В центре окна имеется список флагов, которые можно включать или выключать при сборке. Можно оставить всё как есть, либо изменить по своему усмотрению. Так, например, можно включить поддержку CUDA – программно-аппаратной архитектуры параллельных вычислений на графических процессорах фирмы Nvidia. Для применения изменений, необходимо нажать кнопку **Configure**, а для окончательной генерации build-файлов – кнопку **Generate**. Запуск сборки OpenCV выполняется с помощью следующей команды:

```
cmake.exe --build . --configDebug --targetINSTALL
```

Скомпилированные файлы были использованы для разработки кросс-платформенного приложения на базе Qt-фреймворка, что позволило охватить сразу три целевые платформы: Linux, Windows и Android. Данное приложение использует некоторые инструменты OpenCV, такие как классификатор на основе нейронной сети, библиотека для чтения файлов изображений и свёрточная нейронная сеть.

Часть библиотеки OpenCV, которая отвечает за нейронные сети и распознавание образов, позволяет разрабатывать приложения с дополнительным уровнем защиты от несанкционированного доступа путём введения дополнительной авторизации через распознавание лица. Пример работы такого приложения приведён на рисунке 2.

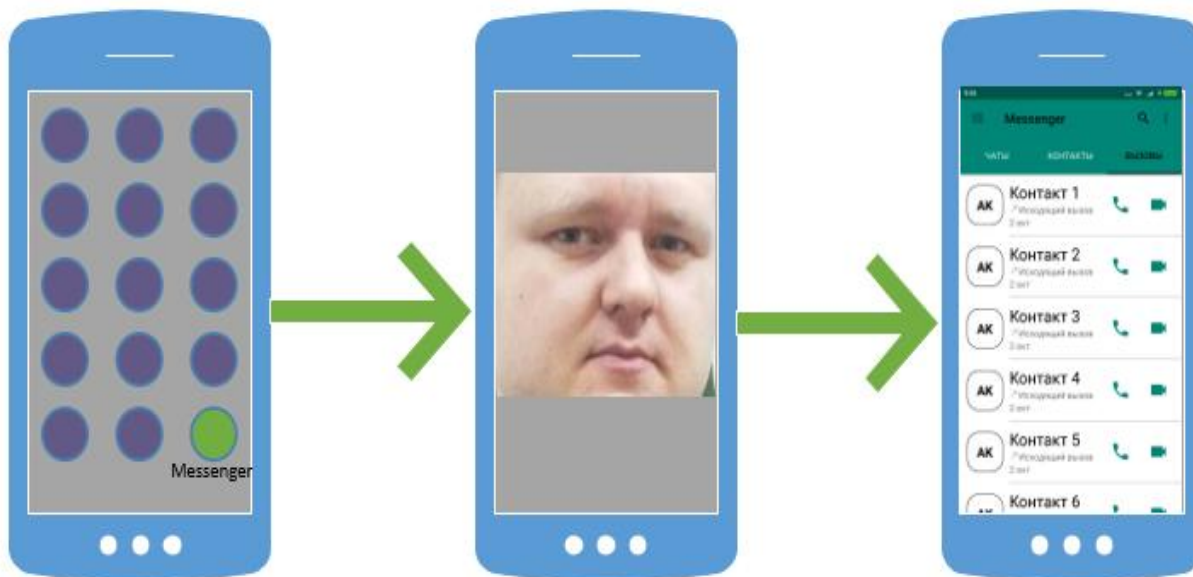


Рисунок 2 - Процесс разблокирования приложения

Одно из преимуществ такого вида доступа к приложению – выдача прав на пользование нескольким людям без возможности утечки, например, пароля, в случае традиционных средств защиты.

Литература

1. Kaehler A. & Bradski G. Learning OpenCV 3 / A. Kaehler & G. Bradski – Boston, 2016. – 1018 с.
2. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning / I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville – United Kingdom, 2016 – 775 с.

РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТА ПО ОТСЛЕЖИВАНИЮ КОНФИГУРАЦИИ ПРОЕКТА

Азаревич В.А

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

При работе над крупными проектами программисты часто встречаются с проблемами, связанными с отслеживанием различных аспектов разработки во множестве проектов. Такого рода проблемы могут возникнуть, если над проектом работают команды из разных стран. Команды могут работать с разными версиями библиотек, или иметь разные конфигурации проектов, что может значительно сказаться на процессе разработки. Поэтому существует инструменты, которые позволяют унифицировать некоторые детали разработки для всего проекта. Однако с развитием технологий появляются специфичные параметры проекта, которые еще не унифицированы, но их, тем не менее, необходимо отслеживать.

В данной работе представлен инструмент, позволяющий отслеживать некоторые параметры проектов в VisualStudio, а так же автоматизировать изменение этих параметров.

Одной из важных проблем, решаемых данным инструментом является отслеживание ссылок, указывающих на специальную версию библиотеки. Разные команды разработчиков могут использовать различные минорные версии библиотек, предварительно указав соответствующий параметр (Рисунок 1) в параметрах ссылки.

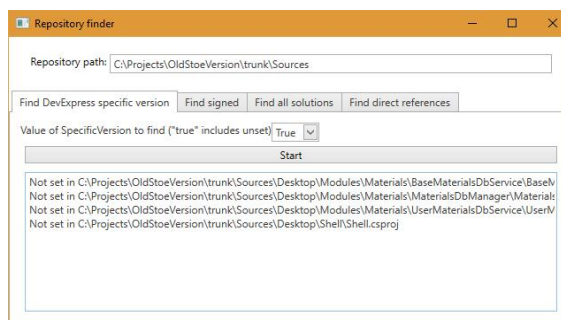


Рисунок 1. Визуализация работы приложения

Автоматизацией и отслеживанием данного процесса как раз и занимается разработанный инструмент. Так же с помощью него появляется возможность находить в проекте неподписанные сборки и ссылки на выходные сборки проекта. В процессе разработки программисты могут менять параметры проектов вручную, поэтому им необходим инструмент, умеющий отслеживать эти изменения и автоматизировать процесс их исправления.

УДК 004

РАЗРБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СЧИТЫВАНИЯ ШТРИХОВЫХ КОДОВ

Высоцкая Е.А.

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

Штриховые коды являются графическим средством представления цифровых или буквенных данных и при их считывании можно получить информацию, например, о товаре или событии. Штриховые коды бывают линейными и двумерными. Линейными (или штрихкодами) называют штриховые коды, читаемые в одном направлении (по горизонтали). Двухмерные штриховые коды расшифровываются в двух измерениях (по горизонтали и по вертикали). Двухмерные коды подразделяются на многоуровневые и матричные (баркоды). Как правило, считывание штриховых кодов выполняется с помощью специальных сканеров. Но это не всегда удобно, так как сканер может не оказаться под рукой, поэтому задача создания мобильного приложения для распознавания и считывания штриховых кодов является актуальной.

На вход приложения поступает изображение, содержащее штриховой код. Для сегментации (определения границ) штрихового кода на первом этапе выполняется перевод исходного изображения в полутоновое, затем подчеркиваются границы с помощью оператора Собеля, выполняется фильтрация для уменьшения шумов и, наконец, бинаризация. Далее на изображении определяются прямоугольные участки, каждый из которых анализируется для того, чтобы понять, обладает ли данный участок признаками штрихового кода (рисунок 1).

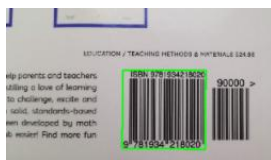


Рисунок 1- Результат сегментации штрихового кода на изображении

На следующем этапе определяется разновидность штрихового кода. Для этого выполняется классификация с помощью алгоритма k -ближайших соседей. После определения вида штрихового кода выполняется его дешифровка.

При разработке приложения использовалась библиотека алгоритмов компьютерного зрения и обработки изображений с открытым кодом OpenCV.

УДК 004

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ПРИЛОЖЕНИИ ДЛЯ ОБМЕНА ФОТОГРАФИЯМИ

Жевняк В.С.

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

Несмотря на существование популярного приложения Instagram, вопрос разработки приложений для обмена фотографиями остается актуальным. Одной из особенностей такого приложения может стать автоматическое формирование описания изображения по элементам, обнаруженным на загруженном экземпляре. Для реализации такого функционала можно использовать сверточные нейронные сети.

Существует множество инструментов для реализации сверточных нейронных сетей, однако, основываясь на технологии, использованной при разработке системы публикации изображений, был выбран [Microsoft Cognitive Toolkit \(CNTK\)](#). CNTK – это стандартизированный инструментарий для проектирования и развития сетей разнообразных видов, применяет искусственный интеллект для работы с большими объемами

данных путем [глубокого обучения](#), использует внутреннюю память для обработки последовательностей произвольной длины.

Для того, чтобы нейронная сеть работала корректно, необходимо ее обучить. Так как обучение требует большое количество данных, было решено позаимствовать готовую модель данных, обученную на основе реализации ImageNet. ImageNet – это проект по созданию и сопровождению массивной базы данных аннотированных изображений. Он использует вариант семантической сети [WordNet](#) для категоризации объектов, которая достаточно детализирована, например, [породы собак](#) представлены 120 классами. Каждому узлу сети [WordNet](#) сопоставлены сотни или тысячи изображений.

Сверточная нейронная сеть позволяет обнаруживать различные элементы на изображении, такие как люди, пейзажи, и т.д, и предлагать ключевые слова или словосочетания для описания изображения. Однако для ее корректной работы необходимо настроить модель данных под конкретную реализацию.

Применение нейронных сетей сделает приложение для обмена фотографиями более легким в повседневном использовании, так как пользователи будут тратить значительно меньше времени на подборку нужного описания для изображения, что в свою очередь приведет к популяризации приложения.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПОИСКА ПРОТОТИПОВ ДЛЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ

Казакевич В.А

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

Система управления проектами (СУП) является комплексом технологических и организационных методов и инструментов, поддерживающих управление проектами и повышающих эффективности их реализации. В разрабатываемой СУП помимо собственного шаблона создания задач в рамках одного проекта для описания задач используются специфичный тип описания, а так же набор терминов (рисунок 1).

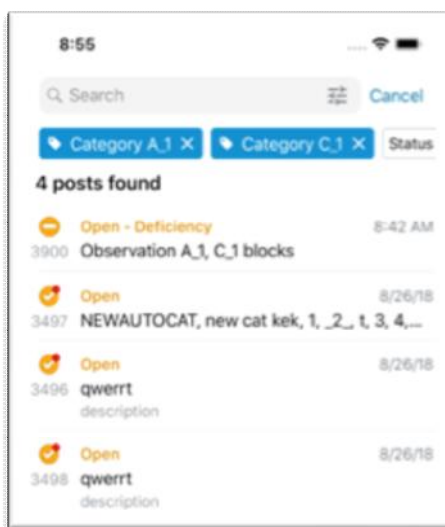


Рисунок 1 - Визуализация работы приложения

Данное наблюдение позволило разработать систему тэгов, которая впоследствии значительно сократила время на поиск, классификацию, и фильтрацию задач. Тэги используются в качестве основных признаков для классификации задач. Такой подход позволил выявить еще одну зависимость, а именно: задачи, описанные определенной последовательностью тэгов, с некой вероятностью имеют подобное название, используют подобные ресурсы, прикреплены к подобной локации и т.д. Таким образом, пользователям системы зачастую приходится при описании подобных задач использовать подобные названия, ресурсы, местоположение.

На основании данного наблюдения был реализован алгоритм подбора шаблонов для новых задач, что повысило удобство использования

разрабатываемой СУП и привело к повышению рейтинга приложения и увеличению скачиваний.

УДК 621

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВРЕМЕНИ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Кочергина И.Д.

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

Безопасность и регулярность эксплуатации воздушных судов (ВС) гражданской авиации во многом определяется бесперебойной работой многочисленных средств радиотехнического обеспечения полетов (РТОП). Средства РТОП решают задачи информационного обеспечения полетов, выбора оптимальных, по заданным критериям, маршрутов, обеспечения посадки ВС в сложных метеорологических условиях. Работа РТОП осуществляется в экстремальных условиях повышенной вибрации и ударных нагрузок (бортовое РТОП), воздействия шумов, сложности температурных перепадов (наземное РТОП), что приводит к развитию деградационных процессов, возникновению отказов и неисправностей.

Прогнозирование оценки средней скорости деградации элементов средств РТОП можно проводить с помощью различных моделей прогнозирования временных рядов, например, регрессионной модели, авторегрессионной модели, модели на нейронных сетях, модели на опорных векторах и т.д.

Для прогнозирования оценки средней скорости деградации предлагается использовать экспоненциальное сглаживание. Экспоненциальное сглаживание является одним из наиболее распространенных приемов, используемых для сглаживания временных рядов, а также для прогнозирования. В основе процедуры сглаживания лежит расчёт экспоненциальных скользящих средних сглаживаемого ряда.

Для вычисления каждого прогноза MS Excel использует отдельную, но алгебраически эквивалентную формулу. Оба компонента – данные предыдущего наблюдения и предыдущий прогноз – каждого прогноза умножаются на коэффициент, отображающий вклад данного компонента в текущий прогноз.

С помощью экспоненциального сглаживания было выполнено прогнозирование времени проведения технического обслуживания элементов средств РТОП для стратегии технического обслуживания по состоянию.

Литература

Минько А. А. Прогнозирование в бизнесе с помощью Excel. Просто как дважды два. М.: Эксмо, 2007.

УДК 621

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ВЫБОРА ПОСТАВЩИКА

Куровская И.В.

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

Одно из направлений по реформированию авиапромышленности и воздушного транспорта лежит в плоскости создания механизма, который бы гибко и эффективно обеспечивал взаимодействие элементов цепочки: «производство продукции - поставка запчастей - эксплуатация - техническое обслуживание и ремонт – утилизация. Государственной поддержки требует создание условий по объединению промышленных предприятий и предприятий инфраструктуры в интегрированные логистические цепочки, способные быстро, своевременно и с минимальными затратами осуществлять поставки. Для эффективного построения логистических цепочек и достижения указанных целей необходимы описание, учет и оценка выполняемых функций предприятий - участников.

Поддержка принятия решений при управлении закупками и поставками включает в себя решение множества различных проблем. Одной из них является выбор лучшего поставщика. Выбор поставщика является многокритериальной проблемой принятия решений, которая зависит от нескольких конфликтующих факторов. Существует множество различных методов, используемых при решении данной проблемы. Выполненные исследования показывают, что наиболее часто используемым методом для выбора поставщика является метод анализа иерархий. Данный метод позволяет сравнивать поставщиков не только по количественным критериям, но и по качественным. Тем не менее, этот метод имеет свои ограничения,

поэтому в работе предлагается его совместить со SWOT-анализом. SWOT-анализ является важным инструментом поддержки принятия решений и чаще всего выполняется вручную. SWOT максимизирует сильные стороны и возможности, а также сводит к минимуму угрозы и слабые стороны. Единственным ограничением является, как правило, необходимость наличия как минимум двух внутренних и двух внешних критериев для проведения SWOT-анализа.

Литература

1. Джонсон Дж. и др. Современная логистика. - М.: Издательский дом «Вильямс», 2005.
2. Джиллингем М., Лайсонс К. Управление закупочной деятельностью и цепью поставок. – М.: Инфра-М, 2014. – 816 с.

УДК 004

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ САРТСНА

Чварков И.А.

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

САРТСНА (капча) — это автоматически генерируемый тест-проверка, с помощью которого определяется, является ли пользователь человеком или компьютером. САРТСНА в подавляющем большинстве случаев представляет собой искаженную надпись из различных символов - букв и/или цифр. Эти символы могут быть написаны в различных цветовых сочетаниях с применением шума, искривления, наложения дополнительных линий или произвольных фигур. Чтобы проверить защиту формы отправки на сайте с помощью САРТСНА, необходимо понять, легко ли поддается САРТСНА к распознаванию или нет.

Для человека распознать текст на изображении, когда он, к примеру, перечеркнут, повернут или искажен не составляет труда, а компьютер видит всего лишь огромные числовые матрицы. Автоматическое распознавание осуществляется в результате сравнения этих матриц с подобными из обучающей выборки. Чем больше на САРТСНА шума, тем сложнее распознавание.

Для проверки сложности CAPTCHA были разработаны 7 моделей сверточной сети. Каждая модель включает связки сверточных слоев, слоев пуллинга и фильтрационных матриц. Использование данных слоев в определенной комбинации помогает добиться максимальной эффективности сверточной сети. Комбинации порядка слоев влияют на карты признаков, генерируемые сетью.

На рисунке 1 представлен пример распознавания изображения одной из полученных моделью.

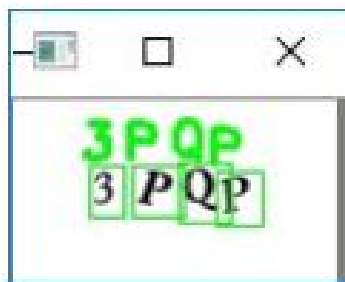


Рисунок 1 – Пример распознавания капчи

Представленная модель сверточной сети распознает 95.62% изображений плагина ReallySimpleCAPTCHA. Это говорит о том, что такой вариант CAPTCHA плохо защищают форму на сайте от спама.

УДК 004.43

ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАПРОСОВ ПО ОБНОВЛЕНИЮ БОЛЬШИХ ОБЪЁМОВ ДАННЫХ

Якимович С.В., Вольский А.М.

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

Запросы на обновление записей в таблицах базы данных могут выполняться продолжительное время, в этом случае возникает необходимость оптимизации выполнения таких запросов.

Для этого были проанализированы действия, происходящие в MySQL, операционной системе и на аппаратном уровне при обновлении данных в таблице из текстового файла, содержащей 125 миллионов записей.

Ключом к решению задачи оптимизации являлся тот факт, что данные обновляются в том же порядке, в котором они были записаны в файл. Это означает, что каждый запрос будет обновлять случайное место в таблице, что повлечёт за собой потерю времени на позиционирование головок диска, потерю кэша файловой системы и потерю кэша базы данных [1].

Также важным фактом является то, что обновление каждой строки в MySQL состоит из трёх этапов: вычитка значений, сравнение старого и нового значения, запись значения [2]. На основании информации о количестве совпавших и обновившихся строк, выведенных в результате запроса, было определено, что в анализируемой таблице изменялось только 10% записей. Это означает, что около 90% времени MySQL затрачивает на вычитку значений, а не на обновление данных. Поэтому оптимизация была связана с вычиткой значений.

Для этого было выполнено сравнение скорости произвольного и последовательного доступа к clusteredindex с помощью следующего запроса:

```
SELECT * FROM user WHERE user_id IN ($values)
```

В качестве параметра values использовался массив из 10 тысяч элементов, значения которых были случайными для проверки произвольного доступа, и, начиная с некоего случайного смещения, для проверки последовательного доступа. Результаты тестов представлены в таблице 1.

На основе вышеприведенных данных был найден способ оптимизации данной задачи: перед вставкой необходимо выполнить сортировку данных по первичному ключу.

Информация о выполнении запроса в случае, когда в качестве носителя данных выступает твердотельный накопитель, а не жёсткий диск, представлена в таблице 2.

Исследования проводились при отключенном кэшировании.

Таблица 1 – Информация о выполнении запросов при произвольном и последовательном доступе для жёсткого диска

Номер теста	Произвольный доступ	Последовательный доступ
1	40730	138
2	38035	143
3	38189	147
4	37161	138
5	40874	170

Таблица 2 – Информация о выполнении запросов при произвольном и последовательном доступе для твердотельного накопителя

Номер теста	Произвольный доступ	Последовательный доступ
1	5532	120
2	6401	114
3	5804	103
4	6012	118
5	5964	117

На основании значений из таблицы 2 можно сделать вывод, что использование твердотельного накопителя даёт преимущество во времени выполнения запроса, но не отменяет необходимости оптимизации.

Описанный подход позволил увеличить скорость выполнения запроса. Стоит отметить что прирост скорости может зависеть от разных факторов, например от включенного кеширования.

Литература

1. Molinaro A. SQL Сборник Рецептов. – O’reily, Moscow. – P. 94-98.
2. Schwartz B. MYSQL. Оптимизация Производительности. – USA: O’reily. – 2010. – P. 27-29, 101-107

СЕРВИС ДЛЯ МОНИТОРИНГА КРЕДИТОВ

Чепкий Р.Д

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

Рынок мобильных приложений продолжает завоевывать самые разные сферы нашей жизни. Люди активно используют свои девайсы с сотнями программ, среди которых банковские мобильные приложения играют важную роль.

Хотя каждый банк и стремится разработать свои приложения, их основной функционал во многом схож: просмотр истории платежей, отображение актуальной информации о текущих валютных курсах, отображение ближайших отделений банков и банкоматов на уровне визуализации. Но есть и различия, например, не все приложения предоставляют пользователю возможность оценить его шансы на получение кредита. Для успешного получения кредита потенциальному заемщику требуется набрать достаточное количество баллов кредитного скоринга. Скоринг заключается в присвоении баллов после заполнения некой анкеты, разработанной оценщиками кредитных рисков. По результатам набранных баллов принимается решение об одобрении или отказе в выдаче кредита. Существует четыре вида скоринга:

- Application-scoring - оценка кредитоспособности заемщиков при выделении кредита.
- Collection-scoring – система скоринга на стадии работы с невозвращенными займами. Определяет приоритетные действия сотрудников банка для возврата «плохих» кредитов.
- Behavioral-scoring, «скоринг поведения» - оценка наиболее вероятных финансовых действий заемщика.
- Fraud-scoring – статистическая оценка вероятности мошеннических действий со стороны потенциального заемщика.

В разрабатываемом мобильном приложении для расчёта скоринга применяется дерево решений. Данный метод используется для принятия решений в условиях риска. Достоинства данного метода в том, что он прост в понимании и интерпретации, не требует подготовки данных, способен работать как с категориальными, так и с интервальными переменными.

Для разработки данного приложения был выбран язык программирования Java. Данный язык позволяет разрабатывать приложения под мобильную операционную систему Android, на который на данный момент работает большинство смартфонов в мире.

УДК 621

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫМИ РЕСУРСАМИ РАЙОННОЙ КОТЕЛЬНОЙ

Бородько М.А.

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

Система диспетчеризации инженерных объектов бывает двух типов: локальная и удаленная. Локальная диспетчеризация представляет собой замкнутую систему, так как все оборудование размещается в одной точке (например в одном здании). При помощи локальной диспетчеризации мы можем следить за информацией, поступающей от инженерных систем, на компьютере оператора. Часто локальную диспетчеризацию называют автоматизацией. Название «удаленная» диспетчеризация говорит само за себя: по каналам передачи данных информация поступает от удаленных объектов на центральную станцию диспетчеризации. Система полностью автоматизирует прием и обработку данных, поступающих от GSM-комплекса с удаленного объекта, а также хранит все полученные параметры в единой многопользовательской базе, обеспечивая быстрый доступ к любой хранящейся в базе информации с помощью графического интерфейса, включая построение графиков и отчетов с необходимой пользователю фильтрацией. Это упрощает процесс предоставления данных о потребляемых ресурсах (газ, вода, электроэнергия) в соответствующие организации. На стадии проектирования может возникнуть необходимость в удаленной отладке и тестировании разрабатываемой на основе ПЛК системы.

При отладке новой системы, как и при ее дальнейшей эксплуатации иногда необходимо изменять управляющую программу или конфигурацию ПЛК. Программирование, изменение конфигурации и отладка ПЛК выполняется при помощи среды CoDeSys.

CODESYS (акроним англ. *Controller Development System*) — инструментальный программный комплекс промышленной автоматизации. Производится и распространяется компанией 3S-

SmartSoftwareSolutionsGmbH (Кемптен, Германия). Версия 1.0 была выпущена в 1994 году. С ноября 2012 изменено написание на **CODESYS**.

Основой комплекса CODESYS является среда разработки прикладных программ для программируемых логических контроллеров (ПЛК)

В CODESYS для программирования доступны все пять определяемых стандартом IEC 61131-3 (МЭК 61131-3) языков:

- **IL** (Instruction List) — ассемблер-подобный язык
- **ST** (Structured Text) — Pascal-подобный язык
- **LD** (LadderDiagram) — язык релейных схем
- **FBD** (FunctionBlockDiagram) — язык функциональных блоков
- **SFC** (Sequential Function Chart) — язык диаграмм состояний

Формулировка задачи оптимизации включает несколько этапов: выбор критерия оптимальности, выбор оптимизируемых параметров, установление необходимых ограничений и запись целевой оптимизационной функции.

Наиболее распространенными критериями оптимизации являются экономические и технологические показатели эффективности.

Литература

1. [Г. Л. Веселуха, Ю. Д. Цукерман MasterSCADA — система комплексного учета ресурсов предприятия // «Автоматизация в промышленности» № 9 2008](#)
2. [Потоцкий И. В. Практикум по MasterSCADA // ПиКАД № 4 2007](#)
3. URL https://www.owen.ru/product/plc110_old
4. URL https://www.owen.ru/product/plk110_m02
5. И. Елизаров, А. Третьяков - SCADA-системы 2015
6. МУ. Программирование ПЛК на языке LD_ST_IL_FBD_SFC

АВТОМАТИЗАЦИЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ДАННЫХ ИНЖЕНЕРНОГО АНАЛИЗА ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ЯЧЕЙСТЫХ СТРУКТУР

Ярмошук Ю.М., Юхо Е.Н.

Научный руководитель – Полозков Ю.В., к.т.н., доцент

В процессе оптимизации топологической формы деталей путем встраивания ячеистых структур на изменение физико-технических свойств существенное влияние оказывают количество, геометрическая форма и размещение ячеек [1, 2]. В связи с этим для анализа напряженно-деформированного состояния деталей посредством проведения итерационного моделирования и выполнения инженерных расчетов деталей с ячеистыми структурами было разработано программное обеспечение с использованием APISolidWorks [2, 3]. По окончании выполнения расчетов с помощью этого программного обеспечения в качестве выходных данных выступают значения напряжений, которые возвращаются посредством метода `APIGetMinMaxStress (intNComponent, intNElementNumber, intNStepNum, objectDispPlane, intNUnits, outintErrorCode)` и значения деформаций, возвращаемых посредством метода `APIGetMinMaxDisplacement (intNComponent, intNStepNumber, objectDispPlane, intNUnits, outintErrorCode)`. Указанные методы возвращают значения напряжений и деформаций, рассчитываемые для каждого из узлов конечно-элементной сетки, которая строится на основе твердотельной модели детали. Причем, могут быть получены значения, соответствующие величине нормалей к плоскостям пространственной системы координат, векторам, инцидентным плоскостям пространственной системы координат, а также значения эквивалентных напряжений по теории Мизеса. В зависимости от плотности сетки эти значения могут исчисляться десятками и сотнями тысяч.

Полученные данные изначально хранятся в виде сплошного массива значений номеров узлов и действующих на эти узлы 11 типов нагрузок. Для удобства последующей обработки и наглядного представления извлеченные данные необходимо структурировать и отобразить в графическом виде, например, в виде графиков или диаграмм.

Для создания удобных списков объектов был разработан метод `FillingTotalStressList`, который разделяет исходный массив напряжений на лист объектов `TotalStressModel`, а также аналогичный метод `FillingTotalStrainList` для разделения исходного массива деформаций на лист

объектов TotalStrainModel. Для структурированного вывода этих листов в виде таблиц используется компонента DataGridView. Источником данных для компоненты указывается лист классов. Результат полученных преобразований представлен на рисунке 1.

Strain	Stress	NodeId	SX	SY	SZ	XY	XZ	YZ	ESTRN	SEDENS	ENERGY
		1	-8,76637762E-10	1,01199431E-08	-2,684792E-09	-3,934833E-09	4,38868941E-10	-1,42086618E-08	1,16856782E-08	2,896263E-07	0
		2	-8,718338E-10	5,73048275E-09	-1,16228638E-09	-2,09687512E-09	-8,15281731E-10	-1,29652014E-08	8,830782E-09	1,55022164E-07	0
		3	-5,491503E-10	2,7719298E-09	-5,482782E-10	-1,50193225E-09	-8,232831E-10	-1,08875469E-08	6,737322E-09	7,05406649E-08	0
		4	-2,12303022E-10	1,39303791E-09	-3,62860353E-10	-9,526582E-10	-3,85594445E-10	-9,63424E-09	5,70565462E-09	4,53781261E-08	0
		5	-5,41017474E-11	4,62741845E-10	-2,40132636E-10	-8,419461E-11	-2,9642E-10	-8,763164E-09	5,07997777E-09	3,44356472E-08	0
		6	4,21075154E-11	-2,47070225E-10	-1,52205165E-10	7,254216E-10	-2,37116576E-10	-8,202913E-09	4,75945239E-09	3,01559133E-08	0
		7	1,882513E-10	-9,594103E-10	-1,07113131E-10	1,53492985E-09	-2,503829E-10	-7,75891E-09	4,620242E-09	2,96881044E-08	0
		8	3,4985792E-10	-1,76488535E-09	-5,887896E-11	2,47549736E-09	-3,016149E-10	-7,48345652E-09	4,73477524E-09	3,37983366E-08	0
		9	5,20632371E-10	-2,93869618E-09	1,13890425E-11	3,53403284E-09	-4,01784273E-10	-7,34586436E-09	5,182194E-09	4,6893863E-08	0
		10	6,286339E-10	-4,62585525E-09	2,57884158E-10	4,92346652E-09	-5,04989E-10	-7,966375E-09	6,386375E-09	8,12599836E-08	0
		11	6,37634834E-10	-8,1221625E-09	2,03609352E-09	5,60915669E-09	-1,60909661E-10	-7,865663E-09	8,457944E-09	1,60594837E-07	0
		12	1,807276E-09	-9,075609E-09	4,14782431E-09	2,7487066E-09	-1,10939091E-10	-5,16990051E-09	8,821916E-09	1,35659974E-07	0
		13	1,93324179E-09	-6,172559E-09	2,842664E-09	-6,38054748E-11	3,76096515E-10	-2,61487E-09	5,93070926E-09	5,16923144E-08	0
		14	1,643988E-09	-4,53942262E-09	1,90329974E-09	-5,915425E-10	1,35661413E-10	-2,241733E-09	4,419679E-09	2,81470172E-08	0

Рисунок 1 – табличное представление листа класса извлечения значений деформации

Для визуализации данных применяется фреймворк LiveChart. К проекту его можно подключить через встроенную систему NuGet. Отличительными особенностями графиков этого фреймворка являются: встроенное отображение значения точки, при наведении на кривую; сглаженные графики; возможность обновления графиков в текущем времени. За отображение графиков отвечает абстрактный класс, основной функцией которого является возможность преобразования последовательности значений в кривую. Основные методы класса, отвечающего за стартовые настройки графиков и создание кривых, представлены ниже:

```
virtualpublicvoid InitChart()
{
if (IsInitialize()) //проверка количества графиков
{
GetChart.AxisX.Clear(); //отчистка стандартной оси X
GetChart.AxisX.Add(new Axis //создание новой оси X
```

```

        {
    IsEnabled = true, //видимость
    ShowLabels = true, //отображение текста
    Separator = new Separator //создание вертикальной сетки
        {
    StrokeThickness = 1, //толщина линии
    //цвет линии

    Stroke = new System.Windows.Media.SolidColorBrush(System.Windows.Media.Color.FromRgb(64,
    79, 86))

        },
    Labels = newList<string>()
        });
    GetChart.AxisY.Clear(); //отчистка стандартной оси Y
    GetChart.AxisY.Add(new Axis //создание новой оси Y
        {
    IsMerged = true, //отображение текста внутри сетки
    Separator = new Separator //создание горизонтальной сетки
        {
    StrokeThickness = 1, //толщина линии
    //цвет линии

    Stroke = new System.Windows.Media.SolidColorBrush(System.Windows.Media.Color.FromRgb(64,
    79, 86))

        }
    });
    GetChart.Zoom = ZoomingOptions.X; //функция увеличения
    GetChart.LegendLocation = LegendLocation.Top; //положение подписей кривых
    }.

public LineSeries AddSeries(string name)
    {
    LineSeries series = new LineSeries() //создание новой кривой
        {
        Values = new ChartValues<float>(), //тип значений

```



```

PointGeometry = null, //отображение точек на графике
Fill = System.Windows.Media.Brushes.Transparent, //окрашивание области под кривой
StrokeThickness = 1.5, //толщина линии
Title = name//подпись кривой
    };
return ser;
}.

```

Пример преобразования точек в кривую:

```

public void FillingChartPart(int mass, int start, int id, int ser, string serName)
    {
ClearValues(ser); //отчищаем значения кривых
GetChart.AxisX[0].Labels.Clear(); //отчищаем подписи осей X

int end = start + mass; //поиск последней точки вывода относительно положения ползунка
//выход за пределы массива точек, вывод до конца
if (end > TotalStrainModels[id].Count)
    {
end = TotalStrainModels[id].Count;
    }

//цикл вывода части графика
for (int startP = start; startP < end; startP++)
{
//выбор по имени кривой
switch (serName)
    {
case "XY":
        {
//преобразование значения массива в точку кривой
GetChart.Series[ser].Values.Add(TotalStrainModels[id][startP].XY);
//добавление подписи точки

```

```

GetChart.AxisX[0].Labels.Add(TotalStrainModels[id][startP].NodeId.ToString());
break;
}
case "XZ": ...

```

Результатом работы рассмотренного класса является динамическое отображение графика или части графика (рисунок 2).

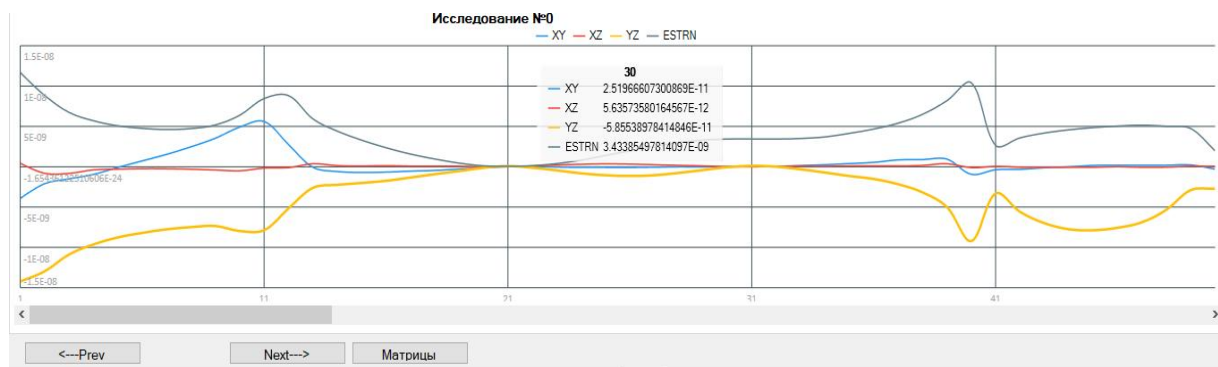


Рисунок 2 – графики некоторых табличных значений: напряжения по осям и общее напряжение

Для управления отображением графиков создана панель включающая: чекбоксы отвечающие за подключение кривых, которые строятся на основе данных из таблиц, текстбоксы для задания масштаба – количество точек кривой, переход к отрезку графика, в который входит указанная точка и интервал и ряд других функциональных элементов управления.

Представленные программные средства структурированного представления и визуализации данных способствуют выработке дальнейших решений в процессе автоматизации анализа данных о напряженно-деформированном состоянии деталей с целью выявления наиболее рациональных областей размещения и геометрической конфигурации ячеистых структур при проектировании легковесных деталей.

Литература

1. Полозков, Ю.В. Проблемы проектирования и формообразования легковесных деталей в аддитивном производстве / Ю.В. Полозков // Математические методы в технике и технологиях : сб. тр. междунар. науч. конф., Минск, 10 – 12 октября 2017 г. / СПб.: Изд-во Политехн. ун-та ; под общ.ред. А. А. Большакова. – Минск, 2017. – Т. 10 – С. 61 – 65.

2. Полозков, Ю.В. Автоматизация оценки влияния конфигурации ячеистых структур на физико-технические свойства детали / Ю.В. Полозков, Е.Н. Юхо, С.А. Рагуля, А.Ю. Калита // Информационные технологии и системы: проблемы, методы, решения (ИТС – 2018) : сб. материалов Республиканской научно-технической конференции, Минск, 23 – 24 ноября 2018 г. / Четыре четверти; редкол.: С. В. Харитончик [и др.]. – Минск : 2018. – С. 124 – 129.

3. SOLIDWORKS API Help [Electronic resource] / DassaultSystèmes – Mode of access : <http://help.solidworks.com/2019/english/api/sldworksapiproguide/Welcome.htm/> – Date of access : 22.08.2018.

СЕКЦИЯ ФИЗИКА

ПЕРЕЧЕНЬ ДОКЛАДОВ

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО ПОСОБИЯ "РЕАКТОР НА БЫСТРЫХ НЕЙТРОНАХ: ПРЕИМУЩЕСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ"

Сотникова А. А., Яцухно Я. С.

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

ПРИМЕНЕНИЕ ЭФФЕКТА ДОПЛЕРА В МЕДИЦИНЕ

Титов А.Д., Хитров И.С.

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

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КВАНТОВОГО ТУННЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОНОВ ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ

Мангул Д.И.

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

ТЕРМОПАРА КАК ГЕНЕРАТОР ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Шкуратов В.А., Журкевич В.В.

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

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Карасёв В.В., Сидорин К.А.

Научный руководитель – Танана Т.В., старший преподаватель

ЧЕРНАЯ ДЫРА «СТРЕЛЕЦ А*»

Сехович Е.П., Лапшевич В.П.

Научный руководитель – Танана Т.В., старший преподаватель

ГЕЙМИФИКАЦИЯ - ОДИН ИЗ ПУТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ СТУДЕНТАМИ ДИСЦИПЛИНЫ «ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

Аверьянова Е.В.

Научный руководитель – доцент Симонова - Лобанок М.П., ст. преп.
Рогалева И.Е.

УСВОЯЕМОСТЬ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА В ТЕСТОВОЙ И ИГРОВОЙ ФОРМЕ

Рубченя А.В., Шабунько А.А.

Научный руководитель – Русакевич Д.А., к.ф.-м.н., доцент

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО ПОСОБИЯ "РЕАКТОР НА БЫСТРЫХ НЕЙТРОНАХ: ПРЕИМУЩЕСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ"

Сотникова А. А., Яцухно Я. С.

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

Мир не стоит на месте, всё развивается и движется вперед, сегодня уже трудно представить человека без смартфона или другого гаджета. Поэтому возникла идея создания электронного пособия по современной и актуальной теме – ядерной энергетике.

Целью работы являлась разработка электронного пособия на тему «Реактор на быстрых нейтронах: преимущества и перспективы», в котором были выделены следующие разделы:

1. Цель работы;
2. Тест «Проверь себя»;
3. Понятие «быстрые нейтроны»;
4. Реактор на быстрых нейтронах;
5. Сравнение двух реакторов: на быстрых и тепловых нейтронах;
6. Интересные факты;
7. Видеотека;
8. Каталог фотографий;
9. Тест по пройденному материалу;
10. Источники информации.

"Сердцем" образовательного ресурса является панель, вид которой представлен на рисунке 1.



Рисунок 1. Панель управления

Как видно из рисунка 1, вначале предлагается пройти тест “Проверь себя” и узнать уровень своих знаний до изучения последующего материала. Тест написан на языке программирования VBA.

После получения результатов теста, можно сделать вывод о том, какой раздел стоит изучить подробнее, и далее перейти к теоретической части,

которая представлена тремя темами: быстрые нейтроны, реактор на быстрых нейтронах и сравнение реакторов на быстрых и тепловых нейтронах.

Быстрые нейтроны – это нейтроны, обладающие высокой энергией, которые участвуют в реакции расщепления ядра, так называемом быстром расщеплении. Источником энергии нейтрона является ряд столкновений в процессе первичного расщепления. Высокоэнергичные нейтроны вызывают цепную реакцию деления. Быстрое расщепление необходимо для работы ядерных реакторов, называемых быстрыми реакторами [1].

Далее можно приступить к изучению принципа работы реактора на быстрых нейтронах. Активная зона реактора на быстрых нейтронах устроена подобно луковице, слоями. 370 топливных сборок образуют три зоны с различным обогащением по урану-235 – 17, 21 и 26% (изначально зон было только две, но, чтобы уравновесить энерговыделение, сделали три). Они окружены боковыми экранами (бланкетами) или зонами воспроизводства, где расположены сборки, содержащие обедненный или природный уран, состоящий в основном из урана-238. В торцах тепловыделяющих элементов (ТВЭЛов) выше и ниже активной зоны также расположены таблетки из обедненного урана, которые образуют торцевые экраны (зоны воспроизводства) [2]. Несмотря на то, что реактор на тепловых нейтронах дешевле с экономической точки зрения, реактор на быстрых нейтронах дает в 1.5 раза больше нейтронов на 1 деление, и их хватает и на цепную реакцию, и на наработку нового топлива. Активная зона реактора на тепловых нейтронах состоит из замедлителя, ядерного топлива, теплоносителя и конструкционных материалов. Отводить тепло с помощью воды в реакторах на быстрых нейтронах нельзя (вода – замедлитель) в отличие от реакторов на быстрых нейтронах, так что приходится использовать другие теплоносители: обычно это жидкие металлы и сплавы, от весьма экзотических вариантов типа ртути (такой теплоноситель был использован в первом американском экспериментальном реакторе Clementine) или свинцово-висмутовых сплавов (использовались в некоторых реакторах для подводных лодок, в частности, советских лодок проекта 705) до жидкого натрия (самый распространенный в промышленных энергетических реакторах вариант) [3]. Для реакторов на быстрых нейтронах топлива человечеству хватит на тысячи и десятки тысяч лет.

Следующие разделы пособия – это "Интересные факты", "Видеотека", "Каталог фотографий". Внешний вид раздела "Интересные факты" представлен на рисунке 2, а раздела "Каталог фотографий" на рисунке 3.

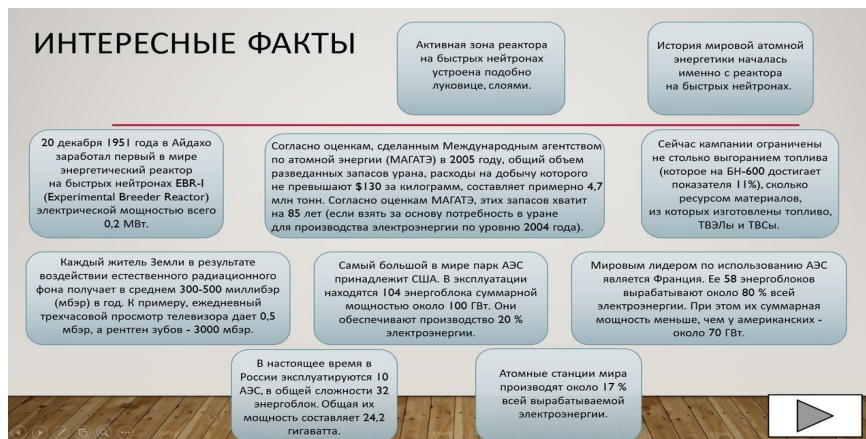


Рисунок 2. Раздел "Интересные факты"



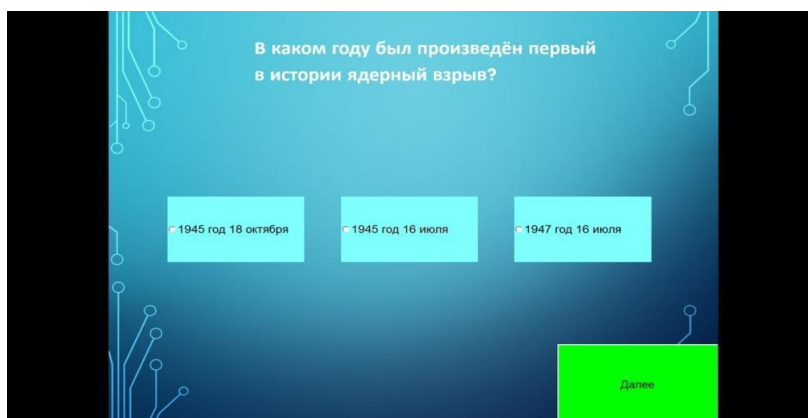
Рисунок 3. Раздел "Каталог фотографий"

Видеотека содержит теоретическую часть и 7 видеороликов:

1. NuclearReactorFail-safe
2. Атомный реактор ВВЭР-1200
3. Запуск ядерного реактора
4. Как делают ядерные реакторы
5. Космический ядерный реактор
6. Принцип работы ядерного реактора
7. Ядерный реактор. Ядерная энергетика.

После изучения всего материала можно проверить свои знания. В проверочном тесте содержатся вопросы, ответы на которые содержатся в пособии. Внешний вид панели теста представлен на рисунке 4.

Электронные пособия – это то средство информации, которое никогда не устареет, и следует заметить, что пособие актуально как для преподавателей,



как интересный способ преподнесения информации, так для студентов, которым будет интересно самостоятельно изучить определенную тему, а также для интересующихся людей в общеобразовательных целях.

Рисунок 4. Проверочный тест

Литература

1. Быстрые нейтроны URL:http://www.aggregateria.com/B/bystrye_nejtrony.html(Дата обращения: 30.04.2019)
2. Новые источники энергии и способы их использования. Ядерные реакции на быстрых нейтронах Реактор на быстрых нейтронах ядерный реактор URL:<http://docplayer.ru/36049439-Тема-6-novye-istochniki-energii-i-sposoby-ih-ispolzovaniya-yadernye-reakcii-na-bystryh-neytronah-reaktor-na-bystryh-neytronah-yadernyy-reaktor.html> (Дата обращения: 30.04.2019)
3. Начался физический пуск энергоблока БН-800 URL:<http://masterok.livejournal.com/1577906.html?thread=20959922> (Дата обращения: 30.04.2019).

ПРИМЕНЕНИЕ ЭФФЕКТА ДОПЛЕРА В МЕДИЦИНЕ

Титов А.Д., Хитров И.С.

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

Ультразвуковые (УЗ) методы исследования широко применяются в медицинской диагностике благодаря способности УЗ волн без существенного поглощения проникать в мягкие ткани организма (кожу, мышцы, жир, кровь) и отражаться от уплотнений и неоднородностей [1]. УЗ методы диагностики отличаются относительной безопасностью (отсутствие лучевой нагрузки) для организма по сравнению с рентгеновскими лучами и простотой использования по сравнению с магнитно-резонансной томографией. Особый метод УЗ исследования – доплерометрия – основан на эффекте Доплера, который заключается в изменении частоты УЗ сигнала при отражении от движущихся предметов относительно первоначальной частоты посланного сигнала, то есть в возникновении доплеровского сдвига частоты. Доплерометрия применяется в кардиологии и сосудистой диагностике для оценки характера и скорости кровотока в сосудах.

На рис.1 представлен доплеровский измеритель скорости кровотока.

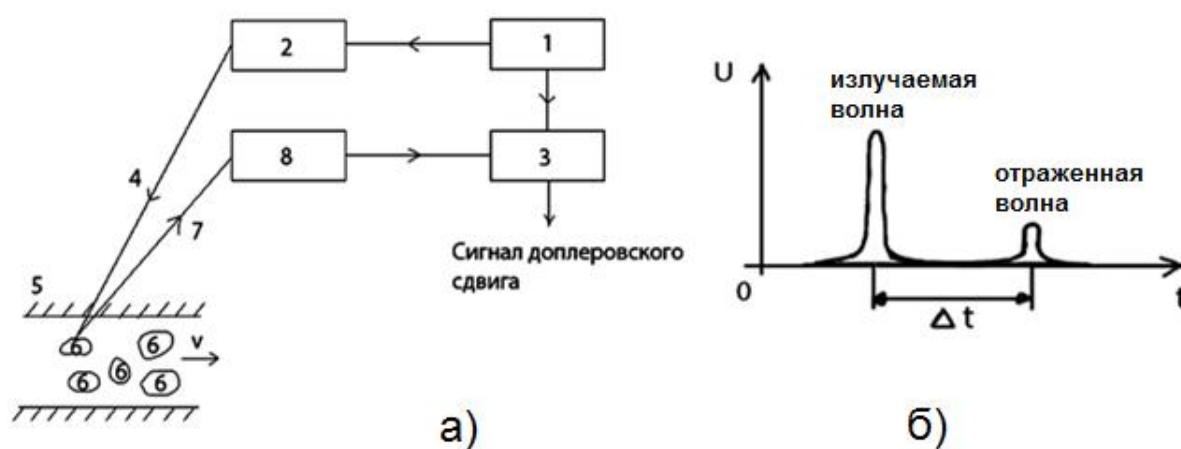


Рисунок 1. Схема доплеровского измерителя скорости кровотока (а); регистрируемые электрические сигналы (б): 1 – генератор электрических колебаний УЗ-частоты, 2 – излучатель УЗ колебаний, 3 – устройство сравнения частот, 4 – падающая УЗ волна, 5 – кровеносный сосуд, 6 – движущиеся эритроциты, 7 – отраженная УЗ волна, 8 – приёмник

Принцип работы измерителя состоит в следующем. На пьезоэлектрический излучатель УЗ колебаний 2 поступает синусоидальный электрический сигнал от генератора 1 с УЗ частотой f_0 (рис.1,а). В излучателе 2 электрический сигнал преобразуется в синусоидальный УЗ сигнал с той же частотой f_0 . Излучаемая ультразвуковая волна 4 распространяется со скоростью V_0 вглубь кровеносного сосуда 5, где претерпевает отражения от

акустических неоднородностей – эритроцитов 6, движущихся со скоростью V (рис.2). Отраженные волны 7 в виде эхо-сигналов поступают в приёмник 8, где преобразуются в электрические сигналы (рис.1,б), которые подаются в устройство сравнения частот 3 для определения частотного доплеровского сдвига. Отраженная от эритроцитов УЗ волна несет информацию о скорости эритроцитов – их скорость пропорциональна измеряемому доплеровскому сдвигу частоты Δf [2].

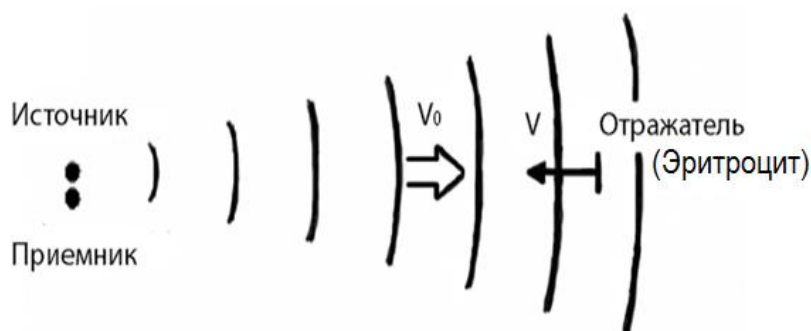


Рисунок 2. Отражение ультразвуковой волны от движущихся эритроцитов: V_0 – скорость УЗ волны в крови, V – скорость эритроцита

С использованием зарегистрированного сдвига частоты Δf определяется скорость кровотока V по формуле $V = \frac{\Delta f \cdot V_0}{f_0}$, где V_0 – скорость ультразвуковой волны в крови.

На сегодняшний день разработан ряд новых методик доплерометрии, основанных на использовании импульсного доплеровского режима (позволяет дифференцировать сигнал по глубине сканирования), «цветового доплеровского кодирования» (получение цветных картограмм, в которых значение скорости кровотока в разных точках сосуда кодируется определенным цветом) и др. В настоящее время ведутся работы, направленные на повышение разрешения и чувствительности приборов за счет снижения влияния помех, которые вызваны неоднородностями внутренней среды организма [3].

1. Литература

1. Применение ультразвука в медицине. Под редакцией К. Хилла. – М.: Мир, 1989. – 568 с.
2. Осипов Л.В. Ультразвуковые диагностические приборы. Режимы, методы и технологии. – М.: Изомед, 2011. – 316 с.
3. Хилл К., Бэмбер Дж., Тер Хаар Г. Ультразвук в медицине. Физические основы применения. – М.: Физматлит, 2008. – 544 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КВАНТОВОГО ТУННЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОНОВ ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ

Мангул Д.И.

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

Одна из проблем, с которыми столкнулось дальнейшее развитие микроэлектроники – проблема охлаждения микросхем, процессоров и других нагруженных элементов полупроводниковых устройств. Использование традиционных методов охлаждения часто вызывает негативные побочные явления и сложности. В первую очередь речь идет о массогабаритных параметрах, долговечности, надежности, а также о сопутствующих шумах. В то же время микроминиатюризация электроники требует обеспечения отвода тепловых потоков очень высокой плотности вплоть до $100\text{--}1000\text{ Вт/см}^2$ от небольших по площади “горячих точек”. Все это делает актуальным поиск и совершенствование новых методов охлаждения, основанных на новых физических принципах.

Одним из перспективных направлений развития систем охлаждения электронных устройств являются твердотельные охлаждающие устройства, в которых используется эффект туннелирования электронов. Туннелирование микрочастиц – чисто квантовый эффект, который заключается в том, что микрочастицы могут проникать с ненулевой вероятностью сквозь потенциальный барьер. В качестве потенциального барьера может выступать тонкий (толщиной порядка нескольких нанометров) слой диэлектрика, расположенный между двумя проводящими слоями вещества. Под действием электрического поля, направленного перпендикулярно слою диэлектрика, возникает электрический ток, обусловленный туннелированием электронов через слой диэлектрика. Вероятность прохождения электронов через потенциальный барьер тем выше, чем больше кинетическая энергия электрона, поэтому электрический ток сопровождается переносом тепловой энергии. Средняя кинетическая энергия электронов в той области, из которой наиболее быстрые электроны вследствие туннельного эффекта уходят, снижается и эта область остывает, а та область, которая находится за потенциальным барьером, нагревается. Изменяя величину тока можно регулировать величину теплового потока [1].

Литература

1. A.M. Clark, N.F. Miller, F. Williams, S.T. Ruggiero, G.C. Hilton. Cooling of bulk material by electron-tunneling refrigerators// Applied Physics Letters, V.86, № 17, 173508 (2005).

ТЕРМОПАРА КАК ГЕНЕРАТОР ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Шкуратов В.А., Журкевич В.В.

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

Термоэлектрический эффект был открыт немецким физиком Томасом Зебеком в 1821 году. При соединении разных металлических проводников в замкнутую цепь и нагревании контактов этих проводников до разных температур в цепи появляется электрический ток, т.к. между контактами металлов, находящимися при разных температурах возникает разность потенциалов, которую называют термо-ЭДС. Термо-ЭДС находит применение на практике. Термопары позволяют измерять температуру, т.к. величина термо-ЭДС зависит от разности температур, которая имеет место между контактами (спаями) металлов. Кроме этого, термопару можно использовать как источник электроэнергии, позволяющий напрямую преобразовывать тепловую энергию в электрическую. Во время Великой Отечественной войны ученые ленинградского физико-технического института разработали “партизанский котелок” – устройство, в котором термопары использовались как источник электроэнергии для подзарядки аккумуляторов радиостанций.

Цель данной работы состояла в оценке эффективности термоэлектрического источника питания, состоящего из батареи термопар, для подзарядки аккумулятора мобильного телефона в походных условиях. Для экспериментального исследования использовалась термопара промышленного изготовления из висмута-сурьмы с коэффициентом термо-ЭДС $\alpha = 79$ мкВ/К. Измерялась величина термо-ЭДС, возникающей на термопаре при разных температурах в диапазоне 20-100°C и токи короткого замыкания для определения внутреннего сопротивления термопары. Для более надежного контроля температуры во время измерений термопару помещали в горячую воду. Температура воды медленно изменялась. При этом в момент измерения параметров температура была практически постоянной. Результаты в Таблице 1. Несложные расчеты показывают, что для зарядки аккумулятора с ЭДС 1,5 В и внутренним сопротивлением порядка 0,02 Ом потребуется термоэлектрическая батарея, состоящая из двух соединенных параллельно цепочек в каждой из которых соединены последовательно около 200 термопар. При этом термопары должны погружаться в кипящую воду, а второй спай находиться при комнатной температуре.

Таблица 1.

t, °C	U, мВ	I _{кз} , А
50	2,0	0,20
70	4,1	0,42
80	5,2	0,55
90	7,2	0,70
100	7,7	0,83

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Карасёв В.В., Сидорин К.А.

Научный руководитель – Танана Т.В., старший преподаватель

Состояние нашей атмосферы за последние несколько десятков лет ощутимо ухудшилось, и последствия этого мы начинаем ощущать уже сейчас. Небезопасными для окружающей среды стали химическая промышленность, нефтеперерабатывающая отрасль, добыча топливно-энергетических ископаемых, транспорт и энергетика.

Одной из технологий, которые могут помочь компенсировать этот ущерб является использование водорода как чистого топлива. Водородная энергетика — отрасль энергетики, основанная на использовании водорода в качестве средства для аккумулирования, транспортировки и потребления энергии. Водород выбран как наиболее распространенный элемент на поверхности земли и в космосе. Теплота сгорания водорода наиболее высока, а продуктом сгорания в кислороде является вода (которая вновь вводится в оборот водородной энергетике).

Основными и самыми дешёвыми способами получения водорода являются: газификация угля, паровая конверсия лёгких углеводородов, электролиз воды, пиролиз биомассы. Самым старым и дешёвым среди них является газификация угля.

Газифицировать можно любое топливо: ископаемые угли, торф, мазут, кокс, древесину и другие. Газификацию топлив проводят в газогенераторах, а получаемые газы называют генераторными. Их применяют как топливо в металлургических, керамических, стекловаренных печах, в бытовых газовых приборах, двигателях внутреннего сгорания и т.д. Кроме того, они служат сырьём для производства водорода, аммиака, метанола, искусственного жидкого топлива. Себестоимость процесса 2-2.5 доллара за килограмм водорода. В будущем возможно снижение цены до 1.5 долларов, включая доставку и хранение.

При электролизе воды через неё пропускается постоянный электрический ток. При этом происходит диссоциация воды с образованием молекул кислорода O_2 и выделением положительно заряженных ионов водорода H^+ , электронов e^- . На катоде ионы водорода H^+ принимают электроны, образуя газообразный водород H_2 . Себестоимость процесса — 6-7 долларов за килограмм водорода при использовании электричества из

промышленной сети; 7-11 долларов при использовании электричества, получаемого от ветрогенераторов; 10-30 долларов при использовании солнечной энергии. С развитием технологий стоимость производства водорода данным способом уменьшится в несколько раз.

Паровая конверсия — получение чистого водорода из лёгких углеводородов путём парового риформинга (каталитической конверсии углеводородов в присутствии водяного пара). Риформирование газового пара является самым популярным и самым дешевым способом производства водорода. В сравнении с электролизом воды, процесс паровой конверсии гораздо менее энергозатратный, что отражается на себестоимости — всего 2-5 долларов за килограмм конечного продукта. В настоящее время данным способом производится примерно 90-95% всего водорода.

Использование водорода, полученного из биомассы, экономически выгодно, так как для производства топлива используются различные биологические отходы. При термохимическом методе обработки биомассы себестоимость процесса 5-7 долларов за килограмм водорода. В будущем возможно снижение до 1-3 долларов за счёт развития технологии. Также возможно получение водорода биохимическим методом благодаря различным бактериям. Этот процесс проходит при $t = 30^{\circ}\text{C}$ и нормальном давлении, чем весьма удобен, при этом себестоимость процесса около 2 долларов.

Как мы знаем, электрические станции не всегда работают в режиме, обеспечивающем максимальную выгоду производства электроэнергии. В те часы, когда электроэнергия потребляется не так интенсивно, можно перенаправить избыточные мощности электростанций на производство водорода, тем самым сохраняя стабильно высокую мощность и обеспечивая водородную инфраструктуру необходимым количеством топлива. Согласно прогнозам экспертов, производство водорода за счёт мощностей атомных электростанций со временем будет наращиваться. Примерно к 2050 году будет производиться около 2800 миллиардов кубических метров водорода в год для удовлетворения запросов промышленности и транспорта.

На данный момент существуют технологии, позволяющие использовать водород в качестве топлива: различные топливные элементы, двигатели внутреннего сгорания и газотурбинные двигатели. Также в этой области ведутся многочисленные разработки, которые будут удешевлять стоимость этих технологий, делая их более надёжными и безопасными, тем самым обеспечивая финансовую возможность использования этих технологий рядовым потребителем.

Водородный топливный элемент осуществляет превращение химической энергии водорода в электрическую минуя малоэффективные, идущие с большими потерями, процессы горения. Для топливных элементов нет жёстких ограничений по КПД как у тепловых машин. У существующих сейчас топливных элементов КПД составляет около 60-80%, а у тепловых машин результативный максимум примерно 53%, а чаще всего вблизи 35-38% из-за множества составляющих и термодинамических ограничений. Топливные элементы достаточно компактны, производят мало шума, слабо нагреваются, более эффективны с точки зрения потребления топлива по сравнению двигателями внутреннего сгорания.

Сегодня в США, странах ЕС, Японии и Китае приняты и реализуются национальные и международные программы по разработке элементов водородной энергетики, в том числе на возобновляемых источниках энергии. Согласно прогнозам, будет наращиваться производство автомобилей (к 2021 будет ежегодно производиться порядка 16 тысяч автомобилей с топливными элементами и двигателями внутреннего сгорания, использующими в качестве источника энергии водород, а к 2027 году эта цифра вырастет уже до примерно 72 тысяч автомобилей в год). В первую очередь это связано с тем, что ископаемые ресурсы нашей планеты кончаются, а значит, экологический и энергетический кризисы могут сделать развитие водородной энергетики приоритетным направлением мировой экономики.

На данный момент, различные транспортные средства могут использовать в качестве топлива водород: это могут быть как машины с двигателями внутреннего сгорания (далее – ДВС), так и с газотурбинными двигателями. При использовании водорода в ДВС его мощность снижается до 65-82% в сравнении с бензиновым двигателем, однако, если внести некоторые изменения в систему зажигания, то мощность двигателя увеличивается до 117% относительно бензинового аналога. На данный момент многие компании (Toyota, Honda, Audi, BMW, Ford, Nissan) производят автомобили, которые используют в качестве топлива водород. В мире уже насчитывается около тысячи водородных заправочных станций. В Лондоне в настоящий момент эксплуатируется более 8000 авто, работающих на двигателях внутреннего сгорания, работающих на водороде.

Японские автопроизводители также активно развивают свои программы серийного производства водородных автомобилей. В марте 2016 года запущено серийное производство водородного автомобиля HondaFCV, а Nissan работает над промышленной реализацией своего концепта Terra. В связи с этим активно развивается и заправочная инфраструктура для автомобилей с водородными топливными ячейками. В данный момент, в Японии действует около 60 водородных заправочных станций. Но согласно разработанной правительственной программе, к 2020 году их число должно увеличиться на 160 единиц. Эти водородные заправочные комплексы

должны обслуживать 40 тыс. автомобилей на водородном топливе, которые появятся к этому времени в Японии. В качестве мер стимулирования развития национальной сети водородных заправочных станций, со стороны правительства предусматривается компенсация трети расходов на открытие таких станций. Сейчас примерная стоимость стационарной водородной заправочной станции составляет около 300 тыс. долларов США.

Резюмируя всё вышеперечисленное, следует отметить, что уже сейчас существует достаточно развитая и жизнеспособная инфраструктура водородной энергетики. С каждым годом она будет занимать всё больше и больше позиций в различных сферах нашей жизни за счёт удешевления производства самого водорода и развития технологий, которые сделают отрасль водородной энергетики одной из важнейших в мире.

Литература:

1. habr.com/ru/company/toshibarus/blog/428511
2. eneca.by/ru_toplivnyy_element0
3. financialexpress.com/archive/tata-steel-develops-hydrogen-production-tech-granted-pct/370776/0
4. promved.ru/articles/article.phtml?id=811&nomer=29
5. Козлов С. И. Водородная энергетика: современное состояние, проблемы, перспективы. - М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2009. - 520 с

ЧЕРНАЯ ДЫРА «СТРЕЛЕЦ А*»

Сехович Е.П., Лапшевич В.П.

Научный руководитель – Танана Т.В., старший преподаватель

2. Вопрос о возможном существовании первичных черных дыр, образующихся на ранних стадиях космологического расширения, и их влиянии на последующую эволюцию, по-прежнему стоит на повестке дня. Интерес представляют черные дыры массой менее 10^{15} г, которые к настоящему времени должны исчезнуть в результате хоккингского испарения.

10 апреля 2019-го года Национальный научный фонд США впервые показал «фотографию» сверхмассивной черной дыры в центре галактики Messier 87. Это сенсационное открытие навсегда разделило нашу историю на «до» и «после».

Чёрная дыра — область пространства-времени, гравитационное притяжение которой так велико, что покинуть её не могут даже объекты, движущиеся со скоростью света, в том числе кванты самого света. Граница этой области называется горизонтом событий, а её характерный размер — гравитационным радиусом.

Черную дыру (рис.) делят на следующие составляющие: горизонт событий, фотонная сфера и сингулярность.

1. Горизонт событий — замкнутая поверхность, ограничивающая область вокруг черной дыры, в пределах которой силы гравитации до такой степени велики, что никакие сигналы (фотоны, частицы) не могут выйти из-под этой поверхности и достичь внешнего наблюдателя.
2. Фотонная сфера – это сферическая поверхность нулевой толщины, на которой движущиеся вдоль касательной к поверхности фотоны будут захвачены на круговые орбиты.
3. Гравитационная сингулярность — это область, где пространственно-временной континуум столь сильно искривлен, что превращается в бесконечность.

Надо понимать, что на изображении не сама черная дыра, а ее "внешний контур" – точка невозврата, называемая горизонтом событий. Такое название имеет область пространства-времени, в которой гравитация черной

дыры не позволяет ничему прорваться вовне, однако с внешней стороны у лучей еще есть шанс уклониться от притяжения.

Увидеть и зафиксировать свет, который прошел по самой границе горизонта событий, но не был впитан черной дырой, несколько лет пробовал проект EventHorizonTelescope (ЕНТ). Ученые проекта следили за обрамлением черной дыры в центре Млечного Пути. Для этой цели они совместили восемь радиотелескопов в интерферометр с разрешением,

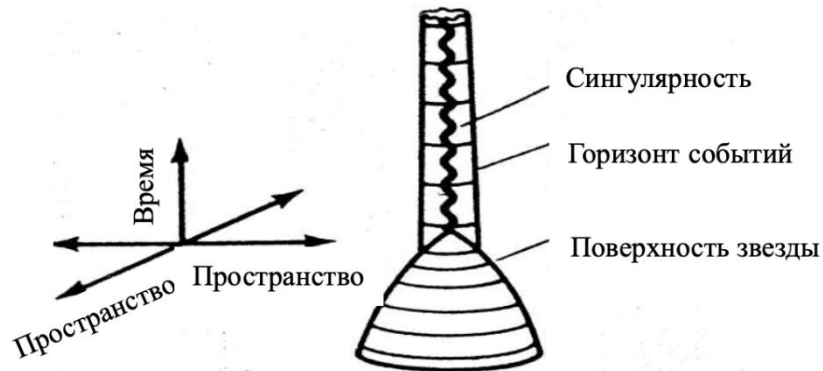


Рисунок. Структура черной дыры

равноценным разрешению радиотелескопа размером с Землю.

Черная дыра в центре Млечного Пути названа Стрельцом А* и находится на расстоянии 26 тысяч световых лет. При этом она имеет радиус только 24 миллиона километров (это в два раза меньше орбиты Меркурия), ее масса равна приблизительно 4 миллионам масс Солнца. Вопреки тому, что объект является частью нашей галактики, его наблюдение является проблемным делом. Принимая во внимание размер Стрельца А* и расстояние до нее, шанс рассмотреть черную дыру посредством одного телескопа эквивалентен шансу заметить резиновый мячик на поверхности Луны. По мнению ученых, чтобы добиться такого разрешения, нужен телескоп с апертурой порядка 10 тысяч километров (для сравнения, диаметр Земли менее 13 тысяч километров).

Для наблюдения такого рода объектов необходимы сложные оптические системы, использующие метод радиоинтерферометрии со сверхдлинными базами (это вид интерферометрии, применяемый в радиоастрономии, согласно которому приёмные элементы интерферометра (телескопы) размещаются дальше, чем на континентальных расстояниях друг от друга). Такой метод радиоастрономии не только открывает потрясающие перспективы в познании невообразимо далеких космических объектов, но и дает возможность решать в полной мере "земные" задачи: наблюдать движение литосферных плит, измерять с очень высокой точностью огромные дистанции на Земле и решать многие другие геофизические и геодезические

задачи. В нашем случае несколько телескопов, лежащих на разных континентах, соединяются в интерферометр, который имитирует телескоп с размерами, равными максимальному расстоянию между исходными устройствами. В рамках проекта EventHorizonTelescope соединяются сразу восемь телескопов из шести точек земного шара — Испании, Аризоны, Гавайев, Мексики, Чили и Антарктиды. Огромную роль сыграло приобщение обсерватории ALMA: с помощью этого чувствительность и разрешающая способность ЕНТ увеличилась в разы.

Все зафиксированные линии измерений накладываются друг на друга и «сливаются» в одно изображение. Чтобы увидеть, во сколько раз возросла разрешающая способность после соединения этих телескопов в сеть, представим, что у нас появилась возможность рассмотреть апельсин на Луне или стрелку на наручных часах на расстоянии 12 000 км.

На обработку полученных данных ушло более года. Информация собиралась на жесткие диски и отправлялась «вручную» на самолетах в центр MIT Haystack, после чего исследователи объединяли и анализировали ее. "Нам удалось сделать то, что казалось предыдущему поколению невозможным", - заявил руководитель проекта, профессор Гарвард-Смитсоновского центра астрофизики ШепердДойлеман.

Черные дыры образуются, когда большие массы материи внезапно сжимаются. Это может случиться в момент гибели звезды. Огромный объем вещества в небольшом пространстве означает, что сила притяжения там возникает поистине колоссальная. Она настолько велика, что затягивает в себя абсолютно всё без исключения - даже свет! Поэтому преодолеть его не может никакое излучение, доступное нашим телескопам.

А если мы не видим света, то объект нам кажется чёрным. Таким образом, улавливать попросту нечего. Как объясняет профессор Фальке, идеально круглую черную дыру окружает "огненное кольцо" - это устремляющийся в нее горячий газ, разогретый до огромнейших температур. Газ светится настолько сильно, что затмевает по яркости миллиарды звезд, расположенных в той же галактике, - поэтому его можно увидеть с Земли. По мере продвижения вглубь черной дыры пространство-время продолжает искривляться и в центре становится бесконечно искривленным. Эта точка называется гравитационной сингулярностью. Пространство и время в ней перестают иметь какое бы то ни было значение, а все знакомые нам законы физики, для описания которых нужны эти два понятия, больше не работают.

Таким образом, первая фотография черной дыры и доказательство ее существования не только вдохновит ученых на новые свершения, но и только углубит фундаментальные вопросы об этих загадочных астрономических явлениях.

Литература:

1. <http://echo.punkchords.com/blog/nplus1/1960326-echo/>
2. <http://lebed.com/2019/7546.htm>
3. <https://texnomaniya.ru/antenna-razmerom-s-zemlyu-nachala-fotografirovat-chernuyu-diru-v-centre-mlechnogo-puti>
4. Чандрасекар С. Математическая теория черных дыр: в 2-х томах —М.: Мир, 1986.—276 с.

УДК 378

ГЕЙМИФИКАЦИЯ - ОДИН ИЗ ПУТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ СТУДЕНТАМИ ДИСЦИПЛИНЫ «ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

Аверьянова Е.В.

Научный руководитель – доцент Симонова - Лобанок М.П., ст. преп.
Рогалева И.Е.

Дисциплину «Основы безопасности жизнедеятельности» в технических и экономических вузах принято считать второстепенной. На наш взгляд, такая постановка вопроса не совсем корректна. Самое дорогое и ценное на Земле – это жизнь. Следовательно, человек должен иметь теоретические знания и практические навыки по сохранению, как своей жизни, так и жизни в окружающей его среде.

Проблемы безопасности стояли перед человеком всегда, т.к. его постоянно подстерегали опасности. Опасности по своей природе вероятностны (случайны), потенциальны (скрыты), перманентны (постоянны, непрерывны) и тотальны (всеобщы, всеобъемлющи). На Земле нет человека, которому не угрожают опасности, Но, зато есть множество людей, которые об этом не подозревают. Одна из особенностей человеческого сознания состоит в том, что оно не придает приоритетного значения информации, которая носит вероятностный характер. Для выработки идеологии безопасности, формирования безопасного мышления и поведения изучаются вопросы безопасности. [1]

Дисциплина «Основы безопасности жизнедеятельности» изучает фундаментальные вопросы безопасности человека, общества, объектов и природной среды, как в чрезвычайных ситуациях, так и в повседневной жизни. Данная дисциплина обеспечивает только общую грамотность в области безопасности и выживания людей в чрезвычайных ситуациях. Человек, освоивший дисциплину « Основы безопасности жизнедеятельности», способен самостоятельно найти способы и приемы, обеспечивающие ему выживание в таких ситуациях.

В традиционной системе преподавания в качестве способа передачи информации используется односторонняя (иногда двухсторонняя) форма коммуникации - преподаватель передает информацию, а студенты в последующем ее воспроизводят (пассивный метод обучения). В этом случае,

основным источником обучения является педагог. Основная функция студента при таком способе обучения – слушать, в то время как педагогические и социологические исследования показывают, что от пассивного участия в процессе обучения очень скоро придется отказаться. Существует определенная закономерность обучения, описанная американскими исследователями Р. Карникау и Ф. Макэлроу: человек помнит 10% прочитанного; 20% – услышанного; 30% – увиденного; 50% – увиденного и услышанного; 80% – того, что говорит сам; 90% – того, до чего дошел в деятельности [3]. Односторонняя коммуникация оправдана лишь в случае недостатка информации и невозможности ее получения другим способом, кроме как из лекции преподавателя. Сегодня, с помощью интернета можно получить любую информацию, которая находится в открытом доступе.

Слабые места традиционного преподавания, в том числе и дисциплины «Основы безопасности жизнедеятельности»: низкий уровень коммуникационных связей, слабые практические навыки, отсутствие мотивации, устаревшая система оценки знаний и др.

Современный подход к преподаванию дисциплины «Основы безопасности жизнедеятельности» должен ориентировать на внесение в процесс преподавания новизны, обусловленной особенностями динамики развития жизни и деятельности, спецификой различных технологий обучения и потребностями личности.

Одним из перспективных путей повышения качества усвоения студентами дисциплины «Основы безопасности жизнедеятельности» является геймификация.

Геймификация (игрофикация) – это процесс использования динамики игр и игрового мышления в неигровых процессах для повышения увлеченности аудитории в решение прикладных задач, приобретению знаний и навыков. Берутся элементы игры и подходы, используемые в конструировании видеоигр, и применяют в процессе обучения [2]. Приемы и принципы, на которых построены игры, могут использоваться не только в играх, но и других сферах, в том числе и при изучении дисциплины «Основы безопасности жизнедеятельности». Хорошо сконструированная игра многогранный инструмент, способный существенно влиять на мотивацию студента.

Молодежь любят играть в компьютерные игры, поэтому усвоение информации или выполнение каких-либо действий в игровой форме, с повышенной эмоциональной вовлечённостью, происходит, гораздо быстрее и качественнее.

Весь процесс получения знаний и практических навыков при использовании геймификации максимально напоминает компьютерную игру, но при этом имеет проекцию на реальность. Здесь всё направленно на создание у игроков эмоционального сопереживания, чувства сопричастности к общему делу и т.д. Используются сценарии в реальном времени, требующие постоянной концентрации внимания на игровом

процессе, игрокам за достижения даются награды, повышаются статусы, вносится элемент соревновательности. Большое внимание уделяется социальному взаимодействию в процессе игры, когда игроки могут общаться между собой для повышения эффективности совместных действий. В общем, весь арсенал средств, накопленных компьютерными играми, теперь доступен для решения задач в реальной жизни. При этом в процессе игры от пользователя постоянно идёт получение обратной связи, что даёт возможность оперативно влиять на пользовательское поведение. Погружение в игровое пространство происходит постепенно, с поэтапным нарастанием сложности функционала и поставленных задач, с учётом роста у пользователей в процессе игры необходимых навыков и компетенций.

Стоит сказать ещё об одном преимуществе геймификации, — это безопасность и малозатратность, что позволяет реализовывать в виртуальной среде процессы, которые невозможно отработать в реальности по ряду причин.

Новые технологии не только меняют нашу жизнь, но и оказывают серьёзное влияние на нас самих. Людям стало привычнее общаться в соцсетях, чем в реальности, играть в компьютерные игры, а не заниматься спортом. Геймификация позволяет сделать следующий шаг — применять виртуальные игровые процессы для решения реальных жизненных проблем. Учитывая, что технический прогресс в ИТ- сфере ускоряется с каждым годом, у геймификации нет альтернатив. За ней будущее.

Литература

1. Дорожко С.В., Ролевич И.В., Пустовит В.Т. Защита населения и объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность . Часть 1 Чрезвычайные ситуации и их предупреждение. Пособие .Мн.: Дикта. 2008.
2. Шравани Г. Может ли геймификация спасти образование. [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://w.w.w.forbes.com/sites/realspin/2013/can/gamification>.- Дата доступа : 17.04.2019.
3. Евзикова О. Геймификация: принципы, элементы, применение. [Электронный ресурс].- Режим доступа : <https://ru.ipgenerator.ru/blog/2015/gejmifikaciya>.- Дата доступа: 19.04.2019.

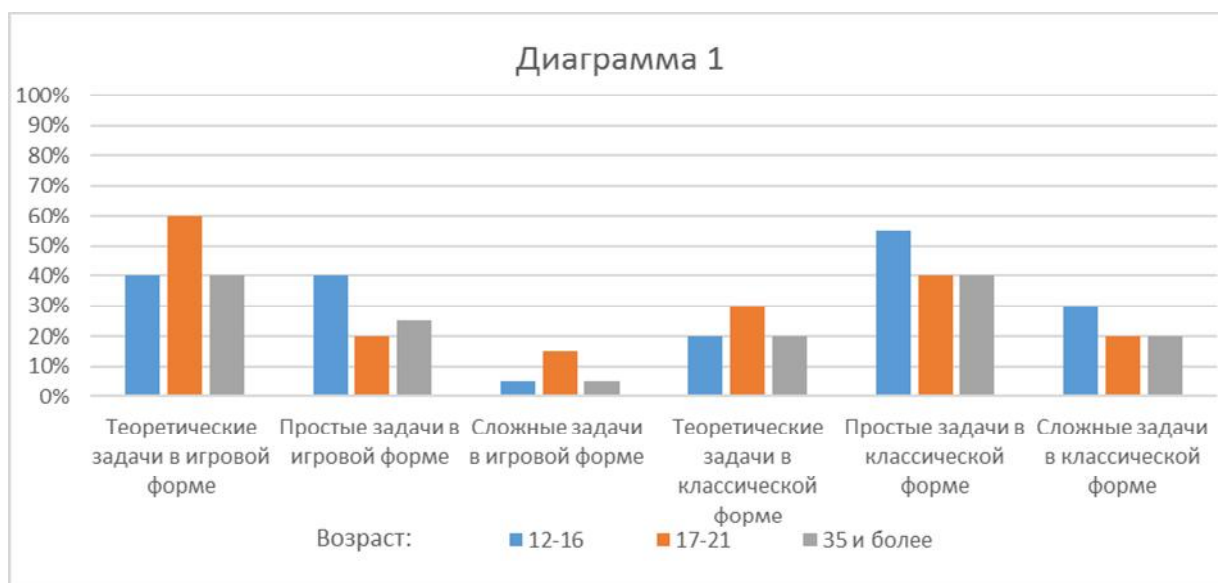
УДК 372.8

УСВОЯЕМОСТЬ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА В ТЕСТОВОЙ И ИГРОВОЙ ФОРМЕ

Рубченя А.В., Шабунько А.А.

Научный руководитель – Русакевич Д.А., к.ф.-м.н., доцент

На сегодняшний день каждому человеку необходимо образование и порой данная цель для человека является очень тяжело достигаемой. Зачастую материал, предоставляемый в учебных заведениях, трудно усваивается и приходя домой после учебы человек понимает, что всё, что сегодня говорили на лекциях или на уроках, прошло мимо него и упорными стараниями пытается выучить все самостоятельно. В этой ситуации люди прибегают к различным способам: кто-то упорно читает конспекты и учебники и пытается выучить всё, данное преподавателем, а кто-то прибегает к более современным методам решения данной задачи и, садясь за свой домашний компьютер, пытается найти всевозможные квесты, викторины и игры, связанные с нужной ему темой. В данной работе авторы пытались разобраться, действительно ли, сидя за компьютером и выполняя ряд задач, человек может усвоить материал лучше, чем обучаясь в спокойной обстановке за книгой и конспектом?



Было проведено исследование, в ходе которого было опрошено 3 возрастные группы, по 20 человек в каждой. В возрасте от 12 до 16, от 17 до

21 и старше 35 лет. Для этого исследования был составлен перечень определенных вопросов и задач. Одной половине участников материал давали в игровой форме – в виде специально написанной для этого мини-игры, а другой – в виде конспекта. Затем, через неделю им предлагалось снова пройти тест – аналогичный предыдущему, уже пройденному тесту.

Результаты исследования представлены в виде диаграммы 1. На диаграмме показано изменение результатов по отношению к первоначальному тесту: то есть, как много людей улучшили свой результат и по каким типам задач.

В ходе эксперимента группы были поделены на 2 подгруппы. Первая подгруппа усваивала учебный материал в игровой форме, а вторая – в классической. В ходе опыта было выявлено, что наибольшее знание физики присуще людям в возрасте 16-19 лет, затем идут люди в возрасте от 12 до 16, а самыми плохими знаниями обладают в возрасте старше 35 лет. Обучаемость лучше всего была у людей в возрасте 15-21 лет, а участники моложе 15 и старше 35 лет имели схожий результат.

Что касается разницы обучаемости – всё разделилось на 2 части. Там, где нужно было запомнить формулы, лучше получалось с классической методикой образования, а там, где был теоретический материал, помогали игры, но при этом полезное время игры было значительно выше. В среднем на изучение материала классическим методом уходило 6,5 минут, в то время как на игру ушло 24,3 минуты. К тому же подготовка игры заняла 10 часов, в отличие от текста, на подготовку которого ушло 50 минут.

Результат научной работы: мы выяснили, что не всегда лучше прибегать к альтернативным методам обучения. Зачастую гораздо более полезно изучить конспект, нежели поиграть в познавательную игру. А наиболее оптимальным вариантом будет совмещение игровой и классической формы обучения, так как некоторый материал, который проще усваивать именно в игровой форме.

СЕКЦИЯ МАТЕМАТИКА

ПЕРЕЧЕНЬ ДОКЛАДОВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПЛАНЕТЫ НА ОРБИТЕ

Балкис И.С., Борздыко М.А.

Научный руководитель - Катковская И.Н., доцент, канд. физ.-мат. наук.

ЗАДАЧА НАИСКОРЕЙШЕГО СПУСКА

Белявская Н. С.

Научный руководитель: Катковская И. Н. – канд. физ.-мат. наук, доцент

АНАЛИЗ МЕТОДИК РАСЧЁТА ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ

Василькевич Ф. В., Левчук М. Р.

Научный руководитель – Чепелева Т.И., кандидат технических наук, доцент

КРИПТОГРАФИЯ В БЛОКЧЕЙНЕ

Васильков В.С. и Рогожник Я.А.

Научный руководитель – Катковская И.Н., к. ф-м. н., доцент

ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ БАЛЛОВ, ПОЛУЧЕННЫХ НА ТЕСТИРОВАНИИ ПО МАТЕМАТИКЕ, ОТ СРЕДНЕГО БАЛЛА АТТЕСТАТА

Гаранский М.А.

Научный руководитель – Чепелев Н.И. к.ф.-м.н., доцент

ТЕОРИЯ ГРАФОВ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Дубоделов А.В., Свеженцев Р.О.

Научный руководитель – Катковская И.Н., к. ф-м. н., доцент

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЯВНОЙ РАЗНОСТНОЙ СХЕМЫ ДЛЯ ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

Коляда А.Д.

Научный руководитель – Марцинкевич В.С., старший преподаватель

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ В ЗОНЕ КОНТАКТА ИНСТРУМЕНТА И ЗАГОТОВКИ ПРИ БЛОЧНОЙ ОБРАБОТКЕ ПЛОСКИХ ЛИНЗ

Лагутина М.А.

Научный руководитель – Юринок В.И., к.т.н., доцент

ОЦЕНКА МАССЫ ГИПОТЕТИЧЕСКОЙ ПЛАНЕТЫ ФАЭТОН

Меркулова Д.А., Халикова А.И.

Научный руководитель – Катковская И.Н., кандидат физ.-мат. наук, доцент

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПОРТАЛ ПО ПРОГРАММЕ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ НА БАЗЕ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ MOODLE

Мисякова В.А., Овчинникова Е.В.

Научный руководитель – Зубко О.Л., к.ф.-м.н.

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ФОНДОВОГО РЫНКА США

Пуныко Павел, Романюк Евгений

Научный руководитель – Щукин М.В., к.ф.-м.н., доцент

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ДИРИХЛЕ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ ЛАПЛАСА МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ РАЗНОСТЕЙ

Ступень И.Д.

Научный руководитель – Марцинкевич В.С., старший преподаватель

ПАРАДОКС ЗЕНОНА КАК ФИЛОСОФСКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА

Федюкова М.С., Гаврилова В.В.

Научный руководитель – Михайлова Н.В., к.ф.н., доцент

МАТЕМАТИКА В МАШИННОМ ОБУЧЕНИИ

Фрузорова В. А., Попок Р.В.

Научный руководитель – Метельский А. В., профессор, д.ф.-м.н.

ПОРОЖДЕННЫЕ ПОДГРАФЫ

Шумчик Владислав, Мильто Алексей

Научные руководители: Катковская И.Н., кандидат физ-мат наук, доцент.
Цыбулько О.Е., лицей БНТУ, учитель математики.

СЕБЕСТОИМОСТЬ ПРОДУКЦИИ ПОСЛЕ УВЕЛИЧЕНИЯ ОБЪЕМА ПРОИЗВОДСТВА

Шункевич Е.А, Германович А.А.

Научный руководитель – Чепелева Т.И., кандидат технических наук, доцент

ИНТЕРПОЛИРОВАНИЕ ФУНКЦИЙ И ПРИБЛИЖЕНИЕ СПЛАЙНАМИ

Янушкевич И.В., Лукьянов И.М., Бондаренко Е.А.

Научный руководитель: Катковская И.Н., канд. ф.-м. н., доцент,

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПЛАНЕТЫ НА ОРБИТЕ

Балкис И.С., Борздыко М.А.

Научный руководитель - Катковская И.Н., доцент, канд. физ.-мат. наук.

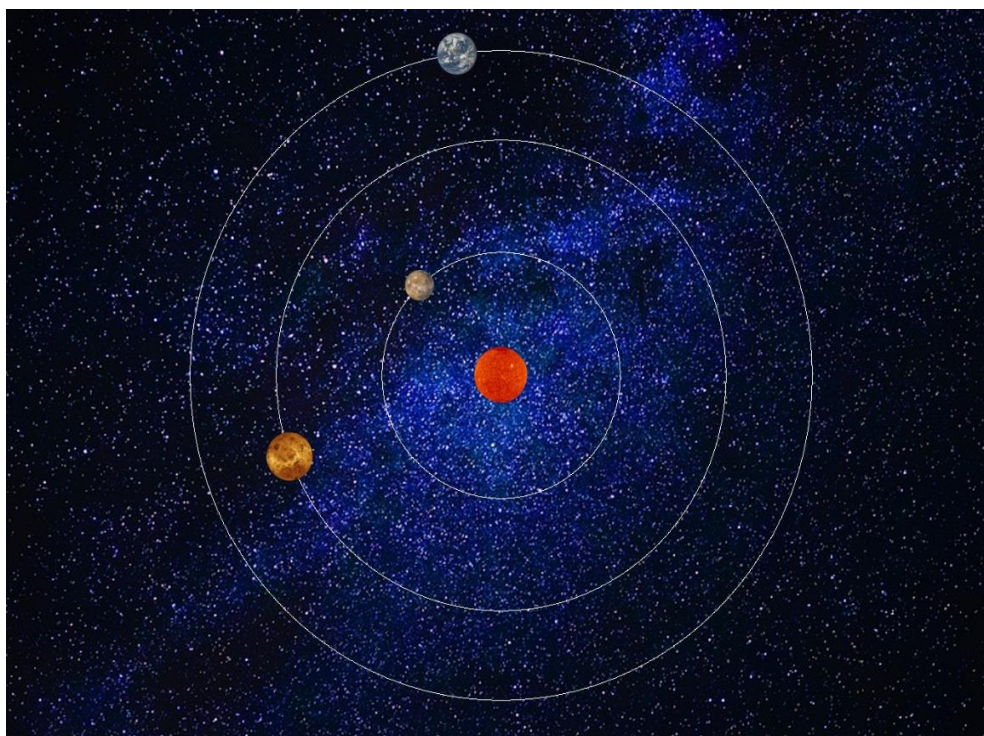
Цель нашей работы - определение положения планет Меркурия, Земли и Венеры на их орбитах.

Расчеты проводились на **10 апреля 2019**, т.е. на сотые сутки с начала календарного года.

Для **решения** поставленной **задачи** мы воспользовались известными законами Кеплера с последующей обработкой вычислительных формул с помощью написанной нами программы на языке Python.

Результаты наших **вычислений** с большой степенью точности совпали с результатами, полученными в различных источниках другими способами.

Графическая реализация нашей программы в масштабе 1:350000 имеет вид:



Литература

1. *Дубошин Г. Н.* «Справочное руководство по небесной механике и астродинамике». Издательство: М.: Наука, 1976, 846 стр.
2. *Субботин М. Ф.* «Введение в теоретическую астрономию». Издательство: М.: Наука, 1968, 800 стр.
3. <http://www.sai.msu.ru/neb/rw/natsat/plaorbw.htm>

УДК 621.311

ЗАДАЧА НАИСКОРЕЙШЕГО СПУСКА

Белявская Н. С.

Научный руководитель: Катковская И. Н. – канд. физ.-мат. наук, доцент

Если начальная и конечная точки движения одинаковы, то поскольку прямая есть кратчайшее расстояние между ними, то можно было бы думать, что движение, совершающееся по ней, требует наименьшего времени. На самом деле это не так.

Г. Галилей

Цель нашей работы состояла в изучении решения задачи о самом быстром спуске из точки А в точку В, лежащих в вертикальной плоскости. Кривая, соответствующая траектории наиболее быстрого спуска, по предложению И. Бернулли, называется брахистохроной (от греческих слов «брахос» - самое короткое и «хронос» – время).

Решение задачи о наискорейшем спуске состоит в следующем.

Пусть ось Ох горизонтальна, ось Оу направлена вертикально вниз; время спуска есть определенный интеграл обратной величины скорости по пути:

$$t = \int_{x_0}^{x'} \frac{ds}{v}$$

Задача состоит в том, чтобы найти такую форму кривой, для которой этот интеграл обращается в минимум.

Из закона сохранения энергии несложно выразить v:

$$mgy = \frac{1}{2}mv^2, \quad v = \sqrt{2gy}$$

Прим этом

$$ds = \sqrt{1 + y'^2} dx$$

Подставляя эти значения в исходный интеграл, получаем

$$\delta \int \sqrt{\frac{1 + y'^2}{y}} dx = 0$$

Решая уравнение, получаем:

$$\sqrt{1 + y'^2} = \frac{c}{\sqrt{y}}$$

Откуда

$$y'^2 = \frac{c^2 - y}{y}$$

Полученное дифференциальное уравнение является уравнением горизонтальной циклоиды.

Таким образом, доказано, что циклоида является брахистохроной при спуске из точки А в точку В.

Кроме того, рассмотрены возможности оптимального по времени спуска без траектории циклоиды.

Одним из способов решения этой задачи является построение ломаной из двух отрезков. Полученные результаты:

1) Если высота горки меньше ее длины, то спуск по любой наклонной плоскости ниже одного исходного отрезка, будет являться более выгодным по времени. Если первый участок ломаной сделать почти вертикальным, то тело быстро разгонится до максимальной скорости и второй участок уже будет преодолевать по инерции, так как оно приобрело большую энергию. Вывод: выигрыш по времени тем больше, чем ниже находится перегиб. Можно видеть выигрыш во времени при различной высоте перегиба на рисунке 1:

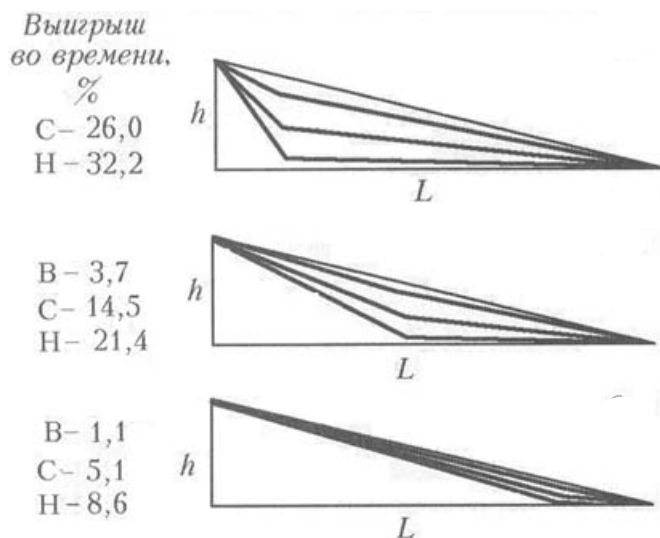


Рис.1. Выигрыш по времени при спуске по ломаной

2) Если же высота горки больше ее длины, выигрыш по времени получить достаточно сложно (можно получить незначительный выигрыш лишь при небольшом отклонении от исходного отрезка).

Выводы:

Наискорейшей траекторией спуска из точки А в точку В (и решением задачи Бернулли) является не что иное, как циклоида. При отсутствии возможности конструирования циклоиды на практике, можно воспользоваться траекторией ломаной. При условии, что горизонтальная проекция трассы меньше, чем ее вертикальная проекция, экономия времени при спуске будет тем больше, чем ниже находится перегиб.

Литература

1. Д. П. Голосков «Уравнения математической физики» - Издательство Питер, 2004 - Глава 8
2. О.Д. Максимова, Д.М. Смирнов «История Математики» - Москва, Юрайт, 2018 - Глава 7
3. Клейбер И. А. «[Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона](#)» - Санкт-Петербург, 1890-1907 – Полум 8, «Брахистохрона»

АНАЛИЗ МЕТОДИК РАСЧЁТА ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ

Василькевич Ф. В., Левчук М. Р.

Научный руководитель – Чепелева Т.И., кандидат технических наук, доцент

Актуальными вопросами современности являются: оплата труда и методика расчета заработной платы, поскольку высокий уровень заработной платы благотворно влияет на развитие предприятий всех форм собственности, а, следовательно, и на экономику в целом. Заработная плата является ценой труда, поэтому она одна из важнейших категорий рыночных цен и является формой стоимости рабочей силы. Заработная плата составляет основную долю фонда жизненных средств работников, является частью дохода предприятия, распределяемая между работниками в соответствии с количеством и качеством затраченного ими труда и целиком и полностью зависит от конечных результатов работы трудового коллектива [1,2]. Заработную плату можно рассматривать как часть вновь созданной стоимости, поступившее в личное потребление работника. Президент А. Г. Лукашенко издал указ № 27 от 18.01.2019 «Об оплате труда работников бюджетных организаций», который вступит в действие с 01.01.2020 г. Это даст стабильность и прозрачность зарплаты каждого работника. Как видим, в условиях рыночного хозяйствования в соответствии с изменениями в экономическом и социальном развитии страны может существенно измениться и методика оплаты труда, а также социальной поддержки и защиты работников. Государство заботится о людях и некоторые функции по реализации политики оплаты труда могут быть переданы и непосредственно предприятиям.

Заработную плату можно рассматривать как элемент затрат на производство, т. е. как сумму средств, израсходованных в связи с оплатой труда, и как уровень материального состояния работника.

Учет труда и заработной платы по праву занимает одно из центральных мест во всей системе учета на предприятии. Уставной юридической формой регулирования трудовых отношений, в том числе и в области оплаты труда работников, является коллективный договор предприятия.

Основными формами оплаты труда являются сдельная и повременная. Повременная – система оплаты труда используется, когда заработная плата зависит от количества фактически отработанного, затраченного времени с учетом квалификации работника и условий труда. Повременная форма заработной платы реализуется в виде простой

повременной и повременно-премиальной. Повременная форма заработной платы используется для 70-80% американских рабочих, и для 60-70% рабочих в Западной Европе. В России по разным оценкам повременная форма оплаты используется примерно для 20-30% рабочих [1,2].

Сдельная – система оплаты труда используется, когда заработок зависит от количества произведенных единиц продукции с учетом их качества, сложности и условий труда, она также имеет свои типы. Прямая сдельная – оплата труда рабочих повышается в прямой зависимости от количества выработанных ими изделий и выполненных работ, исходя из твердых сдельных расценок, установленных с учетом необходимой квалификации. Сдельно-прогрессивная оплата труда – рассматривает оплату выработанной продукции в пределах установленных норм по прямым, постоянным расценкам, а изделия сверх нормы оплачиваются по повышенным расценкам, согласно принятой шкале.

В работе исследованы три из выше рассмотренных оплат труда – простая повременная, прямая сдельная и сдельно-прогрессивная и проведены исследования величины заработной платы в зависимости от отработанных за месяц часов и объема производимой продукции на конкретном примере: пусть токарь отработал за месяц 150 (148) часов и изготовил 1300 (1200) единиц продукции при нормативной трудоёмкости 0,2 нормо-часа. Месячный нормативный фонд рабочего времени – 168 часов. Месячная тарифная ставка первого разряда, действующая на предприятии, равна 1560 тысяч рублей, тарифный коэффициент – 1,4.

Проведены исследования по изменению заработной платы работника, исходя из расчета по простой повременной, прямой сдельной и по сдельной прогрессивной системе оплаты труда с учетом шкалы изменения сдельной расценки. Шкала изменения сдельной расценки при перевыполнении норм выработки следующая – проценту выполнения нормы выработки соответствует процент сдельной расценки: $[0 - 100] - 0$; $[100 - 110] - 15$; $[110 - 120] - 35$; $[120 - \infty] - 55$.

Результаты исследования показали, что при отработанных 150 часах и изготовлении 1300 единиц изделий зарплата составила: по простой повременной системе – 195 руб., по прямой сдельной системе – 338 руб., по сдельной прогрессивной – 390 руб. 68 коп. Для второго случая при отработанных 148 часах и изготовлении 1200 единиц изделий зарплата составила: по простой повременной системе – 192 руб. 40 коп, по прямой сдельной системе – 312 руб., по сдельной прогрессивной – 350 руб. 76 коп.

Из расчетных данных следует, что для рабочего более выгодно, если его расчет зарплаты будет осуществляться по сдельной прогрессивной системе.

При увеличении отработанных часов на 2 часа и увеличении выпускаемой продукции на 100 единиц, зарплата рабочего при расчете его по простой

повременной системе будет увеличена на 1,35%, по прямой сдельной системе будет увеличена на 8,33%, по сдельной прогрессивной – на 11,38%.

Сдельно-прогрессивная форма оплаты труда, как и остальные, имеет свои положительные и отрицательные моменты. Поэтому, прежде чем вводить ее на производстве, следует с особой тщательностью взвесить все за и против.

Литература

1. Оплата труда: производство, социальная сфера, государственная служба: Анализ, проблемы, решения / Н.А. Волгин. М.: Экзамен, 2003. 224 с.
2. Анализ данных. Статистические и вычислительные методы для научных работников инженеров/ З. Брандт; пер. с англ. – М.: Мир; ООО «Издательство АСТ», 2003. – 686 с.

КРИПТОГРАФИЯ В БЛОКЧЕЙНЕ

Васильков В.С. и Рогожник Я.А.

Научный руководитель – Катковская И.Н., к. ф-м. н., доцент

Проблема защиты информации с каждым годом становится всё более востребованной. Практически повсеместное использование шифров нуждается в защите от хакеров, которые, в частности, могут вносить изменения в банковские системы. Позволяют же бороться с ними блокчейн-технологии.

Блокчейн основывается на принципах свободного просмотра. Выделяются открытые и закрытые системы, но их объединяет общая система построения. Блокчейн представляет собой последовательность, в которой каждый блок связан с предыдущим. Этому способствуют такие фундаментальные элементы блокчейна, как хеш-функции и электронно-цифровые подписи.

Хеширование — это процесс, преобразовывающий входные данные произвольной длины в битовую строку определенной длины, при этом выходная хеш-функция заполняется различными символами.



Рисунок 1. Пример работы хеш-функции

Из примера следует, что имея различные тексты, как пример информации и применяя к ним алгоритмы хеширования - на выходе мы получаем хеш одинакового размера, но заполненный разными символами. Хеш-функции нужны для связывания блоков в блокчейне, что позволяет обращаться к ним и просматривать их.

Цифровые подписи — это способ доказать, что вы являетесь владельцем ячейки блокчейна. Принцип работы блокчейна приведён ниже.

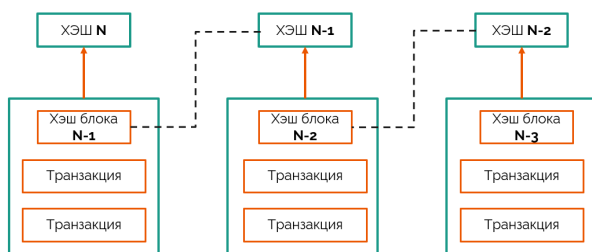


Рисунок 2. Структура Блокчейна

Системы шифрования, которые используют принцип двух ключей: открытого, который является адресом пользователя и закрытого, который является скрытым и нужен для дешифровки данных. Само шифрование проводится по схеме Эль-Гамала и использует уже готовые алгоритмы.

Следует заметить, что любой абонент, знающий открытый ключ абонента, может посылать ему сообщения. Но не каждый абонент сможет расшифровать эти сообщения.

Таким образом мы продемонстрировали все возможности криптографии и технологии блокчейна в современных реалиях. За системами с открытым ключом и блокчейн технологиями стоит будущее современной криптографии. Данные системы в совокупности могут дать большой толчок в развитии науки и экономики.

Литература

1. <https://habr.com/ru/company/bitfury/blog/327272>
2. «Алгоритмы шифрования» Панасенко С.П. 2009 г.
3. http://crypto-r.narod.ru/glava6/glava6_3.html

ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ БАЛЛОВ, ПОЛУЧЕННЫХ НА ТЕСТИРОВАНИИ ПО МАТЕМАТИКЕ, ОТ СРЕДНЕГО БАЛЛА АТТЕСТАТА

Гаранский М.А.

Научный руководитель – Чепелев Н.И. к.ф.-м.н., доцент

Во многих практических заданиях приходится искать статистическую зависимость одной случайной величины от другой случайной величины. Для получения такой зависимости используются средства математической статистики.

Рассмотрим двумерную случайную величину $(X; Y)$, где X – средний балл аттестата, Y – балл, полученный на тестировании по математике. Для статистического исследования были отобраны 40 студентов энергетического факультета. По их данным были рассчитаны числовые характеристики выборки : $\bar{x}_E=87$; $\bar{y}_E=61,63$; $\sigma_x=6,80$; $\sigma_y=13,70$; $r_E=0,255$. Так как выборочный коэффициент корреляции не большой по модулю, то можно сделать предположение, что между составляющими X и Y существует слабая зависимость.

Так как выборочный коэффициент корреляции вычисляется по данным выборки, то он является случайной величиной. Если $r_E \neq 0$, то возникает вопрос: объясняется ли это действительно существующей связью между случайными величинами X и Y или вызвано случайными факторами? Для выяснения этого вопроса проверим гипотезу о равенстве нулю коэффициента корреляции генеральной совокупности при уровне значимости $\alpha=0,05$. Для этого выясним статистику $T_{набл} = \frac{r_E \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_E^2}} = 1,625$ и по таблице критических точек распределения Стьюдента по уровню значения $t_{кр} = t(0,025; 38) = 2,021$. Так как $|T_{набл}| < t_{кр}$, то нет оснований отвергать гипотезу о равенстве нулю коэффициента корреляции. Следовательно, между средним баллом аттестата и средним баллом, полученным на тестировании по математике, нет корреляционной зависимости.

Так как точки $(x_i; y_i)$ на корреляционном поле группируются около некоторой прямой (рис.1), то применим модель линейной регрессии. При вычисленных числовых характеристиках случайных величин уравнение прямой регрессии имеет вид: $\bar{y}=0,513x+16,994$. По данному уравнению можно прогнозировать балл, полученный на тестировании по математике в зависимости от среднего балла аттестата.

По результатам исследования можно сделать следующие выводы:

1. Так как $\bar{x}_B - \bar{y}_B \approx 25$ баллов, то либо средний балл аттестата завышен, либо материалы тестирования выходят за пределы школьной программы;

2. Между баллами, полученными на тестировании по математике и средними баллами аттестата либо существует слабая зависимость, либо отсутствует;

3. Полученное уравнение регрессии позволяет прогнозировать балл тестирования по математике в зависимости от среднего балла аттестата.

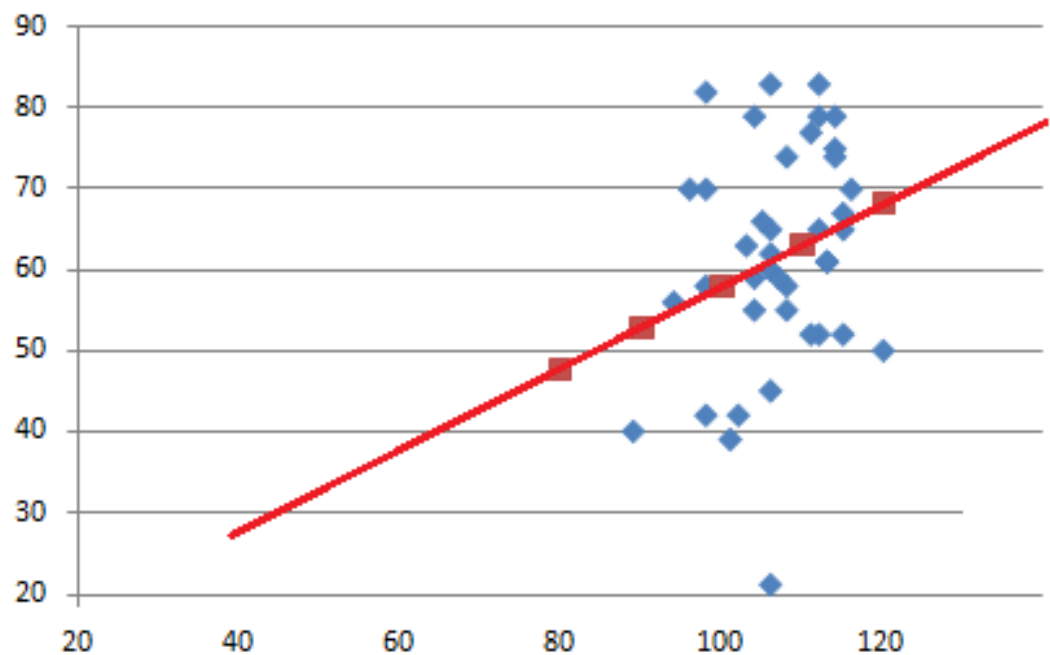


Рисунок 1. Расположение точек на корреляционном поле и график прямой регрессии.

ТЕОРИЯ ГРАФОВ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Дубоделов А.В., Свеженцев Р.О.

Научный руководитель – Катковская И.Н., к. ф-м. н., доцент

Тема графов и их применения была выбрана нами не случайно. Так как в настоящее время теория графов получила широкую популярность в связи с их применением в различных областях науки и повседневной жизни. Графы встречаются в метро, по дороге на работу, да и на самой работе, во время нашего отдыха.

Поэтому их можно встретить повсеместно, начиная от микроскопического мира до грандиозных строительных проектов. Хорошим примером графов в микроскопическом мире являются белковые сети. Белковые сети – это группы физически взаимодействующих белков, которые функционируют в клетке совместно и скоординировано.

Однако, что такое граф знают далеко не все. Поэтому основной задачей для нас стала изучение графов и области их применения.

Особое внимание в работе уделено циклическим графам и деревьям, часто используемым в программировании.

Графы широко применяются в программировании, будь то проектирование пусковой системы, разработки искусственного интеллекта или машинное обучение. Мы же рассмотрели относительно простой и известный алгоритм “поиска в ширину” или поиска кратчайшего пути до заданной вершины графа путем обхода этого самого графа. На основе данного алгоритма в бинарном дереве нами была реализована программа на языке C++, которая находит путь для выхода из лабиринта. Механизм работы данной программы основан на рекурсивном использовании функции для обхода дерева.

По итогу проделанной нами работы мы пришли к выводу, что использование графов позволяет решать сложные задачи простыми и удобными средствами.

Литература

1. Березина Л. Ю. «Графы и их применение» – М.: «Просвещение», 1979
2. Ф. Харари «ТЕОРИЯ ГРАФОВ» – М.: «Мир», 1973
3. <https://proglib.io/p/graph-theory/>

УДК 517.958(075.8)

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЯВНОЙ РАЗНОСТНОЙ СХЕМЫ ДЛЯ ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

Коляда А.Д.

Научный руководитель – Марцинкевич В.С., старший преподаватель

Рассмотрим применение неявной разностной схемы численного решения уравнения теплопроводности $\frac{\partial u}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$ (1) в прямоугольнике $D = [0 \leq x \leq L, 0 \leq t \leq T]$ с начальным $u(x, 0) = \varphi(x)$ (2) и граничными условиями $u(0, t) = \mu_1(t)$, $u(L, t) = \mu_2(t)$ (3).

Для составления разностной схемы на сетке с постоянными шагами h и τ по координатным осям Ox и Ot выберем шаблон (изображенный на рисунке 1), состоящий из 4 точек: $(x_i; t_j)$, $(x_{i-1}; t_{j+1})$, $(x_i; t_{j+1})$ и $(x_{i+1}; t_{j+1})$.

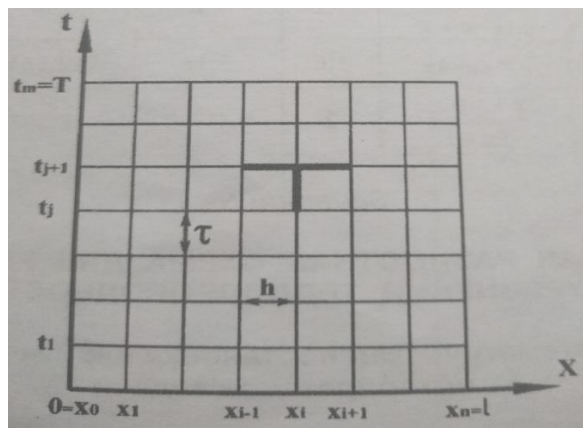


Рисунок 1. Сетка и шаблон неявной разностной схемы

Входящие в уравнение (1) производные аппроксимируем и получаем следующие конечно-разностные соотношения:

$$\frac{\partial u(x_i, t_{j+1})}{\partial t} \approx \frac{u_i^{j+1} - u_i^j}{\tau}, \quad (4)$$

$$\frac{\partial^2 u(x_i, t_{j+1})}{\partial x^2} \approx \frac{u_{i+1}^{j+1} - 2u_i^{j+1} + u_{i-1}^{j+1}}{h^2}. \quad (5)$$

Подставляя полученные аппроксимации (4) и (5) в уравнение (1), получим:

$$\frac{u_i^{j+1} - u_i^j}{\tau} = a^2 \frac{u_{i+1}^{j+1} - 2u_i^{j+1} + u_{i-1}^{j+1}}{h^2}, \quad (6)$$

$$i = 1, 2, \dots, k - 1; j = 0, 1, \dots, p - 1.$$

Обозначим за $w = \frac{a^2 \tau}{h^2}$ (7). И получим $wu_{i-1}^{j+1} - u_i^{j+1} - 2wu_i^{j+1} + wu_{i+1}^{j+1} + u_i^j = 0$, упростив получаем $wu_{i-1}^{j+1} - (1 + 2w)u_i^{j+1} + wu_{i+1}^{j+1} = -u_i^j$ (8).

Также аппроксимируя начальные и граничные условия получаем следующие соотношения:

$$u(x_i, 0) = u_i^0 = \varphi(x_i), \quad i = 0, 1, \dots, k \quad (9)$$

$$u(0, t_{j+1}) = u_0^{j+1} = \mu_1(t_{j+1}), \quad u(l, t_{j+1}) = u(x_k, t_{j+1}) = u_k^{j+1} = \mu_2(t_{j+1}), \quad (10) \quad j = 0, 1, \dots, p - 1.$$

Полученная разностная схема называется неявной, так как в каждое уравнение получившейся системы входят три значения неизвестной функции с последующего слоя $t = t_{j+1}$.

Расчет значений знакомых функций $u(x, t)$ производится в узлах сетки. Значения функции u_i^0 ($i = 0, 1, \dots, k$) на нулевом слое $t = t_0 = 0$ вычисляются из начального условия (9). Расписав уравнение (8) для всех натуральных точек первого слоя $t = t_1 = \tau$ и добавив соотношения (10) из граничных условий, получим систему линейных уравнений с известной правой частью для определения неизвестных значений u_i^1 ($i = 0, 1, \dots, k$) на первом слое:

$$\begin{cases} u_0^1 = \mu_1(t_1) \\ wu_{i-1}^1 - (1 + 2w)u_i^1 + wu_{i+1}^1 = -u_i^0 \\ u_k^1 = \mu_2(t_1) \end{cases} \quad (11)$$

$$(i = 1, 2, \dots, k - 1)$$

По решению на первом слое находим решения на втором и последующих слоях из системы (11):

$$\begin{cases} u_0^m = \mu_1(t_m) \\ wu_{i-1}^m - (1 + 2w)u_i^m + wu_{i+1}^m = -u_i^{m-1} \\ u_k^m = \mu_2(t_m) \end{cases} \quad (12)$$

$$(i = 1, 2, \dots, k - 1; m = 1, 2, \dots, p)$$

Для решения системы (12) используют метод прогонки.

Выведем расчетные формулы для метода прогонки. Идея метода состоит в том, что путем последовательного исключения одного неизвестного в

каждом уравнении системы ее можно привести к эквивалентной системе с двумя неизвестными в каждом уравнении. Будем искать решение системы в виде: $u_i^{j+1} = \alpha_{i+1} u_{i+1}^{j+1} + \beta_{i+1}$, $i = 0, 1, \dots, k-1$ (13), где α_{i+1} и β_{i+1} – неизвестные коэффициенты.

Тогда подставив в (13) вместо i $i-1$, получаем:

$$u_{i-1}^{j+1} = \alpha_i u_i^{j+1} + \beta_i, \quad i = 0, 1, \dots, k \quad (14).$$

Подставляя (14) в (8) получим:

$$u_{i-1}^{j+1} = \frac{w}{1+2w-w\alpha_i} u_{i+1}^{j+1} + \frac{w\beta_i + u_i^j}{1+2w-w\alpha_i}. \quad (15)$$

Сравнивая формулы (13) и (15). Выпишем рекуррентные соотношения, связывающие коэффициенты α_{i+1} и β_{i+1} с α_i и β_i :

$$\alpha_{i+1} = \frac{w}{1+2w-w\alpha_i}, \quad \beta_{i+1} = \frac{w\beta_i + u_i^j}{1+2w-w\alpha_i}, \quad i = 0, 1, \dots, k-1, \quad j = 0. \quad (16)$$

Алгоритм решения системы линейных уравнений методом прогонки состоит в следующем: сравнивая выражения (13), записанное для $i=0$ $u_0^{j+1} = \alpha_1 u_1^{j+1} + \beta_1$ (17) с граничным условием (10) $u_0^{j+1} = \mu_1(t_{j+1})$ (18), делаем вывод, что $\alpha_1 = 0$, а $\beta_1 = \mu_1(t_{j+1})$. Далее по формулам (16) находим следующие коэффициенты α_{i+1} , β_{i+1} при $i = 1, 2, \dots, k-1, j = 0$. Этот процесс называется прямой прогонкой.

Метод прогонки может применяться, если знаменатели выражений (16) не обращаются в 0.

Зная прогоночные коэффициенты, решение системы уравнений (8) и (10) находим по формуле (13) в обратном порядке придавая значения $i = k-1, k-2, \dots, 1, 0$; начиная с $i = k-1$: $u_{k-1}^{j+1} = \alpha_k u_k^{j+1} + \beta_k$ (19), поскольку значение $u_k^{j+1} = \mu_2(t_{j+1})$ известно из граничного условия. Этот процесс называется обратной прогонкой.

Выведем формулы для расчета α_i и β_i при использовании граничных условий второго и третьего рода. В данной работе в расчетах будут проведены вычисления при граничные условия второго рода.

Пусть на левой границе стержня задано граничное условие второго рода:

$$\frac{\partial u(0,t)}{\partial x} = \frac{f_1(t)}{\lambda} = q(0,t) \quad (20) \quad \text{или же в конечных разностях}$$

$$u_0^{j+1} = u_1^{j+1} + \frac{h}{\lambda} f_1(t_{j+1}) \quad (21).$$

Сравнивая граничные условия (21) с (17), делаем вывод, что $\alpha_1 = 1$, $\beta_1 = \frac{h}{\lambda} f_1(t_{j+1})$.

Пусть по аналогии и на правой границе стержня задано граничное условие второго рода: $\frac{\partial u(l,t)}{\partial x} = \frac{f_2(t)}{\lambda} = q(l,t)$ (22) или же в конечных разностях $u_k^{j+1} - u_{k-1}^{j+1} = \frac{h}{\lambda} f_2(t_{j+1})$ (23).

Решив систему двух уравнений (19) и (23), найдем, что $u_k^{j+1} = (\beta_k - \frac{h}{\lambda} f_2(t_{j+1})) / (1 - \alpha_k)$ (24).

Решением функции двух переменных может быть в виде таблицы или графика.

Преимуществом неявной схемы является то, что ее можно использовать при любом значении $w = \frac{\tau a^2}{h^2}$. Неявная разностная схема является абсолютно устойчивой. Выбор шагов определяется не соображениями устойчивости, а требуемой точностью расчетов.

Недостатком неявной схемы является необходимость решать на каждом временном слое систему линейных уравнений. Когда явная схема является неустойчивой, тогда применяют неявную схему.

Литература

1. Марцинкевич В.С. Уравнение математической физики: методическое пособие для студентов машиностроительных специальностей. – Минск: БНТУ, 2008. – С. 12-30, рис. 2.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ В ЗОНЕ КОНТАКТА ИНСТРУМЕНТА И ЗАГОТОВКИ ПРИ БЛОЧНОЙ ОБРАБОТКЕ ПЛОСКИХ ЛИНЗ

Лагутина М.А.

Научный руководитель – Юринок В.И., к.т.н., доцент

Как известно, при блочной обработке плоских линз по методу свободного притирания интенсивность съема припуска с заготовки, согласно гипотезы Ф.Престона [1], можно представить в виде $U = kvpt$,

где k – коэффициент, зависящий от условий обработки; v – скорость скольжения инструмента относительно произвольно выбранной точки на обрабатываемой поверхности заготовки; p – давление в зоне контакта; t – время.

Целью работы является получение формул для математического моделирования изменения давления в зоне контакта инструмента и заготовки.

Для анализа влияния параметра p в приведенной выше формуле на процесс обработки рассмотрим формулу $p = \frac{F}{S}$. В процессе обработки происходит изменение давления в связи с выходом детали за край инструмента. Для того чтобы получить закон, по которому происходит данное изменение, проанализируем рис. 1, на котором изображено сопряжение инструмента и заготовки после некоторого смещения.

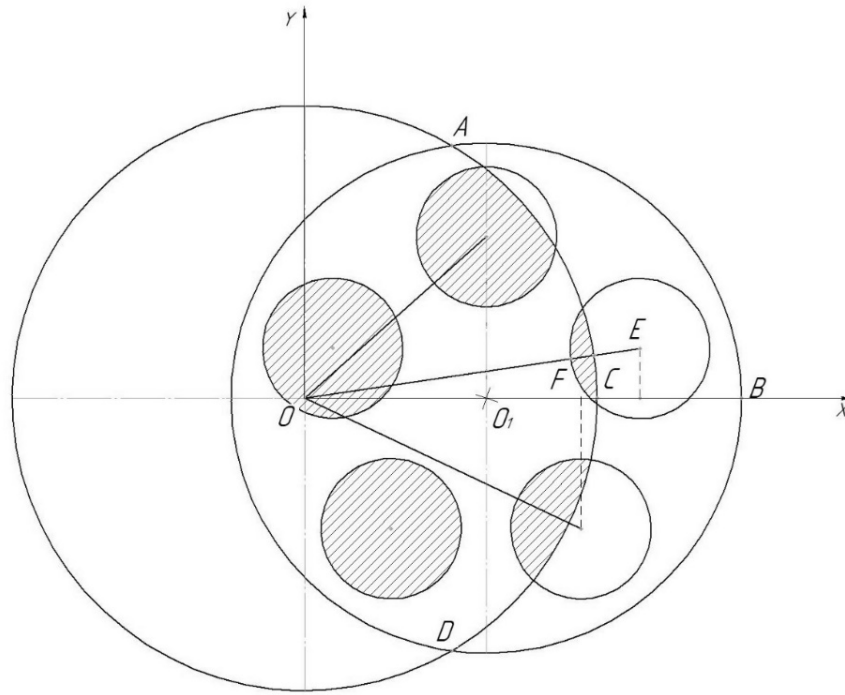


Рисунок 1. Схема обработки плоских линз при блочной обработке.

Из анализа этого рисунка видно, что $R_u = OC$ (радиус инструмента), $R_d = O_1C$ (радиус заготовки). Площадь сопряжения инструмента и заготовки зависит от параметра $e = OO_1$, который будет изменяться от $(R_u - R_d)$ до R_u . Площадь контакта будем находить с помощью двойного интеграла [2]:

$$S_k = \pi R_d^2 \iint dS,$$

Введем прямоугольную систему координат Oxy , расположенную как показано на рис.1. Поскольку площадь выхода заготовки за край инструмента ограничена дугой ABD в виде окружности радиусом R_d и дугой DCA в виде окружности радиусом R_u и состоит из двух одинаковых площадей S_{ABC} и S_{DCB} , то можно перейти к полярной системе координат. Окружности, ограничивающие область интегрирования, задаются уравнениями:

$$\begin{cases} x^2 + y^2 = R_u^2 \\ (x - e)^2 + y^2 = R_d^2 \end{cases} \quad (1)$$

После перехода к полярной системе координат получаем пределы изменения полярного радиуса $R_u < r < \sqrt{e^2 (\cos^2 \varphi - 1) + R_d^2} + e \cos \varphi$.

Для определения пределов изменения полярного угла φ необходимо решить систему (1) и найти координаты точки пересечения двух окружностей (x^*, y^*) , так как область ограничена прямой, которая проходит через начало координат и вышеназванную точку.

$$x^* = \frac{R_u^2 - R_d^2 + e^2}{2e}$$

Прямая OE наклонена на угол α от оси Ox , т.е.

$$\alpha = \arccos \frac{x^*}{R_u}$$

Следовательно, пределы изменения полярного угла $0 \leq \varphi \leq \alpha$. С учётом вышеизложенного формула для нахождения площади контакта примет вид:

$$S_k = \pi R_d^2 - 2 \int_0^\alpha \left(\int_{R_u}^{\sqrt{e^2(\cos^2 \varphi - 1) + R_d^2} + e \cos \varphi} \rho d\rho \right) d\varphi$$

Аналогичным образом можно найти зависимость площади контакта инструмента и блока заготовок. ($r_d = EF$). Рассмотрим это на примере одной детали на заготовке радиус которой $r_d = EF$.

Площадь контакта будет зависеть от параметра $m = OE$, который будет изменяться от $0 \leq m \leq (R_u + r_d)$. При этом значения r_d должны быть в пределах $0 \leq r_d \leq \sin \frac{360^\circ}{2n} R_v$, где R_v - радиус окружности, от которой зависит расположение деталей на заготовке, n - число деталей.

Если параметр m изменяется в пределах $0 \leq m \leq R_u$, то площадь соприкосновения будет находиться по формуле:

$$S_k = \pi r_d^2 - 2 \int_0^\alpha \left(\int_{R_u}^{\sqrt{e^2(\cos^2 \varphi - 1) + R_d^2} + e \cos \varphi} \rho d\rho \right) d\varphi$$

Если параметр m изменяется в пределах $R_u \leq m \leq (R_u + r_d)$, то площадь соприкосновения будет находиться по формуле:

$$S_k = 2 \int_0^\alpha \left(\int_{R_u}^{\sqrt{e^2(\cos^2 \varphi - 1) + R_d^2} + e \cos \varphi} \rho d\rho \right) d\varphi$$

Численные расчеты проводились в математическом пакете Mathcad 15 PRO.

На основе вышеизложенного можно сделать вывод, что выполненное математическое моделирование позволяет определить давление в непрерывно изменяющейся по величине зоне контакта инструмента и заготовки при обработке блока оптических деталей по методу свободного притирания [3]. В результате выявлена неравномерность распределения давления в исследуемой зоне контакта инструмента и детали. Зная закономерность изменения этого давления, представляется возможным, используя формулу Ф. Престона, более точно рассчитать интенсивность съема припуска с заготовки в процессе формообразования высокоточных линз.

Литература

1. Preston E.W.// Journal of the Society Technology. – 1927. – N.11. – P. 214–256.
2. Математика для инженеров. Т.2/ Под ред. Н.А. Микулика. Мн., 2006.
3. Козерук А.С. Формообразование прецизионных поверхностей. Мн.: ВУЗ-ЮНИТИ, 1997, 176 с.

ОЦЕНКА МАССЫ ГИПОТЕТИЧЕСКОЙ ПЛАНЕТЫ ФАЭТОН

Меркулова Д.А., Халикова А.И.

Научный руководитель – Катковская И.Н., кандидат физ.-мат. наук,
доцент

Цель нашей работы – оценка массы гипотетической планеты Фаэтон. Сегодня гипотеза о том, что в глубокой древности существовала планета Фаэтон, официальной наукой не признается. Однако имеется немало исследователей и ученых, которые поддерживают идею о том, что это не просто миф.

Для оценки массы Фаэтона мы предлагаем **метод**, суть которого состоит в следующем:

- для каждой пары планет определяются точки нулевой гравитации – точки, в которых силы тяготения со стороны данных планет взаимно компенсируют друг друга;
- для интервалов, ограниченных каждой парой точек нулевой гравитации вычисляется поверхностная плотность σ протопланетного облака;
- по полученным значениям поверхностной плотности составляется функция зависимости $\sigma(r)$, интегрированием которой можно получить массы, изначально распределенные в любом интервале расстояний, в том числе, очевидно, и массу Фаэтона (или, более корректно, массу того, из чего он мог сформироваться).

В таблице приведены результаты вычислений точек нулевой гравитации: $r = R_2 - R_1$ – расстояние между планетами, r_1 – расстояние от планеты M_1 до искомой точки, а $r_1 + R_1$ – искомое расстояние от Солнца до точек нулевой гравитации.

Планета	Номер орбиты	Относительная масса, M_3	Радиус орбиты R , а.е.	$r = R_2 - R_1$	r_1	$r_1 + R_1$
Меркурий	1	0,055	0,390	-		0,458
Венера	2	0,815	0,720	0,330	0,068	0,853
Земля	3	1,000	1,000	0,280	0,133	1,391

Марс	4	0,108	1,520	0,520	0,391	
Фазтон	5		2,841	1,321		
Юпитер	6	317,900	5,200	2,359		8,005
Сатурн	7	95,200	9,540	4,340	2,805	16,467
Уран	8	14,600	19,180	9,640	6,927	24,397
Нептун	9	17,200	30,060	10,880	5,217	

Поверхностная плотность протопланетного облака вычислялась по формуле:

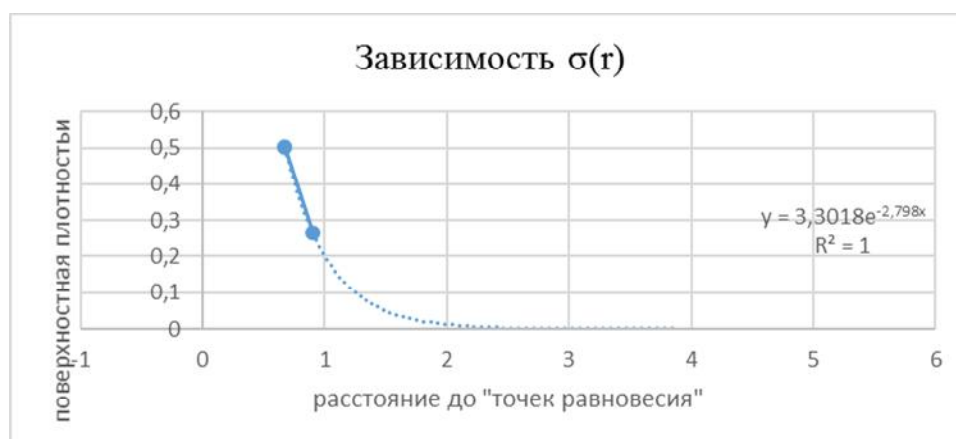
$$\sigma = \frac{M}{\pi(r_2^2 - r_1^2)}$$

Результаты вычислений представлены в таблице:

Планета	Диапазон расстояний	Середина диапазона	Поверхностная плотность
Меркурий	0÷0,458	0,229	0,083
Венера	0,458÷0,853	0,656	0,501
Земля	0,853÷1,391	1,122	0,264
Сатурн	8,005÷16,467	12,236	0,146
Уран	16,467÷24,397	20,432	0,014

С учетом всех «поправок и дополнений» для планет земной группы построен график зависимости $\sigma(r)$, аппроксимированный функцией

$$y = 3,3018e^{-2,798x}$$



Вывод: вычисленная нами масса Фэтона составила $\approx 0,1723$ массы Земли. Данное значение отлично согласуется с предсказанным У.Леверье ($0,1 \div 0,25$ Мз) и на два порядка превосходит результаты, полученные с помощью статистической оценки суммарной массы всех астероидов. Мы полагаем, что полученные в ходе исследования результаты являются хорошим подтверждением правильности наших рассуждений и корректности предложенного способа оценки массы планеты.

Литература

1. Галузо, И.В. Астрономия: учеб. для 11-го кл. учреждений общ. сред. образования с рус.яз. обучения/ И.В. Галузо, В.А. Голубев, А.А. Шимбалёв. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2015. – 224 с. : ил.
2. Национальное Управление по Аэронавтике и исследованию космического пространства США [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://ssd.jpl.nasa.gov/dat/ELEMENTS.NUMBR>. дата доступа: 24.04.2016
3. Википедия (Свободная энциклопедия) [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<https://ru.wikipedia.org>. дата доступа: 05.12.2016

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПОРТАЛ ПО ПРОГРАММЕ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ НА БАЗЕ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ MOODLE

Мисякова В.А., Овчинникова Е.В.

Научный руководитель –Зубко О.Л., к.ф.- м.н.

Целью данной научной работы являлось создание образовательного портала для студентов первого курса высших учебных заведений по программе математики на базе системы дистанционного обучения Moodle.

Были поставлены и решены следующие задачи:

1. изучение функциональных возможностей системы дистанционного обучения Moodle;
2. изучение системы верстки научных работ Latex для создания математических объектов на портале;
3. разработка структуры подачи учебного материала на портале;
4. верстка учебного материала.

Moodle (модульная объектно-ориентированная динамическая учебная среда) — свободная система управления обучением, которая реализует философию «педагогике социального конструктивизма». На базе данной системы разработан портал по математике для студентов первого курса, доменное имя которого math.zubko.by. Для работы с данным порталом студентам необходимо пройти процедуру регистрации. После прохождения регистрации преподаватель записывает студента в соответствующую группу на соответствующий курс. На данный момент работать на портале могут студенты ФИТР БНУТ, специальностей САПР и ЭП.

Для полного воссоздания образовательного процесса, на портале представлены лекции по разделу «Интегрирование функции одной переменной», которые разбиты на темы (см. рисунок 1).



Рисунок 1. Фрагмент лекции на портале.

Лекции, которые представлены в интересной и гибкой форме, содержат основные определения и теоремы с доказательствами, свойства и замечания. Студенты могут прочесть необходимый материал, а также разобрать практическую часть, включённую в лекции через подробно разобранные примеры (см. рисунок 2).



Рисунок 2. Фрагмент лекции на портале.

Для начальной практики студентов после теоретической части каждой лекции на портале размещены тематические тесты. Данные тесты рассчитаны на 30-45 минут и сложность заданий реализована на том уровне, которого студенты могут достичь, имея только знания, полученные после конкретной лекции (см. рисунок 3). После прохождения теста студенту выставляется отметка.

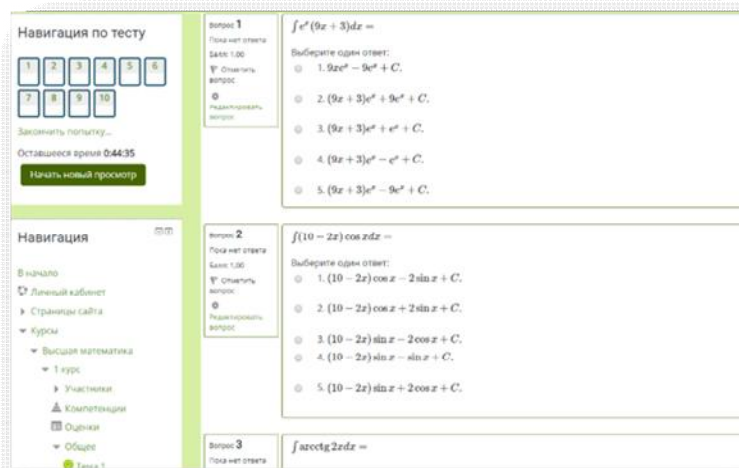


Рисунок 3. Фрагмент тематического теста на портале.

Кроме тематических тестов на портале представлены обобщающие тесты по следующим темам: «Неопределённый интеграл», «Определённый интеграл и его приложения», «Кратные интегралы», «Криволинейные и поверхностные интегралы», «Обыкновенные дифференциальные уравнения». Их особенность во времени прохождения (1 час) и уровне сложности заданий, которые там представлены. Данные тесты были созданы для

окончательной проверки знаний студентов после тщательного изучения лекционного материала и практической тренировки, для которой служит первый вид тестов (см. рисунок 4).

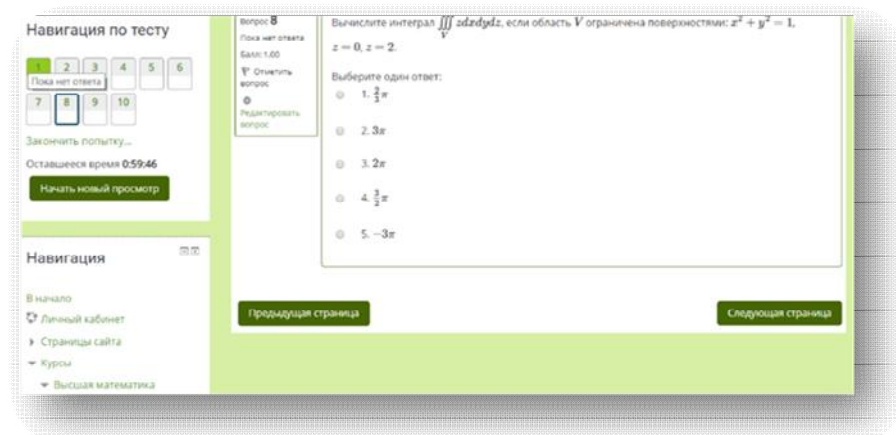
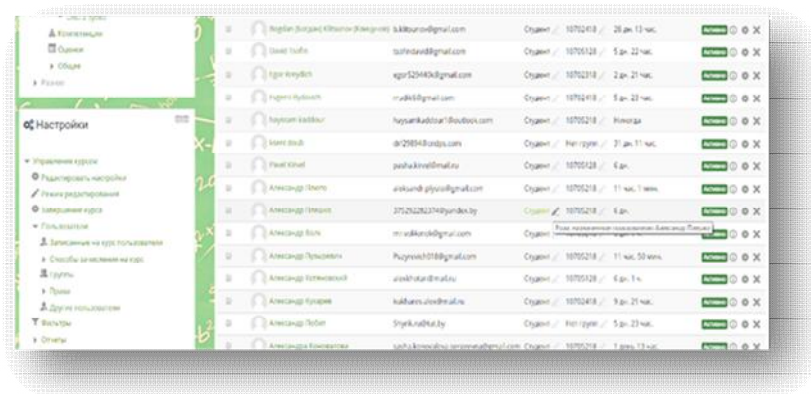


Рисунок 4. Фрагмент обобщающего теста на портале.

В рамках всех видов тестов студенты могут, как проверить свои знания по соответствующим разделам курса математики, так и улучшить их путём неоднократного решения, представленных видов тестов. Студенту на каждый тренировочный тест даётся 10 попыток, а на обобщающий – 3. За этим процессом может следить преподаватель, так как доступ к статистике студентов и их отметкам, которые они получают по итогу прохождения теста. Более того, преподаватель в разделах «Журнал событий» и «Участники» может отслеживать, когда студент заходил последний раз на сайт, сколько времени он занимался чтением лекций, какие виды и как долго



по времени выполняет тесты (см. рисунок 5).

Рисунок 5. Раздел «Участники на портале».

Для совершенствования процесса обучения, на сайте можно размещать различные дополнительные ресурсы и элементы курса, такие как файлы, гиперссылки, опросы, семинары и т.д. (см. рисунок 6).

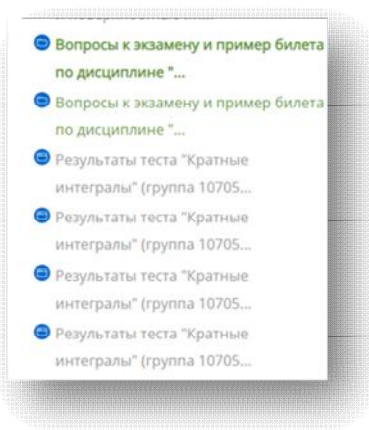


Рис. 6. Дополнительный материал на портале.

Для того чтобы портал функционировал в том виде в котором он есть сейчас нам необходимо было изучить систему компьютерной вёрстки LaTeX (латех). Данная система позволяет автоматизировать многие задачи набора текста и математических формул, включая набор текста на нескольких языках, нумерацию разделов и формул и др.

На данный момент образовательный портал находится в стадии активного развития, и каждый студент может упростить процесс своего обучения, благодаря тому, весь материал, который там расположен, подан в интересной и простой для изучения форме.

Использование интернет портала math.zubko.by по математике способствует:

- совершенствованию образовательного процесса;
- оптимизации коммуникации преподаватель-студент;
- улучшению тайм-менеджмента студента.

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ФОНДОВОГО РЫНКА США

Пуныко Павел, Романюк Евгений

Научный руководитель – Щукин М.В., к.ф.-м.н., доцент

США относятся к крупнейшим странам мира. Площадь страны – 9,7 миллионов квадратных километров, население составляет приблизительно 327 миллионов человек. США относятся к богатейшим странам мира.

Фондовый рынок США предоставляет колоссальные возможности для инвестирования личных средств. Объем мирового фондового рынка – 60 триллионов долларов.

Основные черты фондового рынка США

- Ликвидность рынка - то есть, постоянное наличие на нем покупателей и продавцов конкретных товаров и ценностей.
- На фондовом рынке США торгуются акции 15 тысяч компаний.
- Объем торгов на всех биржах США за один день составляет 50 миллиардов долларов.

Но не смотря на столь внушительные факторы, и столь мощную экономику, случаются такие неприятные вещи - кризисы.

Первый мировой экономический кризис, который нанес удар народному хозяйству и общественной жизни одновременно США, Германии, Англии и Франции, произошел в 1857 году. Кризис начался в США. Причиной послужили массовые банкротства железнодорожных компаний и обвал рынка акций.

Мы рассмотрим и проанализируем фондовый рынок США в 21в.

Кризис доткомов произошел в США 10 марта 2000 года

Финансового кризис 2007-2008 годов перерос в мировой экономический кризис.

3. Воздействие кризиса на экономику США

Влияние ипотечного кризиса на показатели благосостояния населения

С июня 2007 г. по ноябрь 2008 г. стоимость фондового рынка США снизилась более чем на четверть. К началу ноября 2008 г фондовый индекс [S&P 500](#), отражающий значение цен акций 500 американских корпораций, упал на 45 % по сравнению с рекордными показателями 2007 г. Цены на жилую недвижимость, достигшие высшей точки в 2006 г., упали на 20 %. Совокупная стоимость пенсионных накоплений 2006 г. выросшая до величины в 13 трлн долларов, в середине 2008 г. упала до уровня в 8,8 трлн то есть более чем на 30 . В тот же период объём сбережений и инвестиций (без учёта пенсионных накоплений) упал на 1,2 трлн долларов, а пенсионные сбережения населения уменьшились на 1,3 трлн долларов... В 2008 году в США насчитывалось от 664 тыс. до 1,6 млн. бездомных человек, по сравнению с 2007 годом отмечен рост количества бездомных семей на 9 %, что явилось следствием экономического кризиса. Кризис субстандартного кредитования также тяжелейшим образом отразился на автомобильной промышленности США: объём продаж новых машин, поднявшийся в 2005 г. до рекордного уровня в 17 млн, к 2010 г. вернулся всего лишь к 12 млн.

Мы проанализировали фондовый рынок США. У нас была гипотеза, что по отношению показателей капитализации фондового рынка США, к валовому внутреннему продукту можно как-то предсказать падение фондового рынка США. Следствием этого являлся обычно экономический кризис в Европе и других странах.

Посмотрев на графикотношения капитализации фондового рынка к ВВП можно увидеть какой был коэффициент. До кризиса в 2000 он составлял 1.32 и упал в 2002 году до 1.01

В 2007 году показатель был 1.4, а в 2008 после падения фондового рынка он упал до 0.8.

Эти колебания совпадают с временными рамками кризиса и видим какие-то локальные падения в 2010 и 2011 году и так же в 2013 и 2014. А на данный момент, этот коэффициент составляет 1.7

Ну и как мы знаем, что каждый кризис ведет за собой и такой фактор как безработица. Причина безработицы заключается в самой структуре американской экономики. Так в ходе последних десятилетий корпорации США переносят свое производство в Латинскую Америку и чаще в Азиатские страны. «Такие великие американские города, как Детройт, Кливленд, Сент-Луис, потеряли от одной пятой до одной четверти своего населения». В связи с этим рабочие места, которые сделали США великой индустриальной державой, исчезли.

Последней точкой отсчёта для уровня занятости в США стал кризис 2008-2009 года. Тогда произошёл резкий скачок многих отрицательных экономических показателей – и величина безработицы достигла серьёзных

10%. Эта цифра актуальна на начало 2010 года. Сегодня, в 2019 году, ситуация совершенно иная.

После кризиса 2008-2009 годов начался процесс постепенного снижения показателя – актуальный уровень безработицы в США:

2013 год – 7,3%;

2017 год – 4,4%;

2018 год – 3,7%;

2019 год – прогнозируется 3,6%.

Последние цифры беспрецедентны даже для американской экономики. Причин для удивления две:

Рекордно низкий показатель уровня безработицы, которого не было с 1969 года.

Стабильность этого показателя – неизменность уровня в течение 4-х месяцев подряд.

Безработица в 2007 составила 4.5%-5.0%

в 2008 составила 5.0%-6.8%

в 2009 составила 9%

В итоге, проанализировав подъемы и спады фондового рынка США, мы можем сказать, что экономические показатели США находятся на высоком уровне. Безработица достигла 18-летнего минимума. При этом ожидается, что к концу года заработная плата в стране вырастет в среднем на 3%. А в данный момент у них средняя месячная зарплата в долларах США:

2018	4908,56
2017	4833,90
2016	4571,62

Однако, в США наблюдается слишком высокий уровень экономической активности и роста котировок акций, из-за чего можно ожидать наступления спада уже в ближайшие годы.

Литература

1. [<https://visasam.ru/emigration/canadausa/vvp-usa.html>] Электронный ресурс.
Дата доступа 12.02.2019
2. [<https://knoema.ru/atlas/topics/Экономика/Финансовый-сектор-Рынки-капитала/Рыночная-капитализация-в-текущих-ценах-долл-США>] Электронный ресурс. Дата доступа 14.02.2019
3. [https://ru.m.wikipedia.org/wiki/Заглавная_страница] Электронный ресурс.
Дата доступа 12.02.2019

УДК 517.958

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ДИРИХЛЕ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ ЛАПЛАСА МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ РАЗНОСТЕЙ

Ступень И.Д.

Научный руководитель – Марцинкевич В.С., старший преподаватель

Рассмотрим применение метода конечных разностей для решения задачи Дирихле уравнения Лапласа в квадрате. Эта задача формулируется следующим образом: найти в квадрате $D = [0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1]$ непрерывную функцию $u = u(x,y)$, удовлетворяющую уравнению

$$\frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial y^2} = 0 \quad (1)$$

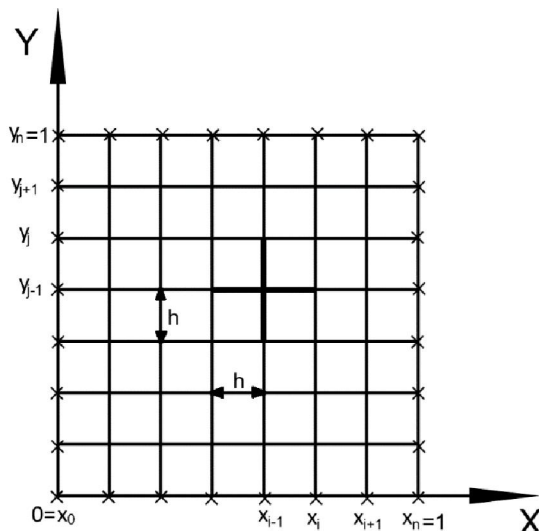
и принимающую на границе квадрата заданные функции f_1, f_2, f_3 и f_4 :

$$\begin{aligned} u(0,y) = f_1(y), \quad 0 \leq y \leq 1, \quad u(1,y) = f_2(y), \quad 0 \leq y \leq 1, \\ u(x,0) = f_3(x), \quad 0 \leq x \leq 1, \\ u(x,1) = f_4(x), \quad 0 \leq x \leq 1 \end{aligned} \quad (2)$$

Будем считать, что функция $u(x,y)$ непрерывна и на границе квадрата, то есть $f_1(0) = f_3(0)$, $f_1(1) = f_4(0)$, $f_2(0) = f_3(1)$, $f_2(1) = f_4(1)$.

Построение и реализация разностной схемы

Для решения этой задачи методом конечных разностей построим в области изменения независимых переменных сетку с постоянным шагом h по координатным осям Ox и Oy . Тогда координаты узлов сетки определяются



формулами:

Рис. 1. Сетка и шаблон для решения задачи Дирихле в квадрате (3)

$$x_i = ih, i = 0, 1, \dots, n, \quad y_j = jh, j = 0, 1, \dots, n$$

Перейдём к аппроксимации уравнения (1) во внутренних узлах сетки конечно-разностными соотношениями. Для этого выберем изображенный на рис. 1 пятиточечный шаблон типа «крест» с точками (x_{i-1}, y_j) , (x_i, y_j) , (x_i, y_{j+1}) , (x_i, y_{j-1}) , (x_{i+1}, y_j) . Значения искомой функции $u(x, y)$ в узлах сетки обозначаются символами $u_i^j = u(x_i, y_j)$.

Входящие в уравнение (1) частные производные аппроксимируются следующими конечно-разностными соотношениями:

$$\frac{\partial^2 u(x_i, y_j)}{\partial x^2} = \frac{u_{i+1}^j - 2u_i^j + u_{i-1}^j}{h^2}, \quad \frac{\partial^2 u(x_i, y_j)}{\partial y^2} = \frac{u_i^{j+1} - 2u_i^j + u_i^{j-1}}{h^2} \quad (4)$$

Подставив аппроксимации (4) в уравнение (1) и перегруппировав члены, получится:

$$u_i^j = \frac{1}{4} (u_{i-1}^j + u_{i+1}^j + u_i^{j-1} + u_i^{j+1}), i = 1, 2, \dots, n-1; j = 1, 2, \dots, n-1. \quad (5)$$

Другими словами, значение искомой функции в некотором узле равно среднему арифметическому значений этой функции в четырех соседних узлах. Граничные условия (2) переписываются в виде:

$$\begin{aligned} u_0^j = f_1(y_j), \quad j = 0, 1, \dots, n, \quad u_m^j = f_2(y_j), \quad j = 0, 1, \dots, n, \quad u_i^0 = f_3(x_i), \\ i = 0, 1, \dots, n-1, \quad u_i^n = f_4(x_i), \quad i = 0, 1, \dots, n-1, \end{aligned} \quad (6)$$

Построенная разностная схема имеет 2-й порядок погрешности аппроксимации по h и представляет собой систему $(n-1)^2$ алгебраических уравнений с $(n-1)^2$ неизвестными u_i^j во внутренних узлах сетки.

Особенностью системы уравнений (5) является сильная разрешенность ее матрицы, поскольку каждое уравнение системы содержит не более пяти отличных от нуля коэффициентов. Поэтому для ее решения обычно используются итерационные методы, например метод Якоби. Алгоритм этого метода состоит в построении последовательности итераций для внутренних узлов вида:

$$u_i^j(k+1) = \frac{1}{4} (u_{i-1}^j(k) + u_{i+1}^j(k) + u_i^{j-1}(k) + u_i^{j+1}(k)), \quad (7)$$

где k – номер итерации.

При этом счет ведется по строчкам (или по столбцам). В качестве нулевого приближения значений u_i^j во внутренних узлах можно брать среднее арифметическое значений функции во всех граничных узлах сетки. При $k \rightarrow \infty$ последовательность $u_i^j(k)$ сходится к точному решению системы (5). Заканчивают итерационный процесс в том случае, когда во всех внутренних узлах выполняется условие:

$$|u_i^j(k) - u_i^j(k+1)| < \varepsilon, \quad (8)$$

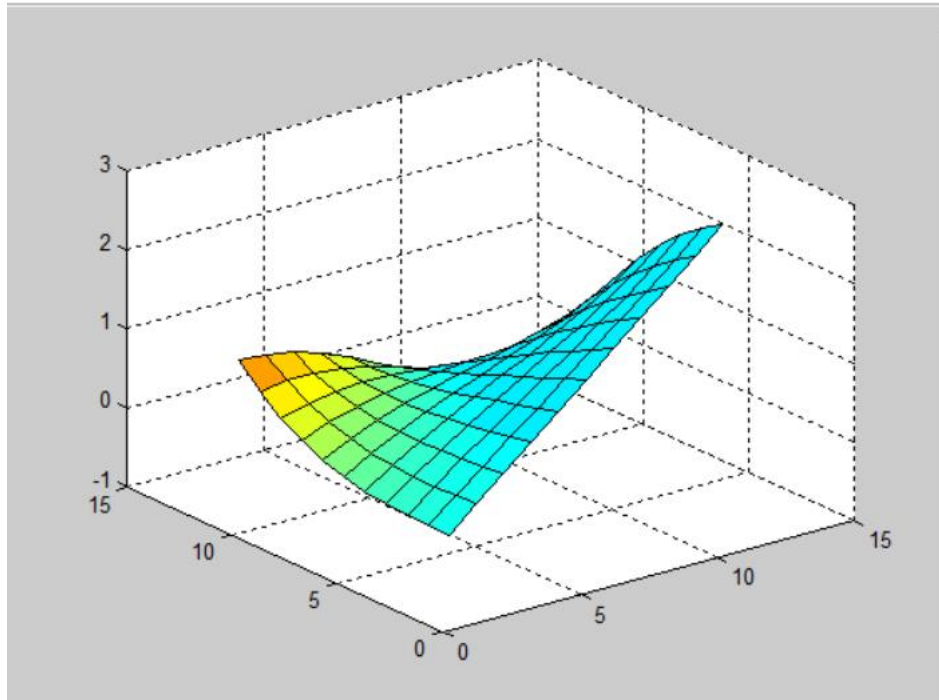
$i = 1, 2, \dots, n-1, j = 1, 2, \dots, n-1$, где ε – некоторое малое наперед заданное число.

Мне была поставлена задача найти в квадрате $D = [0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1]$ непрерывную функцию $u = u(x, y)$, удовлетворяющую двумерному уравнению Лапласа:

$$\frac{\partial^2 u(x, y)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u(x, y)}{\partial y^2} = 0 \quad (9)$$

и принимающую на границе квадрата заданные функции:

$$u(0, y) = 3y, u(1, y) = \cos \frac{2\pi y}{3}, u(x, 0) = x^3, u(x, 1) = -2x^2 - 1,5x + 3. \quad (10)$$



По алгоритму рассмотренному ранее получаем график:

Литература

1. Тихонов, А.Н. Уравнения математической физики: учебное пособие для университетов / А.Н. Тихонов, А.А. Самарский. – Изд. 4, испр. – М.: Изд-во «Наука», 1972. – 735с.

ПАРАДОКС ЗЕНОНА КАК ФИЛОСОФСКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА

Федюкова М.С., Гаврилова В.В.

Научный руководитель – Михайлова Н.В., к.ф.н., доцент

Сущность и сила математического знания в его доказательности. Потому многие исследователи развитие науки исчисляют именно с момента появления в философии и математике Древней Греции знания, основанного на дедуктивном способе доказательства теорем, что делало их достоверными и неопровержимыми. В рамках высокой античной философии сформировалось математическое теоретическое знание.

История развития математики показывает, что, начиная с некоторого этапа, оно становится невозможным без философского сопровождения, так как именно философия позволяет преодолеть существенные затруднения и многочисленные парадоксы, с которыми сталкивается научное знание. Так, например, философские истоки понятия предела, разработанного математически строго в работах Коши, понятий актуальной и потенциальной бесконечности, получивших обоснование в работах Г. Кантора, можно обнаружить уже у Аристотеля и других древнегреческих философов.

Утверждение о том, что при сложении конечного количества раз конечных величин получается конечная величина, доказательства не требует и даже может быть наглядно продемонстрировано. Но то, что, если складывать бесконечное количество конечных величин, можно получить конечную величину, вовсе не очевидно, и уже требует математического доказательства, что в свое время и было сделано, например, в математическом анализе и теории рядов.

Среди многих древнегреческих философских школ именно элеаты в своей философии впервые критически подошли к обсуждению математической проблемы бесконечных величин, заострив тем самым вопрос точности и строгости математических понятий. Они впервые поставили перед математикой фундаментальный вопрос «Как следует мыслить континуум: неделимым, единым или делимым до бесконечности? дискретным или непрерывным?» Причем это относится и к числам, и к геометрическим объектам (линии, плоскости). Классическим образцом здесь выступает апория Зенона «Дихотомия», в которой он анализирует математическое понятие «множество».

Суть апории «Дихотомия» (с древнегреческого «деление пополам») состоит в доказательстве невозможности движения, так как для преодоления любого расстояния (отрезка пути) требуется отсчитывание бесконечного множества «середин» отрезков: отрезок делится пополам, половины снова пополам и так далее до бесконечности.

Но, изучив теорию рядов в рамках университетского курса высшей математики, мы знаем, что построенный таким образом числовой ряд будет сходиться как ряд бесконечно убывающей геометрической прогрессии (с основанием $q = 1/2$, которое меньше 1), и его сумма равна 1: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} = 1/2 + 1/4 + 1/8 + 1/16 + 1/32 + \dots = 1$. Тем самым, очевидно, что правила, справедливые математически для конечного, сохраняют свою силу и в бесконечном, то есть, бесконечный ряд не только сходится к конечной сумме, но и сумма оказывается равной тому значению, что подсказывают нам опыт и логика.

Парадоксальность апорий Зенона вытекает из понимания того, что бесконечная делимость не есть бесконечная величина, то есть пространство (и время) делимы до бесконечности потенциально, но не поделены до бесконечности актуально. Рассуждения Зенона основаны на невозможности мыслить завершённую (актуальную) бесконечность. В дальнейшем различные попытки решения проблемы были предприняты Г. Кантором, С.А. Богомоловым и другими выдающимися математиками в области математического анализа и теории множеств.

Из анализа апории Зенона можно сделать следующий вывод: развитие математического и философского знания идет в тесной взаимосвязи и нуждается одно в другом. Именно критическая функция философии исторически способствовала переосмыслению многих математических понятий, задач и парадоксов, давая эвристический толчок математическому творчеству учёных. Поэтому междисциплинарный «союз математики и философии» исторически оправдан и полезен.

Литература

1. Гайденко П. История греческой философии в ее связи с наукой. – М.: ПЕР СЭ; СПб.: Университетская книга, 2000. – 319 с.
2. Канке В.А. Философия математики, физики, химии, биологии. – М.: КНОРУС, 2011. – 368 с.
3. Режим доступа: http://www.vixri.ru/d/a_mat/Nestandartnyj%20analiz.pdf [Электронный ресурс].

Фрузорова В. А., Попок Р.В.

Научный руководитель – Метельский А. В., профессор, д.ф.-м.н.

Машинное обучение — класс методов искусственного интеллекта, одной из задач которых является не прямое выполнение задачи, а обучение решению множества сходных задач. В основе этих методов лежат такие разделы математики, как комбинаторика, дискретная математика, математический анализ, линейная алгебра, статистика, теория вероятности.

Другая цель машинного обучения — предсказать результат по входным данным. Чем более разнообразными они будут, тем сложнее программе выявить закономерности и дать точный результат. Примером может служить распознавание букв в тексте (однообразные данные) и распознавание изображения на фотографии (разнообразные данные).

Еще одной важной задачей машинного обучения является классификация объектов. Для классификации всегда нужен Учитель — заранее размеченные данные с признаками и категориями, по которым программа будет учиться разделять объекты на классы. Такой подход позволяет создавать различные классификаторы для различных целей. Например, новостные ленты в социальных сетях, предлагающие новости исходя из интересов пользователей, или классификация текстов по тематике и языкам, что необходимо для поисковых систем.

Не менее востребованная задача, которую решают с помощью машинного обучения – выбор наилучшего варианта из числа доступных. По такому принципу работают автомобили с автопилотом: программа выбирает наилучший вариант развития событий.

Раньше все спам-фильтры использовали наивный байесовский классификатор, основанный на теореме Байеса:

$$P(H_i / A) = \frac{P(H_i) \cdot P(A / H_i)}{P(A)}, \quad i = \overline{1, n}.$$

Рисунок 1. Формула Байеса

$P(H_i / A)$ - вероятность события H_i , если наступит событие A

$P(H_i)$ – априорная вероятность события H_i

$P(A / H_i)$ – вероятность события A при истинности H_i ,

$P(A)$ – полная вероятность события A .

В спам-фильтрах определяют вероятность того, что письмо спам, при условии, что в нем встречаются определенные слова.

Популярным методом классификации в машинном обучении является метод опорных векторов. Он использует гиперплоскость, чтобы классифицировать данные на 2 класса. Для простой задачи с 2 параметрами гиперплоскость может быть линией, однако, если параметров больше – уже нет.

Метод опорных векторов позволяет спроецировать ваши данные в пространство большей размерности, используя для этого новые признаки объектов, а когда данные спроецированы, метод определяет гиперплоскость, которая делит данные на 2 класса наилучшим образом.

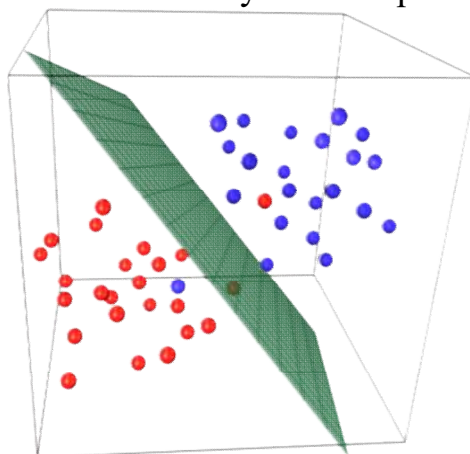


Рисунок 2. Визуализация разделения данных на два класса.

Суть метода в том, что он максимизирует отступ так, чтобы гиперплоскость находилась примерно на одинаковом расстоянии от 2 типов данных – это снижает шанс ошибок классификации.

У данного метода есть хорошее качество – поиск аномалий. Когда какой-либо признак объекта сильно отличается от среднего значения, программа выделяет этот участок как аномальный. Данная особенность нашла применение в медицине (компьютер подсвечивает врачу все подозрительные области МРТ или выделяет отклонения в анализах) и не только.

Литература

- (2010) Классификация данных методом опорных векторов//Сайт <https://habr.com>. 29 сентября. (<https://habr.com/ru/post/105220/>) Просмотрено: 15.04.2019.
- (2016) Метод опорных векторов (SVM)//Сайт <http://datascientist.one>. 15мая. (<http://datascientist.one/support-vector-machines/>) Просмотрено: 15.04.2019.
- Udiprod (2007) SVM with polynomial kernel visualization векторов//YouTube. 5 февраля. (<https://www.youtube.com/watch?v=3liCbRZPrZA>) Просмотрено: 16.04.2019.
- (2018) Машинное обучение для людей//Сайт <https://vas3k.ru>. 22июля. (https://vas3k.ru/blog/machine_learning/) Просмотрено: 14.04.2019.

- (2015) 6 простых шагов для освоения наивного байесовского алгоритма // Сайт <http://datareview.info>. 23 сентября. (<http://datareview.info/article/6-prostyh-shagov-dlya-osvoeniya-naivnogo-bayesovskogo-algoritma-s-primerom-koda-na-python/>) Просмотрено: 15.04.2019.
- Veritasium(2017) The Bayesian Trap // YouTube. 5 апреля. (<https://www.youtube.com/watch?v=R13BD8qKeTg>) Просмотрено: 16.04.2019.
- (2017) Теорема Байеса: из-за чего весь сыр-бор? // Сайт <https://habr.com>. 16 июня. (<https://habr.com/ru/post/404633/>) Просмотрено: 16.04.2019.

ПОРОЖДЕННЫЕ ПОДГРАФЫ

Шумчик Владислав, Мильто Алексей

Научные руководители: Катковская И.Н., кандидат физ-мат наук, доцент.
Цыбулько О.Е., лицей БНТУ, учитель математики.

Цель работы:

- Исследовать свойства попарно неизоморфных порождённых подграфов и их количество.
- Найти интересные методы решения задачи для вычисления числа попарно неизоморфных порождённых подграфов.

Задачи:

1. Исследовать, для каких графов G выполняется равенство $\chi(G) = \chi(\overline{G})$
2. Доказать, что для любого графа G справедливо равенство $\theta(G) = \theta(\overline{G})$ где G – простой граф, а \overline{G} — его дополнение, рассмотреть равенство $\eta(G) = \eta(\overline{G})$. Если данное равенство не выполняется для любого графа, найти все пары неизоморфных графов G 5-го порядка, для которых $\eta(G) = \eta(\overline{G})$.
3. Пусть G и H – вершино-непересекающиеся графы. Доказать или опровергнуть, что если $\chi(G) = \chi(H)$, то $\chi(G^2) = \chi(H^2)$.
4. Найти значения величин $\chi(G)$ и $\chi(\overline{G})$, где G – граф трёхмерного куба и граф октаэдра.



Рис. Граф куба (слева) и граф октаэдра (справа)

5. Рассмотреть граф K_l – звезда порядка $l \geq 1$, найти $\chi(K_l)$ и $\chi(\overline{K_l})$.

6. Пусть P_n – простая цепь порядка n , $n \leq 10$. Найти значения $\chi(P_n)$, $\chi(P_n)$.
7. Исследовать граф H на условие $|H| \leq |G|$, $\chi(H) \leq \chi(G)$ и

$$|E(H)| \geq \frac{|G| \cdot (|G| - 1)}{4} \quad (*)$$

Предмет исследования: подграфы

Объект исследования: графы

Полученные результаты:

- Доказано, что условие $\chi(G) \leq \chi(\bar{G})$ выполняется тогда и только тогда, когда граф G является полным.
 - Показано, что равенство $\theta(G) = \theta(\bar{G})$ справедливо для любого графа G .
- Равенство $\eta(G) = \eta(\bar{G})$ выполняется не для любого графа G .

Количество пар всех попарно неизоморфных графов G порядка не выше 5, для которых $\eta(G) = \eta(\bar{G})$, равно трём.

- Доказано, что при выполнении условия $\theta(G) = \theta(H)$ не всегда выполняется условие $\chi(G^2) = \chi(H^2)$.
- Количества попарно неизоморфных связных и несвязных порождённых подграфов для графа куба и графа октаэдра взаимно просты соответственно.
- Получены формулы для нахождения количества попарно неизоморфных связных и несвязных порождённых подграфов для графа звезды порядка $l + 1$: $\chi(G) = 2l$; $\eta(G) = l + 1$.
- Найдены значения параметров $\chi(P_n)$ для графа простой цепи n , где $1 \leq n \leq 10$.
- Доказано, что условие (*) выполняется для любого полного графа G и пустого графа H с одинаковым количеством вершин.

Литература

1. Мельников О.И. «Теория графов в занимательных задачах». Изд. 3-е, испр. и доп. — М.: Либроком, 2009. — 232 с.2.
2. Харари Ф. Теория графов / Харари Ф. — М.: Мир, 1973. — 300 с.

СЕБЕСТОИМОСТЬ ПРОДУКЦИИ ПОСЛЕ УВЕЛИЧЕНИЯ ОБЪЕМА ПРОИЗВОДСТВА

Шункевич Е.А, Германович А.А.

Научный руководитель – Чепелева Т.И., кандидат технических наук, доцент

Одним из важнейших показателей экономической эффективности производства, развития предприятия является себестоимость продукции. Себестоимость продукции можно рассматривать как аккумулятор результата использования всех производственных ресурсов, поскольку в ней отражаются не только все стороны хозяйственной деятельности, но и рост предприятия, темп расширенного производства, финансовая зависимость субъектов хозяйствования. Себестоимость является обобщающим показателем, характеризующим эффективность затрат. Себестоимость является сравнительной характеристикой работы многих различных предприятий с выпуском одинаковой продукции, дающая видимость лучшего предприятия, поскольку в этот показатель входят затраты основных производственных фондов, трудовых ресурсов, затраты природных ресурсов, сырья, энергии, топлива, различного вида материалов.

При управлении предприятием постоянно анализируется себестоимость продукции, работ и услуг, изучаются тенденции уровня ее снижения (роста) и дается оценка работы предприятия по использованию возможностей снижения себестоимости продукции. Себестоимость продукции можно снизить за счет роста производительности труда, сокращения брака производства, расходов, не связанных с производством, транспортных расходов, экономичному использованию материальных ресурсов, более экономичных видов материалов, топлива, различного сырья, внедрению инновационных методов производства, изменению оборудования на новое более эффективное. Анализ себестоимости позволяет изучить ее уровень изменения и тенденции изменения, выявить возможные резервы ее снижения, установить причины появившегося отклонения фактических затрат от существующих стандартных, отвечающим установленным нормативам [1,2].

Себестоимость исчисляется на единицы отдельных выпускаемых видов продукции и на весь объем продукции. На весь выпуск продукции себестоимость бывает двух видов: производственная и полная (реализации).

На промышленных предприятиях нашей страны себестоимость единицы продукции не уменьшается из-за роста цен на сырье и материалы,

повышения минимальной базовой величины и тарифной ставки первого разряда, с ростом амортизационных отчислений, оборотных средств, закупкой и перевозкой дорогого дополнительного сырья.

Расчет уровня себестоимости единицы продукции вычисляется по формуле:

$$\text{себестоимость} = \frac{\text{суммарная сумма затрат}}{\text{объем произведенной продукции}}$$

В работе проведен анализ изменения себестоимости единицы продукции после увеличения объема производства при постоянных издержках в текущем году. Рассмотрим задачу, пусть известно, что годовой выпуск продукции на предприятии составляет 5000 изделий, а себестоимость одного изделия – 900 тыс. руб. Доля условно-постоянных издержек в себестоимости – 30%. В плановом году выпуск продукции предполагается увеличить до 5500. Необходимо рассчитать себестоимость единицы продукции после увеличения объема производства, с учетом, что общая сумма постоянных издержек в плановом году не изменится.

Расчеты себестоимости проведены двумя способами при изменении объема производства.

Первый способ расчета себестоимости включает расчетные операции:

темпа роста объемов производства

$$5500/5000=1,1;$$

относительное изменение задержек производства в процентах

$$(1-1/1,1) \cdot 0,3 \cdot 100=2,727;$$

абсолютного изменения издержек производства в результате изменения управленческих расходов

$$900 \cdot 2,727=24,543 \text{ тыс. руб.};$$

себестоимость единицы продукции после увеличения объема производства

$$900-24,543=\underline{875,457 \text{ тыс. руб.}}$$

Рассмотрим решения данной задачи вторым способом, который включает следующие расчетные операции:

общую сумму издержек базисного года

$$900 \cdot 5000=4500000 \text{ тыс. руб.};$$

общую сумму условно-постоянных расходов базисного года

$$4500000 \cdot 30\%=1350000 \text{ тыс. руб.};$$

общую сумму условно-переменных расходов базисного года

$$4500000 \cdot 70\% = 3150000 \text{ тыс. руб.};$$

условно-переменные расходы на единицу продукции

$$3150000 / 5000 = 630 \text{ тыс. руб.};$$

общую сумму условно-переменных расходов планового года

$$630 \cdot 5500 = 3465000 \text{ тыс. руб.};$$

общую сумму издержек планового года

$$1350000 + 3465000 = 4815000 \text{ тыс. руб.};$$

себестоимость единицы продукции после увеличения объема производства

$$4815000 / 5500 = \underline{87545} \text{ тыс. руб.}$$

Себестоимость одного изделия уменьшилась на 24,55 тыс. руб., что составляет 2,73%.

Литература

1. Акулич В. В., Экономический анализ себестоимости продукции, работ, услуг / В. В. Акулич // ПЛАНОВО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ: Специализированный журнал для экономистов: – 2007. – № 10. – с. 70-74.
2. Лазаревич М. Н., Себестоимость продукции на предприятии. Производственно–практический журнал для руководителей и специалистов экономических служб. – 2008. – № 2. – с. 35-40.

ИНТЕРПОЛИРОВАНИЕ ФУНКЦИЙ И ПРИБЛИЖЕНИЕ СПЛАЙНАМИ

Янушкевич И.В., Лукьянов И.М., Бондаренко Е.А.

Научный руководитель: Катковская И.Н., канд. ф.-м. н., доцент,

Целью нашей работы является

Изучение и применение интерполирования функций различными полиномами; знакомство со сплайнами и их применением в теории приближении, а также сравнение различных приближенных методов.

Задача интерполяции

Дан отрезок $[a;b]$, на котором заданы n -точек x_i , называемые узлами интерполяции, где $i \in [1,2,3\dots n]$, а также значения некоторой функции $y = f(x)$ в этих точках. Требуется построить интерполирующую функцию $y = F(x)$, принимающую в узлах интерполяции те же значения, что и функция $y = f(x)$.

Интерполяционный полином Лагранжа – многочлен минимальной степени, принимающий заданные значения в конкретном наборе точек,

$$L(x) = \sum_{i=0}^n y_i l_i(x), \text{ где } l_i - \text{ базисные полиномы, определяющиеся по следующей формуле:}$$

который в общем случае определяется формулой:

$$l_i(x) = \prod_{j=0, j \neq i}^n \frac{x - x_j}{x_i - x_j} = \frac{x - x_0}{x_i - x_0} \dots \frac{x - x_{i-1}}{x_i - x_{i-1}} \cdot \frac{x - x_{i+1}}{x_i - x_{i+1}} \dots \frac{x - x_n}{x_i - x_n}$$

Преимуществами данного интерполяционного метода являются:

- график интерполяционного полинома проходит через каждый узел на заданном интервале;
- построенная функция имеет непрерывные производные любого порядка.

К недостаткам данного метода относятся:

- изменение хотя бы одного узла требует полного пересчета коэффициентов полинома Лагранжа;
- степень интерполяционного полинома зависит от количества узлов (чем больше число узлов, тем выше степень интерполяционного полинома).

Суть метода линейной интерполяции заключается в том, что заданные точки (x_i, y_i) соединяются прямолинейными отрезками и функция приближается к ломаной с вершинами в данных точка (уравнения каждого отрезка ломаной в общем случае разные).

Преимущества метода линейной интерполяции:

- метод является самым простым и часто используемым методом;
- не зависит от количества узлов (при добавлении узлов нет необходимости пересчитывать все значения).

Недостатки данного метода:

- график функции не является гладким и более отдален от истинной функции.

Сплайн-функция – это функция, которая определена на конечном числе отрезков, на каждом из которых она совпадает с некоторым полиномом. Степень сплайна – это максимальная из степеней использованных полиномов.

В частности, квадратичный интерполяционный сплайн определяется формулой:

$$S(x) = a_i + b_i(x - x_{i-1}) + c_i(x - x_{i-1})^2 + d_i(x - x_{i-1})^3,$$
$$x_{i-1} \leq x \leq x_i, \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Кубический интерполяционный сплайн определяется формулой:

$$S(x) = a_i + b_i(x - x_{i-1}) + c_i(x - x_{i-1})^2 + d_i(x - x_{i-1})^3,$$
$$x_{i-1} \leq x \leq x_i, \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Преимущества приближения сплайнами по сравнению с остальными методами интерполирования состоят в быстрой сходимости и устойчивости вычислительного процесса.

Наша задача состояла в выявлении наиболее эффективного и точного способа интерполирования на примере простейшей, всем известной функции $y = \cos x$. Для решения этой задачи (проведения вычислений и построения графиков) мы использовали программный код на высокоуровневом языке программирования Python.

Используя интерполяционный полином Лагранжа, метод линейной интерполяции и метод приближения сплайнами, были получены различные приближения функции, которые представлены на рисунке 1.

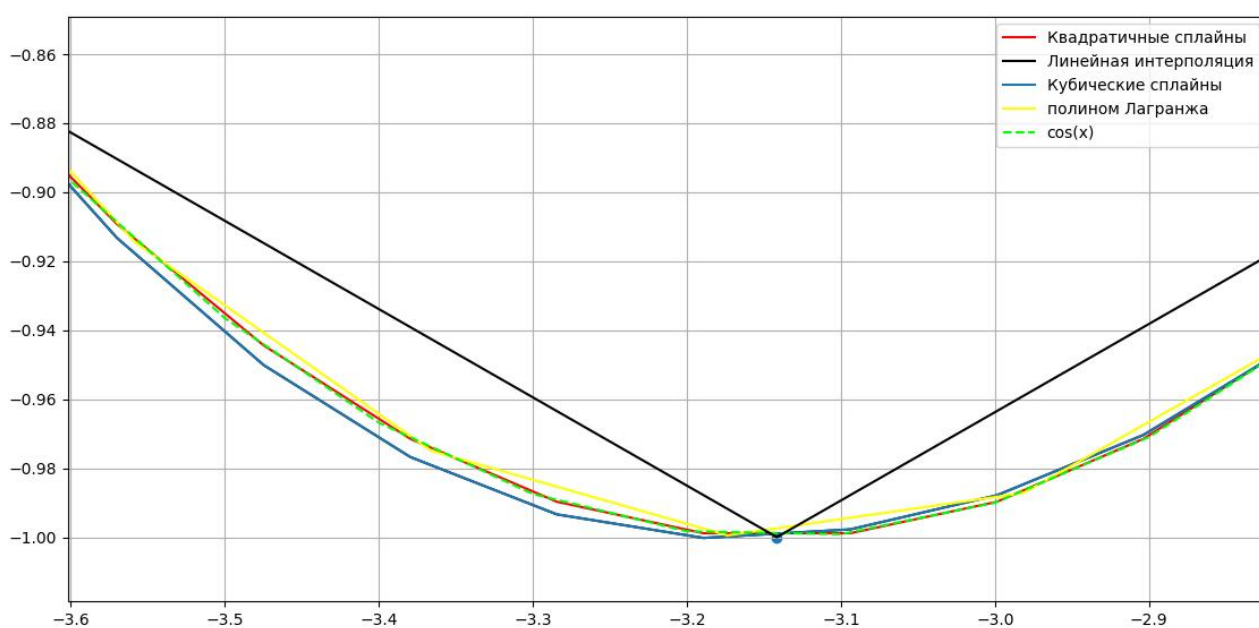


Рисунок 1. Графическое представление полученных результатов

Вывод

Таким образом, проанализировав полученные результаты, наилучшим оказалось приближение функции квадратичными сплайнами.

Литература

- 1) Бутусов П.Н., Половко А.Д. Интерполяция. Методы и компьютерные технологии их реализации: Учебное пособие. – Санкт-Петербург, 2005г.
- 2) Калиткин Н.Н. Численные методы: Учебное пособие. – Москва, 2006г.
- 3) Гончаров В.Л. Теория интерполирования и приближение функций: Учебное пособие 2-ое изд. перераб. – Москва, 1954 – 327с.
- 4) <http://statistica.ru/branches-maths/interpolyatsiya-splaynami-teor-osnovy/>