

ISSN 2227-6882

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
«Гомельский государственный университет  
имени Франциска Скорины»

**Новые математические методы  
и компьютерные технологии  
в проектировании, производстве  
и научных исследованиях**

Материалы XXII Республиканской научной конференции  
студентов и аспирантов  
(Гомель, 25–27 марта 2019 г.)

Гомель  
ГГУ им. Ф. Скорины  
2019

УДК 51:004:001.89

Сборник содержит материалы докладов XXII Республиканской научной конференции студентов и аспирантов «Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях».

В издание включены материалы секций: «Аналитические и численные методы исследования в математике», «Математическое и имитационное моделирование», «Современные информационные технологии», «Автоматизация производственных процессов», «Первые шаги в IT-сфере».

Адресуется студентам, магистрантам и аспирантам вузов, научным работникам.

**Редакционная коллегия:**

С. П. Жогаль (главный редактор), В. С. Смородин, В. И. Мироненко,  
В. М. Селькин, Л. Н. Марченко, Д. С. Кузьменков, В. Д. Левчук,  
Н. Б. Осипенко, С. Ф. Маслович

© Учреждение образования  
«Гомельский государственный университет  
имени Франциска Скорины», 2019

## ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

**В. В. Можаровский, К. Б. Казарян**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель,  
Институт механики НАН Республики Армения, Ереван)*

### **АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ ИНЖЕНЕРНЫХ МЕТОДОВ РАСЧЕТА НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ НЕОДНОРОДНЫХ И СЛОИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СТАТИЧЕСКИХ И ДИНАМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ МЕХАНИКИ**

На основании проведенных совместных исследований в Гомельском государственном университете им. Ф. Скорины и Институте механики НАН Республики Армения по вопросам создания математических моделей и методов расчета напряженно-деформированного состояния слоистых систем из композитов, для статических [1] и динамических задач [2 – 5], механики неоднородных структур строится теория и алгоритм инженерного расчета, новые методики решения задач взаимодействия для слоистых систем из композитов, созданы современные инженерные методики расчета слоистых систем с учетом вязкоупругих физико-механических характеристик материалов, что позволяет эффективно применять новые инженерные подходы в машиностроении для расчета конструкций, подвергающихся силовым нагрузкам.

Рассмотрена краткая характеристика исследований и результатов, касающихся решения проблемы определения напряженного состояния взаимодействующих упругих слоистых тел (вязкоупругих материалов) и возникающих в этой связи задач. К настоящему времени, на основании классической теории упругости, в основном решены плоские локальные контактные задачи для изотропных тел, рассмотрены задачи для однородных анизотропных тел, получены фундаментальные сингулярные аналитические решения для ортотропного пространства. В литературе достаточно основательно рассмотрены методы расчета и исследования упругого и вязкоупругого поведения однородных и слоистых тел при статических и динамических силовых напряжениях. На основании совместных исследований, отраженных в работе [1], предложены методы нахождения напряженно-деформированного состояния различных покрытий из композитов, методы повышения триботехнических свойств

сопряжений используя материалы, упроченные путем армирования дисперсным или волокнистым наполнителем. Для расчета различных моделей расположения волокон в покрытии предлагается использовать метод граничных элементов. Построенный алгоритм расчета слоистых систем для тел неоднородной структуры [1], был апробирован для создания математической модели расчета изменяющегося давления при контакте жесткого цилиндрического индентора с вязкоупругой изотропной полосою жестко скрепленной с ортотропным основанием [6]. Решение контактной задачи сводится к интегральному уравнению с программной реализацией численного решения интегрального уравнения. Следует отметить, что техническое применение разработанных методик отражено в определении напряженно-деформированного состояния вязкоупругой трубы из неоднородных материалов под действием внутреннего давления. Представлены основные зависимости для расчета труб из неоднородных материалов. На основании полученных формул для нахождения деформаций создана компьютерная программа расчета деформаций в трубе, изменяющихся во времени. Приведена реализация расчетов напряженно-деформированного состояния в трубе и параметров ядер ползучести и релаксации [7].

Что касается исследований волновых процессов, происходящих в слоистых телах, то основательная теория была построена и отражена в совместных исследованиях, представленных в работах [4, 5]. Так в работе [5] предлагается математическая модель для исследования влияния свойства тонких покрытий на характеристики упругого волновода. Получены зависимости, определяющие фазовые скорости в изотропном слое с покрытием с различным геометрическими и физическими характеристиками. Построены асимптотические формулы, определяющие зависимость фазовой скорости от частоты, т. е. дисперсию. Установлено, что выбором упругих свойств покрытий можно увеличить или уменьшить фазовые скорости сдвиговых волн. Значительное продвижение по вопросу изучения динамики пьезоэлектрических поверхностных волн сдвига вблизи границы с несовершенной связью между слоем и полупространством, доложено и обсуждено на Международной конференции «Проблемы взаимодействия деформируемых сред» (1 – 6 октября 2018 г., г. Горис, Республика Армения), посвященной 75-летию Академии наук Республики Армения [4]. При исследовании, основное внимание уделяется распространению поверхностных волн сдвига в слоистых пьезокерамических средах (слой и полупространство) с несовершенной связью.

Связывание вдоль границы раздела считается несовершенным с предположением, что несовершенная связь является диэлектрически слабо проводящей. Численный анализ был реализован для керамического материала RZT-5Н, показано влияния диэлектрического параметра на значения фазовой скорости.

Проведенные совместные исследования дают основу для построения дальнейшего углубленного и перспективного направления исследований. Проблема аналитического и численного исследования задач механики деформируемого твердого тела в случае тел сложной геометрии и неоднородного строения (слоистых систем, изделий и покрытий из композиционных материалов), представляет практический интерес и предполагает не только исследование деформационных процессов, инициированных интенсивными импульсными нагрузками при контактном взаимодействии, но и моделирование волновых процессов приводящих в конечном итоге к частичному или полному разрушению тела. Решение этой важной научно-технической проблемы является перспективным направлением для дальнейшего развития современных методов расчета элементов конструкций из композиционных материалов, основная научная сущность развития – это создание аналитическо-численного решения задач динамики элементов механических и слоистых систем, изделий и покрытий из композиционных материалов с учетом особенностей контактного взаимодействия и физико-механических характеристик материалов усложненных граничных условий вязкоупругих эффектов.

Для достижения выше поставленных целей требуется решить следующие задачи:

- разработать новые математические модели и методы исследования волновых процессов в упругих элементах машин и конструкций, возникающих при контактировании тел из композитов;
- создать алгоритмы расчета напряженно-деформированного состояния слоистых систем с учетом трибологических эффектов;
- создать аналитически-численные алгоритмы расчета напряженно-деформированного состояния анизотропных слоистых систем изделий и покрытий из композиционных материалов с учетом особенностей контактного взаимодействия и физико-механических характеристик материалов и новых магнито-электро-вязкоупругих сред;
- построить новые методики решения задач сопряжения динамики слоистых систем из композитов;

– создать современные инженерные методики расчета контактного взаимодействия слоистых систем с учетом динамики элементов механических анизотропных и вязкоупругих характеристик конструкционных материалов.

Актуальность дальнейшего развития работы определяется возможностью создания основных принципов и разработки теоретических основ управления напряженным состоянием слоистых тел в условиях статических и динамических контактных воздействий с учетом явлений анизотропии и вязкоупругости, что является ценным вкладом при построении инженерных методик расчета напряженно-деформированного состояния элементов конструкций из композитов, в применении разработанных методик в инженерных расчетах для слоистых реономных материалов как для макро так для наносистем, применяющихся для создания и построения современных методик расчета конструкций и трибологических систем, подвергающихся силовым контактными нагружениям (детали машин, шины в автомобилестроении и авиастроении и др.).

Работа выполнена при поддержке БРФФИ – ГКН Арм., грант T17APM-034, AV16-42.

### Литература

1 Boundary element method in determining the stress-strain state of composite coating in tribological systems // V. V. Mozharovsky [et al.] // Ukrainian Conference in Applied Mathematics, L'viv, September 28 – 30, 2017 / Ivan Franko National University of Lviv. – L'viv, 2017. – P. 76 – 77.

2 Ghazaryan, K. B. Shear waves in a two-phase oppositely polarized viscoelastic piezoelectric waveguide / K. B. Ghazaryan, V. V. Mozharovsky, S. K. Ohanyan // Topical problems of continuum mechanics: material's V International Conference with a Special Session in Honor of Alexander Manzhirrov's 60th Birthday, Tsaghkadzor, October 2 – 7, 2017 / Institute of mechanics of the National Academy of Sciences of the Republic of Armenia. – Tsaghkadzor, 2017. – P. 174 – 176.

3 Generalized Love waves in bi-material waveguide with viscous slip interface / K. Ghazaryan [et al.] // Modern problems of Mechanics and Mathematics: material's International Conference, L'viv, May 22 – 25, 2018.: in 3 vol. / Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics NAS of Ukraine; edited by Academician of NAS of Ukraine A. M. Samoilenko and Academician of NAS of Ukraine R. M. Kushnir. – L'viv, 2018. – Vol. 1. – P. 144 – 145.

4 Piezoelectric shear surface waves near an imperfectly bonded interface between layer and half-space / K. B. Ghazaryan [et al.] // The problems of interaction of deformable media: material's IX International Conference dedicated to the 75th anniversary of NAS RA, Goris, October 1 – 6, 2018 / Institute of Mechanics of the National Academy of Sciences of the Republic of Armenia. – Goris, 2018. – P. 331 – 335.

5 Распространение сдвиговых волн в плоском изотропном слое с тонкими покрытиями / В. М. Белубекян [и др.] // Проблемы физики, математики и техники. – 2017. – № 4. – С. 40 – 43.

6 Можаровский, В. В. Реализация решения контактной задачи о вдавлении жесткого цилиндрического индентора в изотропную вязкоупругую полосу на ортотропном основании / В. В. Можаровский, Д. С. Кузьменков, Н. А. Марьина // Проблемы физики, математики и техники. – 2018. – № 2. – С. 51 – 56.

7 Можаровський, В. В. Методика розрахунку напружено-деформованого стану шаруватих труб з урахуванням явищ повзучості і релаксації / В. В. Можаровський, Е. А. Голубова, Д. С. Кузьменков // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Сер. фізико–математичні науки. – 2017. – № 3. – С. 151 – 156.

**А. А. Петушков, М. И. Жадан**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИК-ИЗЛУЧЕНИЙ**

Инфракрасные каналы (ИК) достаточно давно использовались для передачи данных. Радиотехнологии являются самыми распространенными видами, но дорогостоящие проводные коммуникаций можно заменить и другими способами. Многие производители оборудования для телекоммуникации интересуются ИК частью электромагнитного спектра, так как считают ее наиболее подходящей средой передачи сигналов [1].

Статья посвящена созданию компьютерной системы, позволяющей путём передачи ИК-сигналов воссоздать работу огнестрельного оружия. Разработанная система позволит сэкономить средства на

обучение военнослужащих, на проведение военно-тактических игр. Основное преимущество разрабатываемой системы перед существующими аналогами, такими как пейнтбол и страйкбол это отсутствие человеческого фактора. Так же стоит отметить достаточно большую дальность ведения стрельбы, возможность реализовать любые поведенческие факторы оружия такие как: осечка, отдача, скорость стрельбы, скорость перезарядки и многое другое.

Реализованная система состоит из [2]:

- блок отправки информации, состоящий из ИК-передатчика;
- блок приёма информации, состоящий из нескольких ИК-приёмников;
- блок индикации, состоящий из LED дисплея.

Пользователь взаимодействует с предлагаемой системой посредством нажатия на те или иные кнопки на модуле. Для обмена данными между различными устройствами системы разработан протокол передачи информации. Необходимо, чтобы размер одного пакета был минимальным. Этим уменьшилось количество поврежденных пакетов и скорость их передачи.

У каждого устройства есть индивидуальный номер, и параметр, означающий игровой урон, эти данные передаются одним пакетом в процессе обработки нажатия пользователем на кнопку выстрела. В связи с тем, что каждое устройство оснащено только одним микроконтроллером и все операции с вводом и выводом данных будет выполнять он один. Например, пользователь нажал на кнопку «Выстрел», необходимо осуществить передачу информации через ИК-светодиод, отобразить изменившиеся данные на дисплее и осуществить воспроизведение звука выстрела. Чтобы не было задержки по времени, помимо использования «конечных автоматов», так же используются внутренние средства микроконтроллера называемые «прерывания», для улучшения приёма данных. Прерывания позволяют отслеживать действия на определенном контакте микроконтроллера и в случае изменения состояния «замораживать» основную программу, производить необходимые вычисления и после чего продолжить её работу.

Перед началом работы микроконтроллер необходимо конфигурировать. По этой причине создан отдельный блок программы, в котором производится начальная настройка при запуске устройства.

Этот блок является универсальным и может быть заменён на другой, более современный, при замене микроконтроллера.

После запуска системы и инициализации всех модулей происходит запуск конфигурационного меню (рис. 1) [3]. Запуск этого меню можно при необходимости отключить, в программе предусмотрены стандартные настройки, а так же имеется возможность конфигурирования системы через командную оболочку при помощи UART.

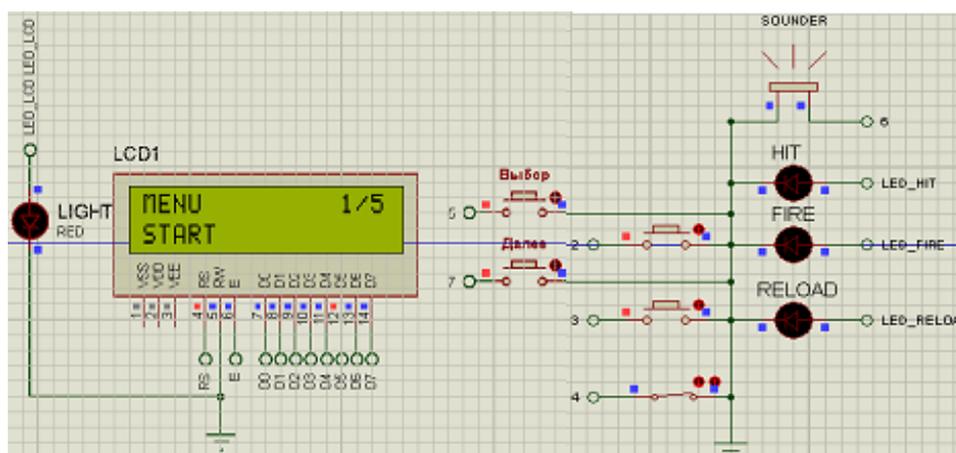


Рисунок 1 – Конфигурационное меню

На рисунке 1 изображён принцип подключения дисплея, его подсветки и кнопок управления к микроконтроллеру. Кнопка «Выбор» отвечает за выбор элемента меню и увеличение в большую сторону выбранного параметра. Кнопка «Далее» осуществляет переход к следующему пункту меню. Динамик, необходимый для воспроизведения звуков выстрела, подключён к пину 6 микроконтроллера. Кнопка выстрела (2), перезарядки (3) и переключатель режимов огня (автоматический и полуавтоматический) подключены к пину 4. Предусмотрены световые индикаторы попадания в игрока, выстрела оружия и необходимости перезарядки (при пустой обойме). Следует отметить, что при отсутствии действий в системе предусмотрено автоматическое отключение подсветки дисплея через заданный промежуток времени, это позволяет экономить заряд батареи.

Реализованную программу можно адаптировать практически под любой дисплей. Рассмотрим подробнее его информационную составляющую:

- слева вверху отображается название корневого элемента меню;
- сверху справа отображается номер текущего элемента меню и через слеш общее количество элементов;

- внизу слева отображается название элемента меню или параметра;
- в случае, если элемент меню является параметр, то справа будет отображено его значение (рис. 2).



Рисунок 2 – Отображение параметров

Отображаемые параметры могут быть редактируемы или нет. Значения параметров, которые могут быть изменены, выделяются квадратными скобками как показано на рисунке 2. Изменение параметра происходит нажатием на кнопку «Выбор», после чего происходит увеличение параметра на единицу. У каждого параметра в меню предусмотрено максимально допустимое значение и в случае выхода за пределы этого значения происходит обнуление этого значения и его можно заново увеличивать, начиная с 0.

После выполнения всех необходимых изменений конфигурации необходимо в главном меню выбрать пункт «Start», после чего происходит перевод системы в «боевое» состояние с возможностью производить выстрелы и получать урон. Меню меняется с конфигурационного на игровое. В связи с тем, что в процессе игры необходимо отображать информацию в достаточно большом размере (количество патронов, жизней, обойм и др.), были разработаны иконки, дающие возможность отображать произвольные символы, не предусмотренные производителем дисплея. Пример таких символов представлен на рисунке 3 и представляет собой большие цифры, разбитые на две строки дисплея, отображающие количество оставшихся патронов в обойме. На основном интерфейсе игрока помимо отображения количества патронов в текущей обойме, после символа «С» через двоеточие отображается количество оставшихся обойм. В правом углу отображается тип огня: автоматический (А) и одиночный (S). А так же отображается общее количество жизней в процентном соотношении после символов «HP».



Рисунок 3 – Основной интерфейс игрока

При совершении выстрела, перезарядки или изменения переключателя огня происходит автоматическое обновление данных дисплея. Если у игрока после очередного попадания не осталось жизней, на экране отображается надпись о его смерти и уже в зависимости от игрового режима он останется мертвым до новой игры или запуститься таймер с отсчётом времени, после которого игрок может продолжить игру. При подключении системы к компьютеру через USB появляется возможность её конфигурирования и опроса значений параметров при помощи консольных команд. Также предусмотрена возможность отправки всех пересылаемых сообщений конечных автоматов для контроля их работоспособности.

Достоинствами разработанной системы является то, что она может быть адаптирована для любых устройств подобного типа, легко расширяема и достаточно бюджетная для успешного внедрения.

При практическом применении разработанная система может быть использована правоохранительными и военными органами для обучения боевым навыкам ведения боя, для охраны территорий.

### **Литература**

1 Зуев, В. Е. Распространение видимых и инфракрасных волн в атмосфере / В. Е. Зуев. – М.: ИнтерТраст Лтд., 2007. – 473 с.

2 Петушков, А. А. Компьютерная система передачи информации с использованием ИК-излучений / А. А. Петушков, М. И. Жадан // Проблемы физики, математики и техники. – 2018. – № 2 (35). – С. 89 – 96.

3 Петушков, А. А. Принцип и возможности взаимодействия пользователя с системой передачи информации с использованием ИК-излучений / А. А. Петушков, М. И. Жадан // Проблемы физики, математики и техники. – 2018. – № 3 (36). – С. 95 – 100.



## АНАЛИТИЧЕСКИЕ И ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В МАТЕМАТИКЕ

*Дифференциальные уравнения,  
математический анализ  
и численные методы*

**С. И. Басина**

*(УО «БрГУ им. А. С. Пушкина», Брест)*

### ОСТАНОВ ПО НЕВЯЗКЕ В НЕЯВНОМ МЕТОДЕ ИТЕРАЦИЙ РЕШЕНИЯ ОПЕРАТОРНЫХ УРАВНЕНИЙ ПЕРВОГО РОДА

Для решения линейного операторного уравнения первого рода

$$Ax = y_\delta \quad (1)$$

в гильбертовом пространстве  $H$  с положительным самосопряженным ограниченным оператором  $A$  предлагается неявный метод итерации

$$x_{n+1,\delta} = x_{n,\delta} - \alpha(Ax_{n+1,\delta} - y_\delta), \quad x_{0,\delta} = 0. \quad (2)$$

Здесь  $y_\delta$ ,  $\|y - y_\delta\| \leq \delta$  и  $0 \in SpA$ , но  $0$  не является его собственным значением. Поэтому задача отыскания решения уравнения является некорректной. Предполагается существование единственного решения  $x$  при точной правой части  $y$  уравнения (1).

Определим момент  $m$  останова процесса (2) условием [1]

$$\left. \begin{aligned} \|Ax_{n,\delta} - y_\delta\| > \varepsilon, \quad (n < m) \\ \|Ax_{m,\delta} - y_\delta\| \leq \varepsilon, \end{aligned} \right\} \varepsilon = b\delta, \quad b > 1. \quad (3)$$

Предполагается, что  $\|Ax_{0,\delta} - y_\delta\| > \varepsilon$ . Справедливы

**Теорема 1.** Пусть  $A = A^* \geq 0$ ,  $\|A\| \leq M$  и пусть момент останова  $m = m(\delta)$  в методе (2) выбирается по правилу (3). Тогда  $x_{m,\delta} \rightarrow x$  при  $\delta \rightarrow 0$ .

**Теорема 2.** Пусть выполняются условия теоремы 1. Если решение  $x$  уравнения (1) истокообразно представимо, т. е.  $x = A^s z, s > 0$ ,

то справедливы оценки  $m(\delta) \leq 1 + \frac{s+1}{2\alpha} \left[ \frac{\|z\|}{(b-1)\delta} \right]^{\frac{1}{s+1}}$ ,

$$\|x_{m(\delta),\delta} - x\| \leq [(b+1)\delta]^{\frac{s}{s+1}} \|z\|^{\frac{1}{s+1}} + \alpha \left\{ 1 + \frac{s+1}{2\alpha} \left[ \frac{\|z\|}{(b-1)\delta} \right]^{\frac{1}{s+1}} \right\} \delta.$$

### Литература

1 Матысик, О. В. Итерационная регуляризация некорректных задач / О. В. Матысик. – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. – 188 с.

**Н. С. Богданова**

(УО «ГГТУ им. П. О. Сухого», Гомель)

### МЕТОД УПАКОВКИ ДЛЯ SEMI ON-LINE ЗАДАЧИ

On-line задачи разбиения часто находят реальное применение и тем самым имеют огромное практическое значение. На практике, в основном, бывают не чисто on-line задачи, а с доступной некоторой дополнительной информацией о последующих значениях или дополнительными алгоритмическими возможностями. Что позволяет улучшить эффективность алгоритма решения on-line задачи. Такие задачи являются semi on-line задачами [1 – 3]. Таким образом, весьма актуальным является рассмотрение semi on-line задач и их решений.

Рассмотрим semi on-line задачу с двумя группами предметов. Веса предметов первой группы известны заранее, а предметы второй группы недоступны до тех пор, пока не будут назначены предметы в первой группе. Как только предмет назначается на одном из  $m$  компьютеров, он больше не может перемещаться. Предметы из второй группы появляются в порядке убывания их веса. Необходимо свести к минимуму затраты.

Алгоритмом для решения этой задачи является распределение предметов из первой группы с использованием ЛРТ-алгоритма [1] и

после чего применяют LS-алгоритм для назначения предметов из второй группы [3]. Нетрудно понять, что наихудшая оценка этого алгоритма будет  $2 - \frac{1}{m}$ , то есть для on-line версии.

Чтобы доказать оценку алгоритма введены разные типы упаковок. Если есть распределение предметов из первой группы таким образом, что получается один из введенных типов упаковки, то доказано, что наихудшая оценка LS составляет не более 1,8. В соответствии с весами предметов введены классы предметов.

### Литература

1 Kellerer, H. Semi on-line algorithms for the partition problem / H. Kellerer, V. Kotov, M. G. Speranza // Oper. Res. Lett. – 1997. – Vol. 208, № 1. – P. 235 – 242.

2 Albers, S. Semi-online scheduling revisited / S. Albers, M. Hellwig // Theoretical Computer Science. – 2012. – Vol. 443. – P. 1 – 9.

3 He, Y. Semi On-Line Scheduling on Two Identical Machines / Y. He, G. Zhang // Computing. – 1999. – Vol. 62. – P. 179 – 187.

### Т. А. Грищук

(УО «БрГУ им. А. С. Пушкина», Брест)

## УСЛОВИЕ РЕГУЛЯРИЗУЕМОСТИ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ РИМАНА-ГИЛЬБЕРТА ДЛЯ ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ОРТОГОНАЛЬНОГО ТИПА В $\mathbf{R}^3$

Пусть  $\Omega \subset \mathbf{R}^3$  – ограниченная односвязная область, границей которой является гладкая поверхность Ляпунова  $\partial\Omega$ . Задачу нахождения непрерывно-дифференцируемой вектор-функции  $U : \Omega \rightarrow \mathbf{R}^4$ , удовлетворяющей эллиптической системе

$$\sum_{j=1}^3 A_j \frac{\partial U}{\partial x_j} = 0 \quad (1)$$

и граничным условиям

$$B(y)U = f(y) \quad (y \in \partial\Omega) \quad (2)$$

называют задачей Римана-Гильберта. Здесь  $B$  – заданная на  $\partial\Omega$  непрерывная по Гельдеру матрица-функция размера  $2 \times 4$ ,  $f : \partial\Omega \rightarrow \mathbf{R}^2$  –

заданная непрерывная по Гельдеру двухкомпонентная вектор-функция, характеристическая матрица системы (1) имеет вид

$$\begin{bmatrix} \langle a; \xi \rangle & \xi_1 & \xi_2 & \xi_3 \\ -\xi_1 & \langle a; \xi \rangle & -\xi_3 & -\xi_2 \\ -\xi_2 & \xi_3 & \langle a; \xi \rangle & -\xi_1 \\ -\xi_3 & -\xi_2 & \xi_1 & \langle a; \xi \rangle \end{bmatrix},$$

где  $a \in \mathbf{R}^3$  – фиксированный вектор,  $\langle \cdot; \cdot \rangle$  – стандартное скалярное произведение в  $\mathbf{R}^3$ . Рассмотрим векторные поля

$$L(y) = (\Lambda_{12} - \Lambda_{34}, \Lambda_{13} - \Lambda_{24}, \Lambda_{14} - \Lambda_{23}), \quad P(y) = L + [L; a] + a \cdot \langle L; a \rangle,$$

где  $\Lambda_{jk}$  – минор матрицы  $B$  образованный ее  $j$ -м и  $k$ -м столбцами,  $[\cdot; \cdot]$  – векторное произведение в  $\mathbf{R}^3$ .

**Теорема.** *Задача (1), (2) регуляризуема [1] тогда и только тогда, когда в каждой точке  $y \in \partial\Omega$  поле  $P(y)$  не касается  $\partial\Omega$ .*

### Литература

1 Агранович, М. С. Эллиптические сингулярные интегро-дифференциальные операторы / М. С. Агранович // Успехи мат. наук. – 1965. – Т. 20, вып. 5. – С. 3 – 120.

**У. Н. Денищик**

(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)

## ПРЯМОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЛАПЛАСА ОБОБЩЁННОЙ ФУНКЦИИ ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОГО РОСТА

Обобщённой функцией на  $\mathbb{R}^n$  экспоненциального роста степени  $s$  будем называть любой линейный непрерывный функционал  $x$  на пространстве  $\varepsilon_c(\mathbb{R}^n)$ , где  $\varepsilon_c(\mathbb{R}^n)$  – пространство всех бесконечно дифференцируемых функций на пространстве  $\mathbb{R}^n$ , степень экспоненциального роста которых меньше  $s$ . Множество всех обобщённых функций экспоненциального роста степени  $s$  образуют сопряжённое пространство  $\varepsilon'_c(\mathbb{R}^n)$  к пространству  $\varepsilon_c(\mathbb{R}^n)$ .

Введение нового пространства предназначено для определения прямого преобразования Лапласа обобщённой функции.

Для обобщенных функций экспоненциального роста и носителями на замкнутой положительной оси строится прямое преобразование Лапласа как применение обобщенной функции к основной функции  $x(t) = e^{-\lambda t} \in \mathcal{E}_c(\mathbb{R}^n)$ .

Преобразованием Лапласа обобщённой функции  $f \in \mathcal{E}'_c(\mathbb{R}^n)$  называется функция  $\tilde{f}$ , определённая на множестве

$$\Pi_c^n = \{\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n) \mid \operatorname{Re} \lambda_1 > c, \operatorname{Re} \lambda_2 > c, \dots, \operatorname{Re} \lambda_n > c\}$$

равенством  $\tilde{f}(\lambda) = \langle f(t), e^{-\lambda t} \rangle$ , где  $\lambda \cdot t = \sum_{j=1}^n \lambda_j t_j$ .

Свойства прямого преобразования Лапласа облегчают задачу нахождения изображений для большого числа функций, а также задачу отыскания оригиналов по их изображениям.

Одной из особенностей прямого преобразования Лапласа, которые предопределили его широкое применение, является то, что многим соотношениям и операциям над оригиналами соответствуют более простые соотношения над их изображениями. Так, свёртка двух обобщенных функций сводится к операции умножения преобразований Лапласа этих обобщенных функций. Введенное прямое преобразование Лапласа применяется для вычисления спектральных характеристик динамических систем, определяемых эволюционными операторами с обобщенными импульсными характеристиками.

**В. А. Жагун**

(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)

## **МУЛЬТИИНДЕКСНАЯ СВЕРТКА ОБОБЩЕННЫХ ФУНКЦИЙ С НОСИТЕЛЯМИ НА ЗАМКНУТЫХ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ ЛУЧАХ И КВАДРАНТАХ**

Общее определение свертки любых обобщенных функций  $f$  и  $g$  задается формулой

$$(f * g, \phi) = (f(t) \times g(s), \phi(t + s)),$$

где  $f$  и  $g$  локально интегрируемые функции в  $R^n$  [1].

Рассмотрим случай когда носители функций  $f$  и  $g$  содержатся в полуинтервале  $[t_0, +\infty)$ . Заметим, что функция  $\varphi(t+s)$  не финитная в пространстве переменных  $t, s$ .

При  $n=1$  и  $\text{supp } \varphi = [-a, a]$ , носителем  $\varphi(t+s)$  – будет полоса, заключенная между прямыми  $t+s=-a$  и  $t+s=a$ . Таким образом носитель  $\text{supp } \varphi(t+s)$  будет пересекаться с носителем  $\text{supp } [f(t)g(t)]$  по ограниченному множеству. В этом случае  $\varphi(t+s)$  можно заменить в «полосе»  $(-a \leq t+s \leq a)$  финитной функцией  $\psi(t, s)$ , не изменяя ее значений в точках пересечения носителей  $\text{supp } \varphi(t+s)$  и  $\text{supp } [f(t)g(t)]$ .

Показано, что мультииндексная свертка порядка  $\vec{\alpha}$ , когда  $\vec{\alpha}$  состоит из одного мультииндекса  $a^1 = (1)$ , финитных слева обобщенных функций  $f$  и  $g$  заданных на числовой оси  $R$  определяется равенством:

$$(f * g, \varphi) = (f(t)g(s), \psi(t)\psi(s)\varphi(t+s)),$$

для любой финитной функций  $\varphi$ , где  $\psi$  – финитная слева функция, тождественно равная единице на луче

$$(t_0 - \varepsilon, +\infty), \varepsilon > 0, \text{supp } f \subset [t_0, +\infty) \text{supp } g \subset [t_0, +\infty).$$

Если же  $\vec{\alpha}$  состоит из двух мультииндексов  $a^1 = (1)$  и  $a^1 = (1)$ , то мультииндексная свертка порядка  $\vec{\alpha}$  определяется для финитной слева обобщенной функции  $f$ , заданной на числовой оси  $R$ , такой, что  $\text{supp } f \subset [t_0, +\infty)$  и обобщенной функции  $g$ , заданной на плоскости  $R^2$ , такой, что  $\text{supp } g \subset [t_0, +\infty)^2$ , равенством:

$$(f * g)(\varphi) = \langle f(t)g(s_1, s_2), \psi(t)\psi(s_1)\psi(s_2)\varphi(t+s_1, t+s_2) \rangle,$$

для любой финитной функций  $\varphi$  двух переменных, где  $\psi$  – финитная слева функция, равная тождественно единице на луче  $(t_0 - \varepsilon, +\infty), \varepsilon > 0$ .

### Литература

- 1 Владимирова, В. С. Уравнения математической физики / В. С. Владимирова. – М.: Наука, 1981. – 512 с.

**И. А. Жевняк**

(УО «ГГТУ им. П. О. Сухого», Гомель)

## **ЭФФЕКТ СОКРАЩЕНИЯ В АНАЛИТИЧЕСКИХ ВЫРАЖЕНИЯХ, СОДЕРЖАЩИХ ПАДЕ-АППРОКСИМАНТЫ**

Паде-аппроксимация – метод суммирования расходящихся рядов с помощью рациональных функций. Для аналитической функции  $f(z)$ , определённой разложением в ряд Тейлора, отражённой на формуле (1):

$$f(z) = \sum_{n=0}^{\infty} f_n z^n. \quad (1)$$

Паде-аппроксимацией  $f^{[N,M]}(z)$  называется рациональная функция вида (2):

$$f^{[N,M]}(z) = P_N(z) / Q_M(z) = f(z) + O(z^{N+M+1}). \quad (2)$$

Методом Паде-аппроксимантов исследуется эффект сокращения в аналитических выражениях для универсального вклада поляризации вакуума в аномальный магнитный момент лептона, вклад одинаков для всех лептонов и поэтому называется универсальным [1]. Он представляет все диаграммы с замкнутыми лептонными линиями, которые имеют ту же массу, что внешний лептон. Доказано, что, несмотря на рост коэффициента при старшей зета-функции, коэффициент сокращения продолжает медленно уменьшаться с ростом числа петель, поляризующих фотон. Эффект прослеживается вплоть до 10 лептонных петель.

В известных аналитических выражениях коэффициент сокращения достигает  $4 \cdot 10^{-6}$ . При расчётах было доказано, что для коэффициентов при  $n > 7$ , для которых не найдено аналитическое выражение, наблюдается убывание коэффициента сокращения с ростом  $n$ , но убывание медленное и не представляет угрозы для будущих расчётов.

Выражается благодарность доктору физико-математических наук А. В. Сидорову и доктору наук физико-математических О. П. Соловцовой за оказанную методическую помощь в проведении исследования.

### **Литература**

- 1 Sidorov, A. V. On the Contribution of Muon Loops to the Ano-

malous Magnetic Moment of the Muon / A. V. Sidorov, V. I. Lashkevich, O. P. Solovtsova // Nonlinear Phenomena in Complex Systems. – 2018. – Vol. 21, № 4. – P. 395 – 400.

**Е. И. Каландия**

(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)

## ИМПУЛЬСНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЛЮЦИОННЫХ ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ОПЕРАТОРОВ

Нелинейному интегро-дифференциальному уравнению

$$L(D)x(t) + \sum_{j=1}^m \int_0^{+\infty} \int_0^{+\infty} \dots \int_0^{+\infty} K_j(s_1, s_2, \dots, s_j) \prod_{r=1}^j x(t - s_r) ds_1 ds_2 \dots ds_j + Px(t) = f(t),$$

где  $L(D)x(t) = x^{(n)}(t) + \alpha_{n-1}x^{(n-1)}(t) + \alpha_{n-2}x^{(n-2)}(t) + \dots + \alpha_1x'(t)$ ,

$Px(t) = \beta_m x^m(t) + \dots + \beta_1 x(t)$ , сопоставляется операторное уравнение  $Ax = f$ , где  $A$  – эволюционный оператор [1] порядка  $m$ .

Найдены обобщенные импульсные характеристики оператора  $A$ :

$$a_1 = K_1 + \delta^{(n)} + \alpha_{n-1}\delta^{(n-1)} + \alpha_{n-2}\delta^{(n-2)} + \dots + \alpha_1\delta' + \beta_1\delta,$$

$$a_2 = K_2 + \beta_2(\delta \otimes \delta), \quad a_3 = K_3 + \beta_3\delta^{\otimes 3}, \dots, \quad a_m = K_m + \beta_m\delta^{\otimes m},$$

где  $\delta$  – дельта-функция Дирака, а  $\delta^{\otimes m}$  – тензорная степень  $m$ -го порядка обобщенной функций  $\delta$ .

Вводится понятие квазиобратного оператора к эволюционному оператору  $A$ . С помощью теоремы о композиции нелинейных эволюционных операторов найдены определяющие соотношения для ядер квазиобратного оператора  $B$  к оператору  $A$ , и доказано, что для существования квазиобратного оператора необходимо и достаточно, чтобы элемент  $a_1$  в сверточной алгебре  $D'_+$  обобщенных функций с носителями на замкнутой положительной полуоси имел сверточный обратный элемент  $b_1 = a_1^{*-1}$ .

Устанавливаются соотношения между образами однородных компонент оператора  $B$  на элементе  $f$  и последовательностью  $(x_k)_{k=0}^{+\infty}$  приближений для эквивалентного исходному уравнению следующего сверточного уравнения:

$$x = -b_1 * (S_m(K_m * x^{\otimes m}) + \beta_m x^m + S_{m-1}(K_{m-1} * x^{\otimes(m-1)} + \beta_{m-1} x^{m-1} + \dots + S_2(K_2 * x^{\otimes 2}) + \beta_2 x^2) + b_1 * f.$$

### Литература

1 Вувуникян, Ю. М. Обобщенные функции и нелинейные эволюционные операторы / Ю. М. Вувуникян. – Гродно: ГрГУ, 2014. – 302 с.

### И. С. Ковалёва

(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## ПРЕОБРАЗОВАНИЕ МАРКОВА-СТИЛТЬЕСА МЕР И ЕГО ПРИЛОЖЕНИЯ К ТЕОРИИ ОПЕРАТОРОВ

**Определение.** [1, глава 6] *Преобразованием Маркова-Стилтьеса меры  $\mu \in M^b([0,1], C)$  называется функция, задаваемая для всех  $z \in C \setminus [1, +\infty)$  соотношением*

$$S\mu(z) = \int_0^1 \frac{d\mu(t)}{1-tz}. \quad (1)$$

При  $z \in [1, +\infty)$  интеграл в правой части (1) понимается как предел

$$S\mu(z) = \lim_{\varepsilon \rightarrow +0} \int_{[0,1] \cap \{|t-1/z| > \varepsilon\}} \frac{d\mu(t)}{1-tz}.$$

Рассмотрим ограниченный самосопряжённый оператор  $A$  в комплексном гильбертовом пространстве  $H$ . Заметим, что если его спектр  $\sigma(A)$  содержится в  $[m, M]$ , то спектр оператора  $(M - m)^{-1}(A - mI)$  содержится в  $[0,1]$ . Поэтому далее предполагается, что спектр самого оператора  $A$  содержится в  $[0,1]$ . В этом случае при  $z \in C \setminus [1, +\infty)$  существует резольвента (оператор Эйлера)  $(I - zA)^{-1}$ . Для фиксированного вектора  $\phi \in H$  рассмотрим функцию

$$F_\phi(z) := \left\langle (I - zA)^{-1} \phi, \phi \right\rangle \quad (z \in C \setminus [1, +\infty)).$$

**Лемма.** *Существует такая мера  $\mu_\phi \in M_+^b([0,1])$ , что*

$$F_\phi(z) = S\mu_\phi(z) \text{ при } z \in C \setminus [1, +\infty).$$

В силу этой леммы результаты из [2, с. 473 – 477], применённые к функции  $F_\phi$ , приводят к ряду содержательных утверждений о граничном поведении оператора Эйлера без использования спектральной теоремы.

### Литература

1 Миротин, А. Р. Гармонический анализ на абелевых полугруппах / А. Р. Миротин. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2008. – 207 с.

2 Ковалёва, И. С. Преобразование Маркова – Стилтеса мер и некоторые его приложения / И. С. Ковалёва // Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. фіз.-мат. навук. – 2018. – Т. 54, № 4. – С. 468 – 479.

### И. А. Козак

(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)

## О ПЛОТНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НУЛЕЙ РАЦИОНАЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ ЧЕБЫШЕВА-МАРКОВА

Многочлены Чебышева играют фундаментальную роль в теории и практике использования численных методов. Они являются одним из наиболее замечательных семейств многочленов.

Одним из замечательнейших свойств многочленов Чебышева является плотность распределения нулей, которая, как показывают многочисленные применения, является близкой к наилучшей.

Естественным обобщением многочленов Чебышева являются рациональные функции Чебышева-Маркова. Пусть  $a_k, k = 1, 2, \dots, n$  – действительные числа и тогда  $|a_k| < 1$  или попарно комплексно-сопряженные числа. Тогда введем рациональную функцию Чебышева-Маркова

$$M_n(x) = \cos \sum_{k=1}^n \arccos \frac{x - a_k}{1 - a_k x}, x \in [-1, 1].$$

Рациональная функция  $M_n(x)$  имеет  $n$  простых нулей на интервале  $(-1, 1)$  [1]. Плотность их распределения изучим в соответствии с алгоритмом, предложенным в [2]. Результаты, полученные в ходе работы, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты работы

Функция $M_n(x)$	Плотность распределения
Случай одного действительного полюса, $a \in (-1,1)$	$p(x) = \frac{\sqrt{1-a^2}}{1-ax} \frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$
Случай двух действительных симметричных полюсов, $a \in (-1,1)$	$p(x) = \frac{\sqrt{1-a^2}}{1-a^2x^2} \frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$
Случай двух чисто мнимых полюсов, $a \in (-1,1)$	$p(x) = \frac{\sqrt{1+a^2}}{1+a^2x^2} \frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$

### Литература

1 Турецкий, А. Х. Теория интерполирования в задачах: в 2 ч. Ч. 1. Теория интерполирования в задачах: учебное пособие для студентов механико-математических факультетов / А. Х. Турецкий. – Минск.: Высшая школа, 1968. – 318 с.

2 Натансон, И. П. Конструктивная теория функций / И. П. Натансон. – М.: ГИТТЛ, 1949. – 688 с.

**А. Г. Козел**

(УО «БелГУТ», Гомель)

## УПРУГОПЛАСТИЧЕСКАЯ КРУГОВАЯ ТРЁХСЛОЙНАЯ ПЛАСТИНА, СВЯЗАННАЯ С ОСНОВАНИЕМ ПАСТЕРНАКА

Приведена постановка и решение краевой задачи об осесимметричном изгибе упругопластической сэндвич-пластины на двухпараметрическом основании. Гипотезы Кирхгофа справедливы в тонких внешних слоях, для достаточно толстого лёгкого несжимаемого по толщине заполнителя применяется модель Тимошенко. Цилиндрическая система координат связана со срединной плоскостью заполнителя. За искомые функции приняты: прогиб пластины  $w(r)$ , относительный сдвиг в заполнителе  $\psi(r)$  и радиальное перемещение координатной плоскости  $u(r)$ . Осесимметричная нагрузка  $q(r)$  распределена по верхнему слою пластины, реакция основания согласно модели Пастернака:

$$q_R(r) = -\kappa_0 w + t_f \Delta w,$$

где  $\kappa_0$ ,  $t_f$  – коэффициенты сжатия и сдвига,  $\Delta$  – оператор Лапласа.

Деформирование аналогичной упругой трехслойной пластины описывается системой обыкновенных дифференциальных уравнений равновесия в усилиях, полученной с помощью вариационного принципа Лагранжа. Поэтому её можно применить и здесь как исходную.

Выделяя в обобщенных внутренних усилиях линейные и нелинейные составляющие и подставляя их, выраженными через перемещения, в уравнения равновесия, запишем их в виде:

$$L_2(a_1u + a_2\psi - a_3w_{,r}) = p_\omega, \quad L_2(a_2u + a_4\psi - a_5w_{,r}) = h_\omega,$$

$$L_3(a_3u + a_5\psi - a_6w_{,r}) - \kappa_0 w + t_f \Delta w = -q + q_\omega,$$

где  $a_i$  – коэффициенты, учитывающие упругие и геометрические параметры слоев,  $L_k$  – линейные дифференциальные операторы.

Здесь в левой части уравнений собраны линейные составляющие обобщенных внутренних усилий. С индексом « $\omega$ » введены нелинейные добавки, сосредоточенные в правой части.

Краевая задача по определению прогиба круглой упруго-пластической пластины на основании Пастернака замыкается присоединением граничных условий. Работа выполнена при финансовой поддержке БР ФФИ (проект № Т18Р-090).

**Е. В. Комракова, К. С. Курочка**  
(УО «ГГТУ им. П. О. Сухого», Гомель)

## **РАСЧЕТ ИЗГИБА СЭНДВИЧ-ПАНЕЛИ ПРИ УЧЕТЕ ВЯЗКИХ СВОЙСТВ НАПОЛНИТЕЛЯ**

Сэндвич-панели широко применяются в строительстве, так как сочетают в себе легкость и высокую несущую способность. В качестве среднего слоя в таких конструкциях используется пенопласт, которому присущи не только упругие свойства, но и вязкость.

Предполагалось, что толщина наружных слоев одинакова и намного меньше общей толщины пластины, а средний слой работает только на сдвиг. Таким образом, деформации заполнителя могут влиять на прогиб больше, чем деформации несущих слоев.

Для проведения расчетов использовалась связанная система дифференциальных уравнений изгиба сэндвич-панели:

$$\frac{D}{2t} \nabla^4 w = \left( 1 - \frac{D}{G_3 h} \nabla^2 \right) \left( \frac{q}{2t} + L(w, \Phi) \right) + \frac{D}{2t} \nabla^2 \left( \frac{\partial \gamma_{zx}^{c*}}{\partial x} + \frac{\partial \gamma_{zy}^{c*}}{\partial y} \right),$$
$$\frac{1}{E} \nabla^4 \Phi = -\frac{1}{2} L(w, \Phi),$$

где  $L(w, \Phi)$  – дифференциальный оператор,  $D$  – цилиндрическая жесткость сэндвич панели,  $G_3$  – модуль сдвига заполнителя,  $t$  – толщина наружного слоя,  $h$  – толщина пластины,  $q$  – нагрузка,  $E$  – модуль упругости,  $\gamma_{zx}^{c*}$ ,  $\gamma_{zy}^{c*}$  – деформации ползучести.

На основе метода конечных элементов была разработана программа для расчета сэндвич-панели закрепленной шарнирами по контуру с учетом вышеописанных дифференциальных уравнений. Предполагалось, что матрица жесткости при расчете с учетом ползучести не отличается от упругой. Проводился расчет для сэндвич панели размером 1x1 м, толщина пластины – 70 мм, при этом толщина наружных слоев принималась 2 мм. Сэндвич-панель нагружалась равномерно распределённой по площади нагрузкой 2 кПа.

В результате проведенных численных исследований получены напряжения и деформации для сэндвич-панели. Показано, что если не учитывать работу несущих слоев, то касательные напряжения в среднем слое будут оставаться постоянными в процессе ползучести.

**О. Р. Кречко**

*(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)*

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ОПИСЫВАЮЩИХСЯ УРАВНЕНИЯМИ ГИПЕРБОЛИЧЕСКОГО ТИПА**

Задачи, возникающие в моделировании, например, физических и биологических процессов, описываются дифференциальными уравнениями в частных производных. Рассмотрим численное решение дифференциального уравнения в частных производных гиперболического типа [1]

$$\frac{\partial^2}{\partial t^2} u(x, t) + 2k \frac{\partial}{\partial t} u(x, t) = a^2 \frac{\partial^2}{\partial x^2} u(x, t), \quad 0 < x < L,$$

с граничными и начальными условиями

$$u(0, t) = 0, \quad u(L, t) = 0, \quad t \geq 0, \quad u(x, 0) = f(x), \quad \frac{\partial}{\partial t} u(x, 0) = 0, \quad 0 \leq x \leq L,$$

$$f(x) = \begin{cases} 0, & 0 \leq x \leq 0.1L, \\ 5(10x - L), & 0.1L \leq x \leq 0.2L, \\ 5(-10x + 3L), & 0.2L \leq x \leq 0.3L, \\ 0, & 0.3L \leq x \leq 0.7L, \\ 5(10x - 7L), & 0.7L \leq x \leq 0.8L, \\ 5(-10x + 9L), & 0.8L \leq x \leq 0.9L, \\ 0, & x \geq 0.9L. \end{cases}$$

После аппроксимации частных производных получим разностное уравнение [1]

$$u_j^{k+1} = \frac{1}{1+k\Delta t} (2(1-s)u_j^k - (1-k\Delta t)u_j^{k-1} + s(u_{j+1}^k + u_{j-1}^k)); \quad j = \overline{1, N-1}; \quad k = \overline{1, M},$$

$$u_j^1 = \frac{1}{2} (2(1-s)u_j^0 + s(u_{j+1}^0 - u_{j-1}^0)), \quad u_j^k = u(j\Delta x, k\Delta t), \quad s = c^2 \Delta t^2 / \Delta x^2,$$

$$u_j^0 = f(j\Delta x), \quad u_0^k = u_N^k = 0.$$

Разработано программное обеспечение на языке Python 3.6 для численного решения разностного уравнения и визуализации решения.

### Литература

1 Solodov, A. Differential Models. An introduction with Mathcad // A. Solodov, V. Ochkov. – Berlin: Springer, 2005. – 246 p.

### В. Ю. Медведева

(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)

### О РАЦИОНАЛЬНОЙ ИНТЕРПОЛЯЦИИ ФУНКЦИИ $|x|^\alpha$ ПО РАСШИРЕННОЙ СИСТЕМЕ УЗЛОВ ЧЕБЫШЕВА-МАРКОВА

Будем интерполировать функцию  $f(x) = |x|^\alpha$ ,  $\alpha > 0$  по расширенной системе узлов Чебышева-Маркова на отрезке  $[-1, 1]$ .

Пусть  $m_{2n}(x)$  – косинус дробь Чебышева-Маркова

$$m_{2n}(x) = \cos \mu_{2n}(x),$$

где  $\mu_{2n}(x) = \sum_{k=1}^{2n} \arccos \frac{x - a_k}{1 - a_k x}$ ,  $a_1, a_2, \dots, a_{2n}$  – чисто мнимые числа,

$\operatorname{Re} a_k = 0$ ,  $k = 1, \dots, 2n$ , причём  $a_{n+k} = -a_k$ ,  $\operatorname{Im} a_k \geq 0$ ,  $k = 1, 2, \dots, n$  и  $a_1 = \dots = a_r = 0$ ,  $r = [\alpha/2] + 1$ ,  $n > r$ .

В этом случае функция  $m_{2n}(x)$  имеет  $2n$  простых симметричных нулей на интервале  $(-1, 1)$ :

$$x_{2n-k+1} = -x_k, \quad k = 1, 2, \dots, n.$$

Возьмём их и точку  $x_0 = 0$  в качестве узлов и построим интерполяционную рациональную функцию Лагранжа:

$$L_{2n}(x, f) = \sum_{k=1}^n x_k^{\alpha-1} \frac{x m_{2n}(x)}{(x - x_k) m'_{2n}(x_k)} - \sum_{k=n+1}^{2n} (-x_k)^{\alpha-1} \frac{x m_{2n}(x)}{(x - x_k) m'_{2n}(x_k)}.$$

Получено интегральное представление остатка интерполирования.

В частном же случае, когда все числа  $a_k = 0$ ,  $k = 1, 2, \dots, n$ , имеем следующий результат:

$$\varepsilon_{n,0} = \frac{4}{\pi} \sin \frac{\pi}{2} \alpha \frac{1}{(2n)^\alpha} \int_0^{2n} \frac{t^{\alpha-1}}{(1 - (t/2n)^2)^{\frac{\alpha}{2}}} \frac{dt}{\left(\frac{1-t/2n}{1+t/2n}\right)^n + \left(\frac{1-t/2n}{1+t/2n}\right)^{-n}}.$$

Так как подынтегральная функция равномерно относительно  $t \in [0, 2n]$  сходится при  $n \rightarrow \infty$  к функции  $t^{\alpha-1}/(e^t + e^{-t})$ , то

$$\lim_{n \rightarrow \infty} (2n)^\alpha \varepsilon_{n,0} = \frac{4}{\pi} \sin \frac{\pi}{2} \alpha \int_0^{+\infty} \frac{t^{\alpha-1}}{e^t + e^{-t}} dt.$$

Этот результат получен в работе М. И. Ганзбурга [1].

### Литература

1 Ganzburg, M. The Bernstein Constant and Polynomial Interpolation at the Chebyshev Nodes / M. Ganzburg // J. Approx. Theory. – 2002. – Vol. 119, № 2. – P. 193 – 213.

**М. В. Москалева, В. В. Можаровский**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ИЗГИБНОЙ ДЕФОРМАЦИИ ЗУБЬЕВ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС**

Изучению деформативности зубчатых колес посвящено большое количество исследований [1, 2]. Расчет изгибных деформаций обычно производится по упрощенной схеме, в которой зуб рассматривается как консольная балка клинообразной формы, закрепленная в своде зубчатого колеса. Естественно, что такой подход дает весьма приблизительное значение деформаций, так как не учитывает многие существенные факторы.

В литературе разработан и уточненный метод расчета деформаций металлических зубчатых колес с поэлементным определением изгибной и контактной составляющих и деформации основания зуба, где для определения изгибных деформаций используется решение задачи теории упругости о клине, нагруженном в вершине системой сил, с последующим учетом эвольвентной формы профиля. Положенная в основу расчёта гипотеза равенства тангенциальных смещений точек боковой поверхности, лежащих у основания зуба и в начале переходной кривой, значительно облегчает вычисления и приводит к упрощению расчетных формул. Однако и здесь при выводе расчетных зависимостей принят ряд допущений, снижающих точность расчета и ограничивающих рамки применения расчетных формул: учета действительного профиля основания зуба, очерченного переходной галтелью, допущений в равенстве тангенциальных смещений во впадине и в точке начала галтели и др.

В данной работе рассматривается алгоритм расчета изгибной деформации зубьев зубчатых колес, при этом деформация вычисляется как деформация зуба клина  $\delta_{kl}$  и деформация зуба, который имеет эвольвентную форму  $\delta_e$ .

### **Литература**

- 1 Биргер, И. А. Расчеты на прочность деталей машин / И. А. Биргер, Б. Ф. Шорр, Г. Б. Иосилевич. – М.: Машиностроение, 1993. – 640 с.
- 2 Иванов, М. Н. Детали машин / М. Н. Иванов. – Минск: Высшая школа, 2003. – 383 с.

**А. В. Нестерович**  
(УО «БелГУТ», Гомель)

## ДЕФОРМИРОВАНИЕ ТРЕХСЛОЙНОЙ КРУГОВОЙ ПЛАСТИНЫ В СВОЕЙ ПЛОСКОСТИ

Рассматривается плоское деформирование трехслойная круговая пластины под действием несимметричной нагрузки, имеющей проекции на оси координат  $p_r(r, \varphi)$ ,  $p_\varphi(r, \varphi)$ . Для внешних слоев выполняются гипотезы Кирхгофа, в жестком заполнителе деформированная нормаль остается прямолинейной, но поворачивается на дополнительный угол. Постановка задачи и ее решение проводятся в цилиндрической системе координат. Из принципа возможных перемещений Лагранжа получены уравнения равновесия в перемещениях:

$$L_2(a_1 u_r) + \frac{a_{13}}{r^2} u_{r,\varphi\varphi} + \frac{a_2 + a_{13}}{r} u_{\varphi,\varphi r} - \frac{a_1 + a_{13}}{r^2} u_{\varphi,\varphi\varphi} = -p_r,$$

$$L_2(a_{13} u_\varphi) + \frac{a_2 + a_{13}}{r} u_{r,r\varphi} + \frac{a_1}{r^2} u_{\varphi,\varphi\varphi} + \frac{a_1 + a_{13}}{r^2} u_{r,\varphi} = -p_\varphi,$$

где  $a_i$  – коэффициенты, определяющиеся через геометрические и упругие характеристики материалов слоев;  $L_2(g)$  – дифференциальный оператор; запятая в нижнем индексе обозначает операцию дифференцирования по следующей за ней координате.

Разрешающие уравнения получим, разложив искомые перемещения  $u_r(r, \varphi)$ ,  $u_\varphi(r, \varphi)$  и нагрузки  $p_r(r, \varphi)$ ,  $p_\varphi(r, \varphi)$  в тригонометрические ряды по координате  $\varphi$ . Подставив их в уравнения равновесия и приравняв коэффициенты при одинаковых гармониках, имеем систему дифференциальных уравнений

$$L_2(a_1 u_m^{(1)}) - \frac{a_{13} n^2}{r^2} u_m^{(1)} + \frac{a_2 + a_{13}}{r} n u_{\varphi n}^{(2)},_r - \frac{a_1 + a_{13}}{r^2} n u_{\varphi n}^{(2)} = -p_m^{(1)},$$

$$L_2(a_{13} u_m^{(2)}) - \frac{a_{13} n^2}{r^2} u_m^{(2)} - \frac{a_2 + a_{13}}{r} n u_{\varphi n}^{(1)},_r + \frac{a_1 + a_{13}}{r^2} n u_{\varphi n}^{(1)} = -p_m^{(2)},$$

$$L_2(a_{13} u_{\varphi n}^{(1)}) + \frac{a_2 + a_{13}}{r} n u_{m}^{(2)},_r - \frac{a_1 n^2}{r^2} u_{\varphi n}^{(1)} + \frac{a_1 + a_{13}}{r^2} n u_m^{(2)} = -p_{\varphi n}^{(1)},$$

$$L_2(a_{13}u_{\varphi n}^{(2)}) - \frac{a_2 + a_{13}}{r} nu_{rn}^{(1)}, r - \frac{a_1 n^2}{r^2} u_{\varphi n}^{(2)} - \frac{a_1 + a_{13}}{r^2} nu_{rn}^{(1)} = -p_{\varphi n}^{(2)},$$

где  $p_{rn}^{(1)}(r)$ ,  $p_{rn}^{(2)}(r)$ ,  $p_{\varphi n}^{(1)}(r)$ ,  $p_{\varphi n}^{(2)}(r)$  – коэффициенты разложения нагрузок;  $u_{rn}^{(1)}$ ,  $u_{rn}^{(2)}$ ,  $u_{\varphi n}^{(1)}$ ,  $u_{\varphi n}^{(2)}$  – искомые амплитуды перемещений.

**А. С. Пашук, А. В. Клименко**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## РЕАЛИЗАЦИЯ И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОДНОМЕРНОЙ МИНИМИЗАЦИИ

Методы одномерной минимизации направлены на поиск экстремума действительной функции одной или нескольких переменных. С помощью этих методов можно находить минимум на заданном нам отрезке как можно точнее, т. е. с наименьшим возможным интервалом неопределённости.

Алгоритмы решения задач с помощью методов одномерной минимизации являются существенной составной частью алгоритмов решения задач многомерной минимизации и также других вычислительных задач.

Разработанное приложение позволяет реализовать решение поставленной задачи с помощью нескольких методов одномерной минимизации и также провести сравнительный анализ между данными методами, путём подсчёта количества итераций, экспериментов и нахождением экстремума функции, а также выяснением какой из данных методов одномерной минимизации будет наиболее эффективным.

Интерфейс приложения предоставляет доступ к информации о результатах всех используемых методах в данной работе (количество итераций, экспериментов и о точке в которой находится минимальное значение функции), а также о наиболее эффективном из всех предоставленных методов.

Разработка приложения выполнена в среде объектно-ориентированного программирования C++ Builder.

**К. В. Пищик**

(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)

## ОБ ОДНОМ СВОЙСТВЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ ЧЕБЫШЕВА-МАРКОВА

Рациональные функции Чебышева-Маркова являются обобщением хорошо известных многочленов Чебышева и естественно предположить, что они обладают аналогическими свойствами. В нашей работе получено дифференциальное уравнение для рациональной функции Чебышева-Маркова.

Пусть

$$m_n(x) = \cos \sum_{k=1}^n \arccos \frac{x + a_k}{1 + a_k x},$$

где  $a_k, k=1,2,\dots,n$  – действительные числа и  $|a_k| < 1$ , либо попарно комплексно сопряженные. Тогда имеет место следующая теорема.

**Теорема 1.** Рациональные функции Чебышева-Маркова  $m_n(x)$  является решением линейного однородного дифференциального уравнения второго порядка

$$(1-x^2)y'' - \left(x + \frac{(1-x^2)\lambda'_n(x)}{\lambda_n(x)}\right)y' + \lambda_n^2(x)y = 0, \text{ где } \lambda_n(x) = \prod_{k=1}^n \frac{\sqrt{1-a_k^2}}{1+a_k x}.$$

Аналогичный результат получен для рациональной функции Чебышева-Маркова второго рода.

**А. В. Приведенец**

(УО «БрГУ им. А. С. Пушкина», Брест)

## ОБ ОДНОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧЕ ДЛЯ ЭЛЛИПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ТРЕХ УРАВНЕНИЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА В ПРОСТРАНСТВЕ

Пусть  $\Omega \subset \mathbb{R}^3$  – ограниченная односвязная область, границей которой является гладкая поверхность Ляпунова  $\partial\Omega$ . Рассмотрим задачу отыскания решения  $u(x) = (u_1(x), u_2(x), u_3(x)) \in C^{2,\alpha}(\Omega) \cap C^{1,\alpha}(\bar{\Omega})$  эллиптической системы дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} \Delta u_1 - 4 \frac{\partial^2 u_2}{\partial x_2^2} + 2 \frac{\partial^2 u_3}{\partial x_2^2} = 0 \\ \frac{\partial^2 u_1}{\partial x_2^2} + \Delta u_2 + \frac{\partial^2 u_3}{\partial x_2^2} = 0 \\ \frac{\partial^2 u_1}{\partial x_2^2} + 2 \frac{\partial^2 u_2}{\partial x_2^2} + \Delta u_3 = 0 \end{cases} \quad (x \in \Omega), \quad (1)$$

удовлетворяющего на границе  $\partial\Omega$  области  $\Omega$  краевым условиям

$$u_1|_{\partial\Omega} = f_1(y), u_2|_{\partial\Omega} = f_2(y), \frac{\partial u_3}{\partial \nu}|_{\partial\Omega} = f_3(y), y \in \partial\Omega, \quad (2)$$

где  $\Delta$  – оператор Лапласа в  $\mathbb{R}^3$ ,  $f_1, f_2, f_3 : \partial\Omega \rightarrow \mathbb{R}$  – заданные непрерывные по Гельдеру функции,  $\partial/\partial\nu$  – оператор дифференцирования по направлению внешней нормали к поверхности  $\partial\Omega$ .

Напомним, что краевая задача называется регуляризуемой, если для нее выполняется условие Я. Б. Лопатинского. Это условие накладывает дополнительное ограничение на матрицу граничного оператора и обеспечивает нетеровость краевой задачи, как в классических пространствах, так и в широком классе гильбертовых пространств [1].

**Теорема.** Краевая задача (1), (2) регуляризуема.

Для доказательства теоремы показывается, что ранг матрицы Лопатинского краевой задачи (1), (2), является максимальным, т. е. равен трем.

### Литература

1 Агранович, М. С. Эллиптические сингулярные интегродифференциальные операторы / М. С. Агранович // Успехи мат. наук. – 1965. – Т. 20, вып. 5. – С. 3 – 120.

**А. В. Сивакова**

(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## МЕТОД РАСЧЕТА СЛОИСТЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ТРУБ ИЗ КОМПОЗИТОВ С УЧЁТОМ ВЯЗКОУПРУГОСТИ

Рассмотрена задача о моделировании и расчёте напряжённого состояния трубы из композитов с учётом эффекта вязкоупругости. С по-

мощью разработанного алгоритма можно найти напряжённое состояние в трубе и параметры нагружения, при которых труба разрушается.

Запишем дифференциальные уравнения равновесия:

$$\frac{\partial \sigma_r}{\partial r} + \frac{\partial r_{rz}}{\partial z} + \frac{\sigma_r - \sigma_\theta}{r} = 0, \quad \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} + \frac{\partial r_{rz}}{\partial r} + \frac{\tau_{rz}}{r} = 0.$$

Для получения результатов решения задачи о сжатии и разрушении слоистой трубы из композита с армирующими волокнами используем физические уравнения в цилиндрической системе координат с учётом граничных условий, а также уравнения Коши [1].

$$\varepsilon_r = \frac{\partial u_r}{\partial r}, \quad \varepsilon_\theta = \frac{u_r}{r}, \quad \varepsilon_z = \frac{\partial w}{\partial z}.$$

С помощью рассмотренной задачи создается алгоритм программы расчета напряжённого состояния в трубе и находятся параметры нагружения [2]. С использованием программы можно выбрать материал, удовлетворяющий условию прочности.

### Литература

1 Можаровский, В. В. Прикладная механика слоистых тел из композитов: Плоские контактные задачи / В. В. Можаровский, В. Е. Старжинский. – Минск: Наука и техника, 1988. – 120 с.

2 Программный комплекс контроля и диагностики сосудов и трубопроводов / В. В. Можаровский [и др.] // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2002. – № 1. – С. 28 – 31.

**М. В. Сидорцов, Е. П. Кечко**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

### АСИМПТОТИКА АППРОКСИМАЦИЙ ЭРМИТА-ПАДЕ 2-ГО РОДА

В данной работе изучается асимптотика аппроксимаций Эрмита-Паде 2-го рода системы экспонент  $\left\{ e^{\lambda_p z} \right\}_{p=0}^2$ , где  $\lambda_1 = \lambda$ ,  $\lambda_2 = 2\lambda$ .

Сформулированная теорема дополняет результат А. П. Старовойтова [1]. Используемые здесь обозначения и подробный обзор по данной теме можно найти в [1].

**Теорема.** Пусть  $\vec{m} = (m_1, n)$ ,  $n, m_1$  – произвольные целые неотрицательные числа, а  $\pi_{n,m}^j(z)$ ,  $j = 1, 2$  – соответствующие аппроксимации Эрмита - Паде для набора из двух экспонент  $\{e^{\lambda z}, e^{2\lambda z}\}$ . Тогда  $|m| = n + m_1$ ,  $n_1 = 2n$ ,  $n_2 = n + m_1$  и для любого комплексного  $z$  при  $n \rightarrow +\infty$ .

$$e^{\lambda z} - \pi_{n,\vec{m}}^1(z) = (-1)^{|m|} e^{\lambda z} \frac{(\lambda z)^{2n+m_1+1}}{2(2n+m_1)!} B\left(\frac{m_1+1}{2}; n+1\right) e^{\lambda\theta(n,m_1)z} (1+o(1)),$$

$$e^{2\lambda z} - \pi_{n,\vec{m}}^2(z) = (-1)^{|m|} e^{2\lambda z} \frac{(\lambda z)^{2n+m_1+1}}{2(2n+m_1)!} B\left(\frac{m_1+1}{2}; n+1\right) \times \\ \times \left\{ e^{\lambda\theta(n,m_1)z} + (-1)^{m_1} e^{-\lambda\theta(n,m_1)z} \right\} (1+o(1)),$$

где  $\theta(n, m_1) = \sqrt{m_1/(2n+m_1)}$ , если  $m_1 \rightarrow +\infty$ , а если  $m_1$  ограничено, то

$$\theta(n, m_1) = n^{-1/2} \Gamma((m_1+2)/2) / \Gamma((m_1+1)/2),$$

$B(u, v)$  – бета-функция Эйлера, а оценка  $o(1)$  равномерна по всем  $|z| \leq L$ . Здесь  $L$  положительная постоянная.

### Литература

1 Старовойтов, А. П. Аппроксимации Эрмита-Паде функций Миттаг-Леффлера / А. П. Старовойтов // Труды Математического института имени В. А. Стеклова. – 2018. – Т. 301. – С. 241 – 258.

**А. С. Устинович**

(УО «БрГУ им. А. С. Пушкина», Брест)

## СЛУЧАЙ НЕЕДИНСТВЕННОГО РЕШЕНИЯ НЕКОРРЕКТНОЙ ЗАДАЧИ В ГИЛЬБЕРТОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ

В действительном гильбертовом пространстве  $H$  решается уравнение первого рода

$$Ax = y, \tag{1}$$

где  $A$  – ограниченный положительный самосопряженный оператор, для которого нуль является собственным значением. Следовательно, задача некорректна, так как имеет неединственное решение.

Для решения уравнения (1) применим регуляризирующий алгоритм в виде явного итерационного процесса с попеременно чередующимся шагом:

$$\begin{aligned}x_{n+1} &= x_n - \alpha_{n+1} (Ax_n - y), \quad x_0 = 0, \\ \alpha_{2n+1} &= \alpha, \quad n = 0, 1, 2, \dots, \quad \alpha_{2n+2} = \beta, \quad n = 0, 1, 2, \dots\end{aligned}\quad (2)$$

Обозначим через  $N(A) = \{x \in H \mid Ax = 0\}$ , а  $M(A)$  – ортогональное дополнение ядра  $N(A)$  до  $H$ . Пусть  $P(A)x$  – проекция  $x \in H$  на  $N(A)$ , а  $\Pi(A)x$  – проекция  $x \in H$  на  $M(A)$ . Справедлива [1]

**Теорема.** Пусть  $A \geq 0$ ,  $y \in H$ ,  $0 < \alpha < 2$ ,  $(\alpha + \beta)^2 < 8\alpha\beta$ ,  $\alpha\beta < \alpha + \beta$ . Тогда для явного итерационного метода (2) верны следующие утверждения:

а)  $Ax_n \rightarrow \Pi(A)y$ ,  $\|Ax_n - y\| \rightarrow I(A, y) = \inf_{x \in H} \|Ax - y\|$ ;

б) итерационный метод (2) сходится тогда и только тогда, когда уравнение  $Ax = \Pi(A)y$  разрешимо. В последнем случае  $x_n \rightarrow P(A)x_0 + x^*$ , где  $x^*$  – минимальное решение.

**Замечание.** Так как  $x_0 = 0$ , то  $x_n \rightarrow x^*$ , т. е. итерационный процесс (2) сходится к нормальному решению, т. е. к решению с минимальной нормой.

### Литература

1 Bialy, H. Iterative Behandlung Linearer Funktionsgleichungen / H. Bialy // Arch. Ration. Mech. and Anal. – 1959. – Vol. 4, № 2. – P. 166 – 176.

**К. А. Филипчик**

(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)

### АППРОКСИМАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИХ РЯДОВ ФУРЬЕ ДЛЯ ФУНКЦИИ $|\sin x/2|$

Для непрерывной  $2\pi$ -периодической функции  $|\sin x/2|$  был построен тригонометрический ряд Фурье:

$$\left| \sin \frac{x}{2} \right| = \frac{2}{\pi} - \frac{4}{\pi} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\cos kx}{4k^2 - 1}.$$

Пусть  $S_n(x) = \frac{2}{\pi} - \frac{4}{\pi} \sum_{k=1}^n \frac{\cos kx}{4k^2 - 1}$  – частичная сумма этого ряда.

Найдена оценка остатка приближения частичными суммами и показано, что справедливо равенство

$$\lim_{n \rightarrow \infty} n \max_{x \in \mathbb{R}} \left| \sin \frac{x}{2} - S_n(x) \right| = \frac{1}{\pi}.$$

Далее рассмотрим средние Фейера для данной функции  $|\sin x/2|$

$$\sigma_n = \frac{1}{n} (S_0(x) + S_1(x) + \dots + S_{n-1}(x)).$$

В этом случае получено следующее равенство

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n}{\ln n} \max_{x \in \mathbb{R}} \left| \sigma_n(x) - \left| \sin \frac{x}{2} \right| \right| = \frac{2}{\pi}.$$

### Литература

1 Натансон, И. П. Конструктивная теория функций / И. П. Натансон. – М.: Гос. изд.-во техн.-теорет. лит., 1949. – С. 679 – 686.

**И. Ю. Ящук**

(УО «БрГУ им. А. С. Пушкина», Брест)

### УСЛОВИЕ НЕТЕРОВОСТИ ЗАДАЧИ ЛИНЕЙНОГО СОПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ ОДНОЙ ТКР-СИСТЕМЫ

Пусть  $\Omega^+ \subset \mathbb{R}^3$  – ограниченная область гомеоморфная шару, граница  $\partial\Omega$  которой гомеоморфна сфере. Через  $\Omega^-$  обозначим внешность  $\Omega^+$ . Рассмотрим задачу отыскания вектор-функции  $U(x) = (u_1(x), \dots, u_4(x))^T$  непрерывной по Гельдеру в  $\overline{\Omega^+}$  и  $\overline{\Omega^-}$ , обращающейся в нуль на бесконечности и удовлетворяющей в областях  $\Omega^+$  и  $\Omega^-$  системе дифференциальных уравнений с частными производными первого порядка

$$A_1 \frac{\partial U}{\partial x_1} + A_2 \frac{\partial U}{\partial x_2} + A_3 \frac{\partial U}{\partial x_3} = 0 \quad (1)$$

и граничному условию

$$U^+(t) = G(t)U^-(t) + f(t) \quad (t \in \partial\Omega). \quad (2)$$

Здесь

$$A_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ -2 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & -2 & -1 \end{bmatrix}, A_2 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \end{bmatrix}, A_3 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -2 & -1 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix},$$

$G(t)$  и  $f(t)$  заданные непрерывные по Гельдеру на поверхности  $\partial\Omega$ , соответственно, матрица-функция размера  $4 \times 4$  и четырехкомпонентная вектор-функция

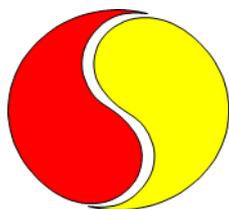
$$U^+(t) := \lim_{x \rightarrow t, x \in \Omega^+} U(x), \quad U^-(t) := \lim_{x \rightarrow t, x \in \Omega^-} U(x), \quad t \in \partial\Omega.$$

**Теорема.** Пусть матрица  $G(t)$  имеет вид

$$G(t) = \begin{bmatrix} g_1(t) & g_2(t) & g_3(t) & g_4(t) \\ -g_2(t) & g_1(t) & -g_4(t) & g_3(t) \\ -g_3(t) & g_4(t) & g_1(t) & -g_2(t) \\ -g_4(t) & -g_3(t) & g_2(t) & g_1(t) \end{bmatrix}.$$

Задача (1), (2) является нетеровой тогда и только тогда, когда в каждой точке  $t$  поверхности  $\partial\Omega$  выполняется неравенство

$$g_1^2(t) + g_2^2(t) + g_3^2(t) + g_4^2(t) > 0.$$



## АНАЛИТИЧЕСКИЕ И ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В МАТЕМАТИКЕ

*Теория вероятностей и  
математическая статистика,  
теория массового обслуживания*

---

**И. В. Ермак, В. В. Коршун, В. Г. Новик**  
(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)

### ОБ ИССЛЕДОВАНИИ И ОПТИМИЗАЦИИ НЕКОТОРЫХ СИСТЕМ С РАЗЛИЧНЫМИ ДИСЦИПЛИНАМИ ОБСЛУЖИВАНИЯ

Проведено исследование различных систем массового обслуживания (СМО) с ожиданием, с ограничением на длину очереди, с отказами и различными дисциплинами обслуживания, а именно, многолинейные СМО без взаимопомощи, с взаимопомощью между линиями типа «все как один» и СМО с «равномерной» взаимопомощью между линиями обслуживания. Получены выражения для показателей эффективности функционирования таких СМО, зависящих от их параметров.

Также был проведен сравнительный анализ основных характеристик СМО без взаимопомощи и таких же показателей СМО, но с взаимопомощью типа «все как один» и «равномерной» взаимопомощью. На основании проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

1. Для систем с ожиданием средняя длина очереди для СМО с взаимопомощью типа «все как один» больше соответствующей величины для СМО без взаимопомощи; введение «равномерной» взаимопомощи приводит к минимальному значению средней длины очереди среди рассматриваемых случаев.

2. Для систем с ожиданием и ограничением на длину очереди введение взаимопомощи типа «все как один» увеличивает вероятность отказа заявке в обслуживании, а также увеличивает среднее число заявок в очереди системы.

3. Для систем с отказами среднее время обслуживания одной заявки в СМО с равномерной взаимопомощью больше, чем при взаимопомощи типа «все как один» при любом значении показателя нагрузки системы.

4. Для каждого вида из рассмотренных СМО была поставлена и решена задача нахождения оптимального числа линий обслуживания, минимизирующего затраты на содержание заявок в системе. Решалась данная задача методом полного перебора.

**А. Ю. Кисель**  
(УО «БГУ», Минск)

## СЛУЧАЙНЫЙ ПРОЦЕСС С СЕМИВАРИОГРАММОЙ ГНЕЗДОВОЙ СТРУКТУРЫ

В настоящее время для решения многих прикладных задач прогнозирования актуально применение геостатистических методов, в частности, кригинга. В основе кригинга лежит семивариограмма.

Рассмотрим случайный процесс:

$$Z(t) = \sum_{j=0}^q \beta_j Y_j(t), \quad (1)$$

где  $t \in R, q \in N, \beta_j$  – постоянные, удовлетворяющие условию  $\sum_{j=0}^q \beta_j^2 < \infty$ , а  $Y_j(t)$  – гауссовские центрированные стационарные в широком смысле случайные процессы с ковариационными функциями  $R_j(t) = D e^{-w_j |t|}$ ,  $t \in R, w_j > 0, 0 < D < \infty$ , а также взаимными ковариационными функциями

$$R_{jp}(t, s) = M(Y_j(t)Y_p(s)) = 0, p \neq j, p, j = 0, \dots, q, t, s \in R.$$

Доказаны следующие результаты.

**Теорема 1.** Случайный процесс  $Z(t)$ ,  $t \in R$ , вида (1) является стационарным в широком смысле.

**Доказательство** вытекает из определения стационарности в широком смысле случайного процесса [1].

**Теорема 2.** Семивариограмма случайного процесса  $Z(t)$ ,  $t \in R$ , имеет вид:

$$\gamma_z(t) = \sum_{j=0}^q \beta_j^2 (1 - R_j(t)) = \sum_{j=0}^q \beta_j^2 (1 - De^{-w_j |t|}), \quad t \in R.$$

**Доказательство** следует из утверждения теоремы 1 и соотношения, связывающего ковариационную функцию и семивариограмму стационарного в широком смысле случайного процесса [1].

### Литература

1 Труш Н. Н. Случайные процессы и их основные характеристики / Н. Н. Труш, Т. В. Цеховая. – Минск: БГУ, 2016. – 67 с.

**А. Б. Ненадкевич**

(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ПОСЕЩАЕМОСТИ МУЗЕЕВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Статистика – раздел математики занимающийся сбором и обработкой статистических данных для принятия, каких-либо решений. Одним из направлений статистических исследований является корреляционный анализ. Задача корреляционного анализа [1, 2] сводится к установлению направления (положительное или отрицательное) и формы (линейная, нелинейная) связи между варьирующими признаками, измерению ее тесноты, и, наконец, к проверке уровня значимости полученных коэффициентов корреляции. Корреляция между двумя величинами всегда говорит о существовании какой-либо взаимосвязи, при этом такая взаимосвязь необязательно будет наблюдаться для другой пары величин.

Информационно-статистической базой исследования послужили данные посещаемости музеев в г.Минске и областях РБ с сайта Национального статистического комитета Республики Беларусь [3].

Проведен корреляционный анализ данных. Рассчитаны различные коэффициенты корреляции: парный; частный; множественный; ранговой корреляции Спирмена.

Проанализирована взаимосвязь между посещаемостью музеев в областях и г. Минске. Проверены гипотезы о значимости коэффициентов в каждом из случаев.

### Литература

1 Кобзарь, А. И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников/ А. И. Кобзарь. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 816 с.

2 Андронов, А. М. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник для вузов / А. М. Андронов, Е. А. Копытов, Л. Я. Гринглаз. – СПб.: Питер, 2004. – 461 с.

3 Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by/>. – Дата доступа: 27.02.2019.

**А. В. Потехин, Ю. В. Малинковский**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## СТАЦИОНАРНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СЕТИ С ДЛИННОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

Математическая теория массового обслуживания является разделом теории случайных процессов, которая изучает класс задач, возникающих на практике. Моделируются ситуации, связанные с обработкой поступающих требований, заявок к обслуживающему устройству. В настоящее время модели теории массового обслуживания находят широкое применение в компьютерных сетях, сетях передачи данных и т. д. [1, 2].

Сетью массового обслуживания называется совокупность одновременно функционирующих систем массового обслуживания, в которой заявки перемещаются в соответствии с матрицей маршрутов.

Исследована открытая марковская сеть с тремя узлами, в которую поступает пуассоновский (простейший) поток заявок. Все заявки входного потока направляются в первый узел. Времена обслуживания заявок в различных узлах независимы, не зависят от процесса поступления заявок и имеют показательное распределение с параметрами, зависящими от текущего количества заявок в узле. После окончания

обслуживания заявки в первом узле она переходит на обслуживание во второй узел, а из второго – в третий. После окончания обслуживания заявки в третьем узле она с вероятностью 0,25 переходит в очередь первого узла, а с вероятностью 0,75 покидает сеть. Функционирование сети описывается марковским процессом.

Для описанной модели были составлены и решены уравнения трафика, составлены и решены уравнения глобального и локального равновесия, установлены условия эргодичности, найдено стационарное распределение в мультипликативной форме.

### Литература

1 Малинковский, Ю. В. Теория массового обслуживания. Учебное пособие по спецкурсу / Ю. В. Малинковский, А. Д. Буриков, М. А. Матальцкий. – Министерство высшего и среднего специального образования БССР, 1984. – 106 с.

2 Гнеденко, Б. В. Введение в теорию массового обслуживания / Б. В. Гнеденко, И. Н. Коваленко. – М.: Наука, 1966. – 436 с.

### Е. А. Святогор

(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## ТАНДЕМНАЯ СЕТЬ С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ В ПЕРВОМ УЗЛЕ И С ОТРИЦАТЕЛЬНЫМИ ЗАЯВКАМИ

В работе рассматривалась сеть массового обслуживания с положительными и отрицательными заявками. Положительные заявки увеличивают длину очереди на 1, а отрицательные – уменьшают ее на 1, при условии, что очередь не пустая. Входящие потоки положительных и отрицательных заявок – простейшие и не зависят друг от друга. Пусть  $\lambda_1^+$  и  $\lambda_1^-$  – интенсивности входящих извне в  $i$ -й узел потоков положительных и отрицательных заявок соответственно. Обслуживание положительных заявок – экспоненциальное с параметрами  $\mu_1$ ,  $\mu_2$  для первого и второго прибора соответственно. Обозначим через  $\varepsilon_i^+$  – интенсивность потока положительных заявок, проходящих через  $i$ -й узел;  $\varepsilon_i^-$  – интенсивность потока отрицательных заявок, проходящих через  $i$ -й узел. Сеть характеризуется вектором  $n = (n_1, n_2)$ ,

где  $n_i(t)$  – число положительных заявок в очереди в момент времени  $t$ . Очевидно, что этот процесс является марковским.

Целью работы являлось установление условий эргодичности процесса  $n(t)$  и нахождение его стационарного распределения.

Составлены и решены нелинейных уравнений трафика. Составлены уравнения глобального и локального равновесия.

Получено достаточное условие эргодичности цепи Маркова  $n(t)$ . Доказано, что существует единственное стационарное распределение, которое совпадает с эргодическим [1].

### Литература

1 Малинковский, Ю. В. Мультипликативность стационарного распределения открытых сетей обслуживания со стандартными узлами и однотипными заявками / Ю. В. Малинковский // Проблемы передачи информации. – 1999. – Т. 35, вып.1. – С.75 – 89.

**Д. А. Сорокин, И. В. Захаров**  
(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)

### ОБ ИССЛЕДОВАНИИ ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНЫХ G-СЕТЕЙ В ПЕРЕХОДНОМ РЕЖИМЕ

G-сети это тип открытых сетей МО с двумя типами заявок – «положительными» и «отрицательными» заявками. Например, в компьютерных сетях «положительными» заявками являются задания (программы), а «отрицательными» заявками – компьютерные вирусы. Это соответствует тому, что при поступлении в компьютерную сеть вирус уничтожает или наносит вред, заражает одну из исполняемых программ, уменьшая количество действующих программ или запросов в системе на единицу. Затем вирус исчезает из сети, не получая для себя никакого обслуживания. Известно, что стационарное распределение вероятностей состояний имеет форму произведения.

Для экспоненциальных G-сетей были найдены нестационарные вероятности состояний с помощью метода многомерных производящих функций и метода последовательных приближений, совмещённого с методом рядов. Метод многомерных производящих функций

предполагает функционирование сети в режиме высокой нагрузки, то есть когда в любой момент времени в каждой из систем сети имеется хотя бы одна положительная заявка. Данный метод позволяет находить вероятности состояний в случаях, когда входные параметры зависят от времени. Зная аналитический вид многомерной производящей функции, с учётом её свойств, для таких сетей можно найти зависящие от времени вероятности состояний в виде многократных функциональных рядов. Метод последовательных приближений, совмещённый с методом рядов, позволяет избавиться от условия высокой нагрузки, но параметры обслуживания не должны зависеть от времени. Доказано, что последовательные приближения с течением времени сходятся к стационарному распределению, а сама последовательность приближений сходится к единственному решению системы разностно-дифференциальных уравнений для вероятностей состояний. Любое приближение представимо в виде сходящегося степенного ряда с бесконечным радиусом сходимости. Рассчитаны модельные примеры, иллюстрирующие изменения вероятностей состояний с течением времени.

**Д. В. Стрибук**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕГРЕССИОННЫХ МОДЕЛЕЙ МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА ОТ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ**

Анализ статистических данных занимает особое место в разнообразных областях человеческой деятельности. В эконометрике, имеющей дело с обработкой и анализом огромных массивов информации о социальных, экономических явлениях и процессах, методы математической статистики играют исключительно важную роль, среди которых выделяют методы регрессионного анализа [1, 2].

Во многих практических задачах прогнозирования для изучения различного рода связи в экономических, производственных, социальных системах, необходимо на основании экспериментальных данных выразить зависимую переменную в виде некоторой математической функции от независимых переменных – регрессоров. Эта функция

представляет регрессионную модель, которую можно использовать для прогнозирования значений зависимой переменной при новых значениях регрессоров. Регрессионная модель помогает понять и проанализировать, как меняется среднее значение зависимой переменной при изменении зависимой переменной.

Рассмотрены регрессионные модели темпов роста количества предприятий малого и среднего бизнеса за 2011 – 2017 годы по странам: Республика Беларусь, Россия, Украина, Польша, Казахстан, Молдова, Армения. В качестве регрессоров рассмотрены показатели темпов роста ВВП, ВВП на душу населения, численности населения, инфляции, уровня безработицы, ставки налога на прибыль, реальной процентной ставки, расходов на открытие бизнеса в рассматриваемых странах.

### **Литература**

1 Кобзарь, А. И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников / А. И. Кобзарь. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 816 с.

2 Кремер, Н. Ш. Теория вероятностей и математическая статистика / Н. Ш. Кремер. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. – 573 с.

**Д. С. Хахомов**  
(УО «БГУ», Минск)

## **РОБАСТНОЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ ПРИ ИСКАЖЕНИЯХ МОДЕЛИ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ**

В работе продолжено исследование [1] последовательного критерия отношений вероятностей [2], и с использованием методологии [3] построена модификация теста, обеспечивающая робастность при наличии в данных «выбросов». На основе проведенных серий вычислительных экспериментов получены зависимости оценок вероятностей ошибок и математического ожидания числа наблюдений от коэффициента доверия данным и уровня искажения. Так, уменьшение коэффициента доверия данным ведет к снижению вероятностей ошибочных решений за счет приемлемого роста ожидаемого числа наблюдений (рис. 1).

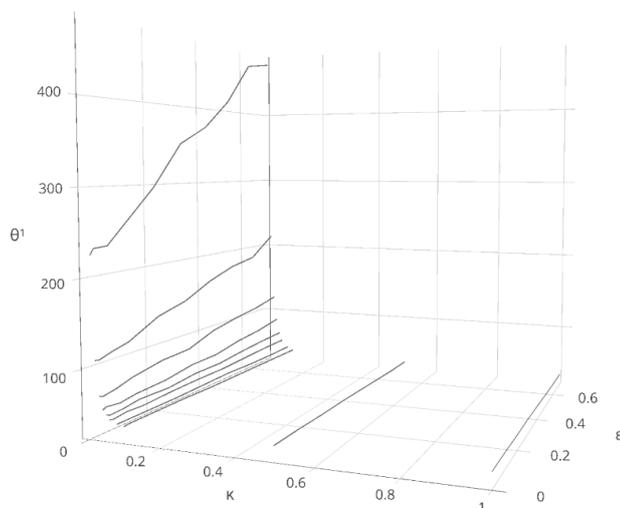


Рисунок 1 – Зависимость оценки ожидаемого числа наблюдений от коэффициента доверия данным  $\kappa$  и уровня искажения  $\varepsilon$

### Литература

1 Хахомов, Д. С. Последовательное принятие решений при искажении модели статистических данных / Д. С. Хахомов // Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях: материалы XXI Республиканской научной конференции студентов и аспирантов, Гомель, 19 – 21 марта 2018 г. / Гомельский гос. ун-т; редкол.: О. М. Демиденко [и др.]. – Гомель, 2018. – С. 30.

2 Вальд, А. Последовательный статистический анализ / А. Вальд. – М.: Наука, 1964. – 380 с.

3 Kharin, A. Performance and robustness evaluation in sequential hypotheses testing / A. Kharin // Communications in Statistics. – Theory and Methods. – 2016. – Vol. 45, № 6. – P. 1693 – 1709.

**А. И. Хомченко**

(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)

### **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОЖИДАЕМЫХ ДОХОДОВ ПРЕДПРИЯТИЯ ОТ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОДУКЦИИ С ПОМОЩЬЮ НМ-СЕТЕЙ**

В работе предложено использовать НМ (Howard-Matalytski) – сети обслуживания при прогнозировании доходов предприятия от реализации продукции. Для этого:

1. Разработана стохастическая модель прогнозирования доходов предприятия с помощью НМ-сетей.

2. Проведен сбор статистических данных, необходимых для исследования модели.

3. Разработано программное обеспечение для нахождения ожидаемых доходов.

В качестве моделей прогнозирования доходов использовались НМ-сети с центральной системой обслуживания (СМО) в случае, когда доходы от переходов между состояниями сети зависят от состояний и времени, и когда они являются случайными величинами с заданными средними значениями [1].

Заявка при переходе из одной СМО в другую приносит последней системе некоторый доход и, соответственно, доход первой системы уменьшается на эту величину.

Прогнозирование доходов проводилось для одного из предприятий города Гродно. В модели в качестве центральной СМО взято само предприятие, а периферийными являются крупнейшие покупатели его продукции. Под заявками понимаются товарные чеки, подтверждающие факт продажи.

Произведя необходимые вычисления, получили системы дифференциальных уравнений для доходов на разных промежутках времени. Решив данные системы с помощью пакета *Wolfram Mathematica*, построили графики ожидаемых доходов предприятия на различных временных интервалах.

### **Литература**

1 Матальцкий, М. А. Сети массового обслуживания в стационарном и переходном режимах / М. А. Матальцкий. – Гродно: ГрГУ, 2001. – 211 с.

**А. П. Шашенко**

(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ТЕМПОВ ПРИРОСТА МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА В РАЗНЫХ СТРАНАХ**

Математическая статистика изучает методы сбора, систематизации, обработки и использования статистических данных для получе-

ния выводов и принятия решений на их основе. Математическая статистика предлагает много методов анализа данных. Одним из них и является дисперсионный анализ [1, 2].

Дисперсионный анализ применяется для результатов наблюдений величины в различных условиях, зависящих от некоторых факторов, а целью анализа является оценка влияния факторов на исследуемую величину. С помощью дисперсионного анализа проводится проверка статистической значимости различий средних двух или более исследуемых выборок. Если оценка дисперсии, связанной с внутригрупповой изменчивостью, отличается от оценки межгрупповой дисперсии, то из этого делается вывод о достаточно значимом влиянии фактора на среднее значение наблюдаемой случайной величины.

Информационно-статистической базой исследования послужили данные о количестве предприятий малого и среднего бизнеса по странам: Республика Беларусь, Российская Федерация, Украина, Польша, Казахстан, Молдова, Армения за 2011 – 2017 годы. Исследовались темпы прироста этих данных. В качестве фактора в этом исследовании рассматривается страна. В результате дисперсионного анализа получен вывод о том, что в среднем темпы роста количества предприятий малого бизнеса в рассматриваемых странах не различаются, а темпы роста количества предприятий среднего бизнеса в среднем различны.

### **Литература**

1 Кобзарь, А. И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников/ А. И. Кобзарь. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 816 с.

2 Андронов, А. М. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник для вузов / А. М. Андронов, Е. А. Копытов, Л. Я. Гринглаз. – СПб.: Питер, 2004. – 461 с.



## АНАЛИТИЧЕСКИЕ И ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В МАТЕМАТИКЕ

*Алгебра и геометрия*

---

**С. В. Балычев, А. Ф. Васильев**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

### РАСПОЗНАВАНИЕ КОНЕЧНЫХ РАЗРЕШИМЫХ ГРУПП ПО ФАКТОРИЗАЦИЯМ ХОЛЛА

Рассматриваются только конечные группы. Понятие разрешимой группы возникло в теории Галуа в связи с вопросом о разрешимости алгебраических уравнений в радикалах. В последние годы разрешимые группы нашли новые различные приложения: при изучении формальных языков, автоматов, в криптографии, теории кодирования и др. Этому во многом способствовала построенная красивая теория таких групп, основу которой составляет учение Холла и теория классов разрешимых групп (формаций, классов Шунка, классов Фиттинга и др.) [1]. В настоящее время актуальной является следующая задача распознавания: Пусть  $\mathfrak{F}$  – класс разрешимых групп. Исследовать условия, при которых группа  $G$  принадлежит  $\mathfrak{F}$ .

По известному классическому результату Ф. Холла группа  $G$  является разрешимой тогда и только тогда, когда  $G$  можно представить в произведение своих попарно перестановочных силовских подгрупп.

**Определение.** Пусть  $\mathfrak{F}$  – наследственный класс групп,  $t$  – натуральное число. Класс  $\mathfrak{F}$  назовем  $H_t$ -замкнутым, если  $\mathfrak{F}$  содержит всякую группу  $G = G_1 G_2 \cdots G_n$  являющуюся произведением своих попарно перестановочных силовских подгрупп  $G_1 G_2 \cdots G_n$ , и произведение  $G_{i_1} G_{i_2} \cdots G_{i_t}$ , принадлежит  $\mathfrak{F}$  для любого набора индексов  $1 \leq i_1 \leq i_2 \leq \cdots \leq i_t \leq n$ . По определению пустой класс  $H_t$ -замкнут для любого натурального числа  $t$ .  $H$ -индексом класса  $\mathfrak{F}$  назовем наименьшее число  $t$  для которого  $\mathfrak{F}$  является  $H_t$ -замкнутым. Обозначается  $H(\mathfrak{F})$ .

В настоящем сообщении нами предлагаются методы вычисления  $H(\mathfrak{F})$  для наследственных насыщенных формаций  $\mathfrak{F}$ . Например:

**Теорема.** Пусть  $\mathfrak{F}$  – наследственная формация разрешимых групп и  $H(\mathfrak{F})=t$ , тогда  $H(\mathfrak{N}^m\mathfrak{F})=m+t$ .

**Следствие.**  $H(\mathfrak{N}\mathfrak{F})=3$ .

### Литература

1 Doerk, K. Finite soluble groups / K. Doerk K, T. Hawkes. – Walter de Gruyter, Berlin–New York, 1992. – 891 p.

**Т. В. Бондарук**

(УО «БрГУ им. А.С. Пушкина», Брест)

### ПРОИЗВОДНАЯ $\pi$ -ДЛИНА $\pi$ -РАЗРЕШИМОЙ ГРУППЫ, СИЛОВСКИЕ $p$ -ПОДГРУППЫ КОТОРОЙ ЛИБО ЦИКЛИЧЕСКИЕ, ЛИБО ИМЕЮТ ПОРЯДОК $p^2$

Рассматриваются только конечные группы. Все используемые понятия и обозначения соответствуют [1].

Напомним, что группа  $G$  называется  $\pi$ -разрешимой, если она обладает субнормальным рядом.

$$1 = G_0 \subseteq G_1 \subseteq G_2 \subseteq \dots \subseteq G_m = G, \quad (1)$$

факторы которого являются либо  $\pi$ -группами, либо  $\pi'$ -группами.

Очевидно, что каждая  $\pi$ -разрешимая группа обладает субнормальным рядом (1), факторы которого являются либо  $\pi'$ -группами, либо абелевыми  $\pi$ -группами. Наименьшее число абелевых  $\pi$ -факторов среди всех таких субнормальных рядов (1) группы  $G$  называется производной  $\pi$ -длиной  $\pi$ -разрешимой группы и обозначается через  $l_\pi^a(G)$ . Данное понятие предложил в 2006 году В. С. Монахов в работе [2]. Очевидно, что, то значение производной длины совпадает со значением производной длины разрешимой группы. Начальные свойства производной  $\pi$ -длины  $\pi$ -разрешимой группы получены в работе [3].

Доказана следующая теорема.

**Теорема.** Пусть  $G$  –  $\pi$ -разрешимая группа, силовские  $p$ -подгруппы которой либо циклические, либо имеют порядок  $p^2$  для всех  $p \in \pi$ . Тогда если  $2 \notin \pi$ , то  $l_{\pi}^a(G) \leq 2$ .

### Литература

1 Монахов, В. С. Введение в теорию конечных групп и их классов / В. С. Монахов. – Минск: Вышэйшая школа, 2006. – 207 с.

2 Монахов, В. С. Конечные группы с полунормальной холловой подгруппой / В. С. Монахов // Математические заметки. – 2006. – Т. 80, № 4. – Р. 573 – 581.

3 Грицук, Д. В. О производной  $\pi$ -длине  $\pi$ -разрешимой группы / Д. В. Грицук, В. С. Монахов, О. А. Шпырко // Вестник БГУ. Сер. 1. – 2012. – № 3. – С. 90 – 95.

**Д. С. Вазовиков**

(УО «ГТУ им. Ф. Скорины», Гомель)

### ПОСТРОЕНИЕ МАТРИЧНЫХ ГРУПП

В современной теории групп одним из способов построения новых групп являются полупрямые произведения. Но для их применения нужен некоторый запас уже известных групп. Простейшими, из которых являются группы малых порядков.

Группу  $Q = \langle A, B \mid A^4 = B^4 = E, A^2 = B^2, B^{-1}AB = A^{-1} \rangle$  называют группой кватернионов [1, с. 93].

Над полем  $Z_5$  определители матриц  $A = \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 3 \end{pmatrix}$ ,  $B = \begin{pmatrix} 0 & 4 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$  равны 1, поэтому  $A, B \in SL(2, Z_5)$ . Далее  $A^2 = B^2 = 4E$ ,  $A^4 = B^4 = E$ ,

$$A^3 = \begin{pmatrix} 3 & 0 \\ 0 & 2 \end{pmatrix}, B^3 = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 4 & 0 \end{pmatrix}.$$

Здесь  $E$  – единичная матрица. Итак,  $A$  и  $B$  – матрицы порядка 4 и  $\langle A \rangle \cap \langle B \rangle = \langle 4E \rangle \subseteq Z(SL(2, Z_5))$ . Группа, порожденная этими матрицами, будет группой кватернионов.

Полупрямое произведение  $G=[E_{5^2}]Q$  элементарной абелевой группы  $E_{5^2}$  порядка  $5^2$  с группой  $Q$  строится следующим образом. Группа  $E_{5^2}$  записывается как аддитивная группа векторного пространства  $V(2,5)$  размерности 2 над полем из 5 элементов, а элементы матричной группы  $Q$  становятся линейными преобразованиями пространства  $V(2,5)$ . Это позволяет вычислять подгруппы группы  $G=[E_{5^2}]Q$  и определять их строение. В частности, перечислить все подгруппы группы  $G$  в матричной записи.

### Литература

1 Монахов, В. С. Введение в теорию конечных групп и их классов / В. С. Монахов. – Минск: Высшая школа, 2006. – 207 с.

**М. С. Коледа**

(УО «БрГТУ», Брест)

## О КОНЕЧНЫХ ГРУППАХ С НИЛЬПОТЕНТНЫМИ ПОДГРУППАМИ

Рассматриваются только конечные группы. Используемая терминология соответствует [1].

Множество всех простых делителей порядка группы  $G$  обозначается через  $\pi(G)$ . Запись  $Y \leq X$  означает, что  $Y$  – подгруппа группы  $X$ , а  $|H|$  – число элементов в  $H$ .

Ненильпотентная группа, у которой все собственные подгруппы нильпотентны, называется группой Шмидта. Эти группы впервые рассматривались О. Ю. Шмидтом [2], который доказал их бипримарность, нормальность одной силовской подгруппы и цикличность другой. Обзор о строении групп Шмидта и их приложений в теории конечных групп имеются в [3].

Доказана следующая теорема.

**Теорема 1.** Пусть в группе  $G$  для каждой собственной подгруппы  $H$  существует нильпотентная подгруппа  $H_1$  такая, что  $|H_1|=|H|$ . Тогда либо группа  $G$  нильпотентна, либо  $|\pi(G)|=2$  и в  $G$  есть нормальная силовская подгруппа.

Группы Шмидта удовлетворяют условию теоремы 1. Следующие примеры показывают, что силовские подгруппы группы из теоремы 1 не наследуют свойства силовских подгрупп групп Шмидта. Пусть  $S_n$  – симметрическая группа степени  $n$ , а  $Z_n$  – циклическая группа порядка  $n$ .

**Пример 1.** В группе  $S_3 \times Z_2$  ненормальная силовская подгруппа не циклическая, она изоморфна  $Z_2 \times Z_2$ .

**Пример 2.** В группе  $S_3 \times Z_9$  нормальная силовская подгруппа не шмидтовского типа, она изоморфна  $Z_3 \times Z_9$ .

### Литература

1 Монахов, В. С. Введение в теорию конечных групп и их классов / В. С. Монахов. – Минск: Высшая школа, 2006. – 207 с.

2 Шмидт, О. Ю. Группы, все подгруппы которых специальные / Ю. О. Шмидт. – Мат. сб., 1924. – Т. 31. – С. 366 – 372.

**А. Г. Мельченко, А. Ф. Васильев**  
(УО «ГТУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## ВЛИЯНИЕ СВОЙСТВ ВЛОЖЕНИЯ СИЛОВСКИХ ПОДГРУПП НА СТРОЕНИЕ КОНЕЧНОЙ ГРУППЫ

Силовские подгруппы составляют основу любой конечной группы. Их свойства (строение, вложение и др.) во многих случаях помогают изучить структуру самой группы. В настоящем сообщении мы продолжаем исследования, проведенные в работах [1, 2]. Все рассматриваемые группы конечны.

**Определение 1.** Пусть  $F$  – непустая формация. Подгруппа  $H$  группы  $G$  называется:

1.  $F$ -субнормальной в  $G$ , если либо  $H = G$ , либо существует максимальная цепь подгрупп  $H = H_0 \subset H_1 \subset \dots \subset H_n = G$  такая, что  $H_i^F \subseteq H_{i-1}$  для всех  $i = 1, \dots, n$ ;

2.  $K$ - $F$ -субнормальной в  $G$ , если существует цепь подгрупп  $H = H_0 \subseteq H_1 \subseteq \dots \subseteq H_m = G$  такая, что либо подгруппа  $H_{i-1}$  нормальна в  $H_i$ , либо  $H_i^F \subseteq H_{i-1}$  для любого  $i = 1, \dots, m$ .

**Определение 2 [3].** Пусть  $F$  – непустая формация. Подгруппа  $H$  группы  $G$  называется сильно  $K$ - $F$ -субнормальной, если  $N_G(H)$  является  $F$ -субнормальной подгруппой в  $G$ .

**Теорема 1.** Пусть  $F$  – наследственная насыщенная формация. Тогда  $F$  содержит всякую группу  $G$ , у которой  $\pi(G) \subseteq \pi(F)$  каждая силовская подгруппа сильно  $K$ - $F$ -субнормальна в  $G$  в следующих случаях:

1.  $G$  дисперсивна;
2.  $G$  разрешима и её нильпотентная длина не превосходит 3;
3.  $G$  имеет абелевы силовские подгруппы.

### Литература

1 Васильев, А. Ф. О влиянии примарных  $F$ -субнормальных подгрупп на строение группы / А. Ф. Васильев // Вопросы алгебры. – 1995. – Вып. 8. – С. 31 – 39.

2 Васильева, Т. И. Конечные группы с формационно субнормальными подгруппами / Т. И. Васильева, А. И. Прокопенко // Весці НАН Беларусі. Сер. фіз.-мат. навук. – 2006. – № 3. – С. 25 – 30.

3 Васильев, А. Ф. Конечные группы с сильно  $K$ - $F$ -субнормальными силовскими подгруппами / А. Ф. Васильев // Проблемы физики, математики и техники. – 2018. – № 4 (32). – С. 66 – 71.

### В. И. Мурашко

(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## О ГРУППАХ С УСЛОВИЯМИ НА $N$ -КРИТИЧЕСКИЙ ГРАФ

Все рассматриваемые группы конечны. Используются стандартные обозначения и терминология [1, 2]. Напомним, что  $(p, q)$ -группой Шмидта называется группа Шмидта  $G$  для которой  $\pi(G) = \{p, q\}$  и которая имеет нормальную силовскую  $p$ -подгруппу;  $N$ -критическим графом  $\Gamma_{Nc}(G)$  группы  $G$  называется ориентированный граф с множеством вершин  $\pi(G)$  и  $(p, q)$  является ребром  $\Gamma_{Nc}(G)$ , если в  $G$  имеется  $(p, q)$ -подгруппа Шмидта [3]. Пусть  $\Gamma$  – ориентированный граф. Через  $\Gamma$  будем обозначать неориентированный мультиграф на множестве вершин  $V(\Gamma)$  в котором две вершины соединены стольким числом ребер, скольким они соединены в  $\Gamma$  (т. е. 0, 1 или 2).

Согласно [3, теорема 6.2(2)], если  $\Gamma_{Nc}(G)$  не имеет циклов, то группа  $G$  дисперсивна. Заметим, что на любом неориентированном

графе можно ввести ориентацию так, что получившийся ориентированный граф не будет иметь циклов. В случае, если к тому же  $\Gamma_{Nc}(G)$  не имеет циклов (является лесом), то о группе можно получить дополнительную информацию:

**Теорема.** Пусть  $\Gamma$  – ориентированный граф на  $\pi(G)$ ,  $\Gamma$  не имеет циклов и  $G$  – группа. Тогда и только тогда  $\Gamma_{Nc}(G) \subseteq \Gamma$ , когда выполняются следующие утверждения:

1.  $G$  метанильпотентна.
2. Если  $d_{\Gamma}(p, r) \geq 2$  и не существует  $q$  такого, что  $(q, p), (q, r) \in E(\Gamma)$ , то всякий  $r$ -элемент  $G$  перестановочен со всяким  $p$ -элементом  $G$ .
3. Пусть  $d_{\Gamma}(p, r) = 2$  и  $(q, p), (q, r) \in E(\Gamma)$ , Тогда  $[a, b] \in O_p(G)$ , где  $a$  и  $b$  –  $p$ -элемент и  $r$ -элемент группы  $G$ .
4. Если  $(p, q) \in E(\Gamma)$ , то всякий  $q$ -элемент группы  $G$  перестановочен со всякой силовской  $p$ -подгруппой группы  $G$ .

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта БРФФИ №Ф17PM-063.

### Литература

- 1 Шеметков, Л. А. Формации конечных групп / Л. А. Шеметков. – М.: Наука, 1978. – 272 с.
- 2 Distel, R. Graph theory (third edition) / R. Distel. – Springer-Verlag, 2005. – 423 p.
- 3 Васильев, А. Ф. Арифметические графы конечных групп / А. Ф. Васильев, В. И. Мурашко // Сиб. матем. жур. – 2019. – Т. 60, № 1. – С. 55 – 73.

**И. А. Соболев, А. Н. Скиба**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## S-ПЕРЕСТАНОВОЧНЫЕ ПОДГРУППЫ И ИХ ОБОБЩЕНИЯ

Перестановочные подгруппы являются одним из центральных понятий в теории групп. Перестановочной называется такая подгруппа, которая перестановочна с каждой подгруппой группы. Перестановочным подгруппам было посвящено много работ с момента их введения Ore [1]. Тогда они назывались квазинормальными.

**Определение 1.** Пусть  $\Theta$ -семейство подгрупп группы  $G$ . Подгруппа  $H$  группы  $G$  называется  $\Theta$ -перестановочной, если  $H$  перестановочна со всеми подгруппами  $A \in \Theta$ .

Если  $\Theta = \text{Syl}(G)$  является семейством всех силовских подгрупп группы  $G$ , то  $\Theta$ -перестановочные подгруппы группы  $G$  называются  $S$ -перестановочными подгруппами.

Свойства перестановочности и  $S$ -перестановочности применяются для описания некоторых важных классов групп.

**Теорема 1.** Для подгруппы  $H$  группы  $G$ , следующие утверждения эквивалентны:

1. Подгруппа  $H$  субнормальна в  $G$ .
2. Подгруппа  $H$  субнормальна в  $\langle H, Hg \rangle$  для всех  $g \in G$ .
3. Подгруппа  $H$  субнормальна в  $\langle H, Hg \rangle$  для всех  $g \in G$ .

**Теорема 2.** Пусть  $G$  группа. Тогда:

1. Если  $H$  является  $S$ -перестановочной подгруппой группы  $G$ , тогда фактор  $\langle H^G, H_G \rangle$  нильпотентен. В частности  $H/H_G$  содержится в подгруппе Фиттинга  $F(G/H_G)$  [2].

2. Если  $X$  подгруппа группы  $G$  и  $H$  перестановочная ( $S$ -перестановочная) подгруппа группы  $G$ , тогда пересечение  $H \cap X$  перестановочная ( $S$ -перестановочная) подгруппа группы  $X$ .

### Литература

- 1 Ore, O. Contributions in the theory of groups of finite order / O. Ore. – Duke: Math. J. – 1939. – Vol. 5. – P. 431 – 460.
- 2 Asaad, M. On permutable subgroups of finite groups / M. Asaad, A. A. Heliel // Archiv der Mathematik. – 2003. – Vol. 80, № 2. – P. 113 – 118.

**А. А. Трофимук, Е. В. Зубей**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## КОМПОЗИЦИОННЫЕ ФАКТОРЫ ГРУППЫ, В КОТОРОЙ СИЛОВСКАЯ ПОДГРУППА ПЕРЕСТАНОВОЧНА С ПОДГРУППАМИ ШМИДТА

Рассматриваются только конечные группы. Группой Шмидта называют ненильпотентную группу, все собственные подгруппы которой нильпотентны.

В работах [1, 2] исследовались группы, у которых силовская подгруппа перестановочна с подгруппами Шмидта четного порядка.

В. Н. Тютянов и П. В. Бычков [3] установили, что неабелевы композиционные факторы группы, у которой нет подгрупп Шмидта нечетного порядка, принадлежат множеству

$$\Omega = \{PSL(2, 2^n), n \geq 2; PSL(2, q), q = 2^k + 1; PSU(4, 2) \simeq PSp(4, 3); \\ PSp(4, 2^n), n \geq 2; Sz(2^{2n+1}), n \geq 1\}.$$

Доказана следующая

**Теорема.** Если некоторая силовская  $p$ -подгруппа группы  $G$  перестановочна со всеми подгруппами Шмидта нечетного порядка из  $G$ , то неабелевы композиционные факторы группы  $G$  изоморфны  $PSL(2, 7)$  или группам из множества  $\Omega$ .

### Литература

1 Монахов, В. С. О композиционных факторах конечной группы с OS-полуноормальной силовской подгруппой / В. С. Монахов, Е. В. Зубей // Труды института математики НАН Беларуси. – 2018. – Т. 26:1. – С. 90–94.

2 Монахов, В. С. О перестановочности силовских подгрупп с подгруппами Шмидта из некоторого ее добавления / В. С. Монахов, Е. В. Зубей // Труды института математики и механики УрО РАН. – 2018. – Т. 24, № 3. – С. 145–154.

3 Тютянов, В. Н. Конечные группы с нильпотентными подгруппами нечетного порядка / В. Н. Тютянов, П. В. Бычков // Проблемы физики, математики и техники. – 2018. – № 3 (36). – С. 84–86.

**А. В. Токтоналиева**

(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

### О РАЗРЕШИМОСТИ КОНЕЧНОЙ ГРУППЫ С ПОЛУНОРМАЛЬНЫМИ СИЛОВСКИМИ ПОДГРУППАМИ ИЗ 2-МАКСИМАЛЬНОЙ ПОДГРУППЫ

Рассматриваются только конечные группы. Используемая терминология соответствует [1]. Запись  $Y \leq X$  означает, что  $Y$  подгруппа

группы  $X$ . Если в группе  $X$  существует подгруппа  $U$  такая, что  $X = YU$  и  $Y$  перестановочна со всеми подгруппами из  $U$ , то  $Y$  называется полунормальной подгруппой. Подгруппа  $H$  группы  $G$  называется 2-максимальной подгруппой, если существует максимальная подгруппа  $M$  в группе  $G$  такая, что  $H \leq M$  и  $H$  максимальна в  $M$ . Группы с ограничениями на 2-максимальные подгруппы исследовались во многих работах [2, 3].

Доказана следующая теорема.

**Теорема.** Пусть  $H$  – 2-максимальная подгруппа группы  $G$ . Если каждая силовская подгруппа из  $H$  полунормальна в  $G$ , то  $G$  разрешима.

**Пример.** В неразрешимой группе  $A_5$  есть максимальная подгруппа  $M$  порядка 6. Единичная подгруппа из  $M$  будет 3-максимальной подгруппой группы  $A_5$ . Поэтому 2-максимальность в теореме нельзя ослабить до 3-максимальности.

### Литература

1 Монахов, В. С. Введение в теорию конечных групп и их классов / В. С. Монахов. – Минск.: Высшая школа, 2006. – 207 с.

2 Monakhov, V. S. Finite groups with P-subnormal subgroups / V. S. Monakhov, V. N. Kniahina // Ric. Mat. – 2013. – Vol. 62, № 1. – P. 307 – 322.

3 Kovaleva, V. A. Finite soluble groups with all  $n$ -maximal subgroups f-subnormal / V. A. Kovaleva, A. N. Skiba // J. Group Theory. – 2014. – Vol. 17, № 1. – P. 273 – 290.

**А. К. Фурс, А. Ф. Васильев**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

### КЛАССЫ КОНЕЧНЫХ ГРУПП, ОПРЕДЕЛЯЕМЫЕ СВОЙСТВАМИ МАКСИМАЛЬНЫХ ПОДГРУПП

Рассматриваются только конечные группы. Собственная подгруппа неединичной группы называется максимальной в ней, если между ней и самой группой нет подгрупп, отличных от них. Используя идеи работы [1], введем следующее

**Определение.** Пусть  $F$  и  $X$  – классы групп. Тогда  $m$ -индексом ( $m_a$ -индексом) класса  $F$  в классе  $X$  назовем наименьшее натуральное

число  $t$  такое, что  $F$  содержит всякую  $X$ -группу  $G$ , имеющую  $t$  попарно несопряженных максимальных (абнормальных максимальных) подгрупп, принадлежащих  $F$ . Обозначается  $m_X(F)$  (соответственно,  $m_X^a(F)$ ). Если такого числа нет, то  $m_X(F)=\infty$  (соответственно,  $m_X^a(F)=\infty$ ).

Если  $X$  совпадает с классом всех групп, то будем использовать обозначения  $m(F)$  и  $m^a(F)$ ; если  $X$  – класс всех разрешимых групп, то  $m_s(F)$  и  $m_s^a(F)$ .

**Теорема.** *Справедливы следующие утверждения.*

1. Для класса  $U$  всех сверхразрешимых групп верно

$$m(U) = m_s(U) = \infty, m_s^a(U) = 3.$$

2. Для класса  $wU$  – всех расширенно сверхразрешимых групп [2] верно  $m(wU) = m_s(wU) = \infty, m_s^a(wU) = 3$ .

3. Для класса  $N^2$  всех метанильпотентных групп верно  $m_s(N^2) = 4, m_s^a(N^2) = 3$ .

**Гипотеза.**  $m^a(U) = 4$ .

### Литература

1 Васильев, А. Ф. Формации и их распознавание / А. Ф. Васильев // Известия Гомельского гос. ун-та им. Ф. Скорины. – 2007. – № 2 (41). – С 23 – 29.

2 Васильев, А. Ф. О конечных группах сверхразрешимого типа / А. Ф. Васильев, Т. И. Васильева, В. Н.Тютянов // Сибирский математический журнал. – 2010. – Т. 51, № 6. – С. 1270 – 1281.

**Е. А. Цедрик, П. В. Грудинский, Н. А. Жилияк**

(УО «БГТУ», Минск)

### МЫШЛЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА ИЛИ АЛГОРИТМ МАШИНЫ

Наша работа основана на работе известного индийского математика Inder J. Taneja, в которой он представляет различные числа с помощью одной цифры и алгебраических вычислений (сумма, разность, произведение, деление, конъюнкция). При этом он использует навыки устного счета.

Например

$$925 = \frac{11111-11}{11+11} = \frac{22222-22}{22+2} = \frac{33333-33}{33+3} = \frac{44444-44}{44+4} = \frac{55555-55}{55+5} = \frac{66666-66}{66+6} =$$
$$= \frac{77777-77}{77+7} = \frac{88888-88}{88+8} = \frac{99999-99}{99+9}.$$

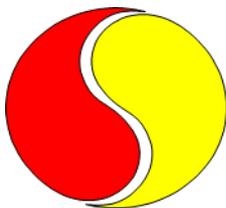
При этом он записывает нужное число в кратчайшее количество знаков.

$$29 = (1+1+1) \times (11-1) - 1 = 22 + 2 + 2 + 2 + 2 / 2 = 3 + 33 - 3 / 3 =$$
$$= 44 - 4 \times 4 + 4 / 4 = 5 \times 5 + 5 - 5 / 5 = 6 \times 6 - 6 - 6 / 6 = 77 - 7 \times 7 + 7 / 7 =$$
$$= 8 + (88 + 88 - 8) / 8 = 9 + 9 + 99 / 9.$$

Мы решили попробовать написать алгоритм, который сможет делать то же самое для всех чисел, входящих в некоторый диапазон. Этим мы хотим показать, как сложно будет компьютеру найти нужное выражение, в то время как человек, который хорошо считает устно, находит его довольно быстро. Естественно, если знать некоторые правила, которые и вывел Inder J. Taneja.

Целью данной работы является написание натуральных чисел от 0 до 1000 в условия каждой цифры 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 и 9, при этом используя как можно меньше цифр и применяя только базовые операции.

Мы заинтересовались этой темой, т. к. дальнейшим исследованием ее, является написание алгоритма, который будет находить необходимое выражение и сравнивать показатели работы человеческого мозга с показателями работы алгоритма машины. И сможем ли мы вообще написать алгоритм, который копирует мышление человека в данном аспекте?



## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ

**Т. С. Боброва, О. В. Кузнецова**  
(УО «БГУИР», Минск)

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ГРАДИЕНТА ТЕПЛОВЫХ ПОЛЕЙ ИНФРАКРАСНЫХ НАГРЕВАТЕЛЕЙ НА ПОВЕРХНОСТИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Применение инфракрасных (ИК) источников при создании паяных соединений позволяет осуществить локальный нагрев, уменьшить время нагрева ремонтируемого изделия и снизить риск повреждения электронного компонента. Моделирование процесса инфракрасного нагрева основано на методе конечных элементов [1] с применением программного комплекса SolidWorks 2012.

Для моделирования использовалась 4-слойная печатная плата (40x40мм). Заданы реальные параметры нагревателей. Исходные и граничные условия одинаковы для двух типов нагревателей. В качестве окружающей среды был принят воздух в нормальных условиях.

Анализ градиентов тепловых полей (рис. 1) показывает, что для ближневолнового ИК нагревателя КГМ 30/300, неравномерность прогрева печатной платы 34 – 36%. Нагрев сосредоточен в центре (максимум значения температуры в 200–205°C). На корпусах компонентов неравномерность температуры лежит в диапазоне: 26 – 44%.

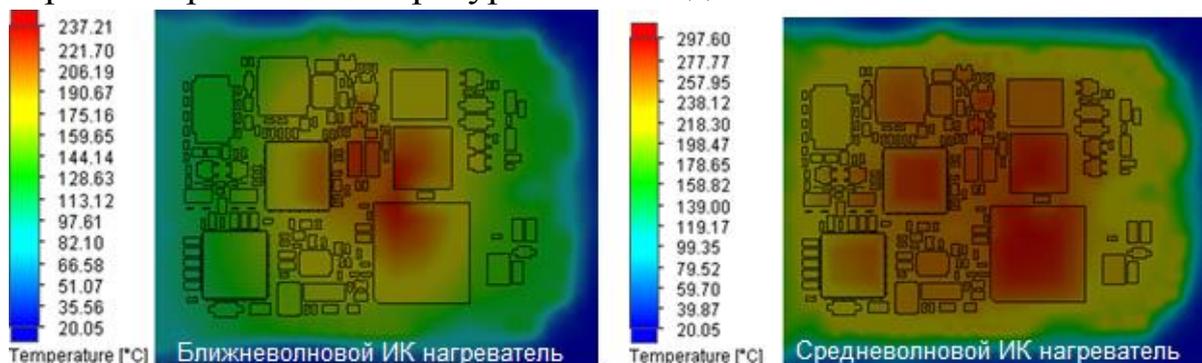


Рисунок 1 – Градиенты тепловых полей ИК нагревателей

Для средневолнового ИК нагревателя Elstein SHTS/4 неравномерность нагрева печатной платы составляет 3 – 4%, температура установленных корпусов компонентов отличается от температуры печатной платы в среднем на 20 – 32°C.

### Литература

1 Зенкевич, О. Метод конечных элементов в технике / О. Зенкевич. – М.: Мир, 1975. – 318 с.

**А. В. Богданов, А. Н. Мороз**

*(УО «Военная академия Республики Беларусь», Минск)*

## **РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ СИСТЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА В MATLAB**

Создание современных систем управления и регулирования немислимо без предварительных расчетов и моделирования, для обеспечения вышеуказанных целей создан ряд пакетов расширений MATLAB, таких как Simulink, Control System Toolbox. Умение владеть этими инструментами обязательно для научного работника и инженера, занятого в указанной области техники. В указанных пакетах системы управления моделируются своими уравнениями в фазовом пространстве или как передаточные функции различной формы, как непрерывные или дискретные системы. Допускается наличие запаздывания. Важно, что Control System Toolbox является открытой и расширяемой системой. Пользователь может включать в нее свои собственные m.- файлы. Имеется возможность совмещения этого пакета с пакетом расширения Simulink.

В качестве объекта в данной работе была выбрана модель ракеты, которая описывается системой нелинейных дифференциальных уравнений 12-го порядка [1]. Провести достаточно подробный анализ и синтез системы стабилизации для такой системы представляется сложной процедурой. Решение данной задачи осуществлялось с помощью пакета расширений Control System Toolbox с учетом двух допущений: дифференциальные уравнения, описывающие поведения ракеты должны быть линеаризованы, а коэффициенты уравнений должны полагаться квазистационарными, т. е. медленно меняющимися-

ся. В этом случае анализ динамических свойств ракеты и синтез системы стабилизации не представляет никакой сложности с помощью Control System Toolbox.

Таким образом, интерактивная система MATLAB позволяет решать различные задачи, связанные с техническими вычислениями, особенно в которых используются матрицы и вектора в несколько раз быстрее, чем при написании программ с использованием «скалярных» языков программирования, таких как Си.

### **Литература**

1 Колесников, А. А. Новые нелинейные методы управления полётом / А. А. Колесников. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. – 196 с.

**М. Ю. Бокий**

*(УО «ГТУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

## **КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛЯ РАСЧЕТА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

В настоящее время актуальной является проблема разработки эффективных алгоритмов и программного обеспечения для расчета физико-механических параметров трибологических систем. Основными инструментами, используемыми в настоящее время в трибологическом моделировании являются аналитические модели, непрерывные и дискретные механические методы, такие как методы конечных и граничных элементов, дискретная динамика дислокаций, методы множителей Лагранжа и псевдосреда.

Методы конечных и граничных элементов хорошо разработаны и способны решать большинство трибологических проблем. Метод конечных элементов более универсален и более доступен для исследователя и инженера, но является дорогостоящим в вычислительном отношении, а метод граничных элементов менее доступен и универсален, но все же способен решать большинство проблем при разумных допущениях и при очень умеренных вычислительных затратах.

Также следует отметить, что метод конечных элементов дает высокую погрешность, если при выборе размеров ячеек сетки разби-

ния переменные в пределах каждого элемента изменяются не непрерывно, а для расчета покрытий из армированных материалов должны вводиться постоянные, характеризующие материал в зависимости от основных направлений композита [1].

Разработан программный модуль для расчета напряжений, возникающих при вдавливании жёсткого шара в покрытие на основе известных упругих решений с помощью принципа Вольтерра, с использованием уравнения равновесия в цилиндрической системе координат, закона Гука и равенства Коши для деформации.

### Литература

1 Можаровский, В. В. Влияние трения между цилиндрическим индентором и покрытием из композита на параметры контакта / В. В. Можаровский // Трение и износ. – 1990. – Т. 11, № 6. – С. 1014 – 1024.

**Д. Д. Борейко, Н. А. Аксенова**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

### РАЗРАБОТКА 3D-МОДЕЛИ ДЛЯ ЛАБОРАТОРИИ CISCO

Сегодня 3D-моделирование встречается повсеместно: используется в маркетинге, дизайне, кинематографе и фотографии, промышленности, при создании компьютерных игр, а так же в медицинской визуализации. Использование 3D-технологии позволяет получить реалистичный проект задолго до его реализации.

Для реализации проекта, после съемки объекта, снятия размеров, составляется план на основе пожеланий заказчика: расположение мебели, количество и модели техники, цветовая схема и т. д. После моделируется каждый объект, для него разрабатывается материал или текстура, и помещается в сцену. Моделируется внешнее и внутреннее освещение, размещение камер и завершающим этапом идет рендеринг. Все выполняется в программе 3Ds MAX 2018 и Corona render 1.7.4. По утверждению заказчика, материал после рендера проходит постобработку Photoshop. Настраиваются реалистичные тени, освещение и цвет материалов. При желании можно сделать панораму и внедрить в ресурс до его реализации.

В настоящее время есть много компаний, желающих предоставлять услуги моделирования, как для обучения, так и в дополнение к

услугам по ремонту. В большинстве случаев заказчику отдается пара кадров с разных ракурсов, но сам проект остается вне доступа.

Качество программного продукта оценивается группой свойств, решающих, в какой степени он считается полезным заинтересованными участниками. Каждый из них может иметь отличное от других представление о продукте, о его плюсах и минусах, а так же о том, насколько высоко его качество.

Отталкиваясь от вышеописанного, обеспечение продуктного качества переходит в выяснение целевой аудитории, аспектов качества, основываясь на их представлении. И после – поиск лучшего решения, подходящего аспектам. Целевая аудитория проекта – заказчик, кафедра АСОИ. Визуализация с применением 3D-технологий предоставляет возможность дать оценку внешним показателям будущего проекта. Разработки предоставляются в виде фотореалистичной графики под разными углами.

**Т. А. Бородич, Н. А. Язубец**

*(ГУВПО «Белорусско-Российский университет», Могилёв)*

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ СХЕМ ДОСТАВКИ ПРОДУКЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ**

Закключая договоры с предприятиями, расположенными на сравнительно небольшом расстоянии от завода-изготовителя, пусть и при небольших объемах заказа, можно наладить эффективную систему сбыта продукции, путем моделирования оптимального маршрута следования груза.

К примеру, РУП «Завод газетной бумаги» г. Шклова имеет возможность смоделировать транспортную схему частичного обеспечения предприятий города офисной бумагой. Так, город располагает семью крупными предприятиями, которые постоянно закупают офисную и другие виды бумаги. При установлении потребности каждого предприятия в бумаге, может быть заключен договор о снабжении продукцией с фиксированным сроком и объемом доставки. Построение маршрута грузопотока будет заключаться в поиске минимального расстояния между пунктами. Сначала строится таблица с расстояниями между пунктами, в которой первый столбик и строчка будут представлены пунктами отгрузки. В данном случае минимальный элемент – это DC.

Алгоритм повторяется до тех пор, пока доставка не будет осуществлена во все пункты поочередно. Элементы из таблицы переносятся на карту (рис. 1).

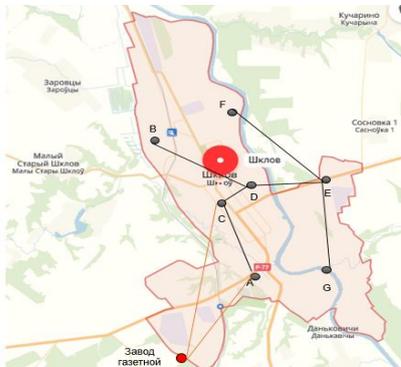


Рисунок 1 – Схема доставки продукции

В ходе проделанного оптимизационного алгоритма протяженность маршрута сократилась на 29 км и стала равной 50 км, затраты на оплату труда и топливо снизились, что доказывает эффективность моделирования транспортной системы доставки груза при снабжении продукцией выбранных предприятий города.

**М. А. Бужан**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

## **ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

В докладе демонстрируется применение методологии вероятностно-алгебраического моделирования для нахождения оптимального решения при управлении электроэнергетическими системами, функционирующими в условиях риска и неопределенности, представленными в виде графовой структуры с выделением элементов, имеющих вероятностный характер функционирования. Построение графа должно отражать условия и параметры взаимосвязей элементов  $n$ -го варианта организации электроэнергетической системы на выбранном уровне детализации.

Программный комплекс [1] находит решение с учетом оценки вероятностных характеристик отказоустойчивости каждой единицы совокупности физических элементов электроэнергетической системы и оценки рассматриваемого участка электрической сети в целом как системы. Данные по техническому оснащению сети вводятся посред-

ством диалогов. Схематическое изображение (конфигурация сети) в виде графа трехполюсника или четырехполюсника и исходная информация (число линий связи, численного состава оборудования, типы элементов с вероятностными параметрами отказоустойчивости и т. д. – вся условно постоянная информация) хранятся в базе данных.

В результате рассмотрения сети (например, с различными значениями вероятностных характеристик отказоустойчивости) определяются наиболее важные с точки зрения безопасности и надежности элементы сети. На основе полученной информации принимаются решения, например, о техническом обслуживании, необходимой замене или ремонте. Другие функциональные возможности программного комплекса позволяют построить альтернативные варианты организации сети, изучать многовариантные стратегии развития сети и планировать их изменение.

### **Литература**

1 Бужан, М. А. Аппарат оценки надёжности при проектировании электроэнергетических систем / М. А. Бужан, Ю. В. Жердецкий // Творчество молодых – 2018: сборник научных работ студентов, магистрантов и аспирантов, Гомель, 2018 г.: в 2 ч. / Гомельский государственный университет; редкол.: О. М. Демиденко [и др.]. – Гомель, 2018. – Ч. 1. – С. 185 – 189.

**Ю. И. Давидюк**  
(УО «БрГТУ», Брест)

### **РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННОЙ СЕТИ И ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА**

Смоделируем среду для поиска оптимального поведения группы агентов в реальном времени. Для управления агентами будем использовать простую нейронную сеть. Рассмотрим среду: имеются агенты в поиске добычи. С помощью сенсоров агенты получают информацию. Задача агентов за минимальное время собрать максимальное количество добычи.

Характеристики среды: ширина, высота, количество агентов, количество добычи. Рассмотрим случай, когда среда является замкнутой, т. е. за границы среды у агентов нет возможность выйти. Характеристики до-

бычи: координаты положения в среде  $(x, y)$ . Характеристики агента: координаты положения в среде  $(x, y)$ , вектор направления, скорость движения.

Сенсоры агентов обрабатывают следующие показатели: сигнал о наличии добычи поблизости, расстояние до добычи, косинус угла между вектором направления агента и вектором, направленным на добычу, сигнал о наличии конкурирующих агентов рядом.

Агент взаимодействует со средой путем изменения собственного положения и направления. На вход распределительного слоя НС подаются показатели сенсоров, а на выходе получаем значение угла поворота, а также значение изменения скорости движения агента.

Для удобства обучения с помощью генетического алгоритма, НС представляем в линейном виде. Все её параметры запишем в одномерный массив. К параметрам относятся весовые коэффициенты, пороговые значения, функция активации. Над хромосомами производим операции скрещивания и мутации.

В результате обучения НС достаточно часто начинает менять поведения агента таким образом, что агент оглядывается по сторонам. Такое естественное поведение является эффективным, поскольку всегда есть вероятность появления добычи ближе, чем текущая цель агента.

### **Литература**

1 Рассел, Ст. Искусственный интеллект. Современный подход / Ст. Рассел, П. Норвиг. – М.: И. Д.Вильямс, 2017. – 1408 с.

**И. А. Дегтярик**

(УО «БрГТУ», Брест)

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ «ЭФФЕКТА МПЕМБЫ»**

То, что горячая вода остывает быстрее, упоминали в своё время Аристотель, Френсис Бэкон и Рене Декарт, однако лишь в 1963 году танзанийский школьник Эрасто Мпемба установил, что горячая смесь мороженого замерзает быстрее, чем холодная. Будучи учеником Магамбинской средней школы в Танзании, Эрасто Мпемба делал практическую работу по поварскому делу. Ему нужно было изготовить самодельное мороженое. Опасаясь, что не успеет к концу урока, он поставил в холодильник еще горячее молоко. К его удивлению, оно замерз-

ло даже раньше, чем молоко его товарищей, предварительно охлаждённое до комнатной температуры. Феномен описанный выше получил название «эффекта Мпембы» [1]. Одним из объяснений данного эффекта является наличие снежной подкладки в морозильной камере холодильника. Контейнер с горячим молоком плавит под собой снег, улучшая тем самым тепловой контакт со стенкой морозильника.

При помощи среды моделирования COMSOL Multiphysics 5.2a, предназначенной для решения научных и технических проблем, основанных на дифференциальных уравнениях в частных производных, нами была предпринята попытка проверить это объяснение.

Результатом работы модели стало определение времени остывания молока от температуры  $308^{\circ}\text{K}$  до температуры  $273^{\circ}\text{K}$  и от температуры  $373^{\circ}\text{K}$  до температуры  $273^{\circ}\text{K}$ . Время остывания молока в первом случае составило 11300 секунд, а во втором – 15300 секунд.

На основании проведённого моделирования можно сказать, что проверяемая гипотеза не подтвердилась, так как время остывания горячего молока больше времени остывания холодного. Однако скорость остывания горячего молока выше скорости остывания холодного.

### Литература

1 Мпемба, Е. В. Cool / Е. В. Мпемба, D. G. Osborne // Physics Education. – Institute of Physics, 1969. – Т. 4, № 3. – С. 172 – 175.

**Е. А. Драенкова**

(УО «ГТУ им. Ф. Скорины», Гомель)

### МОДЕЛИРОВАНИЯ КОНКУРЕНЦИИ В БАНКОВСКОМ СЕКТОРЕ

Конкуренция в банковской сфере во многом определяет эффективную деятельность экономики в целом и способствует экономическому росту страны. В мировой практике для моделирования конкуренции в банковской системе обычно используются модель Bresnahan [1] и модель Panzar-Rosse [2]. Согласно модели Bresnahan, банкир стремится максимизировать свою прибыль  $\pi_i$  с учетом действия конкурентов

$$\pi_i = q_i p_i - C_i(q_i, w_i) \rightarrow \max .$$

После спецификации модели и оценки функции издержек и спроса на услуги каждого банка, определяется показатель  $\lambda$ , характеризующий тип конкурентного взаимодействия банков. Здесь  $q_i$  – количество предлагаемых услуг  $i$  банком;  $p_i$  – цена услуги, предлагаемой  $i$  банком;  $C_i$  – функция издержек  $i$  банка;  $w_i$  – цена на факторы производства предлагаемых услуг  $i$  банком,  $i = 1, 2, \dots, n$ ,  $n$  – количество банков в стране.

Модель Panzar-Rosse предполагает наличие свободного рынка банковских услуг и продуктов, на котором банки могут изменять свои издержки путем изменения цены на свои услуги в условиях долгосрочного равновесия:

$$\ln R_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \sum_{j=1}^J \ln w_{jit} + \alpha_2 \sum_{k=1}^K \ln X_{kit} + \alpha_3 \sum_{n=1}^N \ln Z_{nt} + \xi,$$

где  $\alpha$  – параметр, отражающий фиксированные эффекты;  $R_{it}$  – доход  $i$  банка в момент  $t$ ;  $w_i$  – цены на ресурсы;  $X_k$  – переменные, которые влияют на доходы и расходы банка;  $Z_n$  – макропоказатели, влияющие на банковскую систему в целом;  $\xi$  – случайная ошибка.

### Литература

1 Bresnahan, T. F. The oligopoly solution concept is identified / T. F. Bresnahan // Economics Letters 10. – 1982. – P. 87 – 92.

2 Panzar, J. C. Testing for monopoly equilibrium / J. C. Panzar, J. N. Rosse // Journal of Industrial Economics. – 1987. – Vol. 35, № 4. – P. 443 – 456.

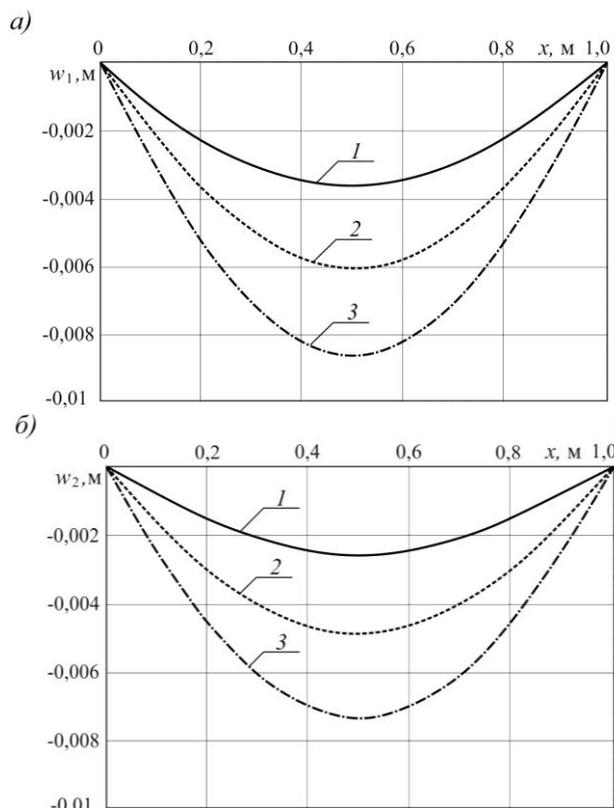
**А. С. Зеленая**

(УО «БелГУТ», Гомель)

### **ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПРОГИБЫ НЕСУЩИХ СЛОЕВ ТРЕХСЛОЙНОЙ ПРЯМОУГОЛЬНОЙ ПЛАСТИНЫ СО СЖИМАЕМЫМ ЗАПОЛНИТЕЛЕМ**

Ранее в [1] уже было исследовано влияние температуры на напряженно-деформированное состояние трехслойного стержня. Здесь рассмотрено влияние температуры на прогибы несущих слоев трехслойной прямоугольной пластины со сжимаемым наполнителем.

Размеры пластины:  $l_x = 1$  м,  $l_y = 1$  м,  $h_1 = 0,04$  м,  $h_2 = 0,02$  м,  $h_3 = 0,4$  м. Нагрузка с интенсивностью  $q = -2$  МПа. Граничные условия – шарнирное опирание. В качестве материалов слоев принимались Д16Т-фторопласт-Д16Т. Рассмотрим влияние температуры на прогибы несущих слоев, которые представлены на рисунке 1: *a* – первый несущий слой, *б* – второй несущий слой.



1 –  $T_1 = 293$  К, 2 –  $T_1 = 343$  К, 3 –  $T_3 = 393$  К.

Рисунок 1 – Прогибы несущих слоев пластины

Можно отметить, что температурное воздействие на пластину приводит к увеличению максимальных прогибов обоих несущих слоев. Нагревание пластины на 50 К приводит к увеличению прогиба первого несущего слоя на 37%, второго – на 50%. При увеличении температуры до 100 К прогиб первого несущего слоя возрастает ещё на 30%, второго на – 51%. Это объясняется тепловым объемным деформированием, а также уменьшением модулей упругости материалов.

### Литература

1. Старовойтов, Э. И. Влияние теплового потока на напряженное состояние трехслойного стержня / Э. И. Старовойтов, Д. В. Леоненко // Инженерно-физический журнал. – 2019. – Т. 92, №1. – С. 64–76.

**В. О. Исаев, И. А. Дубовик, П. В. Бойкачев**  
(УО «Военная академия Республики Беларусь», Минск)

## **ПРОБЛЕМА ИЗМЕНЕНИЯ ИМПЕДАНСА АНТЕННЫХ УСТРОЙСТВ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ РАДИОСТАНЦИЙ ОВЧ/УВЧ ДИАПАЗОНОВ**

В настоящее время у подавляющего числа антенных устройств (АУ), обеспечивающих работу станций радиосвязи (ОВЧ/УВЧ диапазонов), входное сопротивление (импеданс) восприимчиво к изменению частоты и условиям, в которых данное АУ эксплуатируется.

В большинстве случаев, при проектировании широкополосных согласующих устройств, учитывается зависимость импеданса АУ от частоты в определенных (фиксированных) климатических и эксплуатационных условиях. Таким образом, нередко, при реализации СУ не учитывается непостоянство импеданса АУ из-за изменения условий эксплуатации, особенно на подвижных объектах. Известно, что изменение импеданса влияет на уровень коэффициента передачи по мощности (КПМ) [1], из-за чего, при эксплуатации радиостанций ОВЧ/УВЧ диапазонов, нередко возникают ситуации, при которых радиостанции не способны обеспечить подразделение устойчивой радиосвязью, особенно это проявляется в городских условиях (рис. 1).

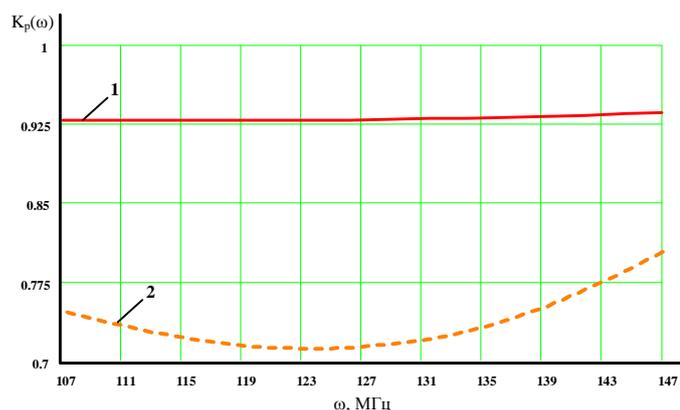


Рисунок 1 – Зависимость КПМ антенны AD-44/CW-TA-30-512 в рабочем диапазоне частот:

1 – в экранизированной безэховой камере; 2 – в помещении

Таким образом, возникает необходимость в оценке проблемы изменения импеданса АУ и предложении ее решения.

### Литература

1 Филипович, Г. А. Широкополосное согласование сопротивлений / Г. А. Филипович. – Минск: ВАРБ, 2004. – 175 с.

**Е. Н. Казлов, С. Н. Сокол**

(УО «Военная академия Республики Беларусь», Минск)

## О ДОСТОВЕРНОСТИ РАСЧЕТОВ ПАКЕТОМ XFLR5

Математическое моделирование стало основным способом оценки аэродинамических характеристик беспилотных летательных аппаратов (БЛА), достаточно активно разрабатываемых в последнее время в Республике Беларусь. На этапе эскизно-технического проектирования сеточным методам расчета альтернативу могут составить менее затратные и более доступные панельные методы, основанные на теореме Н. Е. Жуковского о подъемной силе крыла.

В открытом пакете XFLR5 реализованы три таких метода: метод несущей линии, метод вихревой решетки и 3D-панельный метод. Пакет исследован на предмет его применимости в качестве инженерного средства оценки аэродинамических характеристик объектов. Проанализированы заложенные в нем методы расчета и допущения, принятые при численном моделировании, оценены возможные систематические ошибки для каждого из методов.

Оценка точности расчета аэродинамики крыла в целом пакетом XFLR5 проведена для каждого из указанных методов, при этом использованы известные результаты продувок модельных прямоугольных крыльев [1]. Проведены систематические исследования влияния на точность каждого из расчетных методов частоты решетки вихревой модели крыла, подробности описания профиля крыла, кривизны профиля.

Особое внимание было обращено на точность оценки аэродинамических характеристик профиля крыла при докритических числах Рейнольдса, характерных для несущих поверхностей современных малоразмерных и малоскоростных БЛА. В отдельных случаях при числах Рейнольдса 60 000...200 000 отмечено заметное расхождение расчетных и экспериментальных данных.

Выявлены области, в которых пакет XFLR5 доказал свою функциональность. На основе полученных результатов выработаны реко-

мендации по применению данного пакета для расчета крыльев и малоразмерных БЛА.

### Литература

1 Кравец, А. С. Характеристики авиационных профилей / А. С. Кравец. – М.: Оборонгиз, 1939. – 332 с.

**Е. Ю. Киклевич**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

## **ОДИН ИЗ ПОДХОДОВ К ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСЧЕТА НАДЕЖНОСТИ СТРУКТУРНО-СЛОЖНЫХ СЕТЕВЫХ СТРУКТУР**

Выделим следующие основные тенденции теории надежности: разработка моделей и методов исследования надежности систем; подборка исходных данных для моделей; контроль надежности систем при помощи испытаний и эксплуатации; автоматизация анализа надежности. Очевидно, что в полном объеме задачи моделирования структурно-сложных систем могут быть решены только посредством автоматизации. На расчеты необходимые для анализа надежности сложных систем зачастую требуется много времени и вычислительных ресурсов. Именно поэтому очень важен вопрос оптимизации вычислительных процессов.

Особенно это актуально для вычисления показателей надёжности структурно-сложных систем большой размерности [1], для которых существуют ограничения на размер графа при оценке их вероятностных характеристик.

В качестве инструмента для повышения эффективности расчёта показателей надежности структурно-сложных систем большой размерности предлагается использовать Open Source библиотеку TensorFlow (TF). TF предоставляет возможность достаточно просто параллельно использовать несколько ядер, а также имеет поддержку асинхронных вычислений. При работе с TF всё выстраивается вокруг построения и вычисления графа вычислений. Граф вычислений представляет из себя конструкцию, которая включает в себя описание того, каким образом будут проводиться вычисления. Данные в TF опи-

сываются в виде тензоров. Тензор представляет собой многомерный массив данных с переменным размером. Также в TF имеется свой модуль визуализации созданной модели.

### Литература

1 Методика расчёта эффективности организации транспортной системы, функционирующей в условиях воздействия случайных факторов / Е. И. Сукач [и др.] // Известия Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины. Сер.: Естественные науки. – 2017. – № 3 (102). – С. 88 – 91.

**И. А. Кирченко**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

## РАВНОВЕСИЕ НЭША НА ПРИМЕРЕ КАРТЫ GOLBLIN GAME ИЗ КАРТОЧНОЙ ИГРЫ MAGIC: THE GATHERING

Magic: The Gathering – это коллекционная карточная игра, рассчитанная на одновременное противостояние от 2-х до 4-х игроков.

В MTG каждый игрок начинает с 20 «очками жизни», которые могут увеличиваться или уменьшаться. Игрок, очки которого опустились до 0, проигрывает, и цель игры – пережить всех остальных. В MTG есть множество необычных карт, и одна из них – Goblin Game.

Вот что происходит, когда игрок разыгрывает эту карту:

«Каждый игрок прячет хотя бы один предмет, а затем все игроки раскрывают их одновременно. Каждый игрок теряет очки жизни, равные количеству предметов, которые он или она раскрыли. Игрок (или игроки), раскрывший наименьшее количество своих предметов, теряет половину своих очков жизни».

Представим, что у двух игроков по 6 очков жизни. Каждый игрок имеет выбор – спрятать от 1 до 6 предметов. При проигрыше вы потеряете 3 очка жизни, что автоматически лишает смысла прятать от 3 до 6 предметов. Таким образом, мы можем свести игру к ситуации, когда каждый игрок прячет 1 или 2 предмета. Получаем матрицу:

$$S = \begin{pmatrix} (-3; -3) & (-3; -2) \\ (-2; -3) & (-3; -3) \end{pmatrix}.$$

Если ваш оппонент выбирает  $S_{11}$ , то вы хотите выбрать  $S_{21}$ , либо  $S_{12}$ . Если ваш противник выберет  $S_{21}$  либо  $S_{12}$ , то не имеет значения, что вы делаете: вы потеряете 3 очка. Стратегия оппонентов будет аналогична.

В данном случае можно явно идентифицировать равновесие Нэша – ни один участник не может увеличить выигрыш, изменив свою стратегию, если другие участники своих стратегий не меняют. Стратегии  $(S_{11}, S_{ij})$ ,  $(S_{ij}, S_{11})$ , где  $i \neq j$  и  $(S_{22}, S_{22})$  являются равновесиями по Нэшу [1].

### Литература

1 Захаров, А. В. Теория игр в общественных науках: учебник для вузов / А. В. Захаров. – М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2015. – 304 с.

**Д. А. Корсун**

*(УО «Военная академия Республики Беларусь», Минск)*

### **ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ БЛОКОВ АВИАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Надежность электрорадиоэлементов (ЭРЭ) печатных плат (ПП) блоков авиационного оборудования (АО) закладывается на этапе проектирования и поддерживается в период эксплуатации летательных аппаратов (ЛА). За время эксплуатации блоки подвержены воздействию огромного количества внешних факторов. При разработке ПП блоков АО ЛА 3-го поколения сложно было смоделировать комплексное воздействие всех факторов, влияющих на надежность плат, без использования соответствующих программных средств моделирования. В связи с этим в ПП имеются ЭРЭ наиболее подверженные отказам. Определение менее надежных ЭРЭ позволит составить таблицу неисправностей и определить характерные им амплитудно-частотные характеристики (АЧХ), что упростит поиск места отказа. Выявить ЭРЭ, наиболее зависящие от воздействия внешних факторов, возможно используя систему компьютерного моделирования АСО-НИКА, которая позволяет предугадывать и сокращать отказы на этапе

проектирования [1]. С помощью данной системы были смоделированы условия эксплуатации блока БИ-2И системы сигнализации о пожаре на борту ЛА, отказы которого часто приводят к АИ (так за 10 лет произошло 43 отказа, 18 из них привели к АИ). Определены показатели безотказности и долговечности ЭРЭ, входящих в состав ПП. В результате анализа были определены менее надежные ЭРЭ (транзистор V5 типа 2Т326АОС, диод V3 типа 2Д102АОС, стабилитрон V8 типа 2С175ЖОС) и построены АЧХ исправных ПП и ПП с рассматриваемыми отказами. Это в свою очередь позволяет повысить контролепригодность ПП блоков АО за счет автоматизированного определения наиболее вероятных мест отказов ПП блоков АО в процессе эксплуатации.

### Литература

1 Шалумов, А. С. Автоматизированная система АСОНИКА для моделирования физических процессов в радиоэлектронных средствах с учетом внешних воздействий / А. С. Шалумов. – М.: Радиотехника, 2013. – 424 с.

**В. В. Кудерко, С. Т. Сидоренко**

*(УО «Военная академия Республики Беларусь», Минск)*

### **ОПТИМИЗАЦИЯ ШЛЕЙФОВЫХ НАГРУЗОК ДВУХДИАПАЗОННОЙ ДИРЕКТОРНОЙ АНТЕННЫ ЧИСЛЕННЫМИ МЕТОДАМИ**

В [1] предложена конструкция двухдиапазонной директорной антенны, в которой устраняется взаимное влияние элементов антенн смежных диапазонов. Элементы антенн, не работающие в определённый момент времени, переводятся в режим наименьшей видимости (НВ) подключением нагрузок, рассчитываемых методом S-матрицы [2].

Исследованы варианты технической реализации нагрузок в виде короткозамкнутых (КЗ) и разомкнутых шлейфов (ХХ) двухпроводной линии, обеспечивающих режим НВ элементов антенны смежного диапазона, не работающих в соответствующий момент времени для обеспечения двухдиапазонного режима работы директорной антенны. Рассчитанные размеры шлейфов оптимизированы численными методами.

Численным моделированием и натурным экспериментом исследованы различные варианты технической реализации шлейфов. Определён оптимальный вариант и подтверждена его эффективность.

Установлено, что:

- наилучшие результаты даёт применение КЗ шлейфа по сравнению со шлейфом в режиме ХХ, так как КЗ шлейф имеет меньшую длину и соответственно меньшую дисперсию входного сопротивления;
- оптимально применение КЗ шлейфа шириной  $0,048\lambda$ .

### Литература

1 Сидоренко, С. Т. Конструктивный синтез двухдиапазонной директорной антенны методом S-матрицы / С. Т. Сидоренко, В. В. Кудерко, С. С. Врублевский // Вестник Военной академии Республики Беларусь. – 2017. – № 2 (55). – С. 79 – 86.

2 Сидоренко, С. Т. Анализ рассеивающих свойств тонких вибраторных антенн / С. Т. Сидоренко // Вести Нац. Академии Наук Беларуси. Сер. физ.-техн. наук. – 2004. – № 1. – С. 66 – 72.

**О. В. Кузнецова, Т. С. Боброва**

*(УО «БГУИР», Минск)*

### **ВЫДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ОБЪЕКТОВ НА ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ**

Решение научных и диагностических проблем при работе с визуальной информацией требует знания определенных методов формирования, регистрации, цифровой обработки и анализа изображений. В особой мере это необходимо при использовании новых типов информационных систем, решающих проблемы извлечения признаков [1].

Одним из наиболее удобных инструментов для решения подобных задач являются искусственные нейронные сети – исключительно мощный метод моделирования, воспроизводящий чрезвычайно сложные зависимости. Отличительная особенность нейронных сетей заключается в их способности обучаться на основе неорганизованных экспериментальных данных.

В качестве входных данных выступает цифровое изображение. Так как в задаче выделения границ форма искомой области заранее не известна, то обучение должно производиться «без учителя».

Такое обучение моделируется в конкурентных сетях. Т. е. в обучающем наборе для объектов не известны верные выходные реакции. Одним из типов сетей, основанных на самообучении, являются самоорганизующиеся карты Кохонена.

Обучение сети Кохонена происходит методом последовательных приближений. Начинается обучение со случайным образом определенным выходным расположением центра искомой границы области. В процессе обучения сети на вход подаются данные, но сеть при этом подстраивается не под «идеальное» значение выхода, а под зависимости во входных данных.

Таким образом, процесс обучения нейронной сети Кохонена основан не на минимизации ошибки выхода, как если бы был задан образец для сравнения, который требуется обнаружить, а в настройке весов (внутренних атрибутов сети) для наибольшего совпадения с входными данными, что позволяет получить необходимый контур.

### **Литература**

1 Богданов, А. К. Практические применения современных методов анализа изображений / А. К. Богданов. – М.: РУДН, 2016. – С. 73 – 79.

**А. И. Лаппо, Т. С. Боброва**

*(УО «БГУИР», Минск)*

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНО-ВРЕМЕННЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ ИСТОЧНИКОВ ИНФРАКРАСНОГО НАГРЕВА ДЛЯ МОНТАЖА SMD КОМПОНЕНТОВ**

Моделирование процесса инфракрасного нагрева основано на методе конечных элементов [1] с применением программного комплекса SolidWorks 2012.

Для моделирования использовалась 4-слойная печатная плата (40x40мм), с установленными компонентами в корпусах SMD – 0805, 1206, 1210; параметры реальных ИК нагревателей: галогенная лампа КГМ 30/300 (ближняя ИК область), и керамический нагреватель типа SHTS/4 фирмы Elstein (средняя ИК область), приняты одинаковые исходные и граничные условия для двух типов нагревателей; расстояние от нагревателя до платы изменялось от 10 до 40 мм. В качестве окружающей среды был принят воздух в нормальных условиях.

По полученным в результате моделирования температурно-временным зависимостям (рис. 1) видно, что с увеличением расстояния до платы скорость нагрева снижается в 2 раза на каждые 10 мм для ближневолновых нагревателей и в 1,5 раза для средневолновых.

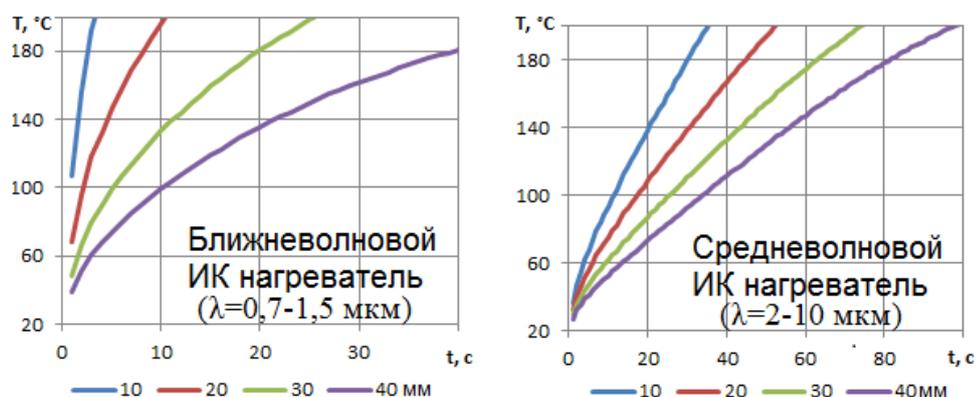


Рисунок 1 – Температурно-временные зависимости ИК нагрева

Анализ полученных данных показывает, что скорость нагрева для нагревателей ближневолнового ИК спектра на 71 – 74% больше чем средневолнового, что позволяет использовать их как основной нагревательный элемент для SMD монтажа в автоматизированных производственных линиях с высокой производительностью.

### Литература

1 Прахт, В. А. Моделирование тепловых и электромагнитных процессов в электротехнических установках / В. А. Прахт. – М.: ФОРУМ ИНФРА-М, 2005. – 560 с.

**А. Т. Лисовский**

(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)

### ТЕОРЕМА CAP В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ХРАНИЛИЩАХ ДАННЫХ

Распределенные хранилища данных наиболее широко знакомы как распределенные базы данных. Большинство распределенных баз данных – это не реляционные базы данных NoSQL, ограниченные семантикой ключ-значение. Они обеспечивают невероятную производительность и масштабируемость за счет консистенции или доступности данных. Распределенное хранилище данных сложно описать без предварительного представления теоремы CAP.

**Теорема CAP** (известная также как **теорема Брюера**) утверждает, что в любой реализации распределённых баз данных возможно обеспечить не более двух из трёх следующих свойств:

*согласованность данных* (англ. *consistency*) – во всех вычислительных узлах в один момент времени данные не противоречат друг другу;

*доступность* (англ. *availability*) – любой запрос к распределённому хранилищу завершается корректным откликом, однако без гарантии, что ответы всех узлов системы совпадают;

*устойчивость к разделению* (англ. *partition tolerance*) – расщепление системы на несколько изолированных секций не приводит к некорректности отклика от каждой из секций [1].

Практика показывает, что большинство приложений больше ценят доступность. Приложениям не всегда нужна сильная согласованность данных, а также доступность может стать причиной несвоевременной синхронизации данных из-за задержек сети, что может привести к несогласованности данных. Примером распределенной базы данных является Cassandra. Она является распределенной NoSQL базой данных, которая предпочитает свойства AP из теоремы CAP.

### Литература

1 Brewer, E. A. A Certain Freedom: Thoughts on the CAP Theorem / E. A. Brewer // Proceeding of the XXIX ACM SIGACT-SIGOPS symposium on Principles of distributed computing. – N. Y.: ACM, 2010. – Vol. 29, № 1. – P. 335 – 336.

**А. В. Лопухов, О. В. Сидорович**

(УО «Военная академия Республики Беларусь», Минск)

### МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНОЙ МОДЕЛИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ДВИЖЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

В настоящее время большое внимание уделяется теории и практике автоматического управления сложными нелинейными объектами пространственного движения летательных аппаратов (ЛА).

Полет ЛА осуществляется на больших скоростях, высотах, при условиях сложного рельефа местности, в сочетании со сверхманевренностью. Классические методы синтеза, которые в основном нацелены

на применение процедуры линеаризации и осуществления косвенной связи между каналами управления не способны решить проблему пространственного управления такого сложного объекта как ЛА, так как они не решают проблему нелинейности и не используют полную математическую модель управления пространственным движением.

Один из способов решения такого рода задач возлагается на синергетическую теорию управления (СТУ), а именно метод аналитического конструирования агрегированных регуляторов (АКАР) [1]. Суть данного метода заключается в принципе расширения и сжатия фазового пространства, т. е. добавлении стольких степеней свободы, сколько необходимо для реализации цели управления, а затем уменьшать их оставляя только те, которые определяют технологическую задачу пространственного движения. Цель СТУ – направить объект управления вдоль инвариантных многообразий, которые могут быть построены в виде линии, двигаясь вдоль нее пока ЛА не достигнет аттрактора. Аттрактор – цель управления.

Таким образом, применение метода АКАР для нелинейного объекта способно: обеспечить желаемую ориентацию и положение центра масс ЛА в пространстве; обеспечить устойчивость ЛА; реализовать поставленные цели управления и минимизировать требуемые перегрузки; адаптироваться к изменению внутренних параметров и действию внешних возмущающих факторов.

### **Литература**

1 Колесников, А. А. Новые нелинейные методы управления полетом / А. А. Колесников. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. – 61 с.

**Б. А. Лях, Д. В. Морозов**

*(УО «Военная академия Республики Беларусь», Минск)*

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ РАДИОМОНИТОРИНГА КВ-ДИАПАЗОНА**

Разработчики систем связи признают в настоящее время, что коротковолновой радиоканал является средством решения проблем дальней связи. Это обусловлено в первую очередь тем, что КВ радиосвязь обеспечивает связь там, где другие платформы – спутниковая, радиорелейная и сотовая связь – недоступны из-за чрезмерно высокой

стоимости, труднодоступного географического положения, недостаточно развитой инфраструктуры или вследствие природных, или антропогенных катастроф. Бурное развитие вычислительной техники и микроэлектроники стимулировало успехи в развитии технологии коротковолновой связи, особенно модемной технологии за рубежом [1].

В настоящее время существует большое количество работ, статей и экспериментальных исследований, посвященных изучению процесса организации радиосвязи в КВ диапазоне, включающего этапы формирования, передачи и приема сообщения, а также среды распространения радиоволн.

Однако, для систем радиомониторинга КВ-диапазона использовать математические модели и методики оценки эффективности в полном объеме не представляется возможным по следующим причинам: во-первых, как правило пункты радиомониторинга находятся на значительном удалении от каналов радиосвязи и выполняют роль стороннего наблюдателя, соответственно пути распространения радиоволн отличаются, а передаваемые сообщения при этом подвергаются различными искажениями; во-вторых, корреспонденты в наблюдаемых радиосетях используют направленные антенны, а при ошибочном приеме сообщений автоматически осуществляется повторная их передача.

Таким образом, актуальной являются задачи разработки алгоритмов работы и математических моделей систем радиомониторинга КВ-диапазона.

### **Литература**

1 Кулаков, Д. С. Современные технологии автоматического составления канала авиационной ДКМВ радиосвязи / Д. С. Кулаков // ФГУП НПП «Полет» [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <http://bsfp.iszf.irk.ru>. – Дата доступа: 16.01.2019.

**М. С. Мельниченко**

*(УО «ГГТУ им. П. О. Сухого» Гомель)*

### **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОСИСТЕМ С LS-РЕГУЛИРОВАНИЕМ**

Одним из характерных примеров прогресса в развитии гидравлики является внедрение принципа адаптации к нагрузке (load sensing) [1].

При разработке систем с данным принципом адаптации к нагрузке часто возникают трудности, которых можно избежать используя программы моделирования. Одной из таких программ является Amesim разработчиков Siemens PLM Software [2].

Целью данной работы является приобретение навыков построения математической модели гидравлической системы с LS-регулированием с использованием программы Amesim. В данной программе была построена гидросистема с LS-управлением (рис.1).

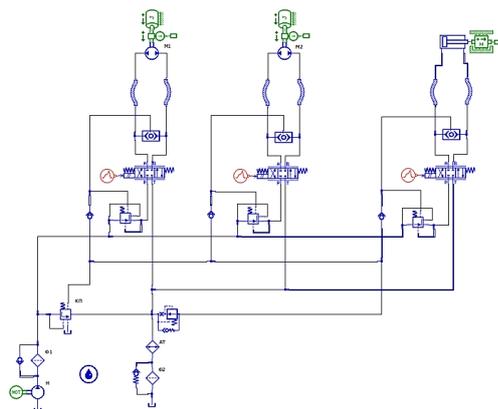


Рисунок 1 – Вид моделируемой гидросистемы в программе Amesim

Задавая известные входные параметры можно определять выходные параметры, которые требуются в процессе разработки.

Таким образом, применяя данную программу, можно значительно ускорить процесс разработки гидропривода, избежать экономических потерь и улучшить качество разработки.

### Литература

1 Гинзбург, А. А. Дроссельное регулирование в гидросистемах и адаптация гидропривода к нагрузке (LS-принцип): курс лекций для студентов специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» / А. А. Гинзбург. – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2007. – 77 с.

2 SIMENS [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <https://www.plm.automation.siemens.com/country/ru-ru/>. – Дата обращения: 22.02.2019.

**Н. Н. Неборская**

(УО «Военная академия Республики Беларусь», Минск)

## **ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ АЭРОЗОЛЬНОГО ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ОПТИЧЕСКИМ СРЕДСТВАМ РАЗВЕДКИ ПРОТИВНИКА**

Развитие оптических средств разведки противника актуализирует задачу эффективного применения аэрозольных средств маскировки.

Данная задача может быть решена на основе применения математической модели аэрозольного противодействия оптическим средствам разведки противника с учетом расположения средств аэрозольной маскировки и их характеристик, а также метеорологической информации. Это позволит с большой точностью выполнить имитацию средств аэрозольного противодействия.

При разработке математической модели был введен ряд допущений, которые упрощают математическую формализацию моделируемого процесса, но не искажают его сущности:

процесс формирования и распространения аэрозольного облака в пространстве рассматривается в дискретные моменты времени с интервалом  $\Delta t$ ;

без учета рельефа местности анализируемая область пространства, в которой моделируются процессы формирования и распространения аэрозольного облака, представляется фигурой, имеющей форму параллелепипеда, разбитой на  $Q$  элементов разрешения, имеющих форму куба. Размеры элементов разрешения  $l \times l \times l$ . В пределах куба концентрация аэрозоля принимается постоянной. При этом с уменьшением размера элемента разрешения возрастает вычислительная сложность поставленной задачи, но в тоже время увеличивается точность ее решения;

примем скорость распространения аэрозоля в пределах интервала времени  $\Delta t$  постоянной;

каждый элемент разрешения характеризуется следующими параметрами: координатами в области моделирования; концентрацией аэрозоля и пороговым значением; направлением и скоростью ветра.

Результаты моделирования позволят сформулировать методику эффективного использования средств аэрозольного противодействия.

**А. А. Новик**

(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)

## **КОГНИТИВНЫЙ ПОДХОД В УПРАВЛЕНИИ**

Практический когнитивный подход уместен для применения в любой организации, которая ставит управленческие цели для достижения большей эффективности в своей деятельности. Таким образом, практическими задачами в организации могут выступать как экономические, технические, технологические, так и психологические, социально-психологические проблемы.

Практически, такой подход был применён в определении направления повышения эффективности отдела по работе с персоналом. Была определена группа взаимосвязанных концептов, которым присваивались весовые значения в промежутке  $(-1;1)$  и один целевой концепт.

В ходе построения и анализа когнитивной карты, результаты построения альтернативных сценариев автоматизируются в Microsoft Excel. Выдвигается гипотеза. Например, в задаче с повышением эффективности отдела по работе с персоналом была предложена следующая гипотеза: пусть специалист комплектует штат на 10% интенсивнее, получает денежную компенсацию в размере 20% , вместе с этим у него сохраняется 10% времени свободного. Тогда фактическое изменение концептов в построенных смежных матрицах весов оптимизируется в Microsoft Excel с учетом влияния этой гипотезы.

В результате оптимизации, было выявлено, что эффективность отдела повышается при увеличении интенсивности работы и денежной мотивации специалиста. Проанализировав когнитивную карту, можно сформулировать требования по оптимизации работы отдела и построить вероятностные сценарии работы.

Выявление возможных вариантов развития вырабатывает предположения оптимальной стратегии управления для достижения желаемого результата. Для этого из множества возможных сценариев выбирается оптимальный.

Таким образом, когнитивный подход помогает структурировать знания и всесторонне исследовать аспекты функционирования сложной системы, служит для снижения человеческого фактора принятия решений, помогает осветить аспекты, которые были не замечены исследователем.

**Е. А. Попенко**

(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕРВИСА ДЛЯ ЗАДАЧ КОРРЕКТИРОВКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ С НИЗКИМ ОСВЕЩЕНИЕМ**

Целью работы является спроектировать сервис для задач коррективы изображений с низким освещением. Благодаря использованию сервиса для задач коррективы изображений с низким освещением будет решено ряд проблем во многих сферах деятельности.

Рассмотрим несколько существующих методов для обработки изображений с низким освещением. Шумоподавление изображения является хорошо развитым методом в изображениях с низким освещением. Существует много подходов: полная вариация, обработка доменов и другие. Эти методы основаны на конкретных примерах изображений. Также ранее было изучено применение нейронных сетей для шумоподавления.

Различные методы были применены для повышения контрастности изображений с низкой освещенностью. Одним из классических вариантов является выравнивание гистограммы, другая, гамма-коррекция, которая увеличивает яркость темных областей при сжатии ярких пикселей.

Данная система является веб-сервисом. Веб-сервис – это набор открытых протоколов и стандартов, используемых для обмена данными между приложениями или системами [1]. Программные приложения, написанные на различных языках программирования и работающие на различных платформах, могут использовать веб-сервисы для обмена данными по компьютерным сетям. Для написания серверной части сервиса будет использоваться язык Python, так как этот язык достаточно прост и имеет большое количество библиотек. В качестве устройства, которое будет получать изображения для коррективы, будет использоваться смартфон с камерой.

### **Литература**

1 Шапошников, И. Web-сервисы Microsoft.NET / И. Шапошников. – М.: Книга по Требованию, 2002. – 335 с.

**В. А. Прохоренко, В. С. Смородин**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРИ АДАПТИВНОМ УПРАВЛЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ**

Одной из основных задач в области анализа сложных технологических объектов является построение адаптивной системы управления технологическим циклом для обеспечения рациональной структуры контура управления в текущий момент времени, что напрямую связано с его реструктуризацией в процессе функционирования и построением алгоритмов адаптивного управления с целью обеспечения оптимального расхода ресурсов технологического цикла в режиме реального времени при наличии внешних управляющих воздействий [1, 2].

В данной работе предложен способ построения модели нейроконтроллера для реализации управления технологическим циклом производства при решении задачи поиска оптимальной траектории на фазовой плоскости состояний технологической системы в условиях наличия внешних возмущений. Использован тип нейроконтроллера на базе рекуррентной нейросетевой архитектуры с модулями долгой краткосрочной памяти в качестве базы знаний о внешней среде, предыдущих состояниях контроллера и управляющих воздействиях на систему.

Настоящая работа имеет важное значение для совершенствования системы управления технологическими процессами и улучшения качества управления при наличии элементов потенциальной опасности, что обеспечивает повышение уровня надежности исследуемых объектов и безопасности функционирования производства.

### **Литература**

1 Смородин, В. С. Методы и средства имитационного моделирования технологических процессов производства: монография / В. С. Смородин, И. В. Максимей. – М-во образования РБ, Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2007. – 369 с.

2 Смородин, В. С. Проблемы теории и практики моделирования сложных систем / И. В. Максимей, О. М. Демиденко, В. С. Смородин. – М-во образования РБ, Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2015. – 263 с.

**К. В. Рубанов**

*(УО «ГГТУ им. П. О. Сухого», Гомель)*

## **ОЦЕНКА ПОВРЕЖДЕНИЯ ТРУЩИХСЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ С ПОМОЩЬЮ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ**

Одной из актуальных проблем в исследовании свойств различных смазочных материалов является оценка микрорельефа пятен износа поверхностей трибосопряжений.

В работе были рассмотрены изображения натёртой поверхности металлического шарика, используемого для тестирования смазочных жидкостей. Для оценки повреждения поверхности разработана интеллектуальная система.

Задача оценки в данной работе свелась к задаче распознавания повреждения с помощью компьютерного зрения, установке максимального значения интенсивности пикселей, относящихся к повреждению, вычислению общего числа помеченных пикселей и нахождение площади повреждения, относительно заданного масштаба.

Первоначальная подготовка данных заключается в переводе изображений в чёрно-белый формат, обучении свёрточной нейронной сети, для классификации изображений с повреждёнными и не повреждёнными поверхностями.

Выделение области повреждения сводится к задаче семантической сегментации. Сначала нейронная сеть производит свёртку изображения на уже обученных свёрточных слоях, для получения миниатюрного изображения. На этом шаге, данные, не относящиеся к повреждению, теряются, что облегчает последующее выделение искомого объекта. На следующем этапе, производится развёртка миниатюры до исходного изображения. Полученное изображение называется маской и может быть наложено на исходное либо быть оценено обособленно. Далее применено сглаживание и подсчитаны пиксели с высокой интенсивностью.

Таким образом, была решена задача оценки повреждения с использованием семантической сегментации и свёрточной нейронной сети. Разработанная интеллектуальная система может быть использована для объективной оценки смазочной способности различных смазочных материалов.

**В. А. Рубин**

(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **ТЕПЛОВЫЕ КАРТЫ ДЛЯ АНАЛИЗА АКТИВНОСТИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В СЕТИ**

Сегодня практически каждый человек имеет доступ к глобальной сети. И за внимание этих людей постоянно идет борьба. Предприятия сферы услуг и обычные производственные предприятия пытаются сделать жизнь своих конечных потребителей лучше. Но для того, чтобы делать это эффективно и экономически целесообразно необходимо правильно донести суть своей деятельности до целевой аудитории.

Основным способом воздействия на целевую аудиторию сейчас является реклама в глобальной сети. Именно поэтому встает вопрос об эффективном управлении вниманием пользователей. Для этого необходимо знать поведенческие факторы потенциального потребителя. Таким образом получение данных о точечной активности целевой аудитории услуги или продукта становится важным еще до полноценного запуска финального варианта этой услуги или продукта.

Наибольший интерес для точечного анализа предоставляют такие метрики активности, которые легко поддаются визуализации и следовательно более легкому и простому восприятию. Движения курсора мыши пользователя и клики по различным областям экрана как раз относятся к таким метрикам. Владея этой информацией можно строить тепловые карты для каждого посетителя сайта или мобильного приложения. Но проблема заключается в том, что сегодня нет открытых программных средств моделирования тепловых карт.

Построение тепловых карт разработанным методом предоставляет возможность учета плотности расположения данных, дистанции перекрытия и градиента интенсивности.

Метод отлично показывает себя при оценке удобства использования интерфейса пользователя, при непосредственном анализе активности пользователя, а так же при проведении научных исследований.

**О. С. Рудько, С. П. Жогаль**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА МОДЕЛИРОВАНИЯ ИНТЕГРАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ**

Развитие современной вычислительной аппаратуры характеризуется четко выраженной тенденцией распространения многопроцессорных компьютеров и вычислительных сетей как локальных, так и глобальных. На сегодняшний день существует множество систем с различной функциональностью, но без достаточного взаимодействия с другими системами глобальной сети. Распределенное программирование в большом состоит в разработке распределенных программных систем. В последнее время широко используются объектно-ориентированные технологии разработки таких систем. Интернет – является типичной распределенной системой, для которой отношения местоположения элементов, или групп элементов играют существенную роль с точки зрения функционирования, анализа и синтеза системы. По причине отсутствия правильной коммуникации и необходимых программно-аппаратных средств, пользователи данных систем вынуждены выполнять долгую рутинную работу. Для распределенных систем характерно распределение функций, ресурсов между множеством элементов и отсутствия единого управляющего центра, поэтому выход из строя одного из узлов не приведет к полной остановке всей системы.

Отличие разрабатываемого программно-технологического комплекса от других подобных систем в том, что система ориентируется на простое и интуитивно-понятное взаимодействие с пользователем, серьезным подходом к безопасности хранения личных данных пользователей, масштабируемостью, отказоустойчивостью, открытостью описания интерфейсов работы с ней и служб.

Особенностью разрабатываемого программно-технологического комплекса является то, что участниками данной распределенной системы может быть любой сервис глобальной сети, вне зависимости от его способности интегрироваться с другими сервисами, для дальнейшей автоматизации рутинных работ.

Данный программно-технологический комплекс имеет большой круг применения – системы ведения отчетности, бухгалтерские системы, образовательные системы, различные торговые площадки, административные сервисы, различные контакт-центры, системы риэлтерских услуг и другие системы с большим оборотом данных.

Преимущество данной системы в том, что она производит полную журнализацию действий пользователя, повторения при ошибках, оповещение пользователей о успешном завершении.

**А. В. Сахар**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

## **ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ СИСТЕМ РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ**

В настоящее время автоматическое распознавание и синтез речи являются перспективными направлениями информационных технологий. Особую актуальность приобретают способы интеллектуального человеко-машинного взаимодействия, основанные на речевых интерфейсах.

За время исследований проблемы был разработан широкий спектр методов и алгоритмов обработки сигналов. Для этого были созданы высокоэффективные искусственные нейронные сети, основная задача которых – распознавание речевых сегментов и наборов слов.

Подобные системы распознавания достигли высокого уровня автоматизации, но в то же время надежность и качество машинного анализа речи в реальных условиях остается недостаточными. Основная трудность заключается в вариативности ее основных параметров, на которые влияет множество факторов.

Речевые способности человека во много раз опережают нынешние существующие системы и модели распознавания речи в реальных условиях функционирования. Этот фактор сводит применение речевых технологий в промышленности и быту к малоэффективности.

В рамках данного доклада были проанализированы основные проблемы, связанные с построением и функционированием систем автоматического распознавания речи, их классификация, решаемые задачи, обоснована актуальность проводимых в данной области исследований.

Анализ существующих разработок показывает, что на сегодняшний день техника распознавания речи находится в постоянном совершенствовании и развитии. Распознавание находит все новые области применения, создаются востребованные системы.

Следует отметить, что существующие системы распознавания речи не позволяют в полной мере решать все задачи организации интерактивных голосовых сервисов либо не позволяют делать этого с должным качеством. Несмотря на это происходит постоянное непрерывное повышение качества диалога между человеком и компьютером, что влечет за собой оптимизацию коммуникации между ними, требует дальнейшего развития и совершенствования методов их анализа.

**М. В. Свинарский, Е. В. Зайко, А. С. Леонович**  
(УО «Военная академия Республики Беларусь», Минск)

### **ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ ЭТАЛОННЫХ ПОРТРЕТОВ ОБЪЕКТОВ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ РАДИОЛОКАЦИОННОГО РАСПОЗНАВАНИЯ**

Задача радиолокационного распознавания не теряет своей актуальности [1]. При проектировании систем распознавания важным моментом является формирование эталонных радиолокационных портретов объектов наблюдаемых классов, учитывающих их априорно известные признаки. Совокупность используемых эталонных портретов можно рассматривать как организованную базу данных. Являясь составной частью устройства распознавания, база данных эталонных портретов индивидуальна для каждой радиолокационной системы. Отсутствие единого способа формирования базы данных эталонных портретов существенно затрудняет практическую реализацию разрабатываемых систем распознавания. При этом важно отметить, что обрабатываемые портреты существенно зависят от пространственной ориентации наблюдаемого летательного аппарата [1]. Для обеспечения требуемой эффективности распознавания целей приходится использовать базу данных РЛП большой размерности. Развитие средств вычислительной техники позволяет формировать базу данных эталонных портретов целей методами математического моделирования. При этом определенный практический интерес вызывают способы

уменьшения объема хранимых данных, без существенного снижения эффективности функционирования системы распознавания.

В докладе рассматривается подход к формированию базы данных эталонных портретов, обеспечивающий минимально допустимый интервал дискретизации эталонных портретов по углам пространственной ориентации объекта. Данный подход основан на поддержании вероятности правильного распознавания объекта наблюдения не ниже заданной.

### **Литература**

1 Способ повышения эффективности распознавания радиолокационных объектов с адаптацией к углам пространственной ориентации / С. Н. Ярмолик [и др.] // Вестник ВОЕННАЯ АКАДЕМИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ. – 2018. – № 3. – С. 68 – 75.

**А. И. Скорб**

*(УО «ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)*

### **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ВИДОВ ГРИБОВ, ИСПОЛЬЗУЯ МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ**

Данная работа посвящена проектированию приложения, цель которого – распознавание видов различных грибов для выявления ядовитых и съедобных, используя методы машинного обучения.

Наша страна практически на половину покрыта лесами, что в купе с влажным климатом создает неплохие условия для роста грибов и, соответственно, их сбора. Помимо профессионалов в этом деле, сбором грибов занимаются так же и любители, из-за чего ежегодно люди попадают в больницы с грибным отравлением. Основными целями данного приложения являются информирование грибников об опасности и снижение случаев отравления грибами.

На первом этапе разработки данного приложения будет собрана и изучена на примерах актуальная информация по свёрточным нейронным сетям. На втором этапе будет произведен поиск необходимых данных для обучения нейронной сети – информация о характеристиках различных грибов. Третьим этапом будет построение макета свёрточной нейронной сети. Данная нейронная сеть является специальной архитектурой искусственных нейронных сетей, предложенной Яном

Лекуном в 1988 году, и нацелена на эффективное распознавание изображений, входит в состав технологий глубокого обучения. На данный момент эта архитектура лучше всего подходит для реализации машинного распознавания изображений. Для обучения данной нейронной сети используются стандартные методы, чаще всего метод обратного распространения ошибки.

В результате будет получена нейронная сеть, способная обучаться на наборе данных о различных грибах. Для работы с нейронной сетью будет создано мобильное приложение, позволяющее запрашивать и выводить данные в интуитивно понятном виде.

**М. Д. Фирьян**  
(УО «БГТУ», Минск)

## **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАБОТЫ ОДНОМАШИННЫХ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫХ СИСТЕМ БЕЗ ЗАПАСА**

Построим математическую модель работы лесопромышленной системы без запаса древесины (окорочные станки, лесопильные рамы и т. п.). Пусть лесопромышленная система состоит только из одного станка. Система может находиться в следующих состояниях:  $S_0$  – оборудование исправно и простаивает из-за отсутствия предметов обработки,  $S_1$  – оборудование осуществляет обработку предмета труда [1]. Обозначим через  $P_i(t)$ ,  $i = 0, 1$  вероятность того, что в момент времени  $t$  система находится в состоянии  $S_i$ . Для любого момента времени  $t$ :  $P_0(t) + P_1(t) = 1$ . Математическая модель функционирования системы представляет систему дифференциальных уравнений Колмогорова

$$\begin{cases} \frac{dP_0(t)}{dt} = -\lambda P_0 + \mu P_1 \\ \frac{dP_1(t)}{dt} = -\mu P_1 + \lambda P_0. \end{cases}$$

Решая систему при  $P_0(0) = 1$ ,  $P_1(0) = 0$ , и переходя к пределу при  $t \rightarrow \infty$ , в установившемся режиме имеем:  $P_0 = \frac{\mu}{\lambda + \mu}$ ,  $P_1 = \frac{\lambda}{\lambda + \mu}$ ,

$\lambda = \frac{1}{t_n}$ ,  $\mu = \frac{1}{t_\sigma}$ . Где  $t_n$  – среднее значение времени между поступлениями предметов труда на обработку;  $t_\sigma$  – средняя продолжительность цикла обработки,  $\lambda, \mu$  – интенсивности, соответствующих потоков. Вероятность  $P_1$  представляет собой коэффициент использования рабочего времени станка. Рассмотрим пример: система раскряжёвки бревен работает с циклом обработки  $t_\sigma = 1$  мин. Необходимо установить рациональную интенсивность подачи хлыста. Анализируя, полученные формулы, получаем, что начиная с  $\lambda = 5-6$  дальнейшее увеличение параметра существенно не повысит вероятность рабочего состояния. Рациональный цикл подачи хлыстов составит  $t_n = 1/\lambda = 1/5 = 0,2$  мин. Полученное значение цикла подачи хлыста позволяет выбирать подающий механизм: растаскиватель, манипулятор или другой.

### Литература

1 Игнатенко, В. В. Моделирование и оптимизация процессов лесозаготовок: учеб. пособие для студентов специальности «Лесоинженерное дело» / В. В. Игнатенко, И. В. Турлай, А. С. Федоренчик. – Минск: БГТУ, 2004. – 180 с.

### И. В. Чигирь

(УО «Военная академия Республики Беларусь», Минск)

### АЛГОРИТМ КОМПЕНСАЦИИ ПРОТЯЖЕННЫХ УЗКОПОЛОСНЫХ ОТВЕТНЫХ ШУМОВЫХ ПОМЕХ

Для радиоэлектронного подавления импульсно-доплеровских радиолокационных станций (ИД РЛС) сопровождения применяются активные и пассивные помехи [1]. Узкополосная ответная шумовая помеха (ОШП) обеспечивает снижение контраста цели на определенном участке частот и времен задержек и, как следствие, ухудшение качества обнаружения отраженного сигнала (ОС) [1]. Для повышения эффективности действия ИД РЛС точного измерения координат в условиях действия ОШП необходимо разрабатывать специальные автоматические устройства помехозащиты.

В работе [2] предложена модель узкополосной ОШП. Отмечено, что характерной чертой ОШП является сильная внутриимпульсная корреляция, которая определяется ее шумовой комплексной огибающей. Шумовой импульс ОШП, занимая большую часть периода повторения импульсов, является более протяженным по дальности по отношению к длительности ОС –  $T_0$ . Устройство компенсации возможно реализовать по аналогии со схемами мгновенной автоматической регулировки усиления (МАРУ) и с малой постоянной времени (МПВ). Такие схемы применяются в некоторых РЛС обзора воздушного пространства для защиты от перегрузки приемного устройства импульсной помехой и улучшения различимости ОС на экранах индикаторов на фоне протяженных по дальности помех.

В данной работе рассматривается алгоритм компенсации ОШП и проводится анализ показателей его качества.

### Литература

1 Куприянов, А. И. Радиоэлектронная борьба / А. И. Куприянов. – М.: Вузовская книга, 2013. – 360 с.

2 Чигирь, И. В. Анализ воздействия комбинированной имитирующей и маскирующей помехи на системы сопровождения по дальности и скорости радиолокаторов точного измерения координат / И. В. Чигирь, С. А. Горшков, Н. К. Кузьмичев // Вестник ВОЕННАЯ АКАДЕМИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ. – 2018. – № 1 (58). – С. 71 – 81.

**В. Г. Чигряй, С. Т. Сидоренко**

*(УО «Военная академия Республики Беларусь», Минск)*

### **ЧИСЛЕННОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИРЕКТОРНОЙ АНТЕННЫ С ЭЛЕМЕНТАМИ УВЕЛИЧЕННОЙ ДЛИНЫ**

В качестве рефлектора и директора директорной антенны предложено использовать пассивные вибраторы увеличенной по сравнению со стандартными значениями длиной, находящиеся в режиме максимального рассеяния (МР) [1].

Разработана конструкция трёхэлементной директорной антенны (рис. 1а). Моделирование выполнено на частоте  $f = 480$  МГц.

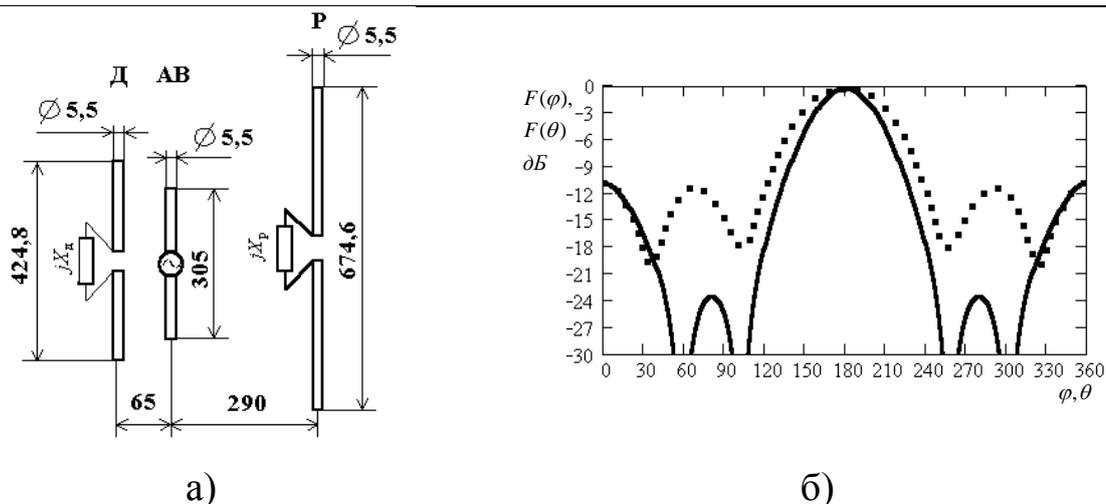


Рисунок 1 – Конструкция антенны и её диаграмма направленности

Методом S-матрицы были рассчитаны сопротивления, реализующие режим МВ [1]. Расстояния от активного вибратора до директора и рефлектора были оптимизированы численными методами. При численном моделировании в программе MMANA [2] получены результаты: КНД  $D = 9,82$  дБ, КЗД  $F/V = -11,84$  дБ, что больше, чем аналогичные показатели антенны с элементами стандартной длины. Диаграмма направленности представлена на рисунке 1б. Натурный эксперимент подтвердил результаты численного моделирования.

### Литература

- 1 Сидоренко, С. Т. Анализ рассеивающих свойств тонких вибраторных антенн / С. Т. Сидоренко // Вести Нац. Академии Наук Беларуси. Сер. физ.-техн. наук. – 2004. – № 1. – С. 66 – 72.
- 2 Численное моделирование проволочных антенн: метод. пособие / О. А. Юрцев [и др.]. – Минск: БГУИР, 2002. – 79 с.

**А. А. Шамрей**

(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СРЕДСТВА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ УГРОЗ ВРЕДОНОСНОГО ПО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИЗОЛИРОВАННОЙ СРЕДЫ

Целью работы является спроектировать автоматизированное средство для обнаружения угроз вредоносного программного обеспечения с использованием изолированной среды.

Благодаря использованию данного средства будет обеспечена безопасность компьютеров пользователей или компаний.

Всем известно об опасности заражения вредоносными программами из Интернета в наши дни. Опасность всегда была там, но сейчас она увеличилась как никогда ранее, потому что люди с зловредными намерениями постоянно разрабатывают новые методы для заражения систем, а самые неопытные пользователи наиболее подвержены этому воздействию. Инфекция вредоносных программ из Интернета может произойти по-разному, некоторые из которых:

- загрузка зараженной программы/файла с вредоносного сайта;
- серфинг вредоносных сайтов и др.

Самой главной частью любого создаваемого автоматизированного программного обеспечения является «движок» – это модуль, который отвечает за проверку объектов и детектирование вредоносного программного обеспечения. Именно от «движка», от того, как он написан, какие он использует методы обнаружения и эвристики, зависит качество детектирования вредоносного программного обеспечения и, как следствие, уровень защиты.

Анализ компьютерных вирусов имеет некоторые общие закономерности, которые обеспечивают эффективность процесса анализа.

**Р. Е. Шарыкин**  
(УО «БГУ», Минск)

## **РАННЕЕ ВНЕДРЕНИЕ ФОРМАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМ ГРУППОВОЙ ЗАЩИТЫ ОТ ВИРУСОВ**

Рассмотрим вероятностное обобщение системы групповой защиты, предложенной в [1], посредством использования вероятностных моделей для формирования группы информирования о возможной атаке, поведения вируса, а также его обнаружения системой защиты. Распределенный и вероятностный аспекты получившейся модели делают ее более сложной для проведения атак, но в то же время значительно усложняют понимание ее свойств разработчиком. Мы предлагаем моделирование системы в рамках перезаписывающей логики [2], которая позволяет специфицировать систему в рамках формальной модели, в то же время позволяя проводить прямые симуля-

ции получившейся спецификации с помощью инструмента Maude, что, в свою очередь дает возможность использования метода Монте-Карло для анализа свойств получившейся системы. Для спецификации свойств мы предлагаем использовать язык количественных выражений QuaTEh [2], являющийся обобщением темпоральной логики, а для проведения статистического анализа – инструмент MultiVeStA [3]. Данный подход к проектированию позволяет исследовать свойства системы на этапе ее проектирования, позволяя на ранних этапах разработки формальной модели исправить ее «дефекты».

### Литература

1 Briesemeister, L. Microscopic simulation of a group defense strategy / L. Briesemeister, P. Porras // PADS 2005: Proc. / Workshop on Principles of Advanced and Distributed Simulation, Monterey, California, USA, June 1 – 3, 2005. – Los Alamitos, California: IEEE Computer Society, 2005. – P. 254 – 261.

2 Agha, G. PMAude: Rewrite-based Specification Language for Probabilistic Object Systems / G. Agha, J. Meseguer, K. Sen // Electr. Notes Theor. Comput. Sci. – Amsterdam, Netherlands: Elsevier Academic Press, 2006. – Vol. 153, № 2. – P. 213 – 239.

3 Sebastio, S. MultiVeStA: statistical model checking for discrete event simulators / S. Sebastio, A. Vandin // ValueTools 2013: Proc. / 7th Internat. Conf. on Performance Evaluation Methodologies and Tools, Torino, Italy, December 10 – 12, 2013. – Brussels: Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering, 2013. – P. 310 – 315.

**А. П. Шут, О. А. Конопелько**

*(УО «Военная академия Республики Беларусь», Минск)*

## **КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АВИАЦИОННОГО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ВООРУЖЕНИЯ**

В настоящей работе рассматривается алгоритм разработки статической электронной модели двуствольной авиационной автоматической пушки ГШ-2-30, которая позволит наглядно изучать ее конструкцию и размещение основных деталей и механизмов.

При разработке статической электронной модели авиационной пушки необходимо сначала графически создать все детали отдельно, затем произвести их сборку методом «снизу вверх». Таким образом, сначала создаются детали, затем они вставляются в сборку и сопрягаются согласно требованиям электронного проекта.

Для создания статической электронной модели авиационной пушки необходимо выполнить следующие действия: запустить программу SolidWorks и в появившемся окне выбрать необходимый вид эскиза; построить профили деталей, которые необходимы для создания данной модели; придать необходимые геометрические формы деталям; выбрать в меню инструментов «Вытянутая бобышка» и указать необходимые размеры деталей; произвести сборку деталей и сопряжение их друг с другом, при этом необходимо выбрать деталь и, нажав на инструмент «Вставить компонент», вставить ее в ту деталь, с которой необходимо произвести сопряжение; сохранить полученный результат и закрыть активное окно программы.

Таким образом, указанная последовательность действий в программе [2] позволяет построить статическую электронную модель двухствольной авиационной автоматической пушки ГШ-2-30. Это позволит повысить качество обучения авиационных специалистов и активизировать их познавательную деятельность за счет высокой наглядности представления учебного материала.

### **Литература**

1 Техническое описание и инструкция по эксплуатации авиационной пушки ГШ-2-30.

2 Алямовский, А. А. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А. А. Алямовский, А. А. Собачкин. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 780 с.



## **СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

*Прикладные программно-аппаратные системы*

---

**Р. О. Асанович, В. С. Лех**  
(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)

### **О РАЗРАБОТКЕ WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ «ONLINE-FORWARDER», СВЯЗАННОГО С ЛОГИСТИКОЙ**

Уже второе столетие автомобиль является средством передвижения, а также средством перевозки каких-либо грузов. С каждым годом все больше растут потребности в грузоперевозках и все сложнее управлять взаимосвязями между грузоперевозчиками и клиентами, которым необходимо перевезти груз. Для взаимосвязи между лицами, участвующими в процессе грузоперевозок существует профессия экспедитор (forwarder). Экспедитор – это человек, суть работы которого связана с оказанием услуг грузоотправителям и грузополучателям и организаций доставки грузов с использованием транспортного средства. Именно для этих целей было решено реализовывать приложение, которое агрегировало бы в себе все необходимые данные для экспедитора (информацию о грузах, клиентах, грузоперевозчиках), а также весь необходимый ему функционал.

Предлагаемое приложение разрабатывается как система, которая включает в себе всю информацию, необходимую экспедитору (необходимые документы, информацию о грузах, заявки на перевозку, информацию о текущих заказах, доходы/затраты на перевозку определенного груза и т. п). Система представляет собой разделенное приложение, которое состоит из клиентской и серверной частей. Клиентская часть будет отвечать за логику отображения элементов пользовательского интерфейса. Серверная часть отвечает за бизнес-процессы, анализ и доступ к данным, которые хранятся в базе данных.

Предполагается, что данное приложение, будет актуально для логистических компаний, которые хотят систематизировать всю не-

обходимую информацию в одном месте, а также упростить рабочий процесс своим сотрудникам.

**В. В. Браим**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

## **РАЗРАБОТКА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ДОПОЛНЕНИЯ К WEB-САЙТАМ ДЛЯ СЛАБОВИДЯЩИХ ЛЮДЕЙ И ЛЮДЕЙ С ПРОБЛЕМАМИ ЗРЕНИЯ**

В настоящее время остро стоит проблема ухудшения зрения как у молодежи и среднего возрастного звена, так и у старшего поколения. Согласно постановлению № 797 «О внесении изменения и дополнений в Положение о порядке функционирования интернет-сайтов государственных органов и организаций», пункт 6 положения необходимо дополнить частью четвертой следующего содержания: «Интернет-сайт должен предусматривать версию (поддерживать специальные технологии) для инвалидов по зрению и быть совместимым с различными веб-браузерами». В настоящее время существуют дополнения к сайтам, которые изменяют шрифты, но этого мало для реальных потребностей людей с проблемами зрения (т. к. функционал таких дополнений, как правило, достаточно малый).

Нами было разработано специализированное дополнение к веб-сайтам для слабовидящих людей и людей с проблемами зрения, работу которого можно описать следующим образом. Дополнение подключается к нужному сайту или web-приложению. На сайте появляется несколько кнопок, одна из которых вызывает визуальный функционал для изменения цветовой гаммы сайта и изменения шрифтов. Другая кнопка озвучивает выделенный на сайте текст, что позволяет людям, не читая, понять, что написано на сайте. Таким образом, дополнение позволит людям с проблемами зрения без проблем пользоваться сайтами, прослушивая текстовую информацию.

Отметим, что на сегодняшний день аналогов разработанному нами дополнению не существует.

Разработка дополнения осуществлялась с использованием технологий JavaScript, PHP, CSS, HTML, а также европейских библиотек для озвучивания. Приложение является универсальным кроссплатфор-

менным решением для web-приложений, что гарантирует ему поддержку различными браузерами.

**М. Г. Васильчиков, А. В. Клименко**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛИЦЕЙ**

В современном мире автоматизация всевозможных процессов и действий очень распространена, в том числе и в сельском хозяйстве. Автоматизированные системы в сельском хозяйстве позволяют сократить затраты и уменьшить себестоимость производимой продукции, а также повысить урожайность.

Разработанная система состоит из набора различных датчиков и исполнительных механизмов, которыми управляет контроллер ATmega32u4. Данные с датчиков выводятся на экран, а управление осуществляется при помощи разработанного меню. Во время работы система постоянно сравнивает получаемые данные с датчиков и сравнивает их с параметрами, которые сохранены в энергонезависимую память контроллера. Благодаря этому возможно управлять: освещением; поливом растений; вентилированием; температурой и влажностью воздуха в теплице; температурой и влажностью почвы в теплице.

Во время разработки системы был сделан упор на ее простоту и доступность. Система обладает следующими плюсами:

1. При каких-либо неисправностях или поломках датчиков либо исполнительных механизмов, они легко заменяются новыми даже во время работы системы.

2. При необходимости увеличения или уменьшения производства, систему легко адаптировать под конкретные нужды и задачи без серьезных затрат.

3. Система проста в управлении благодаря разработанному меню, в котором содержатся подсказки по работе той или иной части системы и которое позволяет настраивать ее параметры и режимы работы.

Разработанная система позволит обеспечивать автоматизацию теплиц, благодаря чему возможно добиться оптимальных показателей роста растений и объема урожая.

**Д. С. Друтько**  
(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)

## **О РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНЫХ ТУРОВ**

Путешествия стали неотъемлемой частью жизни многих людей. Цели посещения других стран различны: узнать что-то новое о другой культуре, увидеть достопримечательности города, для удовольствия или по работе. Однако в каждом из этих случаев приходится сталкиваться с проблемами поиска жилья и транспорта для поездки. Несомненно, в настоящее время разработано множество сервисов, где реализована данная функциональность по отдельности, информация разбросана по десяткам сайтов, что в разы затрудняет поиск.

Предлагаемое решение направлено на объединение двух важных аспектов подготовки любого путешествия – получение информации о способах попасть в нужный город и мест проживания в нём. Также не все пользователи изначально определились с местом поездки, в чём будет помогать разрабатываемое приложение, то есть реализовывать поиск возможных стран и городов, поездка в которые обойдётся за определённую сумму в выбранный временной промежуток.

Возможности пользователя будут отличаться в зависимости от роли: гость, зарегистрированный пользователь, администратор, модератор. Гость будет иметь возможность только просмотра информации. Зарегистрированному пользователю ещё предоставляется возможность бронирования. Администратор может создавать новые объекты, редактировать или удалять уже существующие. Модератор имеет возможность общаться с зарегистрированными пользователями с целью ответов на возникающие вопросы по работе сайта.

Одной из ключевых целей является создание жизнеспособного продукта. Для достижения этого ядро системы планируется написать на языке C# и фреймворка ASP .NET, который позволит в короткие сроки создать web-приложение с базовыми функциями и в дальнейшем совершенствовать их.

Таким образом, данная система предоставляет расширенный поиск для определения собственного тура, представляя собой интеграцию двух независимых систем: аренда жилья и бронирование билетов.

**А. О. Жукова**  
(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)

## **О РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОЙ СПОРТИВНЫХ КЛУБОВ**

Посещение спортивного клуба стало привычкой для многих людей, следующих тренду здорового образа жизни. Зачастую такие люди очень активны и для них крайне важно иметь под рукой нечто, что помогает сократить объём времени и усилий, необходимых для выполнения рутинных задач. Несмотря на стремительное внедрение современных технологий во все сферы жизни, спортивные клубы до сих пор используют старые способы организации и управления своей деятельностью.

Целью данной работы является разработка программного обеспечения, которое позволит автоматизировать некоторые задачи, с которыми ежедневно встречаются, как и посетители, так и администрация спортивных клубов.

Предполагается, что разрабатываемая система автоматизирует такие задачи, как:

- приобретение и управление абонементом;
- общение с клиентами;
- уведомления о важных событиях клуба и многие другие.

Предлагаемая система также будет иметь клиентские приложения на мобильных платформах Android и iOS, будет легко изменяться и адаптироваться под требования отдельного спортивного клуба.

Одной из ключевых целей является скорейшее создание минимального жизнеспособного продукта. Минимально жизнеспособный продукт (*minimum viable product*, MVP) – продукт, обладающий минимальными, но достаточными для удовлетворения первых потребителей функциями. Для достижения этой цели ядро системы планируется написать на языке Kotlin, который позволит в дальнейшем иметь общую кодовую базу для мобильных приложений на Android и iOS. Также для унификации UI планируется использовать SDK Flutter.

С целью автоматизации общения с клиентами планируется разработать и интегрировать в приложения чат-бота.

**В. В. Заблоцкий, М. А. Кита**  
(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)

## **ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ СЕМАНТИЧЕСКОГО ПОИСКА ФИЛЬМОВ**

Сегодня существует огромный спрос на различную продукцию киноиндустрии, в частности фильмы, сериалы, мюзиклы и пр. Вместе с тем, большую популярность приобретают Интернет-ресурсы, предназначенные для сохранения информации о фильмах и удобного поиска. Такие ресурсы позволяют найти всю необходимую информацию, связанную с каким-либо фильмом, а также изучить оценки и отзывы критиков и зрителей, что позволяет принять взвешенное решение о просмотре фильма. Среди подобных ресурсов можно выделить Интернет-базу данных фильмов IMDb и российский аналог – Кинопоиск. Эти ресурсы содержат информацию о миллионах фильмов, которые были созданы с самого зарождения кинематографа и создаются по сей день.

Разрабатываемое приложение преследует те же цели, что и перечисленные выше поисковые базы, однако также позволяет вести поиск не только по прямому совпадению слов в названиях фильмов, но и по семантическому значению поискового запроса. Информация о фильмах, используемая в приложении, получена из общедоступных датасетов сайта IMDb.

Для реализации веб-приложения используется клиент-серверная архитектура с применением принципов REST. Серверная часть реализована с помощью языка программирования Kotlin с применением фреймворков Spring Boot и Hibernate. В качестве СУБД используется MySQL и хостинг Amazon RDS. Клиентская часть выполнена средствами библиотеки React с применением паттерна Flux (Redux) для управления состоянием приложения. В качестве языка программирования клиентской части выбран Typescript.

Веб-приложение разворачивается в изолированной среде с помощью технологий контейнеризации и оркестровки Docker и Kubernetes.

**П. В. Качко**

(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)

## **РАЗРАБОТКА И ПРОГРАММИРОВАНИЕ СВЕТОМУЗЫКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМОВ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ХАРТЛИ И РЯДОВ ФУРЬЕ**

На данный момент пользователи вынуждены обходить огромное количество магазинов и посещать немалое количество сайтов в поисках подходящей и недорогой светомузыки. При чем, чаще всего они не находят товара с оптимальным соотношением цены и функциональности. Разработанное устройство призвано решить все эти проблемы, а именно: избавить пользователя от необходимости переплачивать за устройство светомузыки, увеличение функциональности и снижение стоимости светомузыки, получение возможности пользователю самому выбирать необходимую функциональность.

Для сбора устройства светомузыки потребуется: Arduino Nano (т. к. она обладает всем необходимым для данного проекта и является одной из самых дешевых), адресная светодиодная лента на чипах ws2812b, работающая от 5 вольт, вход аудио, зарядное устройство на 5V, кнопка для переключения режимов светомузыки, и потенциометр.

Для функционирования созданной программы потребуется иметь максимумы среди разбитого спектра аудиопотока, которые находятся посредством программного кода. Программа находит максимумы среди разбитого спектра аудиопотока. Спектрограмма создаётся при помощи аппроксимации, рассчитывается по сигналу времени, используя оконное преобразование Фурье. Оконное преобразование Фурье – это разновидность преобразования Фурье, определяемая следующим образом:

$$F(t, \omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(\tau) W(\tau - t) e^{-i\omega\tau} d\tau .$$

Производится цифровая выборка данных во временной области. Сигнал разбивается на части, которые, как правило, перекрываются, и затем производится преобразование Фурье и преобразование Хартли, чтобы рассчитать величину частотного спектра для каждой части. Каждая часть соответствует вертикальной линии на изображении – значение амплитуды в зависимости от частоты в каждый момент вре-

мени. Спектры или временные графики располагаются рядом на изображении или трёхмерной диаграмме. В данном случае, таким изображением является полученный результат, в виде светомузыки, отображаемый на собранном устройстве, составляющие которого описаны выше. Для загрузки кода на Arduino Nano используется приложение Arduino IDE. Программа написана на языке программирования C++.

**М. М. Кожевников**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

## **РАЗРАБОТКА МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НА ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ PHP ПРИ ПОМОЩИ ФРЕЙМВОРКА SYMFONY**

Медицинская информационная система (МИС) – это система автоматизации документооборота для лечебно-профилактических учреждений, в которой объединены система поддержки принятия медицинских решений, электронные медицинские карты о пациентах, данные медицинских исследований в цифровой форме, данные мониторинга состояния пациента с медицинских приборов, средства общения между сотрудниками, финансовая и административная информация. Использование МИС дает возможность медицинскому учреждению любого масштаба автоматизировать большую часть работы персонала, как врачебного, так административного, а также позволяет избавить учреждение от необходимости повсеместного использования бумажных документов и перевести большую часть документации в электронный вид.

Разработанная нами комплексная медицинская информационная система позволит пациентам медучреждения в удобной форме записываться на прием к врачам через Интернет; администраторы медучреждения при помощи МИС будут иметь возможность легко записывать пациентов на прием к врачам, переносить запись, менять время приема, регистрировать оплату, проведенную наличным и безналичным способом, а также учитывать общее время работы каждого сотрудника медицинского учреждения. Врачи в свою очередь, при помощи МИС получают доступ ко всем документам и результатам анализов пациентов.

Разработка приложения осуществлялась на языке программирования PHP с использованием фреймворков Symfony и Bootstrap, библиотеки ReactJS, объектно-реляционного проектора Doctrine и шаблонизатора Twig. Приложение разрабатывалось без конкретной привязки к типу базы данных и может работать практически с любой реляционной базой данных: MySQL, MS SQL Server, SQLite, PostgreSQL. Отметим, что графический интерфейс приложения позволяет пользоваться им как с настольных компьютеров и ноутбуков, так и с помощью планшетов и смартфонов.

**Е. А. Козловская**

*(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)*

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОЙ КНИЖНОГО МАГАЗИНА**

Электронная коммерция и Интернет-торговля давно стали неотъемлемой частью нашего общества, а Интернет-магазины становятся одним из эффективных инструментов увеличения числа продаж предприятия. Тема интернет-магазинов считается актуальной на сегодняшний день, так как можно находить клиентов в любой точке мира и в любое время, а также экономить время и средства на содержание реального магазина и его персонала. Процент online-покупателей в мире увеличивается каждый день, что приводит к росту числа продаж онлайн магазинов.

Целью данной работы является разработка программного обеспечения, которое позволит автоматизировать задачи, с которыми ежедневно встречаются, как посетители, так и администрация книжных магазинов.

Разрабатываемая система должна автоматизировать такие задачи, как: выбор и оплата книги прямо на сайте магазина; поиск нужной книги по названию, автору или жанру; отслеживание доставки заказа; просмотр скидок магазина, так и личных скидок покупателя; уведомление об акциях и новинках магазина.

С целью эффективного общения покупателей с сотрудниками магазина планируется разработать чат с техподдержкой, где в любое время покупатель может получить ответы на свои вопросы.

Основой для создания системы стала технология ASP.NET MVC для написания клиент-серверных приложений в сети Интернет. Объектно-ориентированный язык C# стал фундаментом для серверной части приложения, а HTML5/CSS3 и JavaScript сформировали каркас и визуальное представление клиентской части. Выбранной СУБД является MS SQL Server 2017. Для работы с базой данных был использован ORM-фреймворк Entity Framework. Так как был разработан онлайн магазин, то и взаимодействие с ним будет происходить через браузер.

**А. А. Колосов**

*(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)*

## **ОПТИЧЕСКОЕ РАСПОЗНАВАНИЕ СИМВОЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОННОЙ СЕТИ И ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА**

Распознавание капчи – сложная задача, к которой можно свести следующие действия. Пусть имеется изображение, содержащее слова или текст, который могут пересекать кривые, прямые или же другие текста. Задача состоит в наиболее правильном распознавании текста.

Оптическое распознавание символов является востребованным направлением исследований, существует множество библиотек из свободного доступа, способные отлично справляться с распознаванием текста. Такие библиотеки могут работать с обычным шумом, однако работу с прямым наложением вторым текстом и другими объектами они не поддерживают. Tesseract является одним из примеров таких библиотек, в которой следует улучшить имеющийся функционал. Предлагаемая разработка, используя нейронную сеть и генетический алгоритм, решает задачу распознавания символов.

Области с пересечением текста с другими объектами назовем артефактами. Уверенность библиотеки Tesseract в правильности соотнесенных слову с изображения символом будет низким при наличии артефактов – это показатель наличия самого артефакта. Так как по определению текст может пересекаться с кривыми, линиями или другими символами, то нетрудно заметить, что контуры букв будут пересекаться с контурами других объектов конечное и относительно небольшое количество раз. Распознать текст – значит правильно вы-

брать какие линии принадлежат слову, а какие – нет. Можно представить слово, содержащее артефакт как граф, вершины которого – точки в изображении, являющиеся пересечением нескольких линий, а ребра – линии, соединяющие эти точки. С такой задачей вполне может справиться и генетический алгоритм, который вполне может выбрать наиболее подходящий вариант.

Генетический алгоритм – эвристический алгоритм поиска, который решает задачи оптимизации, случайным образом подбирая решения, после чего генерирует новые решения содержащие общие черты лучших ранее найденных решений, делая ответ еще лучше.

**А. А. Кончиц, С. Ф. Маслович**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА ANDROID-ПРИЛОЖЕНИЯ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЯ НА ОСНОВЕ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИИ OBD-II СКАНЕРА**

Если лет 20 назад диагностирование, и тем более, серьезные манипуляции с блоком управления, двигателем и электронными системами автомобиля были возможны только при наличии специализированного оборудования, то сегодня даже с помощью современного смартфона можно получить доступ к данным, полученным с использованием OBD-II сканера и использовать их для расчета различных статистических показателей, характеризующих процесс эксплуатации автомобиля.

В докладе рассматриваются вопросы разработки приложения для функциональной диагностики автомобиля на основе обработки и анализа информации OBD-II сканера. Эффективность, востребованность и популярность приложения должен обеспечить привлекательный дизайн, удобная и понятная навигация, а также возможность расчёта группы статистических показателей, отражающих важные характеристики самого автомобиля и особенности его эксплуатации водителем.

Поскольку доля мобильного трафика в мире растет стремительными темпами и с каждым годом все больше пользователей получает и анализирует информацию через мобильные устройства, было принято решение реализовать приложение на платформе Android.

В ходе разработки приложения работы были поставлены и решены следующие задачи: создание меню Android-приложения; подключение смартфона к адаптеру посредством Bluetooth; получение показаний датчиков работы двигателя и других систем автомобиля в реальном масштабе времени; запись изменения заданных параметров во времени; чтение сохраненных данных; чтение OBD-II кодов неисправностей.

Диагностика автомобиля с использованием android-приложения смартфона позволит получить информацию, на основе которой можно снизить эксплуатационные расходы на вождение автомобиля. Зафиксированные данные OBD-II сканера, математически обработанные и интерпретированные, позволяют оценить эффективность стиля вождения и корректировать его с учетом полученной информации.

**А. В. Кузнецов**

*(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)*

## **О РАЗРАБОТКЕ ИНТЕРНЕТ-СИСТЕМЫ ДЛЯ АНАЛИЗА ДАННЫХ ТУРИСТИЧЕСКИХ МАРШРУТОВ**

В наше время, когда путешествия стали неотъемлемой частью жизни большинства людей, значительно возрастает роль туризма. Благодаря Интернету и широким возможностям в выборе стран, куда можно съездить, наблюдается значительный скачок туристических поездок. Соответственно ценными становятся и данные о туристических маршрутах. Статистика, собранная из этих данных, может помочь выявить популярные направления.

На основе собранных данных о туристических маршрутах, возможно построение прогнозов, например, какое туристическое направление будет популярным и насколько. Кроме анализа и стандартизации данных, также встаёт вопрос, о донесении этих данных для конечного пользователя в удобном формате, который будет очевиден и понятен пользователю.

Для создания предлагаемого веб-приложения, необходимо пройти несколько этапов, самым важным из которых является сбор данных. Без данных даже самое современное и быстрое приложение не будет актуально. Планируется использовать информацию, которая находится в свободном доступе, с сохранением ссылок на ресурсы.

Система состоит из клиентской и серверной части. Серверная часть в свою очередь разделяется на базу данных, слой доступа к данным, сервисный слой, а клиентская часть отвечает за отображение собранных данных [1].

Ожидается, что данная система будет востребованной широким кругом лиц, заинтересованных в организации самостоятельных путешествий, а также туристическим организациям, для построения и планирования маршрутов в связи с интересами пользователей. Предлагаемые средства для анализа данных пригодятся для сбора различного рода статистики.

### **Литература**

1 Рудикова, Л. В. О моделировании данных предметных областей практико-ориентированной направленности для универсальной системы складирования и обработки данных // Л. В. Рудикова, Е. В. Жавнерко / Системный анализ и прикладная информатика. – Минск.: БНТУ, 2017. – № 3. – С. 19 – 26.

**А. Д. Левицкий**

*(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)*

## **РАЗРАБОТКА АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗАННОЙ С ПЕРЕМЕЩЕНИЯМИ НАСЕЛЕНИЯ**

В настоящее время миграция выступает неотъемлемой составной частью жизни народов. Под этим термином понимают переселение людей из одного региона (государства или страны) в другой. Сведения о масштабах и направлениях миграционных потоков необходимы не только для расчета численности населения на данной территории, они дают информацию о том, из каких территорий идет отток населения и где отмечается его приток. Причинами миграций внутри государства являются повышение уровня жизни, поиск работы, улучшение жилищных условий, и т. д. Основными причинами международных миграций являются: экономическая (разница в уровне заработной платы, которая может быть выплачена за однотипную работу в разных странах мира), политическая (причиной являются различные политические гонения). Нехватка специалистов той или иной профессии в определенном регионе повышает заработную плату для этой профессии и, соответственно, стимулируют приток мигрантов.

На текущий момент существуют аналитические системы анализа миграции населения. В Беларуси такой анализ осуществляет система Белстат, в России анализом миграции населения занимается система ЦБСД Росстата. Разрабатываемая система будет представлять собой информационно-аналитический портал, основу которого составляет клиент-серверная архитектура, позволяющая обеспечить возможность балансировки нагрузки на сервер.

Основным языком программирования для серверной части аналитической системы анализа миграций населения был выбран язык Java, за клиентскую часть отвечает Angular 7. Для стилизации приложения разрабатывались стили CSS с использованием препроцессора SASS. В качестве СУБД выступает MS SQL Server. Для работы с базой данных использовалась технология Hibernate. Как уже отмечалось ранее, взаимодействие с системой происходит через браузер, что позволяет клиенту быть независимым от платформы.

**В. Ю. Мартынов, М. И. Жадан**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА НОВОСТНОГО WEB-ПОРТАЛА**

В настоящее время чтобы узнать актуальные новости о том или ином событии достаточно зайти на нужный интернет-портал и узнать всё, что необходимо.

Заметка посвящена разработке новостного web-портала, которая велась в среде Visual Code. Модель `model_addnews` обрабатывает добавление новости на сайте. Модель `model_checkuser` проверяет пользователя на наличие в базе данных, регистрирует и авторизует пользователя, если выбрана нужная ветка и введенные данные являются корректными по отношению к логике сайта. Модель `model_news` позволяет отображать новости в зависимости от выбранной страницы, отображать отдельно выбранную новость, а также отображать её комментарии или написать новый комментарий. Модель `model_user` отображает информацию о пользователе, например, такую, как: имя пользователя, email пользователя и все его опубликованные новости, выведенные через список.

Приложение начинает свою работу с главной страницы сайта. Web-приложение позволяет: просматривать актуальные новости сайта

по нужной тематике, зарегистрировать нового пользователя или зайти под уже созданным, а также просмотреть полное описание новости, в которую входят и комментарии. Данные загружаются при переходе на соответствующую страницу, которая организована с помощью `router.php`. Последний подключает нужный контроллер, а контроллер подключает выбранную модель и загружает страницу представления.

В результате работы был реализован упрощенный новостной web-портал с использованием PHP и Javascript. Портал отображает новости по страницам, в которых отображаются по 10 новостей, отсортированных по дате. Реализовано добавление новости пользователями, которые имеют на это доступ, создана индивидуальная страница каждого пользователя с возможностью взаимодействия с другими пользователями.

Таким образом, приложение позволяет создать пользователя и получать актуальные новости с возможностью фильтрации новостей по тегам, комментирование новостей, просмотра других пользователей, а также добавление и редактирование новостей для особых пользователей. Интерфейс приложения понятен обычному пользователю.

**О. Р. Мысливец**  
(УО «БГУИР», Минск)

## **РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ СБОРА И АНАЛИЗА ДАННЫХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ**

Обработка данных пользователей социальных сетей является в настоящий момент довольно перспективным направлением в анализе данных. Анализ поведения пользователей, сбор и накопление данных, анализ характерных признаков пользователей, анализ поведения пользователей, развитие систем рекомендации на основе предпочтений пользователей и прогнозирование связей в социальных группах – наиболее распространенные приложения для анализа данных социальных сетей и Интернет-ресурсов.

Предлагаемая информационная система позволит собирать общедоступную информацию о пользователях различных социальных сетей, вычленять важные статистические данные и сохранять их в базе данных с последующей возможностью предоставления конечному

пользователю обширного инструментария для построения прогнозов и проверки различных гипотез.

Самым главным компонентом данной информационной системы является модуль обработки информации, представленный, непосредственно, OLAP-кубом и алгоритмами обработки больших данных.

При проведении анализа предметной области было замечено, что из различных данных, оставляемых пользователями социальных сетей, наиболее информативными данными являются данные об подписках и постах пользователей, посещаемы места и хэш-теги, которыми пользователи маркируют свои фотографии. По этим данным можно составить основную картину предпочтений различных пользователей, поэтому эти данные являются основой для построения OLAP-куба.

Предполагается, что данная система найдет применение среди лиц, заинтересованных в проверке различных гипотез, связанных с анализом данных социальных сетей, а также людям, которые хотят найти себе единомышленников по разным вопросам на всем медиа-пространстве.

**А. Ю. Неживинская**

*(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)*

## **ОБЩАЯ КОНЦЕПЦИЯ РАЗРАБОТКИ ИНТЕРНЕТ-СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ОБЪЕКТОВ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ**

Современный мир – мир технологий. В связи с техническим и технологическим развитием с появлением огромного количества устройств, гаджетов, умного аппаратного и программного обеспечения, используемого в самых разных сферах жизнедеятельности человека, актуальной и популярной становится концепция «умного города». Фундаментальной идеей этой концепции является внедрение информационных технологий и Интернет вещей в городскую среду, что позволяет поднять уровень эффективности всех городских служб и, как следствие, повысить качество жизни городского населения.

В рамках теории «умного города» предполагается создание Интернет-системы обработки объектов городской среды. Интернет-система позволит пользователям в режиме реального времени получать и использовать результаты обработки окружающих объектов в окрестности города.

Результаты работы системы могут быть задействованы в различных областях городской жизни.

Обработанные данные могут быть использованы городскими службами для улучшения благосостояния города. Например, зная количество зелёных зон на территории города, количества людей, прирост населения и площадь города, можно определить достаточность кислорода на человека в городе, а также возможные изменения этой ситуации в разрезе времени. Данная информация будет полезна для администрации в решении вопросов, касающихся озеленения города.

Информация, полученная системой, также может пригодиться туристам для выявления наиболее подходящих городов для путешествия, предпринимателям для определения выгодного местоположения бизнес-офиса, абитуриентам при поиске учебных заведений и многим другим.

Подводя итог вышесказанному, можно сказать, что разрабатываемая система будет востребована для жителей городов, так как позволит им манипулировать имеющимися данными и использовать их для развития городской инфраструктуры.

**В. Ю. Никифоров, Д. А. Шоманков**  
(УО «Военная академия Республики Беларусь», Минск)

## **АЛГОРИТМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРИЕМНИКОВ ВОЗДУШНОГО ДАВЛЕНИЯ**

Основной причиной динамических погрешностей в измерениях высотно-скоростных параметров полета аэрометрических приборов (АМП) является инерционность пневматических систем приемника воздушного давления (ПВД). Инерционность систем ПВД проявляется в запаздывании передачи статического и полного давления воспринимаемого воздушного потока от приемника к АМП. Вследствие этого, регистрируемые аппаратурой и наблюдаемые экипажем по приборам значения барометрической высоты и воздушной скорости будут завышаться (при уменьшении высоты) или занижаться (при наборе высоты) по сравнению с фактическими их значениями. Поэтому наличие некомпенсированных динамических погрешностей в показаниях АМП нередко являлось прямой или косвенной причиной авиационных событий.

Для решения задач определения и компенсации динамических погрешностей АМП в работе [1] разработана методика обработки регистрируемых средствами объективного контроля параметров полета. На основе методики разработаны алгоритмы расчета динамических погрешностей, адаптированные для программной реализации в автоматизированных системах обработки полетной информации (АСОПИ). Практическая реализация разработанных алгоритмов в АСОПИ обеспечит автоматизацию и оперативность оценки высотно-скоростных параметров полета при решении задач объективного контроля, в том числе при расследовании авиационных событий.

### **Литература**

1 Шоманков, Д. А. Методика определения динамических погрешностей аэрометрических приборов на основе обработки регистрируемых параметров полета / Д. А. Шоманков, В. Р. Вашкевич // Сборник научных статей Военной академии Республики Беларусь. – № 34. – 2018. – С. 181 – 188.

### **П. П. Попко**

*(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)*

## **ОБРАБОТКА ПОТОКА ГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ**

Обработка потока графической информации является важным направлением в анализе графической информации. На сегодняшний день технологии позволяют анализировать практически любой поток графической информации, состоящий из набора кадров.

Под потоком графической информации подразумевается видеопоток. Для получения кадров из видеопотока требуется определить длительность видеопотока. При наличии информации о длительности можно определить количество кадров в видео. Чаще всего в 1 секунде видео содержится 24 кадра, 30 кадров, 60 кадров, реже 120 кадров и более. Уменьшение количества кадров влияет на восприятие видео, порог в 24 кадра это принятый стандарт, который обеспечивает должную плавность изображения, переходя порог в меньшую сторону чем 24 кадра, видео теряет в плавности и кажется неестественным и дерганым [1].

Получение кадров в основном можно разделить две группы, по-кадровое получение и получение массива кадров [2].

Под покадровым получением понимается захват одного определенного кадра из видео, такой вариант подходит для точечного анализа. Алгоритм может быть основан на захвате кадра выбранного пользователем, так же возможно вычисление среднего кадра из видео.

Под получением массива кадров подразумевается захват набора кадров из промежутка видеопотока. За каждую секунду видео происходит захват определенного количества кадров зависящее от характеристик видеопотока, значение количества кадров может отличаться как в большую так и в меньшую сторону, но при увеличении количества кадров увеличивается и размер видеопотока. В то же время уменьшение количества кадров приведет к уменьшению записанной информации в видеопотоке, что в последствии может негативно повлиять на дальнейший анализ.

### **Литература**

- 1 Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео / Д. Ватолин [и др.]. – М.: Диалог-МИФИ, 2002. – 384 с.
- 2 Дьяконов, В. П. Работа с изображениями и видеопотоками / В. П. Дьяконов. – М.: СОЛОН-Пресс, 2010. – 400 с.

**М. В. Радюкевич**

*(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)*

## **ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КОМПЕНСАЦИИ ИСКАЖЕНИЙ GPS СИГНАЛОВ**

Способность приёмной аппаратуры потребителя определять зашумленные сигналы, либо сигналы искусственной подстанции, а также восстанавливать искажённые сигналы, позволит создавать приёмники GPS сигналов с высокой точностью определения вектора координат потребителя при наличии искажений искусственного или естественного характера.

Метод адаптивной компенсации преднамеренных и непреднамеренных искажений GPS сигналов основан на анализе соответствия характеристик принятых сигналов их эталонным значениям, а также компенсации искажений GPS сигналов искусственного или естественного характера. Искажения GPS сигналов, как преднамерен-

ные, так и непреднамеренные, приводят к появлению погрешностей при позиционировании местоположения и скорости движения.

Задачей метода адаптивной компенсации является непосредственная корректировка принятых характеристик GPS сигналов (задержка сигнала и его доплеровское смещение частоты) для повышения точности определения координат и вектора скорости потребителя.

В качестве математического аппарата для разработки метода адаптивной компенсации преднамеренных и непреднамеренных искажений GPS сигналов, предлагается использовать аппарат искусственных нейронных сетей. Для решения задачи адаптивной компенсации на основе аппарата нейронных сетей можно использовать оптимизирующие нейронные сети. К оптимизирующим нейронным сетям относятся нейронные сети Хопфилда и нейронные сети Хэмминга [1].

### **Литература**

1 Круглов, В. В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика / В. В. Круглов, В. В. Борисов. – М.: Горячая линия. – Телеком, 2002. – 382 с.

**А. А. Сильченко**

*(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)*

### **АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ REAL-TIME VFX-ЧАСТИЦ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ**

Сегодня, фактически в любой медиа-сфере будь то кино, игры, реклама или презентации, требуются высококачественные спецэффекты. Благодаря алгоритмам обработки Real-time VFX, появилась возможность создавать спецэффекты, преобразование которых, происходит в режиме реального времени. Однако существует две серьёзные проблемы: отсутствия методик, основанных на объективных методах алгоритмизации частиц, что в свою очередь существенно затрудняет возможность их реализации и представлении в графическом формате, и проблема при использовании ресурсов в графическом представлении – это оптимизация.

Таким образом, целью настоящей работы является разработка методики алгоритмизации VFX-частиц, основанных на объективных

методах, для реализации алгоритма обработки частиц и контроль потребления ресурсов для графического представления.

При разработке алгоритма, использовались возможности игрового движка Unreal Engine 4, что позволило представить алгоритмы в графическом виде и подключить необходимые объективные методы из внутренних библиотек самого игрового движка. Для решения проблемы оптимизации необходимо понять, что обычно игровые движки рендерят конечное изображение за несколько проходов и в каждом кадре, в котором на экране находится частица, она влияет на конвейер рендеринга. Эту проблему можно решить путём использования низкозатратного «Непрозрачного метода» [1]. При использовании данного метода, частицы, перекрывающие другие частицы, отсекают их. Поэтому движку проще отбрасывать пиксели и при этом, он потребляет меньше ресурсов при прорисовке.

В результате решения данных проблем, является возможным представление алгоритмов VFX Real-time частиц в графическом виде и оптимизация потребления ресурсов непосредственно при самом графическом представлении.

### **Литература**

1 ИТ ресурс «Хабрахабр» [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/337484>. – Дата доступа: 20.12.2018.

### **И. Е. Ткачев**

*(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)*

## **О РАЗРАБОТКЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ ЛОГИСТИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ «DELIVERY ASSISTANT»**

В настоящее время спрос на логистические услуги постоянно возрастает. Это вызвано ростом экономики и усилением конкуренции среди производителей. Проблема конкурентоспособности решается путем совершенствования процедур складирования, транспортировки, распределения товаров между потребителями. Перед логистами встает задача регулировки и контроля доставки каждого груза, ведь все должно быть выполнено в срок и без непредвиденных ситуаций. При всем этом должна поддерживаться постоянная связь с водителями,

которых в компании может насчитываться более сотни. Все эти факты делают невозможным нормальное функционирование, централизованный контроль и развитие компании.

Общая задача состоит в том, чтобы обеспечить уровень обслуживания потребителей при минимальных общих издержках.

Данные как пользовательские, так и данные бизнес-логики, необходимо где-то сохранять. Поэтому следует выделить отдельный компонент хранилища данных, который будет отвечать за централизованное хранение данных, оперативный доступ, манипуляция над ними и обеспечение сохранности. За доступ к статическим файлам отвечает отдельный компонент.

Разрабатываемое приложение предназначено для использования в логистических компаниях, которые заинтересованы в оптимизации их внутренней работы и контроля рабочих процессов. Приложение будет иметь возможность создания и настройки списка текущих доставок, отслеживания доставляемых грузов и общения между сотрудниками компании, вести централизованный учет расходов и т. д.

В дальнейшем приложение может быть адаптировано и использоваться для связи грузоотправителя и грузоперевозчика, заключения между ними контракта, ведение учета на складах.

**О. В. Фёдоров**

*(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)*

## **О РАЗРАБОТКЕ ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСА ДЛЯ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ И ГРАФИЧЕСКИХ ФАЙЛОВ**

Различные Интернет-ресурсы становятся все более и более востребованными во всем мире благодаря доступности практически в любой точке мира, их скорости и надежности. Однако, несмотря на множество тематик, практически отсутствуют ресурсы, которые бы позволили сочинять музыкальные произведения, а также озвучивать картины художников. Данная разработка призвана восполнить данный пробел, так как с ее помощью можно с легкостью создавать собственные музыкальные произведения, а также прослушивать композиции, сгенерированные из картин художников.

В основе данного ресурса лежит высокопроизводительный алгоритм, с помощью которого становится возможной генерация ме-

лодии из картин художников. Идея заключается в том, что некоторые композиторы способны видеть музыку в виде набора цветов. Зная цвета, которые соответствуют определенным нотам, можно путем их сопоставления создавать музыкальные последовательности. Таким образом, на вход алгоритма подается изображение. Затем оно раскладывается на набор пикселей. Далее выделяется цвет анализируемых пикселей, и сопоставляется с определенной нотой. Процесс повторяется до тех пор, пока не будет проанализировано все изображение. Тональность мелодии получается путем определения основного цвета изображения. Лад определяется с помощью измерения яркости картины. Используя данные о тональности и ладе, алгоритм производит корректировку знаков альтерации. Кроме алгоритма генерации мелодии, в приложении также была использована технология WebAudio API, с помощью которой становится возможным получение звука в браузере. Для обеспечения функциональности чата была использована библиотека SignalR 2. Для написания клиентской части был использован JavaScript, для серверной – ASP.NET C#. Пользовательский интерфейс является адаптивным, что позволяет удобно использовать ресурс на любом устройстве.

Таким образом, данная разработка предоставляет уникальный и востребованный функционал, с помощью которого становится возможным создавать собственные музыкальные произведения, а также генерировать мелодии из картин художников, приобретая уникальную способность, доступную лишь некоторым людям.

**В. С. Чурун, В. А. Короткевич**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **СРЕДСТВА ВЕДЕНИЯ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ АРХИВНЫХ ДАНЫХ ПРИЕМНОЙ КОМИССИИ ВУЗА**

На протяжении ряда лет в ГГУ им. Ф. Скорины эксплуатируется программный комплекс «Приемная комиссия ГГУ им. Франциска Скорины», в ходе работы которого данные о ходе приемной кампании каждого года сохраняются в соответствующую базу данных (БД). Таким образом информация о приемных кампаниях в ГГУ разнесена по множеству баз данных, а формат этих баз данных различается в связи с изменениями в правилах приема и выполнении соответствующих доработок программного обеспечения. Как следствие, вывод таких

исторических данных в приложениях (на сайте) для просмотра пользователями, а также обобщение данных для руководства ГГУ и других целей являются невозможными.

Разработанные программные средства обеспечивают ведение архивной базы данных единого унифицированного формата, куда переносятся данные из баз по годам. Созданное приложение отображает существующие таблицы баз данных и с помощью разработанных в среде MS SQL Server хранимых функций и процедур копирует или удаляет информацию из таблиц архивной БД. В ходе разработки приложения были созданы вспомогательные таблицы, одна из которых хранит названия функций и процедур, другая – историю изменений.

Для визуализации архивных данных был создан веб-сайт, который отображает данные таблиц архивной БД с возможностью фильтрации, сортировки и поиска данных. Также в виде различных графиков отображаются планы приема и проходные баллы по специальностям, ход подачи заявлений в процентах от плана приема, размер целевого приема, средние баллы аттестата, средние баллы абитуриентов, средние баллы по профильным и не профильным предметам. Обеспечивает фильтрация данных по формам обучения и специальностям. Получение информации из архивной БД реализовано с помощью специально написанных хранимых процедур.

Приложения для ведения архивной базы данных разработано на языке C++ в среде C++ Builder, приложение для визуализации данных разработано с помощью языков HTML, CSS, JavaScript, PHP. Также была использована среда MS SQL Server и язык Transact SQL.

**Е. Н. Шашарук**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

## **РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В ШКОЛЕ НА ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ VISUAL BASIC**

В настоящее время одним из ключевых направлений формирования компетентной, насыщенной школьной среды является непременно использование автоматизированных систем управления образовательной деятельностью, позволяющих существенно упростить работу с повседневными задачами – расписанием, внутренней отчет-

ностью по успеваемости, учетом школьного питания, системой тестирования и многими другими. Автоматизированная информационная система должна соответствовать задачам, которые для каждого образовательного учреждения могут быть индивидуальными.

Разработанная нами автоматизированная система позволяет пользователю (администратору, учителю) обрабатывать поступающую информацию (регистрацию новых учеников и сотрудников в учреждение образования, заполнение всех необходимых форм, бланков, справок и т. д.), хранить информацию о документообороте, вести электронный журнал для учета успеваемости учеников, строить статистические сведения для формирования отчетности в учреждении образования.

Графический интерфейс разработанного приложения настроен таким образом, чтобы пользователь мог быстро и просто получить нужную ему информацию, а также добавить вновь поступившую информацию и обработать ее.

**Н. С. Шевчик**

*(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)*

## **СИСТЕМА ЯЗЫКОВОЙ ЛЕКСИКИ СРЕДСТВ МАССМЕДИА**

Средства массовой коммуникации развиваются с огромной скоростью, что и является особенностью нашего времени. В связи чего информация становится реальным социальным ресурсом.

Для обмена информацией в наше время существуют разнообразные форумы, порталы по обмену информацией, опытом и т. д. Порталы разделяются на разнообразные тематики: общение, обмен опытом, развлечение, обучение.

Разрабатываемая система будет представлена в виде web-приложения. Все данные хранятся в базе данных (MySQL) на серверной стороне приложения, бизнес логика разрабатывается на языке Java. Пользовательский интерфейс представляет собой главную страницу с возможностью авторизации, выбора раздела на определенную тематику.

В разрабатываемой системе также предусмотрен сбор статистики посещений пользователя. В личном кабинете пользователя существует история посещений, а также выбор определенных тем (разделов). Пользователь может выкладывать свои документы в личный кабинет, затем может предоставить доступ иным лицам.

Предлагаемая разработка позволяет пользователям находить определенные термины, понятия с возможностью перевода их на другой язык. Будет существовать также возможность начать чат в определенной теме, что поможет пользователям находить более подходящую информацию и устанавливать межличностные коммуникации.

**В. С. Шутиков**

(УО «ГГТУ им. П. О. Сухого», Гомель)

### **ДИНАМИЧЕСКОЕ ПОСТРОЕНИЕ 3D-МОДЕЛЕЙ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ ТЕЛ С ПОМОЩЬЮ БЕСКОНТАКТНОГО СЕНСОРНОГО КОНТРОЛЕРА KINECT**

Применение 3D-сканеров для задач осмотра позволяет существенно улучшить соответствие физических деталей заданным техническим требованиям. 3D-сканеры позволяют обнаруживать брак в инструментальной оснастке и диагностировать эксплуатационные проблемы еще на ранних стадиях производства [1].

Для построения возможно использовать бесконтактный сенсорный контролер Kinect (рис. 1).



Рисунок 1 – Kinect

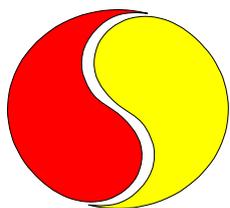
Аналогично тому, как двумерные преобразования описываются матрицами размером  $3 \times 3$ , трехмерные могут быть представлены в виде матриц  $4 \times 4$ . И тогда трехмерная точка  $P(x, y, z)$  записывается в однородных координатах как  $P(W_x, W_y, W_z, W)$ , где  $W \neq 0$ .

Использование однородных координат позволяет применять единый математический аппарат для пространственных преобразований (поворотов, масштабирования, переноса) точек, прямых, квадратных и бикубических поверхностей и линий [2].

### **Литература**

1 Гайдышев, И. Обработка и анализ данных / И. Гайдышев. – СПб.: Питер, 2014. – 752 с.

2 Постнов, К. В. Компьютерная графика / К. В. Постнов. – М.: МГСУ, 2009. – 249 с.



## СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

*Информационные технологии  
в обучении*

**Н. А. Алёшин**

(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

### МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ В НЕЙРОННЫХ СЕТЯХ. ЗАДАЧА КЛАССИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ

На примере задачи классификации рассмотрим основы функционирования нейронных сетей. Допустим, мы создаём автоматическую систему, которая будет разделять объекты на два типа –  $A$  и  $B$ . Система технического зрения даёт возможность записать данные об объектах в цифровом виде [1].

Будем характеризовать объекты, используя набор признаков  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ . Признаки могут быть выражены при помощи целых чисел либо логических переменных, другими словами «с признаком» – «без признака». Набор признаков будем представлять как вектор с  $n$  элементами, либо точку  $k$ -мерного евклидова пространства  $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ . Тогда задача классификации сводится к следующей математической задаче: разделить два набора точек  $A$  и  $B$   $n$ -мерного евклидова пространства некоторой гиперповерхностью размерности  $n - 1$ .

Выбор признаков для классификации считается весьма трудной задачей, которая ранее решалась вручную, в последнее время возникли действенные способы автоматического нахождения более значимых признаков. Подчеркнём, что оптимальный выбор нужных признаков важен для успешной обработки имеющихся данных.

В задачах классификации обучение нейронной сети происходит на наборе обучающих примеров  $X(1), X(2), \dots, X(P)$ , для которых принадлежность объекта к классу  $A$  либо классу  $B$  уже определена. Чтобы математически формализовать данный факт, индикатор определим следующим образом

$$D(X) = \begin{cases} 1, & X \in A \\ 0, & X \in B. \end{cases}$$

В итоге обучения по накопленному «опыту» построим нейронную сеть, которая будет проводить разграничивающую поверхность. Данный процесс математически описан как поиск некоторой функции

$$y = F(X, W),$$

где  $W$  – набор параметров нейронной сети (либо иной системы искусственного интеллекта). Для нейронных сетей эти параметры, в том числе, задают силу связи между нейронами и подбираются так, чтоб ошибка обучения была бы минимальной. В качестве ошибки обучения, как правило, рассматривают функцию

$$E_{train}(W) = \sum_j |F(X(j), W) - D(X(j))|,$$

где  $X(j)$ ,  $j = \overline{1, P}$  берутся из обучающего множества.

Для проверки эффективности обучения нейронной сети берут тестовое множество объектов и вычисляют

$$E_{test}(W) = \sum_j |F(X(j), W) - D(X(j))|,$$

где  $X(j)$  взяты из тестового множества. После того, как система обучена (что довольно часто требует большого процессорного времени), она для любого поданного на вход системы объекта  $X$  автоматически решает, к какому классу он относится [2].

### Литература

- 1 Вакуленко, С. Практический курс по нейронным сетям / С. Вакуленко, А. Жихарева. – СПб.: Университет ИТМО, 2018. – 71 с.
- 2 Рашка, С. Python и машинное обучение / С. Рашка. – М.: ДМК Пресс, 2017. – 418 с.

**М. С. Березовский, М. И. Жадан**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

### РАЗРАБОТКА ИГРОВОГО ПРИЛОЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЯЗЫКА C#

Настоящая заметка посвящена стремительно развивающейся отрасли программирования – разработке игр. Игровое приложение «Galaxy Shooter» реализовано с использованием языка программирования C# и игрового движка Unity3D.

Игровое приложение взаимодействует с пользователем, предоставляя возможность управлять космическим кораблем игрока, имеет возможность вести огонь. Также оно имеет возможность создавать корабли противников, осуществлять подсчет набранных пользователем очков за уничтожение противников и генерировать различного рода усиления, которые могут быть подобраны игроком, предоставляя ему различные усиление (ускорение, увеличение огневой мощности и т. д.). Игрок имеет определенное количество жизней, по истечению которых игра заканчивается.

При запуске игрового приложения пользователь попадает в открытый космос. В центре экрана расположен корабль игрока. Управление им осуществляется путем нажатия стрелок. В правом верхнем углу экрана расположен счетчик очков набранных игроком. В левом верхнем углу экрана расположено количество жизней, оставшееся у игрока (в начале игры количество жизней равно 3). Для выстрела из орудий корабля игроку необходимо нажать клавишу Space (пробел) или левую кнопку мыши. После нажатия одной из данных клавиш, будет создан лазерный луч и проигран специальный звуковой эффект. В игровом приложении предусмотрена система перезарядки, что предотвращает возможность игрока стрелять непрерывно.

В процессе игры случайным образом генерируются различные бонусы, которые пролетают сверху экрана вниз с различной скоростью. Они могут быть собраны игроком, и в зависимости от вида собранного бонуса, игрок получит соответствующее усиление. Каждый бонус имеет уникальную анимацию и вид. При сборе бонуса игроком, проигрывается соответствующая звуковая дорожка.

Игровое приложение работает под операционной системой Windows, без установки специализированных дистрибутивов. При разработке серверной части приложения, был использован язык программирования C# и платформа ASP.NET Core.

**М. Н. Гавриленко**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

## **ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К РАЗРАБОТКЕ ОБУЧАЮЩЕЙ ВИДЕОСИСТЕМЫ**

Многообразие, быстрый рост и обновление новых информационных технологий и программного обеспечения требует разработки и

реализации обучающих систем, отвечающих современному уровню технических средств и методов обучения. Не вызывает сомнения, что популярность программного обеспечения и его востребованность при решении прикладных задач во многом определяется доступными средствами обучения.

На сегодняшний день наиболее популярным и простым способом получения какой-либо информации или изучения языков программирования и фреймворков является Интернет. Доступная информация обычно представлена в виде электронных книг или видеокурсов, которые требуют достаточно много времени на изучение текста (просмотр цикла лекций).

В докладе излагается один из подходов к разработке обучающей системы, объединяющей видеоролики и литературу по курсу, включающей возможность выполнения тренировочных упражнений в процессе обучения.

Отличительной особенностью системы, является наличие интерактивного сервиса демонстрирующего выполнение упражнения на компьютере пользователя с текстовым комментарием выполняемых действий и возможностью возврата на предыдущие этапы выполняемого задания при получении отрицательного результата.

Данный подход позволит реализовать индивидуальный подход при изучении современного программного обеспечения, максимально упростить обучение с учетом уровня подготовки пользователя, который получит возможность уделить больше времени тем заданиям, которые вызывают у него трудности при выполнении.

Разработка системы с использованием языка Java, который превратился из просто универсального языка в целую платформу и экосистему, которая объединяет различные технологии, используемые в целого ряда задач: от создания десктопных приложений до написания крупных веб-порталов и сервисов, обеспечит доступность системы на обычных ПК, планшетах, смартфонах и гарантирует его популярность и востребованность как в среде новичков, так и программистов, изучающих новый вид программного обеспечения.

В процессе работы обучающей системы фиксируется, систематизируется, обрабатывается и анализируется информация, которая отображается в виде графиков.

**М. А. Гундина, Н. А. Кондратьева**  
(УО «БНТУ», Минск)

## **ФУНКЦИОНАЛ СФОРМИРОВАННОСТИ КАЧЕСТВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНЦИИ**

Рассмотрим особенности формирования математической компетенции при изучении математических дисциплин в высшей школе.

Математическая компетентность включает составляющие: 1) готовность применять полученные знания при решении актуальных прикладных научных проблем, самостоятельно ориентироваться в задаче; 2) умение применять знания математических дисциплин при изучении специальных профильных дисциплин, соответствующих специальности; 3) внутренняя мотивация, убежденность и уверенность в своих возможностях успешно использовать математические методы и модели при решении научных задач в будущей профессиональной деятельности; 4) готовность приобретать самостоятельно необходимые новые знания, выходящие за рамки привычной деятельности; 5) умение ставить цель действий в соответствии с объективными условиями; 6) умение определять конкретные средства и методы для задачи в соответствии с ситуацией, целью и наличными возможностями.

Рассмотрим функционал сформированности умений для математической компетенции, разработанный нами:

$$G = G_1 \cdot G_2 \cdot G_3 \cdot G_4 \cdot G_5 \cdot G_6 \cdot G_7 ,$$

где множители: умение работать самостоятельно ( $G_1$ ), работать продуктивно ( $G_2$ ), работать успешно ( $G_3$ ); степень удовлетворенности от результатов труда ( $G_4$ ), умение выполнять задания различной системы сложности ( $G_5$ ), умение оперативно и гибко менять способы действий при решении задач при устном ответе ( $G_6$ ), умение выделять главное при устном ответе ( $G_7$ ). Каждый множитель оценивается в диапазоне  $[0,1]$ . При  $G < 0,01$  наблюдается отсутствие и незначительное овладение умениями в выполнении отдельных приемов, операций. При  $G \in [0,010; 0,271)$  осуществляется формирование умений на уровне тактики трудовой деятельности. При  $G > 0,572$  наблюдается использование знаний и навыков с осознанием не только цели, но и мотивов выбора способов и средств ее достижения. При  $G > 0,572$

студент овладевает умениями на уровне стратегии трудовой деятельности. Наблюдается развитие способности самостоятельного определения цели, использование различных умений соответствующих математической компетенции.

**И. Д. Дёшев, Е. А. Ружицкая**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **WEB-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ СТУДЕНТОВ ПО ЯЗЫКУ ПРОГРАММИРОВАНИЯ PASCAL**

Компьютерные технологии в настоящее время стали использовать практически всюду в жизни общества и прочно вошли в образовательный процесс. Тестирование учащихся по различным дисциплинам стало намного удобнее при помощи систем контроля знаний. Они позволяют проводить одновременно тестирование многих учащихся и не тратить времени на проверку заданий.

Разработано web-приложение для тестирования студентов по языку программирования Pascal. Приложение включает в себя сервер, клиентское приложение и возможность проходить тестирование в браузере. Спроектирована база данных, в которой содержится 300 вопросов по языку программирования Pascal. Вопросы сгруппированы по пяти категориям: «Элементы языка и типы данных», «Операции, операторы и выражения», «Функции, массивы и строки», «Записи, файлы, модули», «Текстовые и графические режимы». При прохождении теста происходит выборка 30 случайных вопросов. После прохождения теста результаты отправляются на сервер и сохраняются в базе данных.

Клиентское приложение содержит два уровня доступа: администратор (преподаватель) и пользователь (учащийся). Преподавателю видны все пройденные тесты всех учащихся, а также возможность добавления/удаления/редактирования данных в базе. Пользователь может открыть ранее пройденные тесты, просмотреть допущенные ошибки и начать новое тестирование.

Приложение разработано в среде IntelliJ IDEA. Выбор этой среды обусловлен удобством и быстротой разработки на языке программирования Java. Сервер реализован на контейнере сервлетов Tomcat. Графический интерфейс разрабатывался при помощи, встроенной в

IntelliJ IDEA платформы JavaFX. Доступ к базе данных осуществляется при помощи JDBC. Приложение будет работать практически на любой операционной системе, так как Java это кроссплатформенный язык программирования.

**Е. В. Жук**  
(УО «БГТУ», Минск)

## **ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЮ PROGIRL**

В IT-сфере существует ряд стереотипов:

- типичный программист это парень в очках и свитере с оленями, который 24 часа в сутки проводит за компьютерным столом;
- девушки не настолько умные;
- девушка не может стать разработчиком;
- женской логики не существует;
- back end – это мужское.

Такая картина расстраивает девушек-разработчиков и не внушает доверия потенциальным айтишникам.

Цели проекта: разрушить стереотип о том, что программирование это сложно; сделать программирование более привлекательным для женской аудитории.

В ходе исследования было разработано приложение ProGirl для обучения программированию для девушек. Приложение кроссплатформенное, доступно для различных мобильных платформ, а именно: iOS и Android, разработано на основе технологий React Native, Redux, JavaScript, Realm, Java, Objective C. Мобильное приложение предназначено для совершения операций с правами пользователя. Также приложение локально хранит загружаемые данные для более быстрого доступа к ним. Данные, хранящиеся в локальной базе данных, будут доступны при отсутствии подключения к сети Интернет.

Можно выделить несколько задач проведенной работы:

- обеспечение удобного, интуитивно-понятного интерфейса;
- разработка максимально комфортного дизайна;
- обеспечение удобного просмотра информации;
- краткое и понятное донесение информации.

Таким образом, разработанное программное средство реализует главные цели проекта, а именно: помогает девушкам изучать новые технологии. Приложение привлекает женскую аудиторию красивым дизайном, удобным интерфейсом, понятным донесением информации.

**В. С. Закревская, М. И. Жадан**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **ВЫБОР ПЛАТФОРМЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ БАЗЫ ДАННЫХ**

При разработке приложений баз данных встаёт необходимость выбора наиболее удобной для работы платформы. Мы выбирали между двумя платформами Microsoft, а именно Microsoft .NET / SQL и Microsoft Access. В большинстве случаев разработчики выбирают Microsoft Access как наиболее знакомую. Ниже подробнее рассмотрены обе платформы с точки зрения функциональности, удобства, новизны и устойчивости.

1. .NET технология предоставляет большую функциональность интерфейса для пользователя. Microsoft Access интуитивно понятен и удобен для решения простых задач, однако не обладает большой функциональностью. .NET технология предоставляет возможность в дальнейшем при расширить уже существующий функционал.

2. .NET технология проста с точки зрения лицензирования при установке на дополнительные компьютеры. В отличие от систем Access, которые требуют приобретения дополнительной лицензии при расширении области использования, .NET позволяет установку на неограниченном количестве машин без приобретения дополнительного программного обеспечения, с уже существующей лицензией.

3. Метод ODBC, используемых в Access системах при подключении к хранилищу информации демонстрирует низкую скорость извлечения и обновления данных в сравнении с альтернативными методами. На .NET платформе для подключения к SQL Server используется современная технология OLE DB.

4. .NET приложение основано на структуре, которая в дальнейшем может расширяться, настраиваться и дополняться в соответствии с потребностями разработчика. Использование .NET может позволить изменять систему без опасений прекращения стабильной работы при-

ложения. В то же время, в системе Access, все действия разработчика ограничены узким, заранее заложенным в систему функционалом.

Таким образом, хотя Microsoft Access использовалась для работы с базами данных на протяжении долгого периода времени, однако на данный момент она нерациональна при работе с широкой многопользовательской системой. В то же время .NET / SQL Server обладает более широким набором возможностей и является более стабильным и долгосрочным решением при работе с базами данных.

**В. В. Иванютенко**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

## **РАЗРАБОТКА НАСТОЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ И ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА НА ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ DELPHI**

Владение иностранными языками всегда было и будет бесценным навыком. Бесспорно, иностранные языки важны для делового и повседневного общения. Актуальность данного вопроса не может быть преуменьшена, так как знание, к примеру, наиболее популярного в наше время английского языка, является залогом успеха при устройстве на престижную работу. Также владение иностранными языками открывает расширенные возможности для посещения других стран и более углубленного изучения их культуры, традиций и истории. Язык открывает человечеству безграничные возможности, так как он является основным средством коммуникации.

Разработанное нами приложение направлено на изучение английского языка, потому как именно он считается важнейшим языком международного общения, и с каждым днем все больше и больше людей приступают к его изучению. Данное приложение содержит в себе все важнейшие аспекты, которые необходимо знать, чтобы уверенно владеть языком.

Разработанное настольное приложение позволяет просматривать различную справочную информацию, а также выполнять задания в тестовой форме для закрепления изученного материала. Кроме того, приложение предоставляет возможность корректировки информации пользователям, имеющим особый уровень доступа, позволяя осуществлять такие действия, как добавление новых теоретических во-

просов и тестовых заданий. В приложении организована регистрационная система, что позволяет сохранять прогресс пользователей и присваивать им определенные уровни доступа. Доступ ко всем основным функциям приложения дается пользователю только после осуществления регистрации, либо после входа в уже существующий аккаунт.

База данных, в которой хранится вся информация, необходимая для работы приложения, организована при помощи средств MS SQL Server 2008. Разработка самого приложения осуществлена в среде Delphi7.

**И. А. Истомина, В. А. Короткевич**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА КОМПОНЕНТОВ ЛИЧНОГО КАБИНЕТА АБИТУРИЕНТА ГГУ ИМ. Ф. СКОРИНЫ**

В состав программного комплекса «Приемная комиссия ГГУ им. Ф. Скорины» входит интернет-приложение «Личный кабинет абитуриента», обеспечивающее ввод анкетных данных пользователя, отображение текущего конкурса, отображение адресованных абитуриенту сообщений приемной комиссии ГГУ. В данной работе были реализованы компоненты, расширяющие функциональные возможности личного кабинета абитуриента.

В личный кабинет добавлены средства доступа к документам, связанным с процессом поступления в высшее учебное заведение. Ссылки на документы приемной комиссии представлены в виде тематического дерева документов. Определять и корректировать структуру дерева, создавать и актуализировать ссылки может администратор сайта через специально разработанный интерфейс.

Реализована возможность отображения списка доступных к поступлению специальностей в соответствии с имеющимися (или планируемыми к получению) сертификатами централизованного тестирования (ЦТ) у абитуриента. При отображении используются сведения о плане приема в ГГУ им. Ф. Скорины с учетом формы обучения и существующие требования к минимальным баллам по профильным и не профильным предметам. Также абитуриентом может быть получен список сертификатов, необходимых для поступления на желаемые специальности, и сведения о проходных баллах на специальности за предыдущий год. Для специальностей, не требующих для поступ-

ления прохождения ЦТ, реализовано отображение списка внутривузовских вступительных испытаний. Все вышеперечисленные возможности не предполагают использования приватных данных абитуриента и доступны без предварительной аутентификации, что повышает общую доступность ресурса.

В ходе разработки также был изменен дизайн страницы входа в личный кабинет абитуриента, которая теперь представлена в форме страницы-визитки ГГУ.

Реализация новых компонентов личного кабинета абитуриента ГГУ выполнялась на языке PHP с использованием фреймворка Yii2 и системы управления базами данных MS SQL Server.

**С. С. Косяк**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

## **РАЗРАБОТКА СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ НА МОБИЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЕ IOS**

Сегодня социальные сети являются очень популярными, они выступают в качестве многофункциональных источников информации и предоставляют своим пользователям широкий спектр возможностей. Большинство из современных социальных сетей хороши для общения, знакомств, развлечений, но практически никто не предоставляет удобного функционала для обучения.

Цель исследования заключалась в создании такой социальной сети, которая могла бы предоставить пользователям возможность упростить их обучение в школе, колледже, университете либо самостоятельное обучение.

В ходе исследования было разработано мобильное приложение для операционной системы IOS, состоящее из авторизационной и функциональной зон. В зоне авторизации пользователю доступны регистрация, авторизация, а также восстановление доступа к своей учетной записи. В функциональной зоне авторизованный пользователь имеет доступ к основным возможностям приложения, таким как составление учебных и экзаменационных расписаний, создание как одиночных, так и групповых диалогов, поиск и добавление друзей, создание заметок и напоминаний, просмотр и редактирование профиля.

При разработке использовалась интегрированная среда Xcode, язык программирования Swift [1, 2], а также была подключена база данных Firebase Realtime Database. Процесс разработки велся с использованием системы контроля версий Bitbucket.

В результате исследования было разработано приложение, предназначенное для людей, заинтересованных в организации своего учебного процесса.

### **Литература**

1 Нахавандипур, В. iOS 7 Programming Cookbook / В. Нахавандипур. – СПб.: Питер, 2015. – 832 с.

2 Усов, В. Swift. Основы разработки приложений под iOS и macOS / В. Усов. – СПб.: Питер, 2018. – 448 с.

**М. В. Кульбаков, Н. С. Разводова**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РЕАЛИЗАЦИЯ МИКРОСЕРВИСА СБОРА ДАННЫХ О СОСТОЯНИИ ЧЕЛОВЕКА С МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ SPRING FRAMEWORK**

Задачей работы было создание микросервиса, позволяющего работать с данными пользователей взятого за основу проекта мобильного приложения. Это приложение помогает пользователям контролировать свое самочувствие и фиксирует их жалобы. Микросервис же, в свою очередь, отправляет эти записи в базу данных. Так же, помимо добавления записей в базу, сервис позволяет редактировать, удалять и получать записи по заданным параметрам.

Однако на самочувствие может влиять множество факторов, и было бы не удобно, если бы пользователю приходилось вносить все данные самостоятельно. Поэтому ему приходится вводить только свои жалобы, а все остальные данные сервис самостоятельно возьмет из внешних источников.

Достоинством данного проекта является то, что его можно использовать не только в связке с взятым за основу приложением, но и отдельно от него.

Реализация микросервиса осуществлялась на базе одного из самых популярных и широко используемых Java-фреймворков – Spring [1].

Так же в работу входило создание базы данных, хранящей записи пользователей. База данных содержит личные данные пользователя, а также данные о месте его расположения, погоде рядом с ним, дате добавления записи и о самочувствии пользователя.

Данные передаются и принимаются в формате Json, а в качестве внешнего источника данных о погоде служит сервер компании Yahoo.

Формирование Json-формата, обращение к базе данных, получение параметров URL и многое другое позволяют осуществлять возможности фреймворка Spring.

В качестве СУБД для данного проекта была выбрана система MySQL, в качестве архитектурного стиля – REST, а в качестве системы автоматической сборки была выбрана система Gradle.

### **Литература**

1 Уоллс, К. Spring в действии / К. Уоллс. – М.: ДМК Пресс, 2013. – 752 с.

### **В. Н. Лялюхова**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

## **РАЗРАБОТКА НАСТОЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ И ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ ПО КУРСУ ГЕОМЕТРИИ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ**

В настоящее время учащиеся часто сталкиваются с проблемой выбора необходимой информации из огромного объема текста и непонятных слов, а также с выбором заданий для закрепления или проверки знаний. При этом на протяжении многих лет наибольшую трудность вызывают точные науки, в частности, геометрия.

Нами было разработано клиент-серверное приложение, ориентированное на помощь учащимся в школе, техникуме, колледже в области геометрии. Акцент здесь делается именно на повторении или изучении всех разделов геометрии в средней школе. Для этого в приложении представлена краткая, но самая важная информация по разделам геометрии, которая дополнена разнообразными картинками. После повторения или изучения материала пользователю предоставляется возможность пройти тестирование, которое позволит закрепить материал или узнать уровень собственной подготовки в данном разделе (рис. 1).

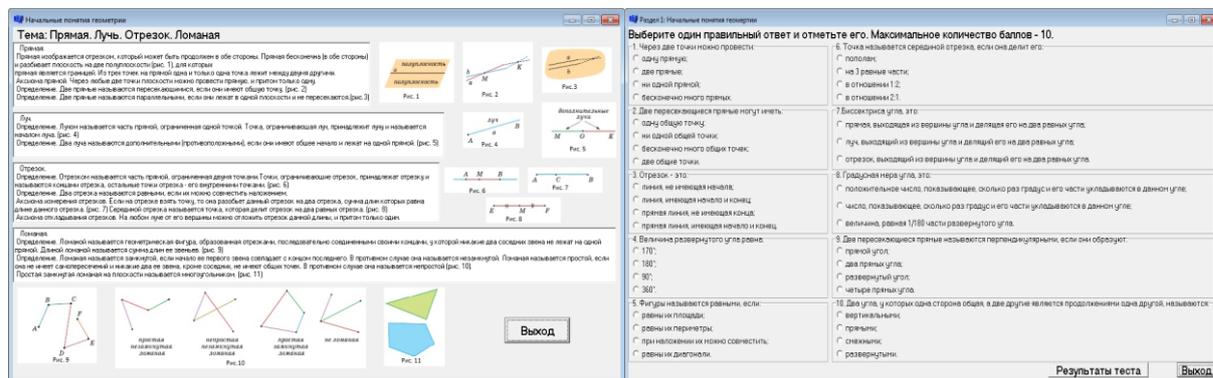


Рисунок 1 – Краткая теоретическая информация и тест по выбранному разделу геометрии

Отметим, что средой разработки приложения является Borland C++ Builder, создание базы данных, на основе которой функционирует приложение, осуществлялось при помощи средств MS SQL Server 2014.

**Д. Я. Макаров**

(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)

## РАЗРАБОТКА ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ С УПРАВЛЕНИЕМ КОНТЕНТОМ

В настоящее время существует большое количество различных средств обучения, базирующихся на основе компьютерных систем. Однако современные языки и технологии разработки программного обеспечения позволяют создавать приложения, обладающие высокой эффективностью обработки информации, ориентированные на онлайн-взаимодействие. Предлагаемый автором Интернет-ресурс осуществляет поддержку учебного процесса по высшей математике, позволяя организовать дистанционно выполнение практических заданий, а также выполнять контроль над правильностью их решения. Приложение обладает широкой функциональностью, понятным и удобным интерфейсом, отличным быстродействием, высоким уровнем безопасности и надежности.

Пройдя авторизацию, пользователь получает доступ к созданию, редактированию, а также удалению контента системы. Он может сформировать необходимое число вариантов заданий. Следует отметить, что количество задач в задании определяется тем, кто его составляет, и они могут принадлежать различным разделам и темам.

Приложение разработано на программной платформе Node.js, основанной на движке V8, который очень эффективно компилирует JavaScript в машинный код, позволяет асинхронное API для работы с сетью и диском. При создании серверной части приложения использовался фреймворк Express.js, представляющий собой гибкий и минималистичный каркас для разработки трудоемких веб-приложений и программных интерфейсов мобильных приложений, предоставляющий обширный набор функций для этого. Клиентская часть системы реализована на основе фреймворка AngularJS, который использует схему MVC, а также двустороннее связывание, позволяющее динамически изменять данные в одном месте интерфейса при изменении данных модели в другом, что синхронизирует модель и представление.

Внедрение разработанного приложения позволит управлять контентом Интернет-ресурса по высшей математике, автоматизировать процесс формирования заданий, а также организовать взаимодействие преподавателя со студентами в процессе обучения.

**И. В. Мелешко, В. А. Прохоренко**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СЕМАНТИЧЕСКОЙ СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ PYTHON, PYTORCH, OPENCV И ALBUMENTATIONS**

Семантическая сегментация изображений – это высокоуровневая обработка изображений, в результате которой происходит разбиение на зоны из пикселей, в которых находятся объект или группа объектов одного класса. Это необходимо, например, для беспилотных автомобилей, чтобы определять, где на изображениях находятся пешеходы, разметка дороги и другие автомобили.

Для реализации этой задачи был выбран, уже зарекомендовавший себя в сфере машинного обучения, Python – отличный объектно-ориентированный, интерпретируемый и интерактивный язык программирования, ориентированный на повышение производительности разработчика и читаемости кода. А также написанные на нем библиотеки: OpenCV, Albumentations, PyTorch.

Используя вышеперечисленные библиотеки, было разработано устанавливаемое консольное приложение для обучения нейронных

сетей для семантической сегментации изображений «ssegment». Приложение разработано для: хранения и обработки данных, в нем реализовано обучение и использование нейронных сетей для получения результатов. В приложении используются готовые реализации задач оптимизации и обучения нейронных сетей.

Разработанное приложение может быть запущено в режиме «train» с нужными пользователю параметрами (тип датасета, архитектура нейронной сети, которые заранее внедрены в приложение, выбор функции потерь, директория для сохранения результатов и т. д.). Результат работы программы в виде файлов, в которых хранятся параметры слоев обученной нейронной сети, можно использовать, запуская приложение в режиме «predict», для получения предсказаний нейронной сети. Также имеется возможность те же самые файлы обученных нейронных сетей вместе с гибкими модулями приложения, не привязанные только к сегментации изображений, использовать в других программах, при этом расширяя возможности приложения.

**В. С. Митин, М. В. Москалева**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ПО CORELDRAW**

В эру инновационных технологий, когда почти у каждого в доме имеется компьютер и доступ в интернет, популярность набирает дистанционное обучение. Такой вид обучения является универсальным и довольно востребованным, связано это в первую очередь с удобством и возможностями, которые могут предоставить нам технологии на сегодняшний день.

Основными видами такого обучения являются различные курсы, лекции, конференции и тому подобное. Существуют даже некоторые университеты, у которых так же присутствует дистанционное обучение под видом онлайн лекций, на которых могут присутствовать даже люди с ограниченными возможностями. В большинстве случаев они представлены в виде сайтов, к которым можно получить доступ, в любой точке мира используя браузер.

Обучающие сайты актуальны для всех организаций, которые хотят поднять уровень знаний своих сотрудников. В особенности хо-

телось бы отметить школы и университеты, главная цель которых донести основные знания следующему поколению. И в свою очередь такие сайты способствуют лучшему усвоению и осознанию нового материала, контролю знаний ученика, а так же более углубленного изучения данного материала.

Было разработано Web-приложение для обучения и контроля знаний по CorelDraw с использованием JEE. В данном приложении учитель может размещать необходимый информационный материал, редактировать уже имеющиеся и добавлять новые задания, контролировать знания учеников посредством тестов, давать ученикам материал на самостоятельное обучение. Учащиеся же попав на сайт должны авторизоваться или пройти регистрацию, если впервые зашли на сайт.

Данное приложение дает возможность учащимся дома или в любой другой точке мира, узнавать новый материал, закреплять его посредством выполнения практических заданий разного уровня и проверять свои знания, выполняя тестовые задания.

Таким образом, данная работа посвящена созданию обучающего сайта по CorelDraw. Сам сайт создан с помощью Java, HTML и CSS.

**Н. С. Разводова, М. В. Кульбаков**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА ИГРОВОГО ПРИЛОЖЕНИЯ «NEW EARTH EFFECT» НА ПЛАТФОРМЕ UNITY 3D НА ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ C#**

Нами было разработано игровое 3D-приложение в жанре фэнтези. Средой разработки является среда Unity 3D, программирование игровых объектов, написание скриптов, обрабатывающих действия пользователя во время игры, позволяющих управлять персонажем и взаимодействовать с окружением, осуществлялось на объектно-ориентированном языке программирования C# [1]. Опишем кратко функционирование разработанного приложения.

При запуске приложения открывается стартовое меню, в котором пользователю предоставляется возможность начать новую игру либо осуществить выход из приложения. Доступ к меню также возможен на протяжении всей игры по нажатию на клавишу Esc. Кроме того, у пользователя есть возможность приостановить игру нажатием на клавишу

Tab. Управление героем осуществляется при помощи клавиатуры и мыши (клавиши W, A, S, D для передвижения, клавиши Shift для ускорения и левой кнопки мыши для атаки). Состояние покоя, простое передвижение, бег и стрельба пользовательского игрового персонажа и противников сопровождаются соответствующими анимациями.

На начальном уровне пользователь должен набрать необходимое для перехода на следующий уровень количество очков. При этом необходимое количество очков и количество очков, которое игрок уже набрал, отображаются на экране. Набирать очки можно осуществляя атаки на противников. Однако игра завершится, если противник атакует первым. На каждом уровне существуют определенные места, где генерируются вражеские объекты. Генерация противников происходит по таймеру.

### **Литература**

1 Hocking, J. Unity in Action: Multiplatform Game Development in C# with Unity 5 / J. Hocking. – Manning Publications Company, 2015. – 352 p.

**А. А. Слука, В. А. Прохоренко**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СОПРОВОЖДЕНИИ ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ КУРАТОРА**

Воспитательная работа является важной и неотъемлемой частью педагогического процесса. Она предполагает единство и согласованность действий всех субъектов этого процесса. Таким образом, внедрение в воспитательный процесс ВУЗа современных информационных технологий, которые позволяют автоматизировать работу с отчетностью, является важной и актуальной задачей.

В ГГУ им. Ф. Скорины с 2017 года в воспитательном процессе используется веб-приложение «Электронный журнал куратора». Данное веб-приложение было разработано на кафедре математических проблем и информатики, и предназначено для автоматизации деятельности преподавателей-кураторов, воспитателей общежитий и отдела по воспитательной работе, связанной с внесением информации о воспитательной работе в журналы кураторов, формированием отчетности, контролем за проводимой воспитательной работой.

Веб-приложение основано на системе управления контентом WordPress и предоставляет возможность вносить информацию о мероприятиях по воспитательной работе, фильтровать их и формировать отчетность в форматах Microsoft Office для последующей печати.

Приложение ориентировано на обеспечение удобства и удовлетворение потребностей всех его пользователей. Для обеспечения этого развитие и разработка приложения постоянно продолжаются. В рамках работы над приложением было подготовлено руководство пользователя в виде видеоурока и методического пособия, проведена разработка, связанная с добавлением функциональности, обеспечивающей учет мероприятий, проведенных в общежитиях, и контроль доступа к отдельным видам ресурсов приложения.

За время использования приложения «Электронный журнал куратора» было опубликовано более 9000 записей о мероприятиях, на данный момент в нем зарегистрировано более 250 пользователей, которые являются сотрудниками университета.

**Д. С. Ющик**  
(УО «БГТУ», Минск)

## **АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОННЫХ СЕРВИСОВ ДЛЯ ОБРАЗОВАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

В настоящее время в РБ существует две системы электронных сервисов для образования: Знай.бай и Schools.by [1, 2].

Оба сервиса предоставляют: информацию об успеваемости учащихся, расписание, домашнее задание, сайт учреждения, страница класса. Подключение и обслуживание для школы бесплатное.

Знай.бай также предоставляет сервисы:

– «Платежи» – безналичные платежи для учреждения образования. Оплата через ЕРИП и интеграция с комбинатами питания.

– «Менеджер» – электронный документооборот для всех участников образовательного процесса.

– «Расписание» – генератор расписания занятий. Расписание генерируется в соответствии с нормами СанПиНа.

Для родителей обе системы предоставляют два пакета:

– бесплатный, который включает: расписание, аналог бумажного дневника, комментарии учителей.

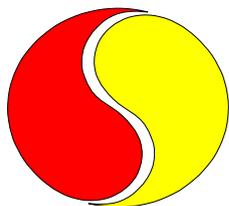
– платный, который представляет: sms-оповещения о пропусках, сервисы «Успеваемость», «Аналитика». У Знай.бай в данный пакет еще включены сервисы «Электронный учебник» и «Архив успеваемости». Стоимость пакета у сервисов отличается. У Schools.by предлагает единую ставку за четверть – 13.90 BYN. У Знай.бай эта цена ниже (9.90 BYN в четверть), при подключении на полугодие или год предоставляется скидка (17.90 BYN за полугодие, 31.90 BYN за год).

Сравнив обе системы, можно сделать вывод, что Знай.бай предоставляет более широкий спектр. Однако выбор системы должен учитывать уровень оснащенности школы, а также готовность родителей и учащихся.

### **Литература**

1 Schools.by [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <https://schools.by/>. – Дата обращения: 10.11.2018.

2 Единая платформа электронных сервисов для образования [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <https://znaj.by/>. – Дата обращения: 15.11.2018.



## СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

*Применение информационных  
технологий в экономике и управлении*

---

**И. П. Акулич, С. В. Акулич**

*(УО «Военная академия Республики Беларусь», Минск)*

### **АВТОМАТИЗАЦИЯ УЧЕТА РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНОЙ РАБОТЫ КАФЕДРЫ В ВОЕННОМ УЧЕБНОМ ЗАВЕДЕНИИ**

В настоящее время информационные технологии играют важную роль в жизни общества, в значительной мере определяя уровень его развития. Широкое распространение информационные технологии получили и в сфере образования, в частности в системе учета результатов научной работы военных учебных заведений.

Анализ учета результатов научной деятельности кафедры предполагает необходимость хранения, структуризации и анализа большого объема данных. При этом стоит отметить, что информация о результатах научной деятельности кафедры поступает из большого количества источников, так как результаты научной деятельности всей кафедры складываются из обобщения данных результатов личной научной деятельности каждого преподавателя, являющегося членом кафедры.

В качестве данных требующих учета результатов научной деятельности выступает следующая информация: участие преподавателей в научно-исследовательских работах, в военно-научном сопровождении; апробация результатов своей научной деятельности в ходе конференций различных уровней, проведения учений; опубликованность результатов работы; участие во всех видах научной деятельности обучаемых; участие в рационализаторской и изобретательской работах; участие в специализированных советах по защите диссертаций, редакционных коллегиях; научное руководство слушателями магистратуры, адъюнктами очной и заочной форм обучения, соискателями ученых степеней; участие в рецензировании и проведении экс-

пертиз уставных документов; подготовка отзывов на авторефераты соискателей ученых степеней; проведение предварительных экспертиз диссертаций.

В связи с этим актуальна задача разработки программного средства учета результатов научной работы. Разрабатываемое программное обеспечение позволит усовершенствовать систему учета научной работы и повысить эффективность управления научным процессом за счет автоматизации процесса регистрации и мониторинга состояния результатов научной деятельности и ее динамики.

**А. А. Ахрамович**

*(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)*

## **ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ DATA MINING ДЛЯ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ЗАКУПОК**

Для повышения эффективности своей деятельности организация нуждается в выработке собственной, обоснованной, оптимальной финансовой стратегии. Это связано с тем, что современная рыночная экономика предъявляет серьезные требования к хозяйственной деятельности учреждения. Современная организация вынуждена эффективно планировать свою деятельность, анализировать информацию.

Наиболее актуальным из инструментов прогнозирования и планирования является интеллектуальный анализ данных – Data Mining, он представляет собой процесс поиска в большом наборе данных [1]. В Data Mining математический анализ используется для определения закономерностей и тенденций, которые существуют в этих данных. Традиционные представления данных не могут обнаружить такие шаблоны из-за слишком большого объема и присутствия данных различного цифрового формата [2].

Внедрение методов Data Mining сопряжено с объективными трудностями, в то же время, именно интеллектуальный анализ данных помогает сделать работу специалистов отдела маркетинга более профессиональной и качественной.

В работе решена задача применения Data Mining для анализа и прогнозирования процесса закупок.

### **Литература**

1 Пиотровская, К. Р. Интеллектуальный анализ данных и развитие научно-исследовательских компетенций бакалавров [Электронный ресурс] / К. Р. Пиотровская, Е. А. Тербушева // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=26084>. – Дата доступа: 21.02.2019.

2 Сарайкин, Ю. В. Использование методов Data Mining в практике маркетинговых исследований (на примере рынка соков) [Электронный ресурс] / Ю. В. Сарайкин // DocPlayer.ru. – 2019. – Режим доступа: <https://docplayer.ru/44154653-Ispolzovanie-metodov-data-mining-v-praktike-marketingovyh-issledovaniy-na-primere-rynka-sokov.html>. – Дата доступа: 21.02.2019.

**А. А. Бобер, Д. А. Сеница**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

### **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА УПРАВЛЕНИЯ ГАЗОВЫМ ХОЗЯЙСТВОМ**

Обеспечение безопасного использования газа является первоочередной целью деятельности газового хозяйства. Необходимость производить систематическое и полное обслуживание всего газоиспользующего оборудования, ввиду большого количества объектов и различного рода мероприятий, связанных с предотвращением аварийных случаев эксплуатации газа, с подвигает на автоматизирование рабочего места каждого сотрудника, будь то это приемщик заказов аварийно-диспетчерской службы или мастер подотчетного участка.

Целью разработки данного комплекса является уменьшение объема информации на бумажном носителе и улучшение функционирования работы газового хозяйства.

Содержание данного комплекса не ограничивается рамками. Ввиду использования портативного локального сервера «Open Server», языка PHP и PHPMyAdmin можно без проблем создавать информативные формы для заполнения, изменения баз данных, что в свою очередь позволяет легко собирать, анализировать и оперировать информацией любого характера.

Рассматривая применение комплекса к приему заявок, оператором аварийно-диспетчерской службы следует отметить такие преимущества как полное заполнение и хранение аварийных заявок с последующим выводом их в формате «.dos» Мастера участков, отвечающих за обслуживание газораспределительных объектов имеют возможность видеть установленное оборудование на данных объектах, вести учет приборов (в том числе отправленных на поверку, списанных и т. д.), вести графики обслуживания объектов. Также они имеют возможность видеть динамику работы газоиспользующего оборудования, посредством оборудования телеметрии и изображением графиков показателей (давление, концентрацию загазованности и аварии датчиков).

Данный комплекс предстает перед пользователем в виде сайта расшаренного по действующей сети, что позволяет пользоваться всем перечисленным имея на компьютере всего лишь браузер и существенно облегчает процессы обновления и изменения структуры комплекса в целом.

**Д. А. Болдак**

*(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)*

## **ДЕТЕКТИРОВАНИЕ СИТУАЦИЙ ПРИСУТСТВИЯ СУБЪЕКТОВ НА КОНТРОЛИРУЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ**

В работе рассматривается традиционная проблема учебных заведений: контроль посещаемости студентами лекционных и практических занятий. Традиционно, такой контроль ведут старосты групп, но как показывает опыт, на их добросовестность сильно влияют личные отношения со студентами группы. Безусловно, можно обязать преподавателей проверять журнал старосты после каждой проведенной пары, но тогда поднимается вопрос о добросовестности старост. Стоит так же отметить, что преподаватель может забыть проверить правильность заполнения журнала или вовсе проигнорировать такую форму контроля.

В докладе предлагается решение указанной проблемы с использованием методов машинного зрения и биометрической идентификации. Похожие проблемы, связанные с детектированием присутствия и

распознаванием субъекта на контролируемой территории, широко востребованы. Это и отслеживание субъектов в местах скопления людей (борьба с терроризмом), отслеживание популярности отделов в магазинах (оптимизации закупок товаров) и прочие. Системы аналогичного назначения широко используются в Китае в рамках проекта «рейтинга общественной надежности» [1].

По результатам исследования библиотека OpenCV превзошла VoofCV по качеству результата и скорости работы в несколько раз. На основании полученных результатов можно сделать выводы о том, что самым доступным и эффективным, для задачи идентификации, является метод, базирующийся на геометрии лица. Эффективность разработанного приложения на языке Java с использованием библиотеки OpenCV сильно зависит от качества произведенной съемки в условиях университетских аудиторий.

### **Литература**

1 Рейтинг общественной надежности в Китае // Новостной портал Meduza [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <https://meduza.io/feature/2018/04/15/ostryy-glaz-vmesto-bolshogo-brata-kak-kitayskie-vlasti-massovo-sledyat-za-zhitelyami-strany>. – Дата доступа: 17.12.2018.

**М. Н. Будько**

*(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)*

### **ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ПОДЛИННОСТИ ЦИФРОВЫХ ФОТОГРАФИЙ МЕТОДАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ**

В связи с бурным развитием индустрии цифровых фотоаппаратов и повсеместным использованием камер смартфонов, цифровые изображения не только стали одним из главных форматов передачи информации, но и важной криминалистически значимой уликой.

Учитывая последнее замечание, целью моей работы было выбрано исследование возможности применения методов машинного обучения в задачах классификации цифровых фотокамер (бренд / модель) на основе сделанных ими фотографий на примере задачи подтверждения подлинности цифровых изображений в JPEG-формате.

В компьютерной криминалистике выделяют два основных подхода к подтверждению подлинности изображения. К первому относятся пиксельные алгоритмы, которые сравнивают рядом находящиеся пиксели изображения для поиска редактируемых областей. Второе направление основано том, что фотографии цифровых камер, в основном, хранятся в JPEG-формате, который сжимает изображение с определенными потерями. Поскольку единого JPEG-формата не существует и практически каждая камера сжимает фотографии по-разному, у разных производителей структура JPEG-файла различается.

Структура графических файлов JPEG-изображений основана на использовании специальных маркеров. Этот факт позволяет использовать методы машинного обучения для определения факта редактирования снимка после загрузки с камеры, а также определения модели камеры, на которую был произведен снимок.

На основании исследований, выполненных в работе, можно сделать выводы, что для определения подлинности фотографии необходимо использовать основные и второстепенные маркеры JPEG-формата. Система для исследования маркеров изображений была написана на языке Python, с использованием библиотеки Scikit-Learn.

Разработанные средства предполагается использовать для создания системы подтверждения подлинности цифровых изображений в образовательных целях и для проведения компьютерно-технической экспертизы.

**Н. Д. Быль**

*(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)*

## **ЦИФРОВОЙ МАРКЕТИНГ КАК ЭФФЕКТИВНОЕ СРЕДСТВО ПРИВЛЕЧЕНИЯ КЛИЕНТОВ**

На сегодняшний день наблюдается стремительное развитие цифрового маркетинга, который помогает достичь данных целей, при помощи различных тактик продвижения товаров, услуг и брендов.

Ключевые мероприятия цифрового маркетинга включают: SMM-маркетинг, поисковую оптимизацию, поисковый маркетинг, контент-маркетинг, рекламу в программах, играх и других формах цифровой продукции. Особое место занимает SMM (Social Media Marketing), маркетинг в социальных медиа, – это продвижение това-

ров и услуг в социальных сетях, при помощи различных инструментов, с помощью которых клиенты привлекаются на сайт из социальных сетей, сообществ, блогов, дневников и форумов [1].

В настоящее время аудитория социальных сетей сравнима с аудиторией телевизионных телеканалов, однако она более внимательна и активна. SMM имеет больше общего с сетевым PR, чем с рекламой. SMM – это непосредственная работа в сообществах, которые охватывают целевую группу пользователей; а также инструменты прямого и скрытого взаимодействия с целевой аудиторией [2].

В работе исследуются возможности инструментов привлечения клиентов через социальные сети и разрабатываются рекомендации построения эффективной SMM-стратегии. Instagram является одним из самых распространенных сервисов, многие бренды используют его в качестве инструмента привлечения новых клиентов. Instagram обладает всей необходимой функциональностью, особенно когда профиль ведется в режиме бизнес-аккаунта, так как есть доступ в статистике, такой, как вовлеченность и охват потребителей.

### **Литература**

1 Стелзнер, М. Контент-маркетинг. Новые методы привлечения клиентов в эпоху Интернета / М. Стелзнер. – Манн, Иванов и Фербер, 2012. – 288 с.

2 Котлер, А. Основы маркетинга / Ф. Котлер. – Диалектика-Вильямс, 2007. – 809 с.

**С. Ю. Вашкевич, Д. А. Болдак**  
(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)

### **ПОРТФОЛИО СТУДЕНТА**

Несмотря на то, что существует значительное число платформ для поиска вакансий и подбора кадров, молодым специалистам бывает сложно найти себе первое место работы. Это связано с рядом причин, среди которых выделяются: неумение студентов и выпускников заявить о себе; отсутствие грамотно изложенной и доступной для работодателя информации о потенциальном работнике.

Для решения проблемы информирования заинтересованных сторон, студента и работодателя, о потенциально возможных вариантах в

поиске работы был инициирован проект «Портфолио студента». Проект предполагает сбор и хранение, за все время учебы, обширной учебной и внеучебной информации о студентах, которая может положительно повлиять на их трудоустройство. Также должен быть обеспечен доступ к ней потенциальных работодателей. В частности, будет собрана информация о профессиональных предпочтениях студентов, мероприятиях, в которых они участвовали, с указанием результативности участия. А также данные о компетенциях и навыках, которые студент получил за время учебы. Доступ к собранной информации будет контролироваться службами университета и самим студентом, что позволит обеспечить достаточный уровень конфиденциальности и актуальности данных.

В ходе работы над проектом был проведен анализ мнений представителей организаций, получающих кадры от университета. Результаты анализа показывали, что компании явно заинтересованы в возможности ознакомиться с навыками, которые получают студенты, а так же оценить их активность во внеучебных конференциях, митапах, конкурсах и т. д. Наличие возможности предоставить доступ к такой информации позволит создать более тесное взаимодействие между университетом и предприятиями. Важной чертой проекта является возможность не только получить данные об определенных студентах, но и найти всех студентов, подходящих под определенный профиль или набор знаний и навыков, которые ищет компания.

Отдельно стоит выделить возможность проведения анализа запросов компаний, получение статистики о популярности профессий, специальностей либо конкретных компетенций студентов.

**А. А. Войтулянис**  
(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)

## **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ДАННЫХ МЕТОДОМ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА НА ЯЗЫКЕ R**

Целью данной работы является анализ поведения экономических данных методами регрессионного анализа. Модели линейной регрессии применяются для оценки зависимости между переменными, между которыми существуют причинно-следственные связи.

В связи с этим было разработано приложение средствами RStudio, которое считывает экономические данные с сайтов myfin.by и tut.by, используя библиотеку “rvest”, далее проверяет их коррелируемость друг от друга, оценивает коэффициенты регрессии, вычисляет коэффициенты детерминации и доверительные интервал, проверяет качество и адекватность построенных моделей с помощью функций  $lm()$ ,  $summary()$ ,  $cor()$  из библиотеки “lmtest”.

Работа приложения апробирована на реальных экономических данных Республики Беларусь [1]: средняя заработная плата, внутренний валовой продукт, инфляция, размер валютной выручки и др. Наиболее тесная связь обнаружена между средней заработной платой ( $y$ ) и размером валютной выручки ( $x$ ) (по данным за 2004 – 2016 гг.): коэффициент корреляции равен 0.8, линейный вид уравнения регрессии. В результате построена модель:  $y=9,01x+91,3$ .

Учитывая то, что исходные данные представляют собой временные ряды, указанная корреляция может оказаться ложной, однако характер поведения данных и качество полученного прогноза на 2017, 2018 годы, позволяет надеяться, что построенная модель окажется вполне применимой на практике.

### Литература

1 Хлебинский, П. А. Прогнозирование экономических показателей / П. А. Хлебинский // Бизнес-инжиниринг сложных систем: модели, технологии, инновации: материалы II междунар. науч. практ. конф., Донецк, 8 ноября 2017 г. – Донецк: ДонНТУ, 2017. – С. 206 – 209.

**Е. С. Волковский**

(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)

## **МЕТОДЫ И СРЕДСТВА КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ В ЗАДАЧАХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ**

Компьютерное зрение – это важная и интересная тема для развития так называемого охранного видеонаблюдения. В связи с современным технологическим ростом, уже стало привычным словосочетание «интеллектуальное видеонаблюдение». Информация, полученная как результат обработки видеоданных математическими алгоритмами, позволяет перестроить логику работы всего охранного видео-

наблюдения, что изменяет отношение к системам безопасности в целом и превращает их в решения, сосредоточившие в себе новейшие достижения науки.

В работе рассматривается одна из задач указанной области – задача идентификации пользователей с использованием технологии распознавания лиц по заранее подготовленной базе. Требуется, выделив лица на статических изображениях, полученных из видеопотока, определить, хранятся ли данные такого субъекта в базе.

Традиционно используются алгоритмы для обнаружения лиц и их классификации, включающие этапы локализации лица на изображении; выравнивания изображения лица (как геометрического, так и яркостного); вычисление признаков отличия (извлечение особенностей); сравнения полученных признаков с заданными эталонами.

В работе исследована зависимость качества распознавания в зависимости от условий применения алгоритмов: разрешающей способности фото-видео аппаратуры, освещения, расстояния, масштаба, ракурса съемки, поворота головы объекта наблюдения. Для обработки локализованных изображений применялись алгоритмы гибкого сравнения на графах, метод главных компонент (principal component analysis), основанный на преобразовании Карунена-Лоева.

Не смотря на возможность некоторых специфических способов обхода системы распознавания лиц, нужно отметить достаточно высокую степень распознавания лиц, на уровне 70 – 80%. Основные проблемы, влияние которых необходимо минимизировать, это проблема освещённости или влияния расположения источника света по отношению к лицу, и проблема поворота головы (лица) по отношению к камере при съёмке изображения.

**В. В. Глушков**

*(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)*

## **ПРОГРАММНО-АЛГОРИТМИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС РЕАЛИЗАЦИИ СЕРВИСОВ E-LOGISTIC**

Цель исследования: разработка программно-алгоритмического комплекса для оптимизации процессов в сфере транспортной логистики. Анализ показал, что поступление множества заказов, различных по конфигурации, невозможно полноценно спрогнозировать, а доступные

ресурсы (транспорт, водители) и их состояние постоянно изменяются. Для максимизации эффективности необходимо комбинировать заказы и правильно выделять ресурсы. Обилие возможных комбинаций делает их ручное построение малоэффективным. Для решения данной проблемы была сформирована алгоритмическая модель (рис. 1)

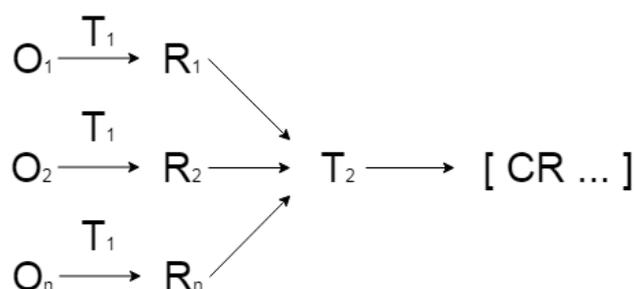


Рисунок 1 – Алгоритмическая модель

$O_n$  – один из произвольного числа поступивших заказов;  $R_n$  – сгенерированная оптимальная конфигурация маршрута для отдельного заказа;  $CR$  – оптимальная конфигурация маршрута, результат наиболее оптимального комбинирования конфигураций  $R_n$  (всех или нескольких);  $[CR \dots]$  – массив скомбинированных конфигураций маршрутов, которые суммарно выполняют каждый из исходных заказов  $O_n$ ;  $T_1$  – алгоритм построения оптимальной конфигурации маршрута для одного заказа, способной выполнить его в срок;  $T_2$  – алгоритм объединения неограниченной коллекции конфигураций маршрутов, пока объединение повышает эффективность. Конфигурация маршрута: задействованный транспорт, водители, заполнение транспорта заказами, упорядоченные точки маршрута.

Критерии оптимальности: максимальная прибыль, минимальное время выполнения, минимум задействованных ресурсов.

Реализация модели позволит не только автоматизировать часть процессов предприятия, но и максимизировать их эффективность.

**И. С. Давыдков**

(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **ВЗАИМОСВЯЗЬ МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА С МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ**

Средний и малый бизнес в рыночной экономике является одной из наиболее важных сфер. Малый и средний бизнес особенно важен

для региональной экономики, которая зависит от деятельности небольших предприятий в обслуживании, розничной торговли, общественном питании, ремесленничестве и так далее. Малый и средний бизнес способствуют увеличению валового регионального продукта и решению острых социальных проблем регионов: занятости, безработицы, уровня и качества жизни населения [1].

На основе коэффициентов корреляции исследовалась зависимость темпов прироста малого (Y1) и среднего бизнеса (Y2) с темпами прироста макроэкономических показателей. В качестве факторов рассматривались внутренний валовый продукт (X1), внутренний валовый продукт на душу населения (X2), численность населения (X3), инфляция (X4), уровень безработицы (X5), ставка налога на прибыль (X6), реальная процентная ставка (X7) и расходы на открытие бизнеса (X8). Информационно-статистической базой для исследований послужили данные с 2011 по 2017 годы Республики Беларусь, Российской Федерации, Украины, Польши, Казахстана, Армении и Молдова.

Таким образом, характерным для всех стран является взаимосвязь темпов прироста малого бизнеса с темпами роста ВВП и ВВП на душу населения, а также инфляцией. Темпы прироста среднего бизнеса значимо коррелируют с ВВП и уровнем безработицы в стране.

### Литература

1 Всемирный Банк [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <http://www.worldbank.org/>. – Дата доступа: 16.12.2018.

**М. А. Журавель, Н. Б. Осипенко**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

### **АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ДАННЫХ В HART СЕТИ ОТ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА ИТ-25 ФИРМЫ «АКВАКОН»**

В настоящее время существует большое многообразие промышленных сетей, и их число постоянно растет. Чтобы не создавать в производственном секторе хаоса и неразберихи, все промышленные сети подлежат международной стандартизации. Один из стандартов для полевых сетей со сложными устройствами это HART. Целью описываемой работы является создание приложения-аналога разработанных ранее на Delphi ПС Аналитика ИТ фирмы «Аквакон», предназначенного

для работы с измерительными приборами фирмы в HART сети. В качестве средства разработки был выбран компилятор RAD Studio 2008. Прибор взаимодействует с компьютером путем подключения через HART-модем, который, в свою очередь, подключается через COM-порт с использованием последовательного интерфейса RS232.

Данное приложение предназначено для получения, чтения и сохранения данных от измерительных приборов фирмы "Аквакон", в частности промышленного преобразователя ИТ-25. Эти приборы используются для потенциометрических измерений в системах непрерывного контроля на производстве. Преобразователь предназначен для измерения ЭДС электродных систем преобразования измеренной величины в значение показателя активности ионов водорода (рН), а также индикации величины ЭДС или значения рН на встроенном дисплее. Он формирует электрический непрерывный аналоговый выходной сигнал постоянного тока от 4 до 20 мА, пропорциональный рН анализируемой среды или ЭДС электродной системы. Прибор может работать и без использования приложения и подключения к компьютеру, но для проведения лабораторных измерений удобно хранить результаты, полученные в течение некоторого времени, а также иметь доступ к результатам прошлых измерений. Для этого необходимо использование приложения ИТ-25 HART.

Приложение разрабатывается для взаимодействия с промышленным преобразователем ИТ-25 и его вариациями; должно уметь получить информацию о приборе, подключенном через HART-модем к указанному COM-порту, считать с него текущие показания измерений, считать значения настроек измерения, а также отправлять и обрабатывать команды, являющиеся универсальными для протокола HART; а также – должно сохранять данные об измерениях в отчет установленной формы, сохранять и загружать имеющиеся отчеты, строить график изменения результатов измерения в зависимости от времени.

**П. Д. Загоруев, Н. Б. Осипенко**  
(УО«ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **ИДЕЯ РАЗРАБОТКИ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ТОРГОВОЙ КОМПАНИИ**

На текущий момент на сайте многих торговых компаний не используются сервисы по выбору и составлению рекомендаций для кли-

ента. Применяется автоматический подбор продуктов по каталогам и категориям, а также возможность самостоятельно устанавливать рекомендации для продукта. В свою очередь внедрение возможности по автоматической рекомендации продуктов позволило бы помочь клиентам находить то, чего они хотят с большей вероятностью, экономить на этом время покупателей и получать от этого прибыль.

Поэтому актуальной является разработка рекомендательной системы для пользователей, помогающей подбирать продукты, наиболее подходящие их предпочтениям, а также позволяющей клиентам открывать ранее не известную, но полезную им продукцию. Для этого система должна собирать пользовательские данные и по ним составлять историю покупок, которая в дальнейшем влияет на предложения. Опишем кратко идею реализации такой рекомендательной системы.

Алгоритм прогноза рекомендаций анализирует профиль пользователя (данные о его предпочтениях) и предсказывает, какие продукты и бренды могут ему понравиться и дообучается в режиме реального времени при появлении новых данных. При просмотривании страницы описания продукта или добавлении его в корзину система обновляет профиль пользователя, и прогноз строится заново. Это дает возможность быстро подстраиваться под вкусы клиента и предлагать товар, который отвечает текущему состоянию клиента. Составляя прогноз, алгоритм учитывает информацию о связи продуктов одной категории, что позволяет советовать клиенту продукты в его предпочитаемой категории. Система умеет оценивать профили всех пользователей для выявления людей с похожими предпочтениями.

Обработав все данные, алгоритм поиска выдаёт рекомендации в виде списка продуктов и брендов, которые могут понравиться покупателю. Рекомендации должны включать в себя не только предложения вида «раз вам понравилось X, посмотрите на Y», но и кое-что ещё, что помогло бы сориентироваться в новых продуктах в брендах. Поэтому к текущему прогнозу, построенному алгоритмом на основе пользовательских данных, добавляется информация из других источников: что покупают люди с такими же уровнями бизнес-ролей; актуальные подборки о недавно выпущенных, но уже популярных товарах; часто покупаемые наборы продуктов, востребованные более чем по отдельности из-за наличия скидки и т. п.

**И. А. Зеневич**

(УО «ГТУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ VAR ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ СТАЛЬ/ИНДЕКС BDI

Рассмотрим данные двух временных рядов: сталь и индекс BDI. Требуется построить модель VAR, с помощью которой можно будет дать наиболее точный прогноз на будущий год.

Известно, что векторные модели авторегрессии строятся по стационарным временным рядам [1]. Простейшая VAR-модель включает две переменные с шагом 1, число уравнений модели равно числу переменных:

$$\begin{cases} x_{t1} = \alpha_{10} + \alpha_{11}x_{t-1,1} + \alpha_{12}x_{t-1,2} + \varepsilon_{t1} \\ x_{t2} = \alpha_{20} + \alpha_{21}x_{t-1,1} + \alpha_{22}x_{t-1,2} + \varepsilon_{t2}. \end{cases}$$

После приведения временных рядов сталь/индекс BDI к стационарному виду, построенная модель VAR имеет вид:

$$\begin{aligned} y_t &= 0,811 + 0,836 y_{t-1} - 0,259 y_{t-2} - 0,41 x_{t-1} - 0,891 x_{t-2} + e_{1t}, \\ x_t &= 1,45 - 0,078 x_{t-1} - 0,151 x_{t-2} + 0,033 y_{t-1} + 0,0198 y_{t-2} + e_{2t}. \end{aligned}$$

На рисунке 1 представлены фактические и прогнозируемые значения цены на сталь, рассчитанные с помощью модели VAR. Благодаря данной модели возможен расчёт данных на следующее полугодие, вероятность ошибки данной модели 7,7%.

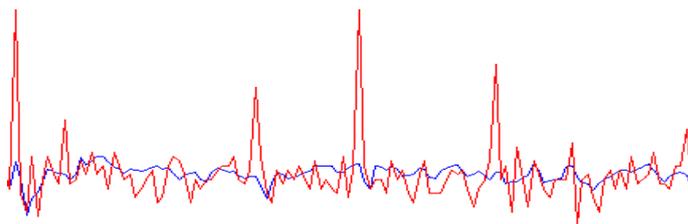


Рисунок 1 – Результаты оценивания коэффициентов в VAR-модели  
— прогнозируемые значения; — фактические значения

### Литература

1 Банников, В. А. Векторные модели авторегрессии и коррекции регрессионных остатков (Eviews) / В. А. Банников // Прикладная эконометрика. – 2006. – № 3. – С. 96 – 129.

**И. С. Ивашкевич**

(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)

## КОМАНДНЫЙ ИНТЕРФЕЙС КАК СРЕДСТВО ДОСТУПА К ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Командным интерфейсом принято называть набор команд, предназначенных для пользователя, посредством которых он дает поручение системе выполнять определенные действия.

Командный интерфейс играет важную роль в информационной системе любого предприятия и является ее неотъемлемой частью. Его формирование зависит от функций и настроек приложения, прав пользователя, видимости команд по ролям.

Основой для построения командного интерфейса служит функциональная структура, описывающая автоматизируемые виды деятельности организации. Например, в широко используемой системе «1С:Предприятие» структура формируется с помощью объекта Подсистема. Все объекты информационной системы рассортированы по логически связанным с ними разделам. Чтобы пользователь видел лишь ту функциональность, которая ему необходима в процессе работы, требуется проанализировать его права на доступ к данным. Например, менеджер не нуждается в объектах, с которыми работает бухгалтер, и наоборот.

Система прав доступа и управления пользователями определяет доступность операций в командном интерфейсе. Предотвращение несанкционированного доступа к объектам базы данных информационной системы реализуется путем создания списка пользователей и назначения ролей в соответствии со служебными обязанностями. Запрет удалять и корректировать данные позволит предупредить возможную потерю информации.

Таким образом, командный интерфейс позволяет управлять отображением некоторых элементов интерфейса и изменять их после-

довательность, рассортировывать команды и распределить их по группам в соответствии с приоритетом и частотой использования, ограничивать пользователей в выполнении тех или иных действий с объектами базы данных информационной системы. С помощью видимости команд по ролям можно упростить интерфейс разделов и обеспечить пользователю максимально комфортные условия для работы.

**Н. А. Иняхин, Н. Б. Осипенко**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО БАНКОВСКОГО ВКЛАДА**

В работе описывается приложение, помогающее пользователю выбрать банковский вклад. Для решения задачи используется многокритериальная оптимизация с учетом мнения трёх экспертов, метод Ранга определения значимости критериев, отбор бесперспективных альтернатив с помощью множества Парето-оптимальных решений и определение лучшей альтернативы методом анализа иерархий.

В качестве исходных данных используется реальная информация о банковских вкладах. Каждый из экспертов оценивает банковские вклады по пятибалльной шкале. Полученные экспертные балльные оценки критериев используются в методе Ранга, в котором наиболее предпочтительным является критерий с максимальным весом. После этого используется выбор множества Парето. Имеющиеся альтернативы попарно сравниваются друг с другом по всем критериям. Если при сравнении каких-либо альтернатив  $Y_i$  и  $Y_j$  оказывается, что одна из них не лучше другой ни по одному из критериев, то ее можно исключить из рассмотрения. Для завершения многокритериальной оптимизации используется метод анализа иерархий.

На основании описанной выше схемы выбора оптимального банковского вклада разработана на языке C# программа, фрагменты интерфейса которой приведены на рисунках 1 – 2. Для хранения информации использована СУБД MySQL.

Приложение прошло верификацию на тестовых данных. Тематика работы актуальна как для организаций, так и для частных лиц.

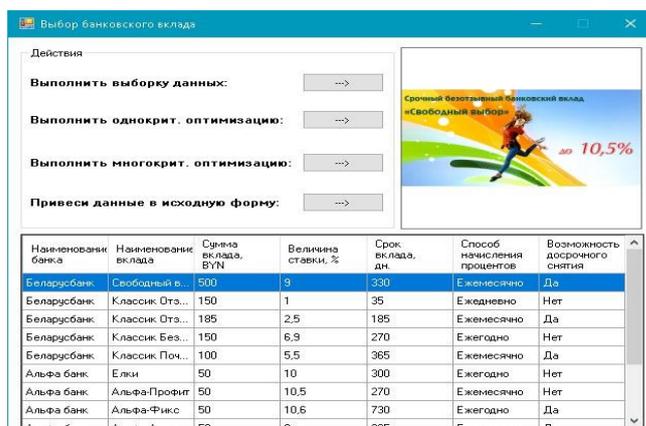


Рисунок 1 – Главное окно

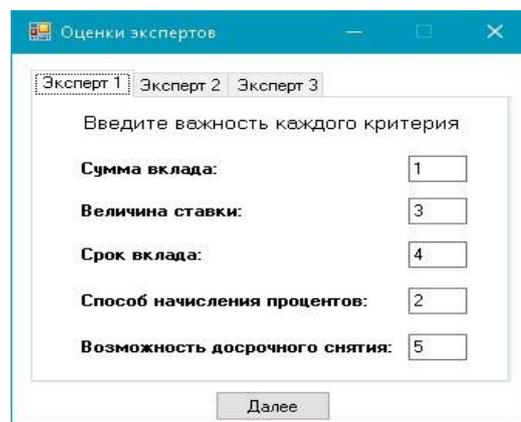


Рисунок 2 – Окно для ввода данных

**А. Р. Качкан, Н. Б. Осипенко**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## РАЗРАБОТКА СЕРВЕРНОЙ ЧАСТИ WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПРОФОРИЕНТАЦИИ

Приложение представляет собой экспресс-диагностику индивидуальных черт характера, основанную на использовании психологических, антропометрических и паспортных данных [1 – 3].

Серверная часть web-приложения реализована на языке PHP с использованием Yii PHP Framework 2.0. Для хранения данных была использована база данных MySQL. Выбор обусловлен возможностью хранения JSON-полей в СУБД MySQL, на основании которых информация, хранящаяся в таких полях, будет иметь смысл только для специализированного средства ее обработки (модуля приложения). Для удобства пользователей предусмотрена возможность регистрации.

Разработанная версия клиент-серверного web-приложения обеспечивает: предоставление возможности пользователю прохождения теста; обработку полученных данных с целью формирования рекомендаций и индивидуального прогноза профориентации. Система ориентирована на развитие и применение при формировании рекомендаций и индивидуального прогноза в рамках таких направлений, как персональный маркетинг, поиск нужных людей (специалистов или клиентов), информационных ресурсов и т. п.

### **Литература**

1 Карандашев, В. Н. Методика Шварца для изучения ценностей личности [Электронный ресурс]. – 2004. – Режим доступа: <https://www.psyoffice.ru/146-karandashev-v.-n.-metodika-shvarca-dlja.html>. – Дата доступа: 25.12.2018.

2 Конституциональные особенности человека и темперамент [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <http://psylist.net/difpsi/wikal.htm>. – Дата доступа: 20.12.2018.

3 Определение характера по почерку [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <http://mirsovetov.ru/a/psychology/psychologic-trick/cha-racter-handwriting.html>. – Дата доступа: 30.12.2018.

**Р. А. Кацора, Г. Л. Карасёва**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РЕАЛИЗАЦИЯ ПОИСКОВОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОЙ БИБЛИОТЕКИ ДОКУМЕНТОВ**

В нашем современно мире, мире новых технологий, до сих пор остаются изобретенные уже давно вещи, которые не теряют своей популярности. Одной из таких вещей является книга, будь то бумажное издание или же её электронная версия. Книги до сих пор остаются основным источником информации. Выбор данной предметной области обусловлен тем, что предприятиям, обладающим большими базами книг, важно учитывать наличие у себя тех или иных книг, а также оперативно организовывать их поиск.

При реализации данного проекта была использована платформа полнотекстового поиска Apache Solr. Также разработано web-приложение, использующее функционал данной поисковой системы. Разработанное web-приложение в удобной и понятной форме принимать запросы от пользователя и возвращать результаты поиска. Результаты выдаваться частями для уменьшения нагрузки на канал передачи данных и сервер приложения. Предусмотрена возможность фильтрации результатов поиска. Кроме того, пользователю предоставляется возможность загрузки файлов книг для индексации поисковой платформой. Таким образом, разработана непосредственно сама поисковая система и создано web-приложение.

Технологии Spring, Spring Boot и Angular Framework были выбраны для наибольшей устойчивости, а также контроля ресурсов, выделяемых сервером. Spring Framework выбран из-за наличия IoC-контейнера (Inversion of Control), что позволяет создать модульное и конфигурируемое приложение. Кроме того, данный фреймворк имеет модуль Spring Boot, который упрощает процесс разработки web-приложения.

Серверная часть приложения представляет собой Restful web-сервис, построенный с использованием Spring Boot. Клиентская часть приложения представляет собой web-приложение, разработанное с использованием Angular Framework. Такая модель применяется во многих проектах. Это позволяет разделить приложение на независимые модули, что, в свою очередь, облегчает процессы разработки, тестирования и поддержки приложения.

**Е. В. Князюк**

*(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)*

## **РАЗРАБОТКА КОНСУЛЬТАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ АНАЛИЗА ПРОДАЖ И ПОИСКА НОВЫХ КЛИЕНТОВ**

«1С:Предприятие» является комплексным прикладным решением, охватывающим основные контуры управления на производственном предприятии. Решение позволяет организовать комплексную систему, соответствующую высоким стандартам и обеспечивающую экономическую деятельность предприятия [1]. В то же время, четко разграничивается доступ к хранимым сведениям, а также возможности анализа проделанной работы и действий в зависимости от статуса работников.

Актуальность консультационной системы для анализа продаж и поиска новых клиентов предприятия является актуальной, так как предложенное комплексное прикладное решение позволит организовать систему поддержки для основных бизнес-процессов предприятия [2].

Конфигурация «1С:Предприятие» на РУАП «Гродненская овощная фабрика» обеспечивает связь заведующих складов и бухгалтеров, а связь между продавцами и заведующих складов не обеспечивает. Тем самым, ежедневно, при заполнении и анализировании различных документов в ручную уходит много времени, так как большую часть работы надо проделать по телефону.

«1С:Предприятие» является универсальной системой автоматизации экономической и организационной деятельности предприятия. Поскольку такая деятельность может быть довольно разнообразной, система «1С:Предприятие» может приспособливаться к особенностям конкретной области деятельности, в которой она применяется. Для реализации всех поставленных задач в исследовании реализована новая конфигурация, позволяющая реализовать оптимальные настройки системы продаж для овощной фабрики г. Гродно.

### Литература

- 1 Радченко, М. Г. 1С:Предприятие 8.2. Коротко о главном / М. Г. Радченко. – СПб.: 1С Пабблишинг, 2012. – 270 с.
- 2 Радченко, М. Г. 1С:Предприятие 8.3 / М. Г. Радченко, Е. Ю. Хрусталева. – Москва: Эксмо, 2016. – 927 с.

### А. Г. Котёлко

(УО «БрГУ им. А. С. Пушкина», Брест)

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА ДЛЯ ЧАСТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ «ТЕХНОМИКСЦЕНТР»

Интернет-магазин является вспомогательной, а в отдельных случаях и ключевой возможностью становления и развития успешного бизнеса. Для современного интернет-магазина характерно большое число положительных черт. Например, это возможность управлять магазином в любом удобном для владельца месте. Интернет-магазин позволяет покупателям экономить своё время и деньги, так как товар можно оформить всего лишь за пару нажатий кнопки компьютерной «мышки». Также в сети есть возможность предложить покупателям наиболее широкий ассортимент продукции.

В результате выполнения работы был спроектирован и разработан интернет-магазин для частного предприятия «ТехноМиксЦентр», занимающегося поставкой запасных частей и оборудования для промышленных предприятий (рис. 1). Перед созданием сайта интернет-магазина были изучены материалы различных областей (типографики, колористики, композиции, основные аспекты при создании интернет-магазина и др.).

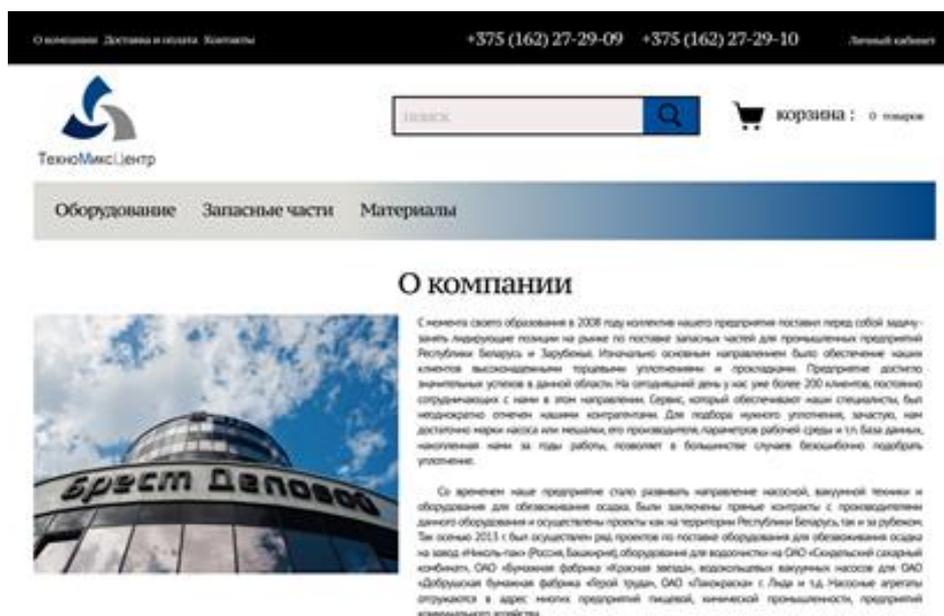


Рисунок 1 – Главная страница

**А. В. Краснодубский**  
(УО «БГТУ», Минск)

## СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ

На данный момент имеется множество систем для управления проектами. Но, к сожалению, в каждой из них имеются свои недостатки. Один из основных недостатков – не обеспечивается нужный уровень взаимодействия программных приложений. При помощи модулей электронной системы управления ресурсами предприятия ERP (Enterprise Resource Planning) возможно этот недостаток устранить.

Возможным решением, которое поможет обеспечить нужный уровень взаимодействия системы, является разработка приложения, состоящего из 3 модулей.

Первый модуль будет представлять необходимую информацию о проекте – заказчик, дата начала проекта, дата завершения проекта, так же будет содержать в себе спецификацию, необходимые задачи для проекта и их полное описание. В модуле будет содержаться информация о людях, которые работают на этом проекте: имя, должность, задачи, которые ему необходимо выполнить. При выполнении той или иной задачи работник имеет возможность отмечать время на ее выполнение, исходя из которого и будет формироваться его заработная плата.

Второй модуль отображает более детальную информацию обо всех работниках предприятия. Можно уточнить возраст конкретного работника, опыт работы общий, опыт работы в этой компании, должность в этой компании, количество выполненных и запланированных задач на том или ином проекте. При необходимой настройке авторизации, используя второй модуль, сотрудник может отмечать время на потраченные задачи, не используя первый модуль. При помощи взаимодействия двух модулей эта информация будет доступна и из первого модуля.

Третий модуль необходим, в первую очередь, менеджеру проектов. Здесь будет отображаться информация о затраченном на работу времени. При этом нужная информация будет храниться в базе данных, предназначенной для первого модуля. Менеджер может оценить производительность труда сотрудника и время, потраченное на проект всей командой.

Таким образом, первый модуль предназначен для заказчика продукта и позволяет оценивать активность работников, второй – для разработчика, третий необходим менеджерам компании для оценки производительности труда работников.

**В. О. Кривицкий**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

## **ВЗАИМОСВЯЗЬ ДИНАМИКИ КРИПТОВАЛЮТ**

Криптовалюта может приниматься для оплаты услуг и покупки различных товаров в сети Интернет совершенно анонимно. Помимо этого, благодаря криптовалюте можно без труда совершать международные платежи, так как биткоин и его аналоги не привязаны ни к одной отдельной стране. Исследование динамики корреляции различных активов применяется для формирования портфеля активов, а также для уменьшения риска торговых операций, построения торговых стратегий на фондовом рынке, в том числе и валютном. Поэтому исследования наличия взаимосвязи между курсовыми ценами криптовалют весьма актуально.

Проведен анализ динамики цен закрытия курсов криптовалют биткоина (BTC), дэша (DASH), эфириума (ETC), лайткоина (LTC) по отношению к доллару США (USD). Информационно-статистической базой исследований послужили ежемесячные данные за период с 01.01.2016 по 31.12.2018 [1].

Показано, что курсы криптовалют ETC/USD, LTC/USD, DASH/USD начиная с 01.07.2017 находятся в достаточно высокой взаимосвязи с курсом BTC/USD, а криптовалюта LTC/USD наиболее коррелирует только с BTC/USD.

Анализ кросс-корреляционных функций темпов цен закрытия курсов криптовалют ETC/USD, LTC/USD, DASH/USD по сравнению с BTC/USD, показал, что временная задержка в темпах изменения курсов криптовалют по сравнению с динамикой BTC/USD наблюдалась в курсах ETC/USD и DASH/USD, и равна три месяца. Что касается криптовалюты LTC/USD, то здесь темпы колебаний цены совпадают с курсом BTC/USD.

Полученные результаты могут применяться на рынке криптовалют при анализе их динамики для принятия грамотных финансовых решений.

### **Литература**

1 Кобзарь, А. И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников: научное издание / А. И. Кобзарь. – М.: Физматлит, 2006. – 816 с.

**М. С. Леонов**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ДИНАМИКИ БЕЗРАБОТИЦЫ И ВВП**

Безработица характеризуется несоответствием количества населения в стране и количеством рабочих мест, общим уровнем экономики, политикой государства, а также другими факторами. Несмотря на свою негативную сущность, безработица может быть и полезна, так как при безработице люди повышают свою квалификацию для поиска работы, что позволяет увеличить общий уровень профессиональной готовности населения.

Рассматривается модель парной регрессии «Безработица – Внутренний валовой продукт», которая дает количественное описание связей между экономическими переменными и позволяет сделать точечный прогноз исследуемой проблемы.

Проведен парный регрессионный анализ зависимости уровня безработицы от ВВП за период с 2000 по 2017 гг. в Российской Федерации. Оценена статистическая значимость параметров модели регрессии и модели в целом [1]. Рассчитаны прогнозные значения безработицы в Российской Федерации на 2018 и 2019 годы, которые в 2018 году составляют 4,99%, а в 2019 году 4,77%. Данные значения совпадают с прогнозными значениями ведущих аналитиков.

Таким образом, с помощью построенной модели парной регрессии можно оценить зависимость ВВП и безработицы, а также предсказать их дальнейшее развитие.

### **Литература**

1 Кобзарь, А. И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников: научное издание / А. И. Кобзарь. – М.: Физматлит, 2006. – 816 с.

**А. А. Матюх**  
(УО «БГТУ», Минск)

### **ВЛИЯНИЕ ФЛЕШ-ПАМЯТИ НА ЭКОНОМИКУ**

Информационные технологии в экономике используются для обработки различных данных. Соответственно нужны мощные и быстрые устройства для эффективной обработки, сортировки и выборки данных.

На данный момент все больше устройств оснащаются флеш-памятью типа NAND [1]. Например, ноутбуки и персональные компьютеры стали все чаще оснащать твердотельными накопителями взамен жестких дисков.

Использование более медленных, по сравнению с флеш-памятью, твердотельных накопителей приводило к несоответствию с законом Мура, так как скорость HDD в среднем составляет около 140 Мбайт/с, в то время как скорость SSD может достигать вплоть до 4000 Мбайт/с. Скорость работы электронных устройств сильно зависит от скорости их накопителя, что привело к тому, что производители стали наращивать производственные мощности и вкладывать в развитие твердотельных накопителей.

В наше время при использовании технологий в экономическом секторе необходимо обрабатывать огромные массивы экономических

данных, для которых необходима высокая скорость передачи данных из накопителя в процессор. Если рассматривать начало и конец 2018 года, то можно заметить двукратное падение цен на твердотельные накопители. Так как данный тип памяти содержится во многих электронных устройствах, то это повлечет так же к снижению цен на них.

Использование быстрых и дешевых устройств экономически выгодно, позволяя увеличить производительность и снизить затраты на обработку данных. Они упрощают исследование различных экономических параметров, также помогая развивать и саму экономику.

### **Литература**

1 NAND Flash Manufacturers to Cut Capex by 2% YoY in 2019 Due to Worsening Oversupply [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <https://press.trendforce.com/node/view/3199.html>. – Дата доступа: 23.01.2019.

**К. И. Мацкевич**

*(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)*

## **ЗАЩИТА ДАННЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ И МОБИЛЬНЫХ ИГР ОТ ВЗЛОМА И РЕДАКТИРОВАНИЯ**

Создавая игры разработчики в первую очередь заботятся о защите своей игры как цельного продукта, предотвращая кражу их информационной собственности, однако редко кто из них задумывается о защите информации, которой данный продукт оперирует, хотя это может привести, например, к читерству и в дальнейшем потере интереса к продукту.

В работе решается следующая задача: защита информации, созданной во время игры, от просмотра, изменения и различных манипуляций. Здесь пойдёт речь о двух пунктах. Первый – защита информации, хранимой вне игры, такие как профили игрока, сохранения и прочих текстовых файлах, созданных самой игрой. Второй – защита внутренних переменных.

Для решения первой проблемы были рассмотрены множество методов, включая разбиение переменных на несколько, шифрование с помощью функции XOR, использование дополнительных математических вычислений.

Вторая проблема отличается от первой тем, что обращение к внешним файлам происходит намного реже, чем обращение к внутренним переменным, соответственно можно прибегнуть к более медленным и надёжным методам. Она решается использованием шифрования с симметричным ключом, например, AES. Достоверность информации можно повысить посредством хеширования.

Для примера была использована простейшая программа, увеличивающая свои очки, и сохраняющая их в текстовом формате на компьютере. Результатом внедрения методов защиты стало то, что простыми и доступными средствами получить данные как из приложения, так и вне его не удалось.

В дальнейшем, развитие данной области способствует как нахождению более сложных способов защиты, так и более оптимальных, доступных в простой форме каждому, что в свою очередь способствует искоренению проблемы использования различных чит-программ.

**В. М. Мироненко, Н. Б. Осипенко**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **О САЙТЕ ПЕРСОНИФИЦИРОВАННОГО ПОДБОРА РЕКОМЕНДАЦИЙ В ЗАДАЧЕ ПОИСКА ИНФОРМАЦИОННОГО РЕСУРСА**

В последние годы все насущнее для подростков, а также подавляющего количества людей среднего возраста становится проблема с определением жизненной позиции и выбора каких-либо намеченных путей самореализации. Многие под влиянием социума, окружающего его с момента рождения и сопровождающего на всем жизненном пути, неосознанно и каждодневно принимают решения, способствующие кардинальному изменению позиции относительно ценностей и увлечений, однако такой выбор может быть не совсем верен в контексте отдельного человека. Люди поневоле мирятся с тем, что навязало им общество, даже не задумываясь о том, что может быть и другой путь к самосознанию и реализации своих истинных потребностей.

Практически все рекламодатели для принятия решений опираются на статистические данные о текущем поведении человека, не принимая во внимание его личностную глубинную мотивацию, о которой

он сам может не подозревать, поэтому большинство контента, предлагаемого рекламными площадками, могут не подходить человеку.

Разработанное приложение использует анкету, заполненную лично пользователем. Анкета содержит вопросы, позволяющие получить антропометрические данные, определить характерные особенности мировосприятия, а также оценить распределение ценностей в системе смыслов человеческих деятельности.

Для сбора и анализа статистики был разработан сервер, содержащий логику для расчета данных, а также сайт, позволяющий работать администратору, модератору и конечному потребителю. Серверная часть приложения разработана на языке программирования PHP, который позволяет без особых усилий добавлять модули, анализирующие статистические данные и добавляет приложению способность беспроблемной адаптации к другим платформам. Клиентская часть основывается на библиотеке ReactJS, которая также добавляет проекту расширяемость и позволяет писать компоненты независимо друг от друга, подстраиваясь под любой рассматриваемый продукт, что является основным критерием в разработке данного ресурса.

Приложение создавалось максимально абстрагированным, независимым от контента, который в итоге будет предоставляться. Это позволяет адаптировать ресурс для подбора рекомендаций в задаче поиска произвольного информационного ресурса.

**А. А. Митько**

*(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)*

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ РАБОЧЕГО МЕСТА СПЕЦИАЛИСТА ОТДЕЛА ПРОДАЖ**

В работе исследована возможность проектирования и разработки новой системы для автоматизации рабочего места специалиста отдела продаж с использованием современных программных средств. При возникновении масштабных тенденций сдвига экономической модели в сторону преобладания малого и среднего бизнеса, менеджеры по продажам должны своевременно отвечать на них, используя новые подходы к вопросам торговли; и в этом случае комплексы

CRM будут более эффективны, чем набор разрозненных, изолированных систем [1, 2].

Актуальность исследования связана с разработкой автоматизированного рабочего места специалиста отдела продаж компании ООО «Икварт», реализующего совокупность информационно-программно-технических ресурсов, обеспечивающих конечному пользователю быструю и эффективную обработку данных и автоматизацию управленческих функций в конкретной экономической области.

Для достижения поставленной цели последовательно решены следующие задачи: проанализированы существующие современные методы решения проблемы. Выполнено внедрение разрабатываемой системы, изучены внутренние бизнес-процессы предприятия с учетом всей совокупности взаимосвязанных мероприятий или работ, направленных на создание конкурентоспособного продукта и услуги. Спроектирована новая система для автоматизации работы специалиста отдела продаж ООО «Икварт».

### **Литература**

1 Маршалл, Г. У. Управление отделом продаж / Г. У. Маршалл, М. У. Джонстон. – Москва: Эксмо, 2017. – 640 с.

2 Гринберг, П. CRM со скоростью света: привлечение и удержание клиентов в реальном времени через интернет / П. Гринберг. – СПб.: СимволПлюс, 2006. – 528 с.

**Е. П. Мокридина**

*(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)*

## **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ СМАРТ-КОНТРАКТОВ И БЛОКЧЕЙН ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ОРГАНИЗАЦИИ С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

Очень многие производственные сферы современного общества затронули процессы автоматизации. Вычислительная техника заменяет людей или упрощает их задачи. Однако до недавних пор сфера отношений между людьми и связанные с ней процессы оставались неавтоматизированными, ввиду невозможности замены человека вычислительной техникой в данном процессе.

Технология умных контрактов – достаточно удобный, простой и быстрый инструмент, позволяющий реализовать сделки разных видов и назначений. Направление смарт-контрактов считается перспективным и стремительно развивается.

В работе рассматривается возможность использования платформ разработки и исполнения смарт-контрактов в качестве технической базы для реализации процессов, связанных с работой организации на примере учебного заведения.

На основе анализа и изучения основных принципов работы смарт-контрактов, средства для их разработки и блокчейн-платформ, мы пришли к выводу, что наиболее оптимальной платформой для реализации бизнес-процессов является Hyperledger Fabric. Данная платформа обеспечивает высокую степень конфиденциальности, отказоустойчивости и масштабируемости. Hyperledger позволяет узлам выбирать между No-op (нет необходимости в консенсусе) и протоколом соглашения (PBFT), который предотвращает последствия сговора участников. Также Hyperledger позволяет использовать вариант корпоративного блокчейна и обойтись без использования криптовалют.

Для примера был взят процесс получения студентом разрешения на пропуск занятий. В этом случае требуется получить визу старосты, визу декана и не иметь превышающее допустимое количество пропусков и разрешений на отсутствие. Эти условия будут являться условиями смарт-контракта. Сторонами, между которыми будет заключаться данный договор, будут являться: староста группы, декан и сам студент.

**А. В. Некревич, В. В. Ситько**  
(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)

## **ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ**

Мировая наука в области имитационного моделирования не стоит на месте. Об активности этого направления в странах Западной Европы и США свидетельствует следующая регулярность: ежегодные конференции (Winter Simulation Conference, Spring Simulation Multi-conference, INFORMS Annual Meeting, International System Dynamics) [1], симпози-

умы каждые год/два (Communications and Networking Simulation Symposium в 2018, Symposium on Theory of Modeling and Simulation в 2016), публикации международных исследовательских проектов и сообществ. Имитационное моделирование – это модификация аналогового моделирования, которая осуществляется с помощью математических инструментальных средств, а также позволяет провести исследование системы во времени при различных параметрах и влияния внешней среды [2]. Исследование включает в себя мониторинг изменяющихся результатов при различных значениях аргументов. Из-за наличия такого отличительного параметра, как время, данная модель является динамической.

Основное отличие имитационных моделей от аналитических состоит в том, что вместо аналитического описания взаимосвязей между входами и выходами исследуемой системы строится алгоритм, отображающий последовательность развития процессов внутри исследуемого объекта, а затем просматривают поведение объекта на компьютере [2]. В работе исследуется применение имитационного моделирования в качестве метода для эффективной оценки значений функциональных характеристик моделируемой системы массового обслуживания.

### **Литература**

1 ACM SIGSIM Conferences [Electronic resource] / T. Austin. – CFP, 2002. – Mode of access: <https://www.acm-sigsim-mskr.org/conferences.htm>. – Date of access: 27.01.2019.

2 Афанасьев, М. Ю. Исследование операций в экономике / М. Ю. Афанасьев, Б. П. Суворов. – Москва: ИНФРА-М, 2003. – 444 с.

**О. И. Остапчук**

*(УО «БрГУ им. А. С. Пушкина», Брест)*

## **СОЦИАЛЬНЫЕ СЕТИ КАК ИНСТРУМЕНТ СОВРЕМЕННОГО МАРКЕТИНГА**

Возможности всемирной сети для развития коммерческих проектов мало кто недооценивает, так как Интернет, как канал маркетинговых отношений между продавцами и покупателями, является не только недорогим, но и выгодным. Во многом этому тренду способствует развитие таких отдельных направлений Интернет пространства

как SEO-оптимизация, SMM-продвижение, контекстная реклама, e-mail маркетинг и др. [1].

Первым этапом работы с аудиторией является её привлечение на сайт. Это требование решается с помощью большого набора инструментов, включающих в себя поисковую оптимизацию, контекстную и медийную рекламу, партнерский маркетинг, работу со СМИ. Одним из способов привлечения клиентов на сайт компании является странички в социальных сетях (ВКонтакте, Facebook, YouTube и др.).

На базе полученных данных (анализ конкурентов и определение целевой аудитории) для компании, занимающейся производством окон и дверей, была разработана контентная стратегия для социальной сети «ВКонтакте» (рис. 1). А также совершенствование системы продвижения сайта за счет применения низкочастотных запросов в SEO-оптимизации.



Рисунок 1 – Обложка для сообщества компании

### Литература

1 Основы интернет-маркетинга, маркетинг в интернете // Академия Webcom [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: [https://www.webcom-academy.by/help/articles/internet\\_marketing.\\_osnovi\\_biznesa\\_v\\_internete.html](https://www.webcom-academy.by/help/articles/internet_marketing._osnovi_biznesa_v_internete.html). – Дата доступа: 07.10.2018.

**М. А. Пешко**

(УО «БГУИР», Минск)

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕБ-СЛУЖБ RESTFUL И АРХИТЕКТУРЫ MVC ДЛЯ РАЗБИЕНИЯ ПРОГРАММЫ НА ЛОГИЧЕСКИЕ БЛОКИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ

При разработке веб-сервиса по поиску, предварительному отбору и найму новых сотрудников важной задачей является создание эргоно-

мичного программного приложения. Программы для сложных систем на этапе проектирования разбивают на логические (функциональные) модули, что позволяет изменять или заменять модули без изменения всей системы в целом. Такой подход обеспечивает гибкую архитектуру.

В веб-приложении выделяются следующие функциональные блоки: блок интерфейса пользователя; блок клиентской логики; серверный блок работы с базой данных; блок регистрации; клиентский блок тестирования; блок генерации тестов; блок работы с клиентским интерфейсом; база данных; серверный блок обработки данных.

Для реализации веб-приложения используется шаблон архитектуры MVC (Model-View-Controller), который представляет собой способ разделить приложение на три части: модель управляет поведением приложения и его данными; представление управляет графическим и текстовым пользовательским вводом; контроллер интерпретирует данные, введенные пользователем, и передает необходимые команды модели или представлению.

Веб-службы RESTful – это набор API, соответствующих архитектурным ограничениям Representational State Transfer (REST) [1]. Браузер заранее не имеет никакой информации о том, где и какие метаданные нужно передать. Для успешного вызова API сервер передает клиенту всю необходимую информацию, в частности, URL и обязательные поля.

Преимуществом использования REST является то, что он основан на HTTP, имеет кэширование, масштабирование, минимум накладных расходов, стандартные коды ошибок. Также при следовании условиям REST приложение получит следующие преимущества: надёжность (за счёт отсутствия необходимости сохранять информацию о состоянии клиента, которая может быть утеряна); производительность (за счёт использования кэша); масштабируемость; прозрачность системы взаимодействия (особенно необходимая для приложений обслуживания сети); простота интерфейсов; портативность компонентов; лёгкость внесения изменений; способность эволюционировать, приспосабливаясь к новым требованиям.

### **Литература**

1 Машнин, Т. С. Технология Web-сервисов платформы Java / Т. С. Машнин. – СПб.: БХВ, 2012. – 560 с.

**А. Ю. Пищик, Г. Л. Карасёва**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА ИГРОВОГО ANDROID-ПРИЛОЖЕНИЯ «GEEK QUEST»**

Игровая викторина «Geek Quest» предназначена для гиков – людей, увлекающихся фантастикой, комиксами, компьютерными и настольными играми.

Ни для кого не секрет, что в современном мире комиксы играют важную роль в массовой культуре. Сложно найти современного молодого человека, который ни разу не слышал про Бэтмена или, например, Человека-Паука. По комиксам снимают фильмы, мультсериалы и, конечно же, делают игры.

Эпопея Толкиена «Властелин колец» имеет большое значение в гик-сообществе и в культуре. Благодаря ей зародилось популярное нынче ролевое движение, а кинотрилогия, основой которой послужил «Властелин колец», стала одной из самых кассовых в истории кинематографа.

Не менее значимой является фантастическая эпопея «Звёздные войны». Вселенная, созданная Джорджем Лукасом, включает в себя 10 кинофильмов, ряд анимационных фильмов, мультфильмов, комиксов, сериалов и видеоигр.

Жанр викторины является одним из самых подходящих для мобильных игр, так как не требует большой нагрузки, высокой скорости интернета и длительного количества времени на прохождение.

Приложение совмещает в себе разноуровневые тесты по вселенным DC, MARVEL, а также «Властелин колец» и «Звёздные войны».

Задача пользователя – пройти тест за наименьшее количество времени. Пользователь может воспользоваться двумя видами подсказок, купить которые можно за игровую валюту. Для повышения интереса, в «Geek Quest» реализованы шесть видов достижений («ачивок»), которые он может получить в ходе игры.

Приложение снабжено музыкальным сопровождением, поддержкой скриншотов и уведомлений.

«Geek Quest» разрабатывался в среде Unity с использованием языка программирования C#, также был написан Java плагин для поддержки уведомлений о получении достижений.

**М. А. Попкова**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

## **АНАЛИЗ ФАКТОРНЫХ НАГРУЗОК ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БАНКА**

Показатели деятельности коммерческих банков находятся во взаимосвязи и взаимообусловленности. Одни из них непосредственно коррелируют между собой, другие – косвенно. Выявление явных и неявных связей между различными финансовыми показателями банка позволяет проанализировать сложившуюся ситуацию в банке и обозначить возможные перспективы [1].

Факторный анализ методом главных компонент применяется для группировки исходных факторов таким образом, чтобы члены группы обладали корреляцией между собой, но группа в целом была бы независима от других групп. Линейно независимые группы факторов образуют главные компоненты.

По статистическим данным за период с 2001 по 2017 гг. проведен факторный анализ методом главных компонент финансовых показателей ОАО «БПС-Сбербанк».

Рассматривались следующие показатели: денежные средства, ценные бумаги, кредиты клиентам, основные средства и нематериальные активы, прочие активы, средства банков, средства клиентов, ценные бумаги, выпущенные банком, прочие обязательства, накопленная прибыль.

В результате анализа выделены три главные компоненты, которые образуют факторные нагрузки. В первую компоненту вошли кредиты клиентам, основные средства и нематериальные активы, средства банков, ценные бумаги, выпущенные банком, накопленная прибыль; во вторую – ценные бумаги, средства клиентов; в третью – денежные средства, прочие активы, прочие обязательства.

Таким образом, произошло снижение размерности показателей банка от десяти до трех. Причем в каждой группе прослеживаются латентные связи.

Полученные результаты могут быть использованы при анализе деятельности банка и для принятия грамотных управленческих решений.

### Литература

1 Национальный банк Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <http://nbrb.by/publications/bulletin/>. – Дата доступа: 02.01.2019.

**Е. В. Протченко, О. В. Кузнецова**  
(УО «БГУИР», Минск)

## МУЛЬТИАГЕНТНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Сложность решения задачи управления изменениями в производственных процессах заключается в оперативности реагирования – соответственного изменения функциональных целей, адаптивной корректировки хода процесса. Такие гибкие технологии управления могут быть построены на базе мультиагентных технологий или мультиагентных систем (МАС) [1].

Объект управления в такой системе должен быть представлен как взаимосвязанная сеть агентов.

В принципах объектно-ориентированного программирования искусственный агент реализуется как метаобъект, обладающий определенным «интеллектом». Такой «интеллект» может осуществлять управление другими объектами, создавать и уничтожать их, взаимодействовать с ними путем обмена «сложными» семантическими данными.

Минимум характеристик произвольного агента, которые входят в базовый набор, должен быть представлен следующими атрибутами:

- автономность (полуавтономность) агента, как определенная мера независимости от окружения, обладание «свободой воли»;
- целенаправленность агента, задающая собственные источники мотивации, характеристики, выражающие стремление;
- активность агента, способность к реализации и организации действий;
- коммуникабельность агента, которая реализуется из-за невозможности решить задачу без взаимодействия с другими объектами и обеспечивается развитыми протоколами коммуникации.

Распределенный искусственный интеллект (РИИ) считается базовым направлением в разработке МАС. Центр РИИ заключается в алгоритмах взаимного влияния нескольких интеллектуальных агентов.

### **Литература**

1 Информационные технологии. Управление на базе мультиагентных систем [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <https://www.intuit.ru/studies/courses/13833/1230/lecture/24081>. – Дата доступа: 24.02.2019.

**А. В. Рик**

*(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)*

### **АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА РИСКОВ ОПЛАТ ДЛЯ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ КОМПАНИИ**

В связи с заключением внешнеторговых сделок возникает целый ряд рисков из-за пространственной отдаленности [1]. На этапе распределения товаров высока вероятность риска невыполнения договорных обязательств [2].

Актуальность темы обусловлена необходимостью разработки и внедрения автоматизированной системы расчета рисков оплат для логистической компании ООО «РоудКомЛогистик» г. Гродно.

Разработанная система позволит контролировать выполнения условий договоров логистическими компаниями, выявлять неплательщиков, рассчитывать риск оплаты, тем самым предотвращая дальнейшее сотрудничества с ненадежными компаниями, давать рекомендации.

Целью исследования является моделирование и разработка автоматизированной системы расчета рисков оплат для логистической компании ООО «РоудКомЛогистик» г. Гродно.

Для достижения цели последовательно решены следующие задачи: изучены современные методы оценки рисков логистических компаний; проведено исследование экономической деятельности предприятия и изучены внутренние бизнес-процессы, как совокупность взаимосвязанных мероприятий или работ, направленных на создание конкурентоспособного продукта и услуги; спроектирована система для автоматизации расчета рисков оплат для логистической компании ООО «РоудКомЛогистик», позволяющая сократить вероятность возникновения потерь, связанных с задержкой и невыполнением условий договоров.

### Литература

- 1 Лавриков, И. Н. Транспортная логистика: учебное пособие / И. Н. Лавриков, Н. В. Пеньшин. – Тамбов: ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2016. – 92 с.
- 2 Левкин, Г. Г. Основы логистики. Учебное пособие / Г. Г. Левкин. – Москва: Инфра-Инженерия, 2014. – 240 с.

**К. А. Романова, Г. Л. Карасёва**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

### РАЗРАБОТКА ОФИЦИАЛЬНОГО WEB-САЙТА ОАО «МОРМАЛЬ»

В последнее время всё больше руководителей понимают как важно на сельскохозяйственном предприятии создавать информационные системы. В современных условиях именно информационные системы являются необходимым инструментом для успешного управления предприятием. Для формирования и показа различной информации о сельскохозяйственном предприятии служит web-сайт.

При создании web-сайта предприятия его разработчик решает ряд задач. Выделим основные: создание имиджа хозяйства; предоставление существующим клиентам возможности получения нужной информации о хозяйстве, услугах и ценах на товары, формирование новой клиентуры, используя сайт как рекламный продукт.

Разработан официальный web-сайт ОАО «Мормаль». При реализации проекта были решены следующие задачи: проанализирована деятельность предприятия, выявлены основные требования к разработке сайта и проведена структуризация информации для контента; разработаны требования к проектируемому web-сайту, определена структура, дизайн и спроектирован интерфейс; осуществлена программная реализация сайта. Обновление сайта и управление им удобно и просто.

Сайт протестирован и размещен на хостинг-площадке. Сделано обоснование экономической эффективности проекта. Сайт предоставляет быстрый доступ ко всей информации размещённой на ресурсе.

Для разработки web-сайта выбраны следующие программы и технологии: система управления сайтом – CMS Joomla; платформа –

Apache; языки и скрипты – PHP, HTML, JavaScript; СУБД – MySQL; инструментальные средства разработки – WebCoder.

Для успешного развития бизнеса, выхода на новые рынки, увеличения объёмов продаж, повышения авторитета и укреплению конкурентоспособности компании необходимо использовать новейшие информационные технологии. Именно это будет залогом эффективного, поступательного движения вперёд.

**Д. В. Савосько**

*(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)*

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЯ**

Для успешной оптимизации и настройки интерфейса информационной системы предприятия необходимо чтобы вся совокупность мероприятий для выполнения бизнес процессов формировалась в определенной последовательности, с учетом заданных правил: достижение определенной цели каждой процедуры, строгая алгоритмизация основных действий, четко прогнозируемый результат. Важен грамотный выбор инструментов для усовершенствования системы, ключевым критерием при этом следует принять доступность методики для специалиста предприятия [1].

В работе предлагается использовать программные инструменты для изменения пользовательского интерфейса 1С:Предприятие версии 8.3 и выше для эффективного учета продаж нескольких специализированных видов продукции для ПТ ООО «Тайфун». Интерфейс 1С:Предприятие 8.3 в настоящее время претерпел несколько изменений, полезных профессионалам в отделе менеджмента и качества.

В ходе исследования разработаны программные средства для настройки панели разделов, настройки панели действий, настройки пунктов подменю менеджера предприятия. Реализовано новое содержимое функциональных панелей информационной системы и их отображение для работы нескольких отделов предприятия ПТ ООО «Тайфун», что существенно сократило выбор необходимой отчетности и автоматизировало документооборот.

### Литература

1 Меркулова, Т. А. Разработка управляемого приложения на платформе 1С: Предприятие 8 / Т. А. Меркулова. – М.: 1С-Паблишинг, 2014. – 328 с.

**В. А. Сенько, И. П. Акулич**

*(УО «Военная академия Республики Беларусь», Минск)*

### **ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПОДГОТОВКИ ОТЧЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПО НАУЧНОЙ РАБОТЕ КАФЕДРЫ**

Первое правило любой технологии заключается в том, что автоматизация эффективной деятельности увеличивает эффективность. Второе правило: автоматизация неэффективной деятельности увеличивает неэффективность.

Разработка программы, предназначенной для автоматизации подготовки отчетной документации по научной работе кафедры, ведется согласно этим правилам. Задача по разработке такого рода приложения является актуальной и востребованной, так как при подготовке различных отчетов по научной работе, в том числе и проведение самооценки, необходимо обрабатывать большие объемы данных. Для решения данной задачи изучена отчетная документация (квартальные, годовые отчеты, расчет показателей самооценки по научной работе, отчеты ученых за год), были выбраны средства разработки и спроектирована архитектура приложения.

Персональные электронно-вычислительные машины (ПЭВМ) кафедры оснащены операционными системами семейства Windows, поэтому в качестве платформы для разработки выбрана .NET Framework, использование которой позволит упростить интеграцию разрабатываемого программного средства с ПЭВМ кафедры. В качестве базы данных для хранения информации о результатах научной работы кафедры выбрана – база данных Microsoft SQL Server. Приложение разрабатывается на основе клиент-серверной технологии, реализующей две роли: администратор – лицо, ответственное за подготовку и формирования отчетной документации, пользователь – преподаватель, снабжающий данными, которые фигурируют в итоговом отчете.

Все необходимые данные (участие в конференциях, научные работы и прочее) пользователь будет вносить с помощью клиентской части. Для пользователя предусмотрено всплывающее периодическое (в зависимости от настроек серверной части) напоминание, о необходимости внести данные по научной работе.

Таким образом, данное программное средство обеспечит качественное и эффективное ведение отчетной документации по результатам научной работы.

**В. В. Ситько, А. В. Некревич**  
(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)

### **МЕТОД АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ СЛОЖНЫХ ЗАДАЧ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В СФЕРЕ ИТ**

Современные руководители предприятий часто вынуждены решать важные производственные и организационные задачи в условиях неопределенности, которые влияют на эффективную деятельность внутри организации. Довольно сложно предвидеть все риски и трудности, которые могут возникнуть во время работы. Поиск наилучших вариаций управленческих решений часто осуществляется руководителем на основе личного опыта, интуиции или опыта иных людей в подобных случаях. Благодаря развитию информационных технологий, уже оказывается возможно достижение конкретных положительных результатов в области интеллектуальной помощи и поддержки принятия сложных решений. Для этой цели используются системы поддержки принятия решений (СППР). СППР представляют собой набор методов для обработки информации и мнений, которые помогают управленцу принимать решения на основе использования моделей [1].

Метод анализа иерархий – МАИ сводит исследование даже очень сложных задач к последовательности попарных сравнений их отдельных компонентов. Одним из важных преимуществ данного метода перед другими является его универсальность, так как процедура его применения не зависит от сферы деятельности, в которой принимается решение, и позволяет проводить различные виды комплексных экспертиз. Теория МАИ широко используется во многих областях экономики,

промышленности, планирования развития при непредвиденных обстоятельствах, как отдельных предприятий и целых отраслей [2].

### **Литература**

1 Шарова, Е. В. Управление ИТ проектами / Е. В. Шарова // Библиотека управления [Электронный ресурс]. – 2003. – Режим доступа: <https://www.cfin.ru/management/practice/supremum2002/03.html>. – Дата доступа: 20.02.2019.

2 Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати. – М.: Радио и связь, 1993. – С. 278 – 320.

### **И. В. Стасюкевич**

*(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)*

### **РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА И КОРРЕКЦИИ ДЕКОРАТИВНЫХ ТЕКСТУР ИНТЕРЬЕРА**

Данная работа посвящена разработке системы для анализа и коррекции декоративных текстур интерьера с использованием нейронных сетей. Решение проблемы сбора и накопления данных для обучения является задачей многомерной оптимизации в большинстве моделей нейронных сетей [1]. Для классификации и выделения объектов необходимо иметь достаточно большой и хорошо сформированный набор исходных данных [2].

Актуальность темы обусловлена необходимостью разработки и внедрения модуля нейронной сети для анализа и коррекции декоративных текстур интерьера для компании ООО «Экспозит» в виде веб-приложения. Решение даст пользователям возможность находить и корректировать декоративные текстуры интерьеров, а также сформирует варианты замены выделенных текстур.

Целью исследования является анализ исходных данных и разработка веб-приложения для анализа и коррекции декоративных текстур интерьера для компании ООО «Экспозит».

Для достижения поставленной цели последовательно решены следующие задачи: проанализированы возможности современных нейронных сетей с целью выявления наиболее подходящей под решение поставленной задачи. Проведено исследование экономической

значимости внедрения разрабатываемой системы, изучены внутренние бизнес-процессы, как совокупность взаимосвязанных мероприятий или работ, направленных на создание конкурентоспособного продукта и услуги. Спроектирована система для анализа и коррекции декоративных текстур интерьера для компании ООО «Экспозит».

### **Литература**

1 Бураков, М. В. Нейронные сети и нейроконтроллеры / М. В. Бураков. – СПб.: ГУАП, 2013. – 46 с.

2 Барский, А. Б. Нейронные сети: распознавание, управление, принятие решений / А. Б. Барский. – Москва: Финансы и статистика, 2004. – 23 с.

**Д. В. Тригуб, Е. А. Макарова, А. Д. Ходаков**  
(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)

### **МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ AR -ВИЗУАЛИЗАЦИИ ВИЗИТНЫХ КАРТОЧЕК**

Деловые визитные карточки – один из основных атрибутов современного делового общения. Деловая визитка может содержать указания на должность, сферу ответственности в рамках организации, номер телефона, электронной почты. Однако, на данный момент, рынок нуждается в новых подходах и современных технологиях, касающихся продвижения товаров и услуг. С целью усовершенствования делового взаимодействия и коммуникации в целом было принято решение разработать систему визуализации визитных карточек при помощи технологии дополненной реальности.

В работе предложено новое решение – мобильное приложение, способное сканировать визитные карточки и преобразовать информацию о компании и её представителях.

Дополненная реальность – это среда, в реальном времени дополняющая физический мир, каким мы его видим, цифровыми данными с помощью каких-либо устройств – планшетов, смартфонов или других, и программной части [1, 2].

Преимуществом предполагаемого решения является использование AR-технологии для усовершенствования бизнес процессов. Для ре-

ализации проекта используется Unity в качестве игрового движка, который компилирует программу под Android и iOS.

### **Литература**

1 Пути использования технологии дополненной реальности для бизнеса [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <https://www.mate-expo.ru/ru/content/puti-ispolzovaniya-tehnologii-dopol-nennoy-realnosti-dlya-biznesa>. – Дата доступа: 21.02.2019.

2 Лупин, С. А. Технологии параллельного программирования / С. А. Лупин, М. А. Посыпкин. – М.: ИНФРА-М, 2011. – 208 с.

**А. Д. Турач**

*(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)*

## **РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ CRM-СИСТЕМЫ ДЛЯ ФАКУЛЬТЕТА ДОВУЗОВСКОЙ ПОДГОТОВКИ ГрГУ ИМ. Я. КУПАЛЫ**

21 век – век информационных технологий. Автоматизация проникает во все сферы жизни общества, и сфера образования не стала исключением. На сегодняшний день высшие учебные заведения предоставляют возможности для получения высшего образования, большое количество образовательных программ, платных подготовительных курсов, услуг репетиторов и тому подобного, в связи с этим возникает необходимость выстраивания и управления взаимоотношениями с клиентами.

Как известно, основой успешных компаний является рыночно-ориентированное управление, с использованием современных концепций маркетинга и управления, а также внедрением информационно-коммуникационных технологий.

Самый эффективный способ для университетов управлять своими клиентами – это внедрить современную CRM систему. CRM – это не только технология, но и бизнес-стратегия, основной целью которой является оптимизация прибыли и доходов, автоматизация бизнес-процессов и повышение удовлетворенности клиентов.

Особенностью разрабатываемого CRM модуля будет использование нейронных сетей, для анализа некоторых аспектов учебного и подготовительного процесса. В дальнейшем это поможет выявить

особенности влияния показателей учебного процесса (таких как успеваемость по предметам, результаты репетиционного и централизованного тестирования, выбранные предметы и т. д.) на дальнейшее обучение и трудоустройство, и, в последствии, для прогнозирования и формирования лучших условий для развития потенциала клиентов факультета довузовской подготовки ГрГУ им. Я. Купалы.

Что касается технической составляющей продукта то основным языком программирования был выбран JavaScript, для Frontend разработки и формирования удобного пользовательского интерфейса будет использован AngularJS, для Backend разработки и работы с базой данных – Node.JS, в качестве база данных – MongoDB.

**К. А. Фёдоров**

*(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)*

## **АНАЛИЗ ПОВЕДЕНИЯ НА ОСНОВЕ ЛОГ-ФАЙЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ ДЛЯ РАБОТЫ С BIG DATA**

В работе рассматривается задача определения, на основе анализа лог-файла сетевой компьютерной игры, «потенциальных клиентов» среди множества игроков. Под потенциальными клиентами будем понимать тех, которые, при воздействии на них рекламы, вкладывали бы в игру денежные средства. Рекламу, конечно, можно отправлять всем игрокам, но это не эффективно и затратно.

Для решения подобных задач традиционно применяется когортный анализ [1]. Особенность применения когортного анализа в контексте данной задачи заключается в выделении групп пользователей, игровое поведение которых схоже с поведением игроков, которые вложили в игру денежные средства. В дальнейшем на них должно быть направлено целевое воздействие средствами рекламы или стимулированием их игрового интереса.

В компьютерных играх для социальных сетей количество игроков и данных растёт с очень большой скоростью. Обработку лог-файлов, размер которых за месяц активной игры достигает сотен гигабайт, эффективно осуществлять с использованием фреймворка Apache Spark. Для эффективного проведения анализа необходимо использовать значительные вычислительные мощности, что достигается горизонтальным масштабированием системы. Apache Spark обеспечи-

вает также большую скорость обработки данных и имеет простой функционал. Разработку возможно проводить на таких языках как Python, Java, Scala, R. Хранить данные предполагается в такой системе хранения данных как HIVE.

В заключении нужно отметить, что эффективная реализация анализатора лог-файлов может принести немалую прибыль игровым компаниям. Подобным образом, при незначительных изменениях, можно детектировать проблемы в работе систем, программ и сервисов, а также применять анализатор в других приложениях, связанных с Big Data.

### **Литература**

1 Маккинли, У. Python и анализ данных / У. Маккинли. – М.: ДМК Пресс, 2015. – 482 с.

### **В. С. Хворост**

*(УО «БГТУ», Минск)*

## **ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ТЕСТИРОВАНИЯ ДИЗАЙНА САЙТОВ**

Правильно спроектированный веб-сайт должен соответствовать целям компании на его разработку. Чтобы оценить насколько реализованный сайт соответствует целям и задачам, в разработке необходимо проводить тестирование.

Тестирование веб-сайта – это процесс, который проводится как до разработки веб-сайта, так и после её. С его помощью можно проанализировать целевую аудиторию, её потребности, найти уязвимые места сайта, улучшить дизайн, функционал, юзабилити. На данный момент существует большое количество различных способов тестирования: интервью, наблюдения, юзабилити-тестирование, А/В тестирование и т. д. [1], а также инструментов для их реализации. Одним из самых неочевидных и малозатратных из них является система Google Analytics (GA).

Помимо известных функций постановки целей компании и просмотра количества отказов в этой системе можно создавать представления данных, которые помогают увидеть реальное положение дел по различным аспектам: сколько людей из определенного города оставило заявку, как они пришли на сайт, какой браузер использовали.

На основе данных, полученных в аналитике, можно находить утечки клиентов с сайта, например, 30% пользователей с мобильного телефона покинули веб-сайт в течение 2 минут, значит, есть проблемы в мобильной версии. Также есть инструментарий для проведения А/В тестирования дизайна сайта, собирая при этом статистику и карту поведения пользователей.

Таким образом, одним из самых эффективных инструментов тестирования является полноценная работа с GA. Она требует специальных навыков, однако при этом наиболее качественно собирает данные с сайта.

### **Литература**

1 Полное руководство новичка по UX исследованию // Medium – платформа для социальной журналистики [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <https://medium.com/@grifer163/-полное-руководство-новичка-по-ux-исследованию-319d69c928cb>. – Дата доступа: 23.02.2019.

**А. В. Ходьков, С. Ф. Маслович**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОТЧЁТНОСТИ ДЛЯ СЕРВИСА SOL НА ОСНОВЕ РЕЛЯЦИОННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ CLICKHOUSE**

В рассматриваемой работе необходимо было проанализировать данные по карантину и вывести их в адаптивную таблицу с интеграцией в CRM систему vTiger с возможностью передачи данных в PDF файл. Для вывода информации использованы языки программирования JS и PHP.

Программная часть разработанной системы отчетности реализована на PHP и является интегрируемой частью CRM системы vTiger, в качестве базы данных используется реляционная система управления базами данных MySQL. Информация по карантину берется из базы данных с помощью SQL, но т. к. информации может быть большое количество было принято решение использовать базу данных реляционного типа ClickHouse, поскольку она является еще и аналитической. С помощью указанной базы данных удалось оптимизировать запросы и значительно снизить время на обработку информации.

Процесс сбора информации по карантину начинается после того, как пользователь заходит на сайт: <http://www.bai-inc.eu> и добавляя грузы в карантин. Затем пользователь может зайти на специальную вкладку, где и будут отображены все грузы на карантине. Отличительной особенностью разработанной системы отчетности является то, что пользователь сможет распечатать отчет либо сохранить себе PDF файл для дальнейших каких-либо действий. Если результатов по карантину не было обнаружено, то пользователь будет об этом оповещен.

Для адаптивности была использована библиотека Bootsrap в которой присутствует таблица, подстраивающаяся под разрешение экрана устройства и показывающая информацию на каждом устройстве одинаково, чтобы пользователь мог смотреть происходящее не только на персональном компьютере, но и на мобильном телефоне с таким же удобством.

Подводя итог можно выделить преимущества и недостатки системы отчётности. Главным преимуществом является оптимизация обработки информации карантина, легковесность, адаптивности для разных устройств, возможность распечатки отчета и сохранение файла. Основным недостатком является то, что функциональность приложения ограничена и нужно добавлять функции вручную.

**В. О. Храмченко, Н. Б. Осипенко**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **О РЕКЛАМНОМ САЙТЕ ГОМЕЛЬСКОГО РЕСТОРАННОГО БИЗНЕСА**

Для упрощения работы с контентом и уменьшения затрат на дальнейшее поддержание сайта программистом стало популярно создание сайтов, способных динамически редактироваться администратором из интерфейсной части, без изменения программного кода напрямую. Сайт для предоставления основной информации о заведениях сети городского ресторанного бизнеса, созданный в ходе данного проекта, является представителем разработки ПО этого направления. На сайте есть возможность владельцам ресторанов добавлять информацию о своих заведениях, а клиентам – оставлять свои отзывы.

На разработанном в процессе автоматизации предоставления информации о сети городского ресторанного бизнеса г. Гомеля сайте

имеется возможность хранения, добавления, редактирования и удаления таких элементов сайта, как заведение, комментарии и пользователи без необходимости редактирования исходного кода. Большинство функций редактирования сайта предоставлены исключительно администратору, но простым пользователям тоже предоставляется возможность редактировать элементы сайта, связанные с их аккаунтом. К каждому ресторану прилагается ЯндексКарта для упрощения поиска места нахождения для новых посетителей. Есть возможность регистрации и сам сайт активно использует «сессии» для предоставления функций в зависимости от id пользователя и вида его привилегий.

Код был написан с использованием удобного текстового редактора SublimeText3, который, помимо своего простого интерфейса и большого функционала, позволяет быстро и удобно устанавливать различные плагины, чем сильно упрощает и ускоряет работу. Взаимодействие с сервером (добавления сессий, отправления запросов базе данных) осуществлялось с помощью PHP – хоть и достаточно старого, но пока что самого популярного для выполнения задач подобного типа языка. Для работы с информацией в базе данных использовался язык SQL.

Первая версия сайта была реализована для магазина «Цветы» и используется им сегодня.

**А. Б. Юрковец**  
(УО «БГТУ», Минск)

## **ОБЛАЧНОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ HR ПРОЦЕССАМИ SAP SUCCESSFACTORS**

В настоящее время во всех быстрорастущих компаниях мира есть потребность автоматизации управления кадровыми процессами, к примеру, ведение персональной информации по сотрудникам, постановка целей и оценка персонала, подбор персонала, управление корпоративным обучением и т. д. Существует множество решений, осуществляющих данную автоматизацию, однако не каждое может предоставить весь необходимый функционал.

Среди всех существующих решений одним из наиболее подходящих под описание проблемы является облачное решение SAP SuccessFactors. Данный продукт подразделяется на девять модулей, каждый из которых отвечает за свою область задач.

Базовым модулем SuccessFactors является Employee Central. Он отвечает за такие функции HR процессов, как сбор и хранение персональной и рабочей информации о кадрах, самообслуживание сотрудников, организация управления руководителями сотрудниками и т. д.

Проблема подбора персонала в SAP SuccessFactors решена при помощи модуля Recruiting. Этот модуль позволяет создавать вакансии в компании, размещать их на внутреннем и внешних ресурсах, задавать маршрут создания вакансии, конфигурировать шаблоны профиля кандидатов, заявок соискателей и многое другое.

Для управления эффективностью сотрудников и налаживания обратной связи с ними в SAP SuccessFactors был разработан модуль Performance and Goals. В нем предусмотрены такие возможности, как установка менеджером целей себе и своим подчиненным, отслеживание стадии их выполнения, обзор рейтинга работников в команде менеджера и т. д. Для более быстрого развития бизнеса иногда может быть проще найти целеустремленного работника без необходимых редких компетенций и обучить его, чем искать работника с ними. С этой целью был создан модуль Learning.

Компания, пользующаяся решением SuccessFactors, имеет возможность подключать только те модули, которые нужны для ведения бизнеса. Модули Employee Central, Recruiting, Performance and Goals и Learning являются наиболее часто используемыми в странах СНГ.

**В. В. Ярмак**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

## **СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПЛАСТОВОЕ ДАВЛЕНИЕ**

На примере Осташкинского месторождения с помощью статистического анализа рассмотрено влияние глубины ВДП, Рпл на ВДП, градиента Рпл на глубине ВДП, глубины замера и глубины замера вертикальной, Рпл на глубине замера и градиента Рпл на глубине замера на Рпл на ВНК. Был проведен статистический анализ с помощью кластерного, факторного и корреляционного анализа с использованием ППП STATISTICA [1].

На основе расстояний Евклида и метода «ближайшего соседа» кластерного анализа получено 3 кластера факторов. В первый кластер

объединились глубина замера и глубина замера вертикальная, во второй градиент Рпл на глубине замера и градиента Рпл на глубине ВДП, в трети Рпл на ВДП и Рпл на глубине замера. Из этого следует, что количество показателей, влияющих на Рпл на ВНК можно уменьшить с 8 до 5, что облегчит исследования в нефтедобыче.

На основе коэффициентов корреляционной таблицы было выявлено, что Рпл на ВНК достаточно сильно зависит от Рпл на ВДП, градиента Рпл на глубине ВДП и Рпл на глубине замера. Были выделены 3 фактора. Доля дисперсии первого фактора равна приблизительно 36,95%. Второй фактор включает в себя около 31% дисперсии. На третий фактор приходится не более 15% дисперсии. В соответствии с критерием Кайзера, остаются факторы с собственными значениями большими 1. В каждом факторе прослеживаются латентные связи между показателями.

В ходе исследований выявлено, что восемь показателей можно представить пятью факторами, причем в два из которых входит по одному показателю, остальные состоят из двух показателей. Таким образом, произведено снижение размерности показателей.

### **Литература**

1 Халяфян, А. А. Учебник STATISTIKA 6. Статистический анализ данных / А. А. Халяфян. – М.: ООО «Бином-Пресс», 2007. – 512 с.

**М. В. Яцковец, А. В. Клименко**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **МЕТОДИКА ДИНАМИЧЕСКОГО ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

Метод регрессии – метод, использующийся для подсчёта прибыли, факторов, влияющих на снижение или увеличение объемов производства, один из наиболее точных и простых способов ценообразования. Он позволяет оценить весовые коэффициенты каждого параметра на основе эмпирических данных.

Выберем ряд подобных услуг. Составим уравнение регрессии. Коэффициенты уравнения получим методом наименьших квадратов, он обеспечивает достаточно точное представление линейной зависимости между переменными и, следовательно, наименьшее значение ошибок

аппроксимации, называемых остатками. Суть метода наименьших квадратов заключается в нахождении коэффициентов линейной зависимости, при которых функция двух переменных  $a$  и  $b$ ,

$F(a,b) = \sum_{i=1}^n (y_i - ax_i + b)$  принимает наименьшее значение [1]. Т. е. при

данных  $a$  и  $b$  сумма квадратов отклонений экспериментальных данных найденной прямой будет наименьшей. Таким образом, решение примера сводится к нахождению экстремума функции двух переменных:

$$C = a_0 + k_1 \times \Pi_1 + k_2 \times \Pi_2 + \dots + k_n \times \Pi_n,$$

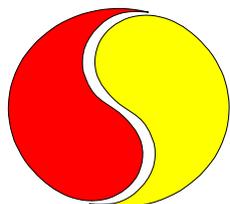
где  $C$  – цена услуги;  $a_0$  – свободный член уравнения регрессии, показывающий минимальную цену (цену нулевого приближения), данная цена изменяется под действием факторов;  $k_i, i = 1 \dots n$  – весовой коэффициент  $i$ -го параметра;  $\Pi_i, i = 1 \dots n$  – значения  $i$ -го параметра.

Имея качественные характеристики услуги и уравнение связи, определяют цену на неё, подставляя в уравнение регрессии значение данных показателей.

Этот метод успешно применяется в рыночной экономике, в частности для услуг в связи с тем, что он позволяет определить факторы, влияющие на цену.

### Литература

1 Экономика и управление на предприятии / А. П. Агарков [и др.]. – М.: Дашков и Ко, 2013. – 400 с.



## СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

*Системное и программное  
обеспечение информационных технологий*

---

**D. P. Shevchuk, D. S. Kuzmenkov**  
(*Gomel State University F. Skorina, Gomel*)

### **DEVELOPMENT OF HUMAN RESOURCE ACCOUNTING SYSTEM FOR THE FIRE RESCUE SQUAD EMERGENCY DEPARTMENT OF THE GOMEL REGION**

Разработанная система автоматизации рабочей деятельности сотрудников кадровой службы ПАСО призвана упростить процесс учета работников, сократить время оформления документации, а также повысить эффективность работы кадровой службы в целом.

A workplace automatization is one of actual technical issues. Office employees have to process big volume of data from different informational streams and it needs to be fast. To solve this problem, special software is developed for various institutions.

The developed system is intended for employees of the human resource service for personnel registration and work activity of the workers of the Fire Emergency Rescue Team of the Gomel Regional Department of the Ministry of Emergency Measures of the Republic of Belarus.

Such systems as a rule present the possibility to store data about human resources, employees' working activity, gathering statistics and analyze these metrics. Usually generation of reports and some documents is deployed into similar systems for reducing time of their forming.

The developed application is a module system. The architecture of the system is three-tier: Client – Web Service – Database. The modularity makes the system scalable and flexible. Each module is responsible for determined set of operations.

The system has a security: the main part of the security logic is implemented in the service layer. Each user needs in having a unique identifier and password to get access to the system. After user sent a credentials, if they are correct, the authentication service will generate a token and gives

it to the client for getting access to the certain resources of the system: it depends on permissions the user has.

The main functionality of the system is storage of employees' working and personal information. It stores information about all employees: actual, retired and dismissed.

The system also provides automated generation reports. It allows generate reports by some parameters. Such reports as staffing, detailed information about employee absences, discipline items etc.

The developing of the system is successfully finished and it is on production now. This one is maintained and new features are included during the process.

**С. В. Абраменко**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

## **РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ ОБ АВИАПЕРЕЛЕТАХ ИЗ ЖУРНАЛОВ**

Основным источником информации о действиях пользователя являются журналы приложения. Журналы позволяют получать информацию о работе приложения, о действиях пользователя в приложении, информацию о работе самого приложения и т. д.

В современном IT мире существует множество платных и бесплатных приложений, которые позволяют обрабатывать журналы приложений в реальном времени и предоставлять информацию конечному пользователю, строя подробные отчеты или передавая данные для вывода в web-приложения. Но из множества существующих приложений для работы с журналами, не все предоставляют возможность создания собственных плагинов для обработки разного типа журналов и информации, предоставленной в них, поэтому основным функционалом данного приложения является возможность создавать собственные плагины для обработки и получения необходимой информации из журналов, а также предоставление возможности сохранять полученную информацию в удобном виде для конечного пользователя.

Основным инструментом для разработки является Spring Framework. Данный фреймворк позволяет разрабатывать высококачественные приложения, которые обладают возможностью масштаби-

рования, работой с облачными технологиями. Также он имеет большое количество модулей, которые предоставляют возможность использовать уже готовые решения и использовать основное время для разработки логики приложения.

Для отображения пользовательской информации используется AngularJS. Данный фреймворк позволяет строить качественные пользовательские интерфейсы, используя встроенные компоненты, директивы для работы с HTML. AngularJS использует JSON формат для работы с данными.

Для хранения полученной информации применялся Elasticsearch. Elasticsearch – это поисковой движок, который обладает JSON REST API и используется для хранения и быстрого поиска необходимой информации.

**В. А. Андреев, Е. А. Ружицкая**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА СЕРВЕРНОЙ ЧАСТИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОЙКАМИ**

Система управления автомойками является крупным бизнес-приложением с необходимостью обеспечения стабильной работы, эффективной и быстрой обработки данных, а так же возможностью масштабирования. Для удовлетворения всех вышеуказанных требований используется СУБД PostgreSQL. Для быстрого поиска данных к системе подключён сервер Elasticsearch, который при установке проекта производит дополнительную индексацию существующих данных.

Приложение работает по принципу «один домен организации мойки – одна схема базы данных», управление такой архитектурой осуществляется библиотекой Apartment, позволяющей отделять данные каждой организации в отдельную схему. Библиотека Apartment относится к языку Ruby, который лежит в основе web-фреймворка Ruby On Rails.

Вся система построена на базе Ruby On Rails, использующем MVC-модель (Model – View – Controller) разработки. Данные с сервера на клиент передаются в JSON-структуре.

Гибкость объектно-ориентированной модели разработки позволяет реализовывать механизм STI (Single Table Inheritance), суть которого заключается в эмуляции наследования в рамках реляционной базы данных – «одна таблица, много моделей». Например, от модели «Баланс» наследуются модели «Баланс пользователя» и «Баланс организации», но все три модели хранятся в одной таблице.

Так же в системе реализован REST API для работы с мобильным приложением. Для реализации этого программного интерфейса используется фреймворк Grape.

Механизм отложенных работ (Jobs) позволяет ставить в очередь задания, которые необходимо выполнять в фоне, не останавливая работу всей системы. Например, работа по отправке уведомлений на почту или работа по генерации отчёта.

XLS-отчёты генерируются с помощью библиотеки Axlsx. На её основе описывается структура XLS-файла, который позже будет загружен пользователем.

**Н. С. Андриенко, М. И. Жадан**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **СОЗДАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО МОБИЛЬНОГО IOS ПРИЛОЖЕНИЯ**

Каждый владелец смартфона нуждается в актуальной информации по событиям и мероприятиям своего города. Предлагаемое приложение является агрегатором городских событий, помогающим пользователю ориентироваться в мероприятиях и новостях города.

Для разработки приложения для IOS необходимо установить программный продукт XCode, который предоставляет одновременно возможности среды разработки и встроенные эмуляторы для запуска приложения после его компиляции.

Разработка приложений началась с тщательного обдумывания деталей и интерфейса, затем осуществлена программная реализация всего задуманного. Разработанное приложение «Список дел» предоставляет полный функционал для добавления редактирования, удаления и изменения пользовательских дел, а также использовать для хранения всей пользовательской информации базу данных Core Data, которая построена на основе SQLite.

Предлагаемое приложение является совокупностью сервисов, которые обращаются за актуальной информацией на сервер, и отображают пользователю самые актуальные и масштабные мероприятия города, а также новости и другую полезную информацию.

При разработке приложения сначала был прорисован экран авторизации либо регистрации пользователя, если он не был авторизован в системе до этого. Дизайн экранов IOS приложений предварительно был прорисован в программе для дизайна интерфейсов Sketch.

В разработанном приложении реализована возможность создания заметок, поиска по ним, упорядочивание их в группы, изменения и удаления. Для создания заметки достаточно нажать на значок + в углу экрана, и пользователь пере направится на экран заполнения заметки. Демонстрация приложения осуществляется с помощью симулятора, который является встроенным средством программной среды XCode. В ходе выполнения задания программа запускалась не только на эмуляторах, но и на физических девайсах, с целью выявления ошибок и графических неточностей.

Данный проект использует современные Фреймворки: Foundation, UIKit. Приложение работает для версий IOS 11.0 и выше.

**Е. Ю. Астапенко, Д. А. Сеница**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА WEB-СЕРВИСА «ЭЛЕКТРОННАЯ ЗАЯВКА НА ОБСЛУЖИВАНИЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ПРЕДПРИЯТИЯ»**

В любое время прибыль предприятия определялась слаженной работой всех его подразделений. В почтовой отрасли это особенно важно. Обслуживание клиентов не терпит отлагательств, и любая неисправность почтового оборудования ведет к потерям прибыли и отрицательно сказывается на имидже организации. Только периодическое техническое обслуживание оборудования и оперативное устранение его неисправностей помогают обеспечивать высокое качество работы с клиентами. Разрабатываемый web-сервис призван максимально ускорить процесс получения и обработки поступающих заявок на ремонт и обслуживание с отделений почтовой связи, а также с других структурных подразделений.

У каждого подразделений есть доступ к сервису, свой логин и пароль. Для создания заявки конкретному специалисту необходимо лишь в главном меню web-сайта выбрать пункт «Создать заявку» и после описания проблемы выбрать специалиста-исполнителя и отправить заявку. Заявка поступает в базу данных и позже видна лишь ответственному исполнителю, на имя которого она поступила и администратору сервиса. В базе данных также хранится статус заявки, который изменяется по мере ее обработки: «Принята», «Выполняется», «Выполнена». Если заявка случайно была отправлена не тому специалисту, то последний может перенаправить ее специалисту, который выполняет данные работы в организации.

В web-сервисе реализована возможность создания отчетов о выполненных заявках за определенный период по конкретному подразделению и последующей распечатке. Так же в разделе «Выполненные заявки» можно посмотреть историю заявок, поступивших от данного пользователя. Данный web-сервис полностью исключает возможность потери заявки при передаче между сотрудниками и повышает ответственность обеих сторон в оперативном устранении возникших сбоев.

Разрабатываемый web-сервис реализован при помощи скриптового языка PHP, мультипарадигменного языка JavaScript, HTML и CSS. Также используется технология обращения к серверу без перезагрузки страницы AJAX.

**С. Ю. Атамурадов, М. В. Москалева**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ DLL БИБЛИОТЕКИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРИЛОЖЕНИЙ НА ЯЗЫКЕ DELPHI 7**

Delphi 7 является современным и часто используемым языком программирования в наши дни.

В данной работе было разработано приложение «Калькулятор» (рис. 1) с использованием DLL библиотек (библиотеки динамической компоновки), которые представляют собой одну или несколько логически законченных фрагментов кода, которые сохраняются в отдельном файле с расширением .dll. Все функции приложения находятся в наборе библиотек DLL, имеющих одинаковую структуру, и которые подключа-

ются в качестве плагинов к основному приложению. При запуске приложение сканирует папку, в которой содержатся плагины, и проверяет их существование, в случае отсутствия выдает сообщение об ошибке.

Каждый плагин сформирован в виде отдельной однотипной библиотеки DLL и содержит не только функции реализации алгоритма, но и функцию, которая возвращает назначение плагина. Назначение плагина идентифицируется приложением не по имени DLL модуля, а именно по этой функции.

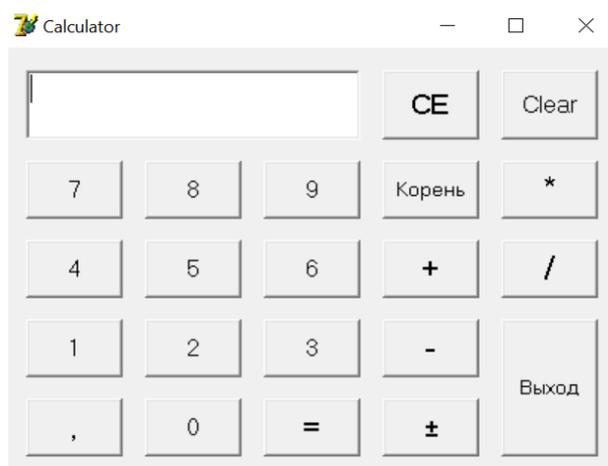


Рисунок 1 – Калькулятор

Разработанное приложение обеспечивает вычисление арифметических операции, формирование значения в вычисляемом поле с использованием динамического ввода, также осуществлена функция удаления данных, т. е. можно удалить всю запись или последнюю введенное значение.

**С. Ю. Бандысик**  
(УО «БГУИР», Минск)

## **ПОСТРОЕНИЕ ОБЩЕЙ АРХИТЕКТУРЫ СИСТЕМЫ ДЛЯ СБОРА И АНАЛИЗА ДАННЫХ**

На первый взгляд, реализация архитектуры для систем складирования и анализа данных является непростой задачей. Необходимо выработать способы уменьшения сложности системы. Для этого предлагается использовать уровневую архитектуру, в которой каждый слой реализован независимо и абстрагирован от других [1].

Можно схематично изобразить представленную ниже общую архитектуру для системы сбора данных (рис. 1).

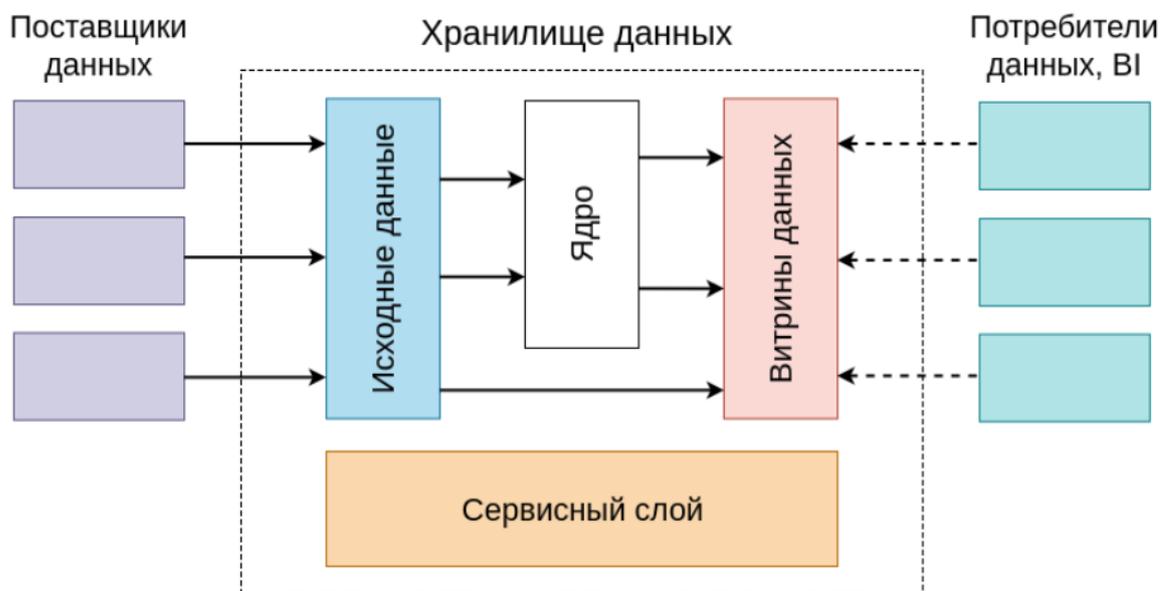


Рисунок 1 – Общая архитектура для системы сбора данных

Изложенная архитектурная концепция может быть взята за основу для реализации различного вида систем, предусматривающих использование технологий хранения данных.

### Литература

1 Рудикова, Л. В. Об общей архитектуре универсальной системы хранения и обработки данных практико-ориентированной направленности / Л. В. Рудикова // Системный анализ и прикладная информатика. – Минск: БНТУ, 2017. – № 2. – С. 12 – 19.

**М. С. Баньков**

(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## СОЗДАНИЕ 3D-МОДЕЛИ РАБОТЫ WI-FI ОБОРУДОВАНИЯ ДИАПАЗОНА 2.4 ГГЦ УЧЕБНОГО КОРПУСА №5 ГГУ ИМ. Ф. СКОРИНЫ

Компьютерное 3D-моделирование используется во многих рабочих сферах: проектирование зданий, дизайн мебели или зданий, создание спецэффектов в кино, компьютерные игры.

Для осуществления хорошего дипломного проекта в 3D-графике стоит придерживаться пяти этапов: это моделирование самого объекта; изучение физических свойств объекта; размещение освещения или его добавления; этап создания движения, т. е. анимация, если она требуется; заключительный этап – это визуализация самого объекта.

Для визуализации учебного корпуса №5 ГГУ им. Ф. Скорины, было использовано программное обеспечение 3ds Max. Это программное обеспечение для 3D-моделирования, анимации и визуализации объектов, которое используется при создании игр и проектировании. Для анализа покрытия Wi-Fi сети была использована программа Acrylic WiFi Heatmaps, которая позволяет быстро и без усилий собрать информацию о беспроводной Wi-Fi сети.

Обследование объекта является одной из важнейших частей проекта. Для анализа Wi-Fi сети в программу Acrylic WiFi Heatmaps нужно загрузить карту этажа.

Для создания плана этажа следует обследовать нужные этажи, то есть четвертый, пятый и шестой. Проектирование этажей было произведено в программе Microsoft Visio и план был добавлен в программу Acrylic WiFi Heatmaps. Далее требовалось пройти по этажам и расставить точки для анализа Wi-Fi сети, после чего был проведен детальный анализ существующей беспроводной сети Wi-Fi трех этажей учебного корпуса №5 ГГУ им. Ф. Скорины и был проведен анализ сети Wi-Fi на аномальные зоны.

После проделанной работы была сделана визуализация учебного корпуса №5 ГГУ им. Ф. Скорины, в которой был показан результат анализа покрытия Wi-Fi сети.

**А. Ю. Бейтюк, Э. Р. Криницкий**  
(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)

## **О РАЗРАБОТКЕ ТУРИСТИЧЕСКОГО ПОРТАЛА ГРОДНО**

С открытием безвизовой зоны на территории Гродно появилась необходимость в интернационализированной и структурированной информации о различных культурных и развлекательных объектах города для туристов. Современные технологии представления информации совместно с базой накопленных знаний позволяют создать необходимую сетевую инфраструктуру для посетителей города Гродно.

Основная задача портала – это автоматический сбор информации из различных источников об объектах города, с информативным описанием, оценкой каждого из них, предоставление помощи пользователю портала в составлении туристических маршрутов, интерактивных экскурсий, как пешком, так и с использованием общественного транспорта (например, при помощи технологии Яндекс. Транспорт), их сохранение, возможность поделиться с другими пользователями, а также представление всей собранной информации, как об объекте, так и его историческом наследии на карте. Портал будет предоставлять список из самых посещаемых мест города Гродно. Кроме основной задачи, портал, используя современные мультимедийные технологии, позволяет виртуально представить и раскрыть некоторые из самых посещаемых объектов города.

Одним из таких объектов является Борисоглебская церковь, ее панорамные виды доступны для просмотра в интерактивном режиме. К тому же интерактивный режим позволяет не только наблюдать внешний вид и интерьер, но и взаимодействовать с ним, получая по ходу действия различную информацию об объектах здания. В дальнейшем планируется дополнение уже существующего отображения деталями и параллельная разработка виртуального отображения Собора Святого Франциска Ксаверия.

Проект представляет собой совместную работу разработчиков, историков, архитекторов и строителей. Разработка портала ведется с использованием технологий ASP.NET, Entity Framework, MySQL, JavaScript, разработка виртуальных отображений с использованием программного комплекса Kolor Panotour.

**М. С. Березовский, М. И. Жадан**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ УЧЕТА И ОРГАНИЗАЦИИ ПРОВЕДЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ**

В настоящее время презентация нового продукта или технологии редко обходится без конференций и презентаций различного масштаба, становятся все популярнее различного рода тренинги, проникающие в самые разные сферы жизни и труда человека. Поэтому необходимо было реализовать задачу о проектировании и разработке

web-приложения для учета и организации проведения мероприятий, состоящего из клиентской и серверной частей.

Проектов похожего типа крайне мало и они, по большей части, не комплексные и обладают высоким порогом вхождения. Предлагаемое web-приложение имеет максимально простой и интуитивно понятный интерфейс. При разработке приложения делался упор на архитектуру, что обеспечивает возможность расширения системы без особых трудозатрат.

Web-приложение представляет собой клиент-серверное приложение, клиентом представляется браузер, а серверной частью – web-сервер в сети интернет. Клиент-серверная архитектура реализует систему взаимодействия, при которой, клиентская часть приложения запрашивает выполнение различных действий у сервера, а он принимает решения о выполнении или не выполнении запрошенного действия в зависимости от предоставленных клиентом данных.

Серверная часть состоит из трех больших взаимосвязанных частей. Первая часть, с которой непосредственно взаимодействуют клиенты, это ASP.NETCore Web API, и представляет собой RESTful API. Вторая логическая серверная часть представляет собой уровень бизнес логики. Последняя логическая часть сервера – уровень работы с данными. В серверной части web-приложения используется два IoC контейнера: один – контейнер используемый по умолчанию в ASP.NET Core, второй – Unity. Это сделано для ещё большего разделения логики между Web API и логикой серверной части web-приложения.

При разработке серверной части приложения, был использован язык программирования C# и платформа ASP.NET Core. Клиентская часть приложения разработана с использованием фреймворка Angular. В качестве базы данных использовался Microsoft SQL Server.

**И. А. Березовский, Е. Ю. Кузьменкова**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

В данное время много внимания уделяется машинному обучению. Его используют в самых разнообразных сферах нашей жизни.

Благодаря ему решают множество повседневных задач (поиск в интернете, система умный дом) и узкоспециализированных (промышленность, военные разработки).

Благодаря возможностям машинного обучения решать широкий спектр задач, методы машинного обучения способны решить достаточно сложные задачи, для которых создание обычных алгоритмов займёт очень много времени.

Искусственные нейронные сети (ИНС) – один из методов для решения задач машинного обучения. Нейронная сеть – это математическая модель, построенная по принципам организации биологических нейронных сетей (нервных клеток живого организма). Но на самом деле всё устроено проще, чем в организме человека – ИНС представляет собой взаимодействующие друг с другом искусственные нейроны. Они представляют собой простейшие процессоры, которые принимают сигналы от других процессоров, обрабатывают их и передают результат дальше.

Было разработано приложение для распознавания дорожных знаков с использованием нейронных сетей. Для распознавания знаков использовалась нейронная сеть, построенная по архитектуре CNN (свёрточная нейронная сеть). Данная архитектура использует определенные особенности зрительной коры. В ней были открыты простые клетки, которые реагируют на прямые линии под различными углами, и сложные клетки, действие которых связано с активацией определённой совокупности простых клеток. Т. е. в нейронной сети используются свёрточные слои, обнаруживающие на изображении различные шаблоны: прямые линии, закругления, углы и полносвязные слои, получающие сигналы от нейронов предыдущего слоя и вычисляющие, на основании совокупности признаков, какой дорожный знак расположен на изображении.

Разработанное приложение обеспечивает достаточно высокую точность классификации знаков (порядка 98%), что позволяет применять его для сканирования дорог, создания навигационных карт, в современных видеорегистраторах и др.

Приложение было разработано с использованием языка программирования Python и библиотеки Keras.

**Е. В. Благодаров, С. Ф. Маслович**  
(УО «ГТУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА МИКРОСЕРВИСА ПО СБОРУ И ПРЕДОСТАВЛЕНИЮ ИНФОРМАЦИИ О МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ**

Зачастую погодные условия оказывают значительное влияние на здоровье человека, но многие просто не обращают на это внимания. И порой может быть очень полезно иметь доступ к метеорологическим данным, которые были накоплены за длительный период времени, чтобы иметь наиболее полное представление о состоянии человека.

Данный микросервис будет интегрирован в приложение по работе с пациентами клиники. Его задачей является непрерывное получение и сохранение данных о погодных условиях от различных источников. Далее эта информация может анализироваться относительно пациента. Для хранения данных была выбрана документно-ориентированная БД MongoDB. Она достаточно быстро справляется с обработкой большого объёма данных, а, используя BSON формат, мы достаточно просто можем менять их структуру. Сам же микросервис представляет собой Node.js [1] приложение с использованием Express.js фреймворка, который с определённой периодичностью отправляет запросы в различные сервисы погоды. Данные запрашиваются по определённой местности, которая должна быть связана с пациентом. Кроме того, микросервис предоставляет REST API, чтобы была возможность беспрепятственно получить доступ к сведениям о погоде из других сервисов приложения.

Разработан достаточно удобный для пользователя интерфейс с использованием фреймворка Angular 7. На данный момент это достаточно мощный инструмент, позволяющий разрабатывать быстрые и хорошо поддерживаемые приложения. Пользователь может посмотреть статистику по состоянию погодных условий в определённый период или же запросить отчёт, который связывает данные пациента с метеорологическими данными.

### **Литература**

1 Node.js. JavaScript runtime built on Chrome's V8 JavaScript engine [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <https://nodejs.org/en/>. – Дата доступа: 01.02.2019.

**Д. Д. Борейко**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА 3D-МОДЕЛИ ДЛЯ ЛАБОРАТОРИИ CISCO**

Сегодня 3D-моделирование играет важную роль в жизни современного общества. Широко используется в маркетинге, архитектурном дизайне и кинематографии, промышленности. Использование технологии 3D позволяет получить реалистичный проект задолго до его реализации.

В настоящее время есть много компаний, желающих предоставлять услуги моделирования, как для обучения, так и в дополнение к услугам по ремонту. В большинстве случаев заказчику отдается пара кадров с разных ракурсов, но сам проект остается вне доступа.

Качество программного продукта характеризуется набором свойств, определяющих, насколько продукт хорош с точки зрения заинтересованных сторон, каждый из участников может иметь различное представление о продукте и о том, насколько он хорош или плох, то есть о том, насколько высоко качество продукта.

Таким образом, постановка задачи обеспечения качества продукта выливается в задачу определения заинтересованных лиц, их критериев качества и затем нахождения оптимального решения, удовлетворяющего этим критериям. Целевая аудитория проекта – заказчик кафедры АСОИ.

Для реализации проекта осуществлялась фотосъемка объекта, снятие размеров, составлялся план на основе пожеланий заказчика: расположение мебели, количество и модели техники, цветовая схема и т. д. После, моделируется каждый объект: разрабатывается материал или текстура, и помещается в сцену; моделируется внешнее и внутреннее освещение, размещение камер. Завершающим этапом идет рендеринг. Все выполняется в программе 3Ds MAX 2018 и Corona render 1.7.4. По утверждению от заказчика, материал после рендера проходит пост-обработку в редакторе Photoshop. Настраиваются реалистичные тени, освещение и цвет материалов.

Визуализация с использованием 3D-технологий дает возможность оценить внешние данные будущего проекта. Разработки демонстрируются в виде фотореалистичной графики под разными углами.

**М. С. Бугаенко, В. А. Короткевич**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ «ЛИЧНЫЙ КАБИНЕТ АБИТУРИЕНТА ГГУ ИМ. Ф. СКОРИНЫ»**

В настоящее время информационные технологии связаны уже не только с компьютерами, но и с мобильными устройствами. Возможности современных мобильных устройств позволяют осуществлять реализацию сложных мобильных приложений различных видов: покупки через интернет, заполнение важных анкет для организаций, выполнение программ, реализующих множество вычислений и т. д.

Целью работы являлась реализация мобильного приложения «Личный кабинет абитуриента ГГУ», позволяющего пользователям – абитуриентам ГГУ зарегистрироваться на сервере приемной комиссии, ввести личные данные и сохранить их на сервере, получать сообщения от приемной комиссии ГГУ, просматривать состояние конкурса на поступление.

Приложение представляет собой удобное меню, с помощью которого происходит навигация по различным страницам, на которых находятся анкетные данные, таблицы с баллами и др.

Пользователь может ввести идентификационные (имя, фамилия и т. д.), анкетные (адрес, вид на жительство и т. д.), паспортные (серия паспорта, номер паспорта) данные, данные об участии в конкурсе (на какую специальность поданы документы), образовании, оценках аттестата, баллах тестирований и льготах, сведения о родителях. Ввод этих данных позволяет значительно сократить время подачи документов при личном обращении абитуриента в приемную комиссию вуза.

В данных о конкурсе на поступление можно увидеть в каком промежутке баллов находится пользователь, количество поданных заявлений в промежутках баллов, количество поданных заявлений на поступление по плану целевого приема, поступлений вне конкурса или без экзаменов, текущие проходные баллы. Информация предоставляется по специальностям, на которые планируется поступление, специальности с аналогичными тестами по предметам или на произвольные выбранные специальности. Также пользователь может получать уведомления об обновлении конкурса и новых сообщениях.

Приложение реализовано на языке JAVA и предназначено для использования на мобильных устройствах, функционирующих под управлением операционной системы Android.

**М. К. Буздалкин**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ КЛАСТЕРА**

Для кластерной системы необходимы средства мониторинга, способные контролировать состояние кластера, принимать необходимые меры по восстановлению данных в случае временного отказа одной из вычислительных систем. Следовательно, разработка системы мониторинга кластера является актуальной задачей.

В проекте используется архитектурный стиль REST, что позволяет получать информацию о состоянии каждой из нод кластера и иметь инструменты восстановления работоспособности при выходе из строя шард ноды. Основными достоинствами разработанного проекта перед конкурентами являются ориентированность на определенный вид систем с учетом особенностей мониторинга и автономность.

Разработка состояла из пяти этапов: проектирование, разработка логики приложения, разработка Unit-тестов, тестирование системы мониторинга, интеграция приложения в кластерную информационную систему.

Для реализации проекта был выбран язык объектно-ориентированного программирования Java, фреймворк Spring и библиотека для модульного тестирования JUnit. Приложение развернуто на контейнере сервлетов Tomcat.

Приложение состоит из REST-сервиса, который в свою очередь включает веб-интерфейс, обрабатывающий HTTP-запросы, и бизнес логику, которая опрашивает все шарды и возвращает информацию, которая преобразуется для передачи по HTTP. Также в систему мониторинга входит REST-сервис, находящийся на каждой шарде кластера, осуществляющий проверку базы данных и непосредственно работоспособность самого сервера шарды.

Тестирование проводилось на кластере, состоящем из трёх нод, по три шарды каждая. Было проведено тестирование всех сервисов, а также резервирования и корректности введения в рабочее состояние временно вышедших из рабочего состояния нод и шард кластера.

**Н. С. Буйновец, М. И. Жадан**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА С ПОМОЩЬЮ PHP**

В мире, в котором мы живем, интернет становится необходимой и привычной частью жизни. Сегодня очень легко получить информацию. Одним из способов быстрого доступа к ней является сайт. С развитием интернета во всём мире наблюдается рост активности в области торговли. На сегодняшний день через интернет можно приобрести практически любые товары и услуги, даже независимо от того, имеется ли у вас компьютер или нет.

Интернет-магазин представляет собой веб-сайт, содержащий каталог продукции и предоставляющий возможность клиенту купить товар, не выходя из дома. Сайт интернет-магазина имеет специфический функционал, который позволяет посетителю сайта сделать следующее: выбрать один или более товар для покупки и оформить заказ на этот товар. Приложение даёт возможность пользователям онлайн оформить заказ на покупку: выбрать способ оплаты и доставки заказа, оплатить заказ.

При создании интернет-магазина были разработаны системы регистрации и авторизации на сайте, спроектирована и разработана база данных для сайта, в которой хранятся данные о пользователях, покупках и наполнение самого сайта. Реализованы действия с корзиной пользователя, навигация по разделам, поиск по товарам, обработка заказов.

Разработанный интернет-магазин позволяет делать покупки онлайн, что помогает покупателю сэкономить время, так как выбор и заказ товара занимает считанные минуты. Выбрав нужный товар, пользователь переходит на другую страницу, получает подробную информацию о товаре и делает заказ на него. При оформлении заказа пользователь оставляет свои контактные данные.

При разработке сайта использовалась интегрированная среда разработки для PHP – phpDesigner. С помощью многопоточного сервера MySQL, языка PHP спроектирована база данных, которая была подключена к сайту. Приложение находится в режиме тестирования.

**А. О. Булаш**

*(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)*

## **РАЗРАБОТКА ИНТЕРНЕТ-СЕРВИСА ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО IT-СООБЩЕСТВА**

Разработка Интернет-сервиса, способного объединить людей, обладающих общностью интересов, в информационное сообщество, является актуальной задачей. Система, о которой пойдёт речь, является IT-ориентированной платформой с централизованным хранилищем данных, полученных с официальных Twitter-аккаунтов, LinkedIn-страниц, Facebook-страниц, ресурсов многих крупнейших компаний, работающих в сфере IT. Она обладает такими функциями социальной сети, как создание профиля пользователей, публикации их записей, а также оценки отобранных материалов и добавления к ним комментариев. Регистрация и авторизация на данном портале осуществляется на самом ресурсе, через социальные сети или электронный почтовый ящик.

Система имеет классическую многоуровневую архитектуру, которая включает следующие слои: ресурсы, сервисы, репозитории и модели. Она представляет собой веб-приложение, разделенное на серверную часть и клиентскую. Серверная часть приложения реализована на языке программирования Java с использованием фреймворка Spring Boot, что в совокупности наделило программный код масштабируемостью и гибкостью. Сборка проекта выполнена с помощью инструмента Maven. Клиентская часть разработана на основе фреймворка Angular, который позволяет реализовывать интуитивно понятный и быстро работающий интерфейс системы. Сборка Angular и получение необходимых пакетов осуществляется при помощи Webpack и Yarn соответственно. Сервер и клиент взаимодействуют между собой посредством HTTP-запросов. Поэтому для слоя контроллеров серверной части приложения реализована REST-архитектура. Использование в приложении системы управления базами данных

MySQL обеспечивает безопасное и надежное хранение информации, а также её обработку с высоким быстродействием.

В приложении реализована система автоматического отбора публикаций на основании алгоритмов, которые осуществляют поиск информации, как на сторонних ресурсах, так и внутри системы, выбирая наиболее популярные из них для последующего размещения на главной странице.

**И. А. Бутько**

*(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)*

## **ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ГРУПП В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ**

Социальные сети стали уникальной площадкой, на которой можно получить подробную информацию о частной жизни людей, их увлечениях и хобби, а также сведения о группах в которых они состоят. Первоначально анализ социальных данных имел только научное применение, но теперь используется для решения различных бизнес-задач, связанных с маркетингом и рекламой в социальных медиа.

Разработанное приложение представляет собой веб-приложение, которое получает данные в формате JSON из социальных сетей с помощью API. Приложение собирает, обрабатывает, сохраняет в БД и выводит в удобной для восприятия форме информацию о подписчиках: имя, фамилия, пол, возраст, страна проживания, образование, работа, информацию о подписках, статус профиля.

При выборе анализируемых сообществ можно воспользоваться поиском по ключевому слову, результаты запроса выводятся в список, который можно отсортировать по: количеству подписчиков, скорости роста группы, посещаемости. Также представляемая разработка оценивает популярность сообщества, используя различные метрики и методы экстраполяции.

Внешний вид приложения во время работы для мобильной версии представлен на рисунке 1.

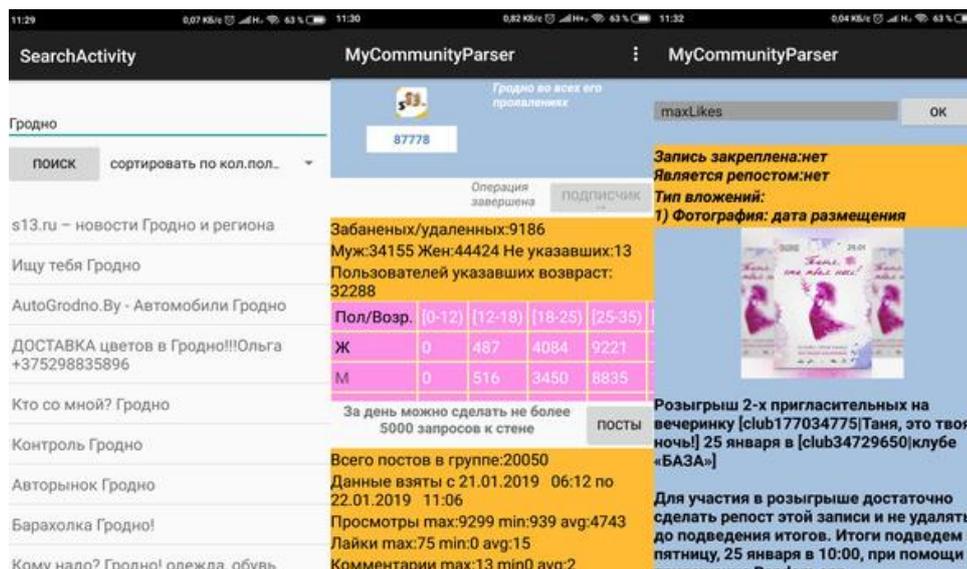


Рисунок 1 – Интерфейс приложения

**В. Ю. Васильков**

(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)

## О КЛИЕНТ-СЕРВЕРНОЙ АРХИТЕКТУРЕ ПОСТРОЕНИЯ КРОССПЛАТФОРМЕННЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

В связи с развитием технологий, жизнь человека упрощается и находят новые решения, которые делают её лучше и удобнее. В эпоху Интернет-технологий появилась необходимость для реализации приложений на разных платформах и различающихся лишь по способу представления одинаковой информации для пользователя.

Одним из вариантов достижения данной цели, является создание приложений индивидуально, для каждой из платформ. Однако, это решение обладает рядом минусов. Так, для каждого из таких приложений, необходимо поддерживать выделенный сервер, а также обеспечивать синхронизацию данных между разными платформами, кроме того, в данном случае, код-база приложений на разных платформах, будет отличаться друг от друга, что в свою очередь может повлечь за собой ошибки в работе приложений [1].

Более рациональным решением является создание отдельного сервера, который будет обрабатывать и возвращать единые для всех платформ данные. В таком случае решается ряд проблем:

- нет необходимости синхронизировать базы данных между приложениями (все данные, клиентские приложения получают из единого хранилища);
- нет необходимости поддерживать несколько серверов с собственными код-базами, что влечет за собой снижение стоимости поддержки и снижение кол-ва ошибок;
- снижаются требования к клиентским устройствам, так как все сложные вычисления производятся мощным сервером;
- возможность организации контроля полномочий.

### **Литература**

1 Архитектура мобильного клиент-серверного приложения // Habrhabr [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/246877/>. – Дата доступа: 21.02.2019.

**А. А. Веселова, М. В. Москалева**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА WEB-САЙТА ДЛЯ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА**

На современном этапе стремительно развивается интернет и большинство организаций имеют персональный web-сайт. Иметь интернет-ресурс в наши дни – это уже не роскошь, а большая необходимость. Каждый человек в среднем каждый день проводит не менее трех часов в интернете. Учитывая это, многие организации для удобства стали использовать сайты.

Еще совсем недавно чтобы узнать подробности работы организации, уточнить, какие именно услуги она предоставляет, нужно было звонить или приходить в данную организацию, что часто являлось затруднительным. Могут возникнуть такие ситуации: невозможно дозвониться, выходные дни, нет возможности подъехать во время работы организации, вся необходимая информация может храниться в бумажном виде и на ее поиск затрачивается много времени.

Сайт – это виртуальный офис, работающий круглосуточно и без выходных. В любой момент пользователь может зайти и получить нужную ему информацию: время работы, контактные данные, услуги, предоставляемые организацией и т. д. На большинстве сайтов в данное время есть онлайн консультации для пользователей, которые поз-

воляют получать быстрые и качественные ответы на интересующие вопросы. Почти все организации на своих сайтах используют программу «Карты», которая отображает геолокацию, что позволяет оперативно узнать схему подъезда к организации.

Язык HTML, таблицы CSS, PHP, JavaScript, ASP. NET, jQuery, XML и многое другое: всё это технологии, которые применяются в наше время при создании сайтов.

Разрабатываемый сайт предназначен для предприятия лесного хозяйства. При создании сайта, была разработана база данных в среде Microsoft Access. Данная программа имеет широкий спектр функций, включая связанные запросы, связь с внешними таблицами и базами данных. Для разработки сайта использовались такие технологии как язык HTML, CSS и JavaScript.

Данный сайт будет служить для получения информации о предприятии лесного хозяйства для любого пользователя сети интернет.

**Д. В. Волкович**

*(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)*

## **РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО ТРЕНАЖЕРА «ГОВОРЮ СВЯЗНО»**

Социальное развитие ребенка, а так же развитие навыков коммуникации является важнейшим этапом в развитии ребенка. Порой эти навыки даже важнее каких-либо других, так как способность грамотно строить свою речь и выстраивать отношения с другими людьми являются неотъемлемой частью жизни человека в современном обществе. К сожалению, многие родители заходят в тупик, пытаясь развить навыки общения у детей.

Предлагаемая система разрабатывается как помощь педагогам, способствующая формированию монологической речи учащихся, пробуждению интереса к общению, умению корректно выразить свои мысли. Электронный тренажер предназначен для использования учащимися как во время общеобразовательных уроков (например, уроков русского/белорусского языка и литературы), так и на коррекционных занятиях и самостоятельного использования.

Разрабатываемая система будет представлена в виде веб-приложения. Все данные хранятся в базе данных на серверной стороне

приложения, бизнес-логика разрабатывается на языке Java. Пользовательский интерфейс представляет собой несколько видов заданий на выбор, которые разбиты на уровни сложности. В зависимости от прогресса обучающийся будет переходить на новый, более высокий уровень. В системе предусмотрен также сбор статистики посещений и прогресса пользователя.

Непосредственно само задание представляет собой инструкцию по его выполнению и конкретное задание (наглядные картинки или текстовое упражнение).

Добавление новых заданий в тренажер будет осуществляться двумя способами: либо посредством загрузки файла в специальном формате на сервер, либо создания задания в специальном конструкторе.

**К. В. Гарпушкина, Г. Л. Карасёва**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА РЕКЛАМНО-ИНФОРМАЦИОННОГО САЙТА КОМПАНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ CMS WORDPRESS**

В настоящее время в стране всё больше открываются новые частные кафе, студии, развлекательные центры, компании по оказанию бытовых услуг и так далее. Конкуренция между ними возрастает и, естественно, они должны заявить о себе более широкой массе людей.

Каждой компании необходим свой веб-сайт, так как сайт – это собственное уникальное средство массовой информации. На нем могут располагаться различные, регулярно обновляемые, новости, например, о жизни компании, акциях, скидках и так далее. Любой пользователь сможет воспользоваться данным ресурсом и днем и ночью и получить информацию, которая его интересует. Это очень удобно и для клиентов предприятия, и для его работников.

Мной был разработан веб-сайт для ООО «Караван XXI век». Основные направления деятельности предприятия являются закупка, переработка и продажа орехов и сухофруктов.

Главная страница сайта содержит информацию о названии предприятия, контакты, список наиболее востребованных товаров. Также здесь указаны акции и скидки, действующие на данный момент. Интерфейс сайта позволяет пользователю легко ориентироваться по страницам и узнавать всю необходимую для него информацию.

На сайте пользователь может ознакомиться с полным ассортиментом предлагаемой продукции. Узнать полезные свойства товара, энергетическую ценность, страну импортера. Здесь указана стоимость товара и оценка его другими покупателями.

Зайдя на сайт, пользователь может узнать месторасположение торговых объектов предприятия, их режим работы.

Пользователь может отметить понравившийся ему товар, оставить отзыв об обслуживании на торговых объектах, что дает возможность владельцу предприятия отслеживать товар, пользующийся наибольшим спросом и работу продавцов.

Сайт предоставляет всю необходимую информацию для контакта с представителем компании. Пользователь может узнать контактный телефон, или написать письмо.

Техническая реализация основана на CMS Wordpress, была создана база данных. Сервер базы данных – MySQL. Основными используемыми языками программирования являются: JavaScript, CSS и PHP.

**А. С. Городков, Е. А. Ружицкая**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА «ИГРОВЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ»**

В последнее время, в связи с развитием интернета и информационных технологий, интернет-магазины набирают всё большую и большую популярность. Покупатель имеет возможность из любого места, где есть доступ в интернет, оформить заказ и получить его удобным для него способом.

Разработанный web-сайт реализует функции интернет-магазина и предназначен для продажи игровых приложений. Потенциальный покупатель имеет возможность просматривать товары, добавлять их в корзину, оформлять заказ. Для удобного просмотра списка товаров реализованы возможности постраничной навигации, сортировки по различным критериям, поиска по названию и категории. Для автоматизации покупок в приложении предусмотрена отправка цифровых ключей на электронный адрес, указанный пользователем при оформлении заказа.

Для администрирования интернет-магазина реализована возможность входа в личный кабинет под ролями администратора и модератора. Администратор имеет право регистрировать и удалять модераторов, управлять их привилегиями, а также редактировать список товаров и просматривать информацию о заказах. Модераторы имеют доступ к товарам и заказам в зависимости от уровня доступа, назначенного им администратором.

Приложение разработано в среде VisualStudio с использованием платформы ASP.NET Core, которая является кросс-платформенной и позволяет разворачивать web-приложения на всех популярных операционных системах. Для работы с базой данных использован фреймворк Entity Framework Core, который предоставляет универсальный API (Application Programming Interface) для работы с данными.

Клиентская часть web-приложения построена с помощью CSS-фреймворка Bootstrap, который является адаптивным и поддерживается всеми современными браузерами.

**В. В. Горюнов**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЕБ-САЙТА ПО ПРОДАЖАМ ДЛЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЯ**

Разрабатываемый проект представлен веб-сайтом по продаже одежды. При разработке веб-приложения были проанализированы и учтены недочеты конкурентов. Сайт позволяет представлять широкий ассортимент товаров. Спроектирован простой и интуитивно понятный интерфейс. Также было разработано множество фильтров, которые позволяют клиенту выбрать интересующий его товар. На сайте располагаются несколько основных страниц: «Главная страница», «Каталог», «Распродажи», «Акции», «Контакты». На главной странице расположена краткая информация о магазине (ИП). Так же вверху страницы имеется меню со ссылками на другие разделы. Страница «Каталог» содержит ассортимент товара. Каждый товар представлен соответствующей фотографией и ценой. Страница «Распродажи» включает в себя каталог товаров с указанным периодом действия скидки. На странице «Контакты» расположены все контакты владельца сайта.

Приложение разделено на три части. Серверная часть приложения отвечает за обработку и сохранение информации, переданной через интерфейс. Серверная часть написана на языке программирования Java с использованием Spring фреймворк. Данный фреймворк используется для низкой связи между классами.

Для разработки клиентской части был выбран фреймворк Angular – это JavaScript-фреймворк с открытым исходным кодом. Фреймворк работает с HTML, содержащим дополнительные пользовательские атрибуты, которые описываются директивами, и связывает ввод или вывод области страницы с моделью, представляющей собой обычные переменные JavaScript.

Третья часть приложения представляет собой реляционную систему управления базами данных MySQL. Взаимодействие серверной и клиентской частей выполнено технологией REST.

Каждая часть была тщательно протестирована, сейчас выполняется проект реализации приложения. В результате будет получен продукт, позволяющий эффективно осуществлять продажи товара индивидуальным предпринимателем.

**А. И. Григоренко, В. А. Короткевич**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **ОБРАБОТКА ФОТОГРАФИЙ АБИТУРИЕНТОВ ГГУ ИМ. Ф. СКОРИНЫ**

В ходе приемной кампании в ГГУ им. Ф. Скорины выполняется фотографирование абитуриентов с целью использования фотографий при печати студенческих билетов (пропусков) и зачетных книжек. Полученные фотографии и образцы подписей абитуриентов сохраняются при этом в базе на Microsoft SQL Server и используются программой печати документов. Так как процедура фотографирования не регламентирована правилами приема в высшие учебные заведения и не является обязательной, значительная часть абитуриентов её игнорирует, что создает трудности в своевременной подготовке студенческих билетов.

С целью решения этой проблемы были разработаны дополнительные программные средства получения фотографий абитуриентов, в том числе:

1. Программа обработки изображений, которая получает на входе отсканированную фотографию из личного дела абитуриента в виде JPEG-файла, устанавливает границы обрезки фотографии, выполняет при необходимости поворот фотографии на заданный угол и сохраняет результат в базе данных. Аналогичным образом обрабатывается скан заявления абитуриента для получения образца подписи.

2. Средства удаленной загрузки фотографий через личный кабинет абитуриента на сайте университета. Загруженная фотография приводится к требуемому размеру и разрешению, сохраняется в базе данных личного кабинета, а при личной явке абитуриента в приемную комиссию переносится в основную базу фотографий абитуриентов.

Также была разработана специальная визуальная компонента в среде C++ Builder, обеспечивающая чтение из базы данных и отображение фотографии и идентификационных данных абитуриента. С помощью этой компоненты средства визуализации фотографий абитуриентов были встроены в автоматизированные рабочие места сотрудников приемной комиссии ГГУ, а также реализована специальная программа отображения сведений о прошедших и не прошедших фотографирование абитуриентах.

**А. С. Гришаева, Е. А. Ружицкая**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ ПО КУРСУ «СЕРВЕРНЫЙ ЯЗЫК ПРОГРАММИРОВАНИЯ: PHP»**

Тестирование является одной из самых универсальных форм контроля знаний студента. Оно позволяет беспристрастно оценить знания учащегося и выявить пробелы в знаниях. Использование систем тестирования помогает ускорить процесс обработки тестов, существенно сократить время, затраченное на обработку результатов, облегчить процесс сбора информации о пробелах в знаниях студентов.

Тесты, представленные в разработанном приложении, охватывают все темы курса «Серверный язык программирования: PHP»: синтаксис языка PHP, типы данных, операторы, работа с массивами, функции для обработки строк, циклы и условные выражения и т. д. После прохождения теста вычисляются результаты освоения каждой из тем. Также

пользователь может просмотреть пройденный тест, для неверно отвеченных вопросов предоставляется правильный ответ. В приложении представлено 3 типа вопросов – вопросы одиночного выбора, вопросы с несколькими вариантами ответов, а также вопросы открытого типа, в которых тестируемый сам должен ввести ответ.

Изначально, база данных приложения содержит 150 вопросов. Преподаватель, войдя в систему со своего аккаунта, может добавлять новые вопросы с помощью удобного пользовательского интерфейса. Также преподаватель может просматривать список учащихся, зарегистрировавшихся в системе и их результаты прохождения теста.

При тестировании студенту генерируется тест из 30 вопросов, выбранных из базы так, чтобы охватить все изучаемые темы. Вопросы в пределах темы выбираются случайным образом. После прохождения теста результаты сохраняются в базе данных, поэтому при повторном прохождении тестирования пользователь может видеть свой прогресс.

Клиентская сторона приложения разработана с помощью фреймворков Angular и AngularJS Material, TypeScript и CSS. Серверная часть реализована с использованием программной платформы Node.js и фреймворка Express. Механизм авторизации в приложении построен на основе JSON Web Token (JWT). Для хранения данных выбрана документоориентированная система управления базами данных MongoDB.

**В. Е. Гуревич, Е. Ю. Кузьменкова**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ «КАФЕДРА» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ JAVA ENTERPRISE EDITION**

В настоящее время современные информационные технологии широко используются в различных отраслях промышленности, в медицине, в образовании и в других сферах человеческой жизнедеятельности. Различные программные продукты и системы повсеместно используются в образовательных учреждениях. Вне зависимости от объекта автоматизации такие системы внедряют, преследуя конечную цель – повышение качества образования.

Используя систему управления реляционными базами данных MS SQL Server, в Eclipse IDE было разработано приложение, упро-

щающее рабочий процесс сотрудников кафедры. Разработанное приложение предоставляет следующий функционал:

- учет сотрудников и студентов, текущий рейтинг студентов по различным дисциплинам, контроль успеваемости студентов и т. д.;
- удобный поиск в базе данных по различным критериям, с целью быстрого и достоверного нахождения интересующей пользователя информации;
- быстрота обработки информации за счет автоматизации возможных операций пользователя системы;
- формирование отчетных форм;
- расширяемость системы;
- удобный пользовательский интерфейс.

Клиентская часть написана на Javascript, HTML5, CSS3, Bootstrap. В качестве системы управления базами данных использовалась СУБД MS SQL Server. Серверная часть приложения реализована с помощью Java EE и представляет собой REST-сервер [1], взаимодействующий с сущностями базы данных посредством JPA. Разработанное приложение облегчает формирование нагрузки преподавателей, предоставляет возможность формирования и печати различных отчетов по нагрузке.

### **Литература**

1 Бюрк, Б. RESTful Java with JAX-RS / Б. Бюрк. – СПб.: Питер, 2014. – 392 с.

**Т. И. Дедюля, М. В. Москалева**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

### **РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ ПРИЛОЖЕНИЯ «КУРАТОР»**

База данных – это некоторый набор данных, имеющий конкретную структуру и организованный в определенном виде.

Изначально многие базы данных представляли собой некоторый список в текстовом процессоре или электронной таблице. Со временем список дополняется новой информацией, в нем накапливаются излишние и противоречивые данные. Становится все труднее понять эти дан-

ные в форме списка, а возможности поиска или фильтрации данных по определенным критериям весьма ограничены. Если возникают подобные проблемы, лучше всего перенести информацию в базу данных, созданную с помощью определенной системы управления базами данных, например Microsoft Access, как в данном приложении.

С понятием базы данных тесно связано понятие системы управления базой данных (СУБД). СУБД – это комплекс программных средств, предназначенных для создания структуры новой базы, наполнения ее содержимым, редактирования содержимого и визуализации информации.

При большом объеме информации поиск и обобщение необходимых сведений, осуществляемых вручную, представляют собой довольно трудоемкий процесс. С появлением ЭВМ и использованием их для обработки информации появилась возможность автоматизировать решение многих информационно-справочных и расчетных задач.

Актуальность данной темы в том, что информационные технологии с каждым днём всё больше внедряются в нашу жизнь и преимущество автоматизации, перед ручной работой нельзя игнорировать.

Разработанное на основе созданной базы данных приложение «Куратор» позволит просматривать необходимую в работе куратора информацию о студентах. Кроме того, приложение предоставит возможность корректировки данной информации пользователям, имеющим особый уровень доступа, формировать необходимые отчеты, организовывать быстрый поиск и выборку данных по запросам.

**В. Д. Деменкова, Е. Ю. Кузьменкова**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОЙ ВЕРСИИ ИГРОВОГО ПРИЛОЖЕНИЯ «FILL SCREEN»**

В современном мире мобильные телефоны стали неотъемлемой частью человеческой жизни. Практически каждый человек имеет мобильный телефон. Они перестали являться роскошью, а стали постоянными спутниками людей. С помощью мобильных телефонов люди не только взаимодействуют друг с другом, узнают последние новости, работают, ищут информацию в интернете, но и проводят свой досуг. В том числе и с помощью мобильных игр. И, в связи с большой попу-

лярностью игр для мобильных устройств, их разработка является довольно прибыльным делом.

Именно поэтому рынок игр для мобильных устройств активно развивается. А благодаря постоянному усовершенствованию технических характеристик новых моделей мобильных телефонов, появляется возможность создавать игры для мобильных устройств, всё более и более подобные на полноценные компьютерные. Существуют мобильные игры в самых разных жанрах: аркады, квесты, стратегии, симуляторы, головоломки и др. Плюс последних состоит в том, что они не требуют от своего игрока специфических знаний и умений. Кроме того, благодаря тому, что головоломки, как правило, состоят из некоторого количества несвязанных уровней, они просты в реализации.

Была разработана мобильная версия игрового приложения «Fill Screen» в жанре головоломка. Приложение на данный момент состоит из 20 уровней. Для прохождения одного уровня необходимо заполнить экран голубым цветом, выполнив определённые действия с объектами на экране, будь то нажатие на кнопку или экран, перетаскивание объектов с одного места на другое, составление слов или свайп по экрану. После прохождения всех уровней игроку предлагается возможность поделиться достижением в социальной сети, мессенджере или в любом другом приложении. Приложение было разработано на языке программирования C# с использованием возможностей среды разработки Unity.

**Б. Г. Джапаров**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

## **РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ИНТЕРНЕТ-ВИТРИНЫ ДЛЯ АБИТУРИЕНТОВ ИЗ РЕСПУБЛИКИ ТУРКМЕНИСТАН**

В настоящее время в Республику Беларусь приезжает огромное количество иностранных студентов для обучения в столичных и областных ВУЗах. Помимо учебно-методических и организационных задач, возникающих в связи с приездом иностранных студентов, также присутствует недостаточная информированность приезжих студентов. Рассматриваемый проект направлен, что бы решить имеющиеся проблемы и создать единый ресурс [1], где будет собрана необходимая информация для иностранных студентов [2].

Программный комплекс реализовывает хранилище информации. Приложение работает с СУБД MySQL для хранения информационных ресурсов.

Разрабатываемый проект состоит из четырёх частей:

1. Информационная часть, содержащая такую информацию о ресурсе, как заголовок поста, сам пост, дата публикации.
2. Дополнительная часть, код на языке PHP отвечающий за работу всех функций с БД.
3. На сайте есть функция, отвечающая за поиск информации.
4. Четвертая часть, сортировка информации по отдельным категориям и обеспечение просмотра каждой категории отдельно от основной группы информации.

### **Литература**

- 1 Смит, Б. Создание Web-страниц для «чайников» / Б. Смит, А. Бибек. – М.: Диалектика, 2010. – 398 с.
- 2 Кастельс, М. Россия и сетевое сообщество: электронный ресурс / М. Кастельс, Э. Киселева. – [Электронный ресурс]. – 2001. – Режим доступа: <http://NetHistory.Ru/biblio>. – Дата доступа: 03.02.2019.

**А. В. Долгошей**

(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)

### **ФОРМИРОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ФОРМУЛ НА WEB-СТРАНИЦЕ С ПОМОЩЬЮ MATHML**

Отображение математических формул на web-странице всегда вызывало проблемы. Для решения данной проблемы мы можем использовать MathML (Mathematic Markup Language) математический язык разметки, основанный на XML. MathML помогает отобразить формулы полностью, с правильной постановкой всех математических символов. При изучении данного языка разметки, нас пришлось столкнуться с проблемой отображения в различных браузерах. В таких браузерах как Fire Fox, Safari, отображение формул не вызывало проблем. В других популярных браузерах, например Opera, Chrom, он отображается очень плохо, формулы могли отобразиться полностью не верно. Однако немного углубившись в эту тему, мы смогли решить проблему отображения MathML в браузерах, которые не поддерживают его в чистом виде.

Необходимо вставить скрипт

```
<script src="http://fred-wang.github.io/mathjax.js/mpadded-min.js"></ script>
```

в ваш код, благодаря которому формулы будут правильно отображаться в браузерах.

Еще одной проблемой MathML является громоздкий код. Поскольку каждый элемент должен прописываться с определенными тегами, для формулы средних размеров может понадобиться несколько десятков тегов. Чтобы не прописывать всю формулу самостоятельно можно использовать редактор Wiris Editor. В одной панели мы вводим формулу, отображая то как мы хотим увидеть её на вашей web-странице после чего данные редактор отобразит код на MathML. Копируем код и просто вставляем в написанный ранее код. После чего мы можем увидеть, как формула отобразится на вашей странице.

Плюсами данного языка разметки являются: не надо устанавливать специальных приложений, все можно написать в текстовом редакторе; простое использование, код формулы можно просто вставить в обычный HTML или XML. Недостатками являются: множество нюансов при написании кода, поскольку некоторые математические символы совпадают с синтаксисом MathML.

**Т. С. Дубовик, Е. М. Березовская**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **ТЕСТИРОВАНИЕ NET-ПРИЛОЖЕНИЯ «УЧЁТ ПАЦИЕНТОВ ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ»**

Информационные технологии на сегодняшний день считаются очень важным фактором в работе каждого человека. Огромные потоки данных, благодаря которым идет циркуляция в разные области деятельности, время, затрачиваемое на обработку этой информации, и трудности, связанные с хранением потока данных. Сфера здравоохранения не является исключением в вопросах объёма данных. Большое количество информации до сих пор хранится в бумажном виде, что увеличивает риск человеческой ошибки.

При разработке приложения «Учёт пациентов для медицинских учреждений» учитывалось его соответствие заявленному функционалу, при работе с ним не должно возникать исключительных ситуаций.

Было проведено тестирование разработанного продукта:

– тестирование проводилось на локальном компьютере. Все найденные ошибки были исправлены в процессе разработки. В ходе тестирования были обнаружены только незначительные ошибки, такие как ориентация текста на странице, сочетание цветов и орфографические ошибки.

– тестирование с использованием тест-кейсов. Был составлен исчерпывающий список тест-кейсов, в результате выполнения которых было выявлено, что все модули приложения выполняют назначенные функции.

Окончательное тестирование приложения было проведено, чтобы убедиться в отсутствии ошибок в коде и текстовой информации. Тестирование проводили несколько пользователей, запустив приложение на локальном компьютере и на сервере. В данном случае воспользовались «ручным» тестированием, так как имели дело с локальным приложением. Для более сложных продуктов рекомендуется использовать средства автоматизации тестирования.

Тестирование приложений является необходимым этапом разработки любых программных продуктов. Речь идёт не только о соответствии продукта заявленному функционалу – отсутствие ошибок при выполнении является таким же важным показателем качества приложения.

В связи с непрерывным увеличением количества программных продуктов в современном мире всё большее значение набирает такая профессия, как тестировщик программного обеспечения. Благодаря тестировщикам повсеместно наблюдается повышение качества программного обеспечения, а также отсутствие дефектов в приложениях.

**В. И. Ефименков, Д. С. Кузьменков**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ГЕОЛОКАЦИИ АДРЕСА ПАЦИЕНТА И МАШИН СКОРОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ**

В настоящее время мобильные устройства повсеместно используются во всех сферах человеческой жизни. Мобильные устройства с установленными на них приложениями позволяют значительно облегчить труд работников различных служб: сотрудников милиции,

водителей общественного транспорта, врачей и операторов станции скорой медицинской помощи и др.

Геолокация объектов широко используется в различных сферах деятельности, особенно в сети интернет: расположение ближайшей аптеки, где есть требуемое лекарство, поиск адресов различных организаций, определение местонахождения ближайшего отделения банка с наилучшим курсом валют, поиск адреса и местоположения ближайшего шиномонтажа или автосервиса и др. Такие компании, как Яндекс и Google предоставляют бесплатные сервисы для определения местоположения объектов (геолокации), но эти сервисы являются бесплатными только до достижения определённого порога запросов в сутки.

Используя бесплатные сервисы для определения местоположения объектов, для мобильных устройств с операционной системой Android было разработано приложение для геолокации адреса пациента и машин скорой медицинской помощи.

Разработанное приложение позволяет отображать на карте у оператора, который принимает вызовы, положение всех машин скорой помощи с указанием статуса (свободен, едет на вызов, занят) и показывает местоположение пациента. На мобильном устройстве врача бригады скорой медицинской помощи располагается мобильное приложение, которое пересылает на станцию скорой помощи координаты врача и статус бригады скорой медицинской помощи. В дальнейшем планируется добавить в приложение функцию автоматического определения ближайшей свободной бригады скорой медицинской помощи и построения оптимального маршрута следования к пациенту на мобильном устройстве врача бригады скорой медицинской помощи. Также планируется разработать такое же приложение и для мобильных устройств с операционной системой IOS (с использованием языка программирования Swift).

**Е. О. Жариков**

*(УО «ГТУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ СБОРА ИНФОРМАЦИИ О КОМПОНЕНТАХ УЗЛА ЛВС**

В условиях работы вычислительной сети на уровне предприятия очень важную роль играет надёжность и производительность отдельно

взятых узлов, входящих в состав вычислительной сети. Надёжность узла ЛВС, в свою очередь, определяется надёжностью его комплектующих.

Была создана программа, автоматизирующая сбор информации о компонентах узла ЛВС. Программа представляет собой модуль, работающий на клиентской стороне. В зависимости от критичности выхода из строя, модуль с некоторой периодичностью собирает всю необходимую информацию об узле, на котором он запущен. В итоге формируется отчёт, который отправляется на сервер.

На основе полученных данных на сервере составляется статистика и проводится анализ. Если показатели имеют тенденцию к отклонениям от нормы или выходят за допустимые пределы, программа сообщит об обнаруженных неполадках. Администратор и служба технического обслуживания направлена на их устранение. Главный поток событий устранения неполадок показан на рисунке 1.



Рисунок 1 – Главный поток событий устранения неполадок

### Литература

1 Кучеров, А. И. Методика повышения надежности вычислительных систем / А. И. Кучеров // Известия Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины. – 2012. – № 6 (75). – С. 120 – 123.

**М. С. Залетин**

(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

### РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ И РЕПЛИКАЦИИ ДАНЫХ НА СЕРВЕРАХ ПРЕДПРИЯТИЯ

На сегодняшний день трудно спорить с тем, что технологии, основанные на облачных вычислениях, очень востребованы и активно

развиваются. Частные «облака» предназначены для использования внутри компании. Они могут принадлежать предприятию или находиться у поставщика.

Первая модель развертывания обеспечивает больший контроль и большую безопасность, поскольку компоненты инфраструктуры и потребители находятся в одной организации. Каждая деталь оптимально адаптирована к потребностям этой компании. Однако такой подход к ИТ-инфраструктуре подразумевает значительные затраты ресурсов. Во втором случае облачное хранилище развертывается у поставщика сервиса, например, Amazon S3, Microsoft Azure Blob Storage, Google Cloud Storage. Эти сервисы основаны на объектной модели.

Разработанное кластерное хранилище спроектировано в концепции коллекций и объектов, как и проекты, упомянутые выше. Создание коллекции включает в себя предоставление не только имени, но и схемы данных. Когда запрашивается создание или обновление нового объекта в этой коллекции, система проверяет данные объекта на соответствие схеме.

Веб-приложение разработано на языке программирования Java и использует Standard Edition для ядра приложения и Enterprise Edition для сервлетов и веб-контекста. Сервис построен в архитектурном стиле REST.

При запуске приложения настраивается полный список «реплик» (сегментов) с их адресами (хостом и портом). Узел состоит из нескольких сегментов, а кластер состоит из нескольких узлов. Запросы на репликацию отправляются только между сегментами одного и того же узла. Кроме того, когда любой из узлов получает запрос на данные, он запрашивает любой сегмент на наличие их в кэше и возвращает. Если их нет, запрашиваемые данные извлекаются из базы данных и возвращаются. При тестировании проекта основное внимание было уделено интеграционным тестам.

**А. А. Зубов, М. И. Жадан**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **УВЕЛИЧЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПУТЁМ ПЕРЕНОСЕНИЯ ВЫЧИСЛЕНИЙ НА ГРАФИЧЕСКИЙ ПРОЦЕССОР**

В настоящее время всё чаще в современном программном обеспечении высоконагруженные вычисления частично стараются переносить

на другие ресурсы для того, чтобы снизить нагрузку на основной процессор. Такими сторонними ресурсами могут являться как внешние ресурсы (например, отдельные сервера или облако). Также к внешним ресурсам можно отнести и ресурсы в пределах исходной машины: например перенос части вычислений на графические процессоры, которые находятся, например, на дискретных видеокартах.

В рамках выполняемой работы был разработан набор классов, объединённых в библиотеку, совместимую с .NET. Полученная библиотека предоставляет набор различных инструментов для оптимизации вычислений различными способами.

Для непосредственного взаимодействия с API (Application Programming Interface) графического процессора использовалась платформа OpenCL (Open Computing Language). Также был произведён сравнительный анализ альтернатив OpenCL: например NVIDIA CUDA.

Библиотека разрабатывалась на языке C# с использованием дополнительной библиотеки классов Cloo, которая является обёрткой над OpenCL и предоставляет удобные абстракции для низкоуровневых сущностей. К таким абстракциям можно отнести две основные сущности: KernelMemory и ComputeKernel. По сути, связь между этими сущностями, представляет собой классическую парадигму вычислений: Есть сущность, которая производит сами вычисления (ComputeKernel), но для этого процесса ей необходимы какие-то системные ресурсы, память. Эти ресурсы выделяются путём использования сущности KernelMemory, поверх которых уже и будет работать объект, производящий вычисления.

Были разработаны ряд небольших демонстрационных приложений, которые достаточно наглядно показывают прирост производительности от использования вычислений на графическом процессоре.

**В. Ю. Иваненко**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ТРАНСФЕРА ЗАЯВОК С ВЕБ-САЙТА ООО «ИМПРЕЗАЛЮКС» В МЕССЕНДЖЕР TELEGRAM**

Работа данного проекта заключается в том, что пользователь отправляет сообщение Telegram-боту, после чего Telegram-бот посредством API функций отправляет HTTP запрос на сервер, где находится

исполняемый код Telegram-бота. После выполнения исходного кода формируется HTTP запрос с ответом на то сообщение, которое отправил пользователь и по средствам API функций Telegram-бота уже ответ попадает на устройство пользователя.

Архитектура данного приложения будет представлена двумя файлами, один из которых представляет работу Telegram-бота. Он принимает сообщения от пользователя, формирует запросы на сервер с их обработкой, а также отправку ответов обратно пользователю.

Второй файл отвечает за импорт информации с сайта организации в главный исполняемый файл Telegram-бота посредством парсинга исходного кода сайта.

После запроса от пользователя вызывается процедура «@bot.message\_handler()». Она отвечает за прием сообщений от пользователя, которая в свою очередь вызывает процедуру «parser.kol()». Она подключается к сайту организации и подсчитывает количество свободных квартир на данный момент. Затем вызывается функция «bot.send\_message()». Она отвечает за формирование ответа пользователю, которая в свою очередь вызывает процедуру «parser.pars()». Она занимается импортом информации с сайта организации. После чего пользователь выбирает любой из подходящих вариантов и вызывает команду «/booking». Затем идет формирование заявки на бронирование. посредством электронного сообщения оно будет доставлено офис-менеджеру организации для последующей проверки и подтверждения.

**Ю. А. Иванова, Е. А. Ружицкая**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА ИГРОВОГО ПРИЛОЖЕНИЯ «SHEEPS» НА ПЛАТФОРМЕ ANDROID**

Появление мобильных телефонов стало знаменательным событием в истории человечества. Если раньше телефоны являлись исключительно средством связи, то на данный момент их функционал включает в себя возможности многих других девайсов. Использование мобильных телефонов затрагивает различные сферы жизни: общение, работу и досуг. Частным случаем последнего являются мобильные игры.

Игровая индустрия предлагает широкий спектр жанров, из которого был выбран один из самых универсальных – бесконечный ран-

нер (Endless Runner). Он подходит для любой возрастной категории, не требует от пользователей особых навыков, прост в разработке и сопровождении. Как понятно из названия жанра, в его основе лежит постоянное движение игрового персонажа по направлению к какой-либо цели. Перед пользователем стоит лишь одна задача – набрать как можно больше очков до момента потери персонажем фиксированного количества жизней. Пользователю предстоит избегать препятствия (заставляя персонажа прыгать путём нажатия в любом месте экрана), собирать бонусы и подстраиваться под постепенно увеличивающуюся скорость движения.

Игровое приложение «Sheeps» – классический представитель данного жанра. В начале игры пользователь должен выбрать одного из пяти персонажей. Каждый персонаж отличается от другого уникальным дизайном, количеством жизней, множителем очков и набором препятствий, против которых у персонажа иммунитет. После этого пользователь попадает на экран, на котором и происходит основное действие игры. Когда количество жизней персонажа становится равным нулю, предоставляется возможность поделиться своим результатом в социальных сетях или в любом другом приложении, а затем начать уровень заново.

Приложение было разработано на языке программирования C# с использованием возможностей среды разработки Unity.

**О. И. Камейша, К. В. Мудраков**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА ЛЕНДИНГ-ОБОЛОЧКИ И УПРАВЛЕНИЕ КОНТЕНТОМ МУЗЕЕВ ГГУ**

В настоящее время люди чаще сталкиваются с такой проблемой, как невозможность посетить тот или иной музей. Причины этой проблемы разные. Решением таких трудностей является разработка виртуальных туров по музеям и их удобное отображение для пользователя, в нашем случае – музеи ГГУ. Для реализаций разработана IDEF0 диаграмма общего уровня (рис. 1), по которой производилась дальнейшая разработка и оптимизация ресурса. Анализируя диаграмму видно, какие нужны ресурсы и параметры для успешной разработки лендинг-оболочки музеев ГГУ им. Ф. Скорины.

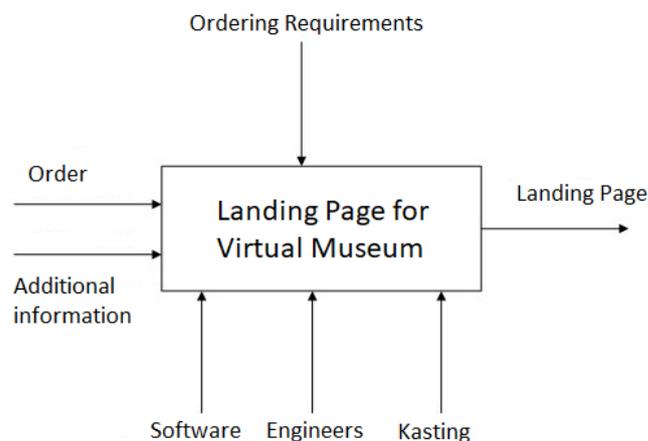


Рисунок 1 – Пример разработанной панели управления

Рассмотрев ее более подробно, можно увидеть, что входные параметры – это заказ и дополнительная сопутствующая информация от заказчика. Далее на стрелке управления показано ожидания от проекта и необходимая реализация. Посмотрев вход механизма, мы видим, что там находятся три параметра: ПО, разработчики и кастинг. К программному обеспечению относятся такие продукты как Easyrupo Tourweaver Professional Edition, PTGui, Adobe Photoshop и др. Следующими идут разработчики, выполняющие работу по разработке макетов и решений, согласно требованиям. И последняя стрелка – кастинг. На этом этапе производится выбор вариантов, наиболее удовлетворяющих требованиям заказчика. И на стрелке выходы получается готовый продукт. Далее была разработана подробная диаграмма, с подробным описанием каждого этапа разработки.

**А. Г. Карпенко**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

## **РЕАЛИЗАЦИЯ И ТЕСТИРОВАНИЕ ВИРТУАЛЬНОГО ТУРА ДЛЯ ФАКУЛЬТЕТА ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ**

В данном проекте был создан виртуальный тур для факультета иностранных языков ГГУ им. Ф. Скорины. Разработанный проект позволяет посмотреть полный тур по факультету иностранных языков, отдельно каждые кабинеты, содержит информацию о сотрудничестве с факультетом и филиалы кафедр.

Для создания проекта были сделаны фотографии аудиторий и выбраны наиболее подходящие снимки для склейки в одну панораму. При создании виртуального тура были размещены ссылки на другие панорамы, а также создано меню управления туром. Таким образом, пользователь может непосредственно участвовать в выводе информации, открывая панораму, просматривая меню и щелкая на ссылки.

PTGui использовался для создания 2D панорамы из отдельных фотографий; а для редактирования фотографий использовался редактор изображений Adobe Photoshop, чтобы настроить яркость и контрастность, исправить явные дефекты после склеивания.

Для создания виртуального тура был использован Panotour Pro. Он может загружать 2D-панорамы, горячие точки, изображения и видео и так далее, чтобы создать виртуальный тур. Для соединения панорам друг с другом были созданы стрелки с подсказками, нажимая на которые, переходишь к следующей панораме. Каждая панорама имеет свое собственное навигационное меню. Кроме того, каждая панорама имеет справочную информацию, чтобы сообщить пользователю дополнительную информацию о каждом помещении. Для перехода к виртуальному туру и к отдельно каждой панораме была создана целевая страница, которая написана была в текстовом редакторе Atom, с использованием HTML, CSS, JavaScript, JQuery и materialize.

Для апробации проект был загружен на сервер. Перед пользователем появляется меню, которое выполняет функцию навигации в панорамном туре и содержит список из нескольких кнопок, каждая из которых связана с заданной страницей, что обеспечивает простую и удобную навигацию, позволяет пользователю выбирать и исследовать желаемую панораму.

**Ф. В. Карпман**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

## **ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ НАПИТКАМИ**

Проект представляет собой веб-приложение, для предоставления информации об ассортименте, акциях и специальных предложениях розничного магазина. Имеется клиентская часть с личным кабинетом. Приложение имеет несколько разветвленных баз данных, реа-

лизован отдельный доступ к информации для пользователя, гостя и администратора. От конкурентов разработанное приложение отличается предоставлением подробной информации о каждом продукте, информации о наличии и количестве продукции на складе, информации о ценовых границах на все типы позиций. Проанализированные сайты конкурентов не содержат такое количество информации. Также веб-приложение имеет специфический интерфейс, протестированный и одобренный командой тестировщиков. С учетом того, что большинство пользователей используют мобильные устройства для выхода в сеть, интерфейс был адаптирован для большинства популярных мобильных устройств.

В базах данных проекта хранится разнообразная информация – личная информация пользователей, информация о состоянии склада по каждой позиции и др. В качестве инструментов для реализации проекта был выбран быстро набирающий популярность front-end фреймворк Vue, отличающийся от своих конкурентов, Angular и React, простотой и быстродействием. В качестве дополнения к выбранному фреймворку были использованы такие плагины как Vuex и VueRouter, что позволило реализовать полноценное Single Page Application.

Для написания back-end части использовался NodeJS. Для стилизации оформления использовался Bootstrap версии 4. Приложение прошло все этапы тестирования. В результате был получен стабильный продукт с «дружественным» интерфейсом, качественно отличающийся от своих конкурентов, как для пользователя, так и для администратора системы.

**К. В. Кацуба**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

## **РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ BACK-OFFICE**

Нами было разработано приложение Back-Office. Разработка приложения осуществлялась с помощью фреймворка Electron. Особенностью этой платформы является то, что приложения разрабатываются на языке JavaScript и браузерном ядре V8, что означает кроссплатформенность приложения.

Отметим, что в отличие от приложения Front-Office, которое имеет непосредственное отношение к клиентам и предоставляет

функциональные возможности и данные, необходимые для принятия заказов, настройки сложных продуктов и обеспечения эффективного обслуживания и поддержки клиентов, приложение Back-Office не имеет прямого отношения к клиентам. Оно обеспечивает функциональность для внутренних операций, к которым относятся планирование ресурсов предприятия, управление запасами, производство и все виды деятельности в цепочке поставок, связанные с закупкой товаров, услуг и сырья. Если система включает в себя ввод заказов и возможности обслуживания клиентов, то система будет объединять Back-Office-приложение с Front-Office-приложением.

Назначение Back-Office-приложения зависит от назначения разрабатываемой системы. Например, когда вы приходите в банк, то приложение, которым пользуется сотрудник, является своего рода Back-Office-приложением, в котором указываются необходимые данные и система их обрабатывает. В случае интернет-магазина приложение может представлять собой композицию системы управления содержимым, обработки заказов, трекинга посылок, сбора статистики, построения отчетов, управления поставками и много другого, что требуется для успешного бизнеса.

Наиболее эффективные приложения Back-Office помогают уменьшить утечки в обслуживании, поскольку используемые ими данные передаются и легкодоступны между приложениями Back-Office. Например, обмен данными был бы полезен в случае общей базы данных имен и адресов клиентов, где несколько приложений Back-Office могли получить доступ к одним и тем же данным. Это позволило бы сохранить данные, подлежащие передаче, копированию или повторному вводу работником, и, следовательно, снизить затраты на администрирование и уменьшить ошибки в администрировании.

**В. В. Клещенко**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

## **РАЗРАБОТКА ВИДЕОСЕРВИСА ДЛЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОГО ПРОВАЙДЕРА**

Разработанный проект – это приложение для операционной системы iOS, которое поддерживает серию устройств AppleiPhone и AppleiPad. Данное приложение позволяет пользователям просматри-

вать прямую трансляцию ТВ, видео по требованию (VOD) – такой контент как фильмы и сериалы, а также различные онлайн-видео. Целевой аудиторией проекта являются все, кто любит смотреть ТВ шоу, видео, сериалы. На рынке присутствуют альтернативные решения в данной сфере, например Netflix, Megogo, YouTube. Однако никто из них не представляет все виды контента в одном решении.

Основные функциональные возможности приложения: регистрация, вход пользователя со своими учетными данными; поиск элементов; просмотр рекомендаций и подборок; просмотр прямого эфира ТВ, VOD контента, интернет-видео; управление закладками; обновление пользовательских настроек.

Приложение обменивается данными с сервером посредством JSON объектов. Основной тип данных – MediaItem (элемент описания медиа контента). MediaItem бывает разных типов. Так же важным для приложения типом данных является видео поток. Передача видео потока осуществляется посредством протокола HTTP в формате CMAF.

Данный проект создавался с использованием архитектуры MVVM. Данный паттерн позволяет следовать принципу Single-Responsibilities, и при этом он отлично подходит под архитектуру платформы iOS. Он подразумевает разделение программных модулей на 3 вида: Model, ViewModel и View. В модели инкапсулируется логика работы с данными и бизнес-логика. ViewModel – это представление всех данных в нужном виде, без привязки к UI фреймворку. View инкапсулирует весь код работы с UI, при этом данный слой должен быть пассивным.

Проект реализовывался с использованием языка программирования Swift версии 4.2 в интегрированной среде разработки XCode. В качестве фреймворка для применения реактивного программирования использовался ReactiveSwift/ReactiveCocoa.

**А. А. Клименков**

*(УО «ГТУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

## **СОДЕРЖАТЕЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ СЕТИ ПРЕДПРИЯТИЯ РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ**

Начальным этапом технологии имитационного моделирования является создание содержательного описания объекта моделирования.

Будем рассматривать предприятие розничной торговли, которое имеет центр обслуживания запросов и склад готовой продукции длительного хранения. В данной конфигурации предприятия его склад является ключевым звеном.

Склад представляет собой профильное сооружение, обеспечивающее наилучшие условия хранения любых типов готовой продукции. Допустим, что склад имеет отдельные гейты для приема товаров и для их обратной отгрузки. Территория разделена на 6 зон: зона разгрузки, зона ожидания, зона временного хранения, зона контроля, зона отгрузки, складское помещение.

Склад принимает два типа грузовиков: грузовик поставщиков грузоподъемностью 12 тонн и грузовик доставки грузоподъемностью 5 тонн. Склад работает под управлением современной функциональной системы EXceed™ WMS 4000, способной решать задачи комплексных распределительных центров со сложной организационной структурой, широкой номенклатурой и большим объемом операций.

На складе оборудованы рабочие места, включая места операторов WMS, ручные и стационарные терминалы считывания штрих-кодов и передачи заданий для водителей штабелеров и комплектовщикам заказов.

На объекте работают 6 групп рабочих: погрузчики, перевозчики, контроллеры, разгрузчик, принимающие, водители погрузчиков. Их роли в процессе работы склада равны и взаимосвязаны.

Склад использует два вида техники: транспортер, погрузчик. На каждом из видов техники работают соответствующие рабочие по зонам.

Данное содержательное описание является исходным документом для создания концептуальной модели сети предприятия розничной торговли продукции длительного хранения.

**С. М. Климов**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ СОСТОЯНИЯ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НА УЗЛЕ ЛВС**

В ходе анализа существующих решений по автоматизации состояния операционной системы было выявлено направление развития проекта и были определены его преимущества перед остальными.

Реализацией автоматизации состояния операционной системы на узле локально-вычислительной сети (ЛВС) является агент, который ставится на целевую рабочую станцию и выполняет мониторинг в режиме «процесса-демона». Проект разработан на языке программирования Java.

Основные преимущества разработанного проекта:

1. Компактность. Основных компонентов приложения мало и они могут быть расположены в одной папке.

2. Портативность. Программа не требует установки. Для работы программы необходим только JRE.

3. Мультиплатформенность. Программа работает на Windows и Unix-подобных системах.

4. Универсальность. Может работать локально и в сети. Возможно добавление своих команд мониторинга.

Программа состоит из JAR-файла сервиса мониторинга, JAR-файла останова сервиса, JAR-файла консольного интерфейса, конфигурационных файлов и скриптов мониторинга определенных компонентов операционной системы.

Принцип работы программы кратко можно сформулировать так:

– Программа читает списки команд-мониторов и команд-триггеров из конфигурационных файлов.

– Следующим шагом программа запускает команды-мониторы по расписанию и команды-триггеры при выполнении условия.

Результаты выполнения команд записываются в базу данных, параметры подключения к которой настраиваются в конфигурационном файле.

**А. Д. Ковальчук, М. И. Жадан**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **СОЗДАНИЕ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ХОСТИНГА ИЗОБРАЖЕНИЙ**

Облачные технологии постепенно вытесняют автономные системы хранения данных. Надёжное шифрование сетевых потоков, высокая скорость передачи информации и солидные объёмы памяти обеспечивают удобство и безопасность при работе с данными на удалённом сервере. По этой причине целесообразно создать веб-приложение, представляющее собой хостинг изображений с возможностью защиты информации.

Существует довольно много хостингов, но большинство из них работают по принципу всеобщей видимости, то есть, у пользователя нет возможности ограничить доступ к размещённым файлам. В рассматриваемом приложении этот недостаток устраняется путём наложения нескольких уровней защиты, при этом их количество и типы выбирает владелец изображений.

Веб-приложение состоит из небольшой серверной части и массивной клиентской, с которой конечный пользователь взаимодействует через браузер. В отличие от классической схемы клиент-серверной архитектуры, в данном проекте клиентская сторона содержит большие объёмы логики, то есть берёт на себя значительную часть серверных функций. При разработке серверной части был использован язык программирования Java (в частности, библиотека RxJava). Сервер является связующим звеном между front-end и базой данных. Он проверяет корректность запросов, приходящих с клиента, а затем обращается к БД, после чего отправляет клиенту полученный результат. Дополнительным функционалом сервера является вторичная валидация информации, вводимой конечным пользователем (логин, пароль, сообщения и т. д.). Это необходимо для страховки в случае взлома клиентского кода.

Клиентская сторона написана на Angular и содержит первичную валидацию данных, вводимых пользователями. Помимо этого, используется несколько локальных хранилищ, содержащих информацию о зарегистрированных участниках системы и контенте сайта. Это позволяет значительно сократить число обращений к базе данных, что упрощает логику приложения и уменьшает время обработки запросов.

**К. А. Ковалёв, Д. С. Кузьменков**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА ИГРОВОГО ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ «ЭЛИАС»**

Игровая индустрия активно развивается, постоянно появляются новые и новые игровые приложения на различных платформах, как онлайн-приложения, так и оффлайн-приложения.

Командные оффлайн игры – хороший способ для развлечения в компании своих друзей. На сегодняшний день придумано большое количество таких игр и продолжают придумываться новые игры. Од-

ной из проблем командных игр является требование к наличию реквизита – карт, фишек и других.

Предлагается разработка игровых приложений, с помощью которых весь необходимый реквизит заменяется на мобильное устройство, что делает игровой процесс немного сложнее по организации, но позволяет не использовать необходимый для игры реквизит.

Разработка игровых web-приложений одно из самых перспективных направлений в бизнесе IT. Основная часть приложения – front-end разработка: HTML5, CSS3, JavaScript и его фреймворки, что не накладывает жестких требований на знания программистов и производительность устройства, при этом процесс разработки происходит быстро и просто. Игровые web-приложения являются очень удобными, т. к. конечным пользователям не требуется скачивать само приложение, при этом не накладываются требования на производительность устройства.

Игровое web-приложение «Элиас» разработано с использованием .Net Core и может быть запущено на сервере с любой операционной системой и любым поставщиком базы данных. Игровое приложение разработано на web-платформе и может быть открыто с любого устройства с доступом в Интернет (ноутбуки, планшеты, мобильные телефоны и др.).

Игровой процесс заключается в том, что один из игроков берет в руки телефон и получает слово, которое должен объяснить своей команде, не используя однокоренные слова и перевод на других языках. Можно использовать ассоциации, синонимы и др. В зависимости от сложности слова команде зачисляется определенное количество очков. Также доступен выбор тем для слов, выбор времени раунда и сложности слов. Можно играть как в командах, так и всем сразу.

**С. М. Колаиб**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

## **УПРАВЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИМИ ГРАНИЦАМИ ДОМЕНА МАРШРУТИЗАЦИИ EIGRP**

Одним из наиболее распространенных параметров EIGRP является включение и отключение автоматического суммирования маршрутов. Сводка пути позволяет маршрутизатору группировать сети и объявлять их как одну большую группу, используя сводку одного пути. Возможность суммировать позволяет сэкономить ресурсы марш-

рутизирующего устройства (расход памяти и CPU) во время поиска пути продвижения трафика сетевого уровня [1].

Отключение автоматического суммирования в реальной сети может привести к негативным последствиям. Например, появление изолированных сегментов сети, в которые трафик не попадает из-за локализации охвата адресного диапазона, или проблемы с утилизацией трафика незадействованных сегментов сетевой адресации в null0. Для домена маршрутизации с номером 100 на маршрутизаторе GSN для сетей 192.168.0.0/24, 192.168.1.0/24, 192.168.2.0/24 и 192.168.3.0/24 суммарный маршрут настраивается на интерфейсе следующим образом:

```
GSN(config-if)#ip summary-address eigrp 100 192.168.0.0 255.255.252.0 [AD]
```

Административная дистанция (AD), которая настраивается последним параметром может повысить приоритет созданной сводка пути над маршрутами, найденными с помощью альтернативных протоколов. По умолчанию у суммарного маршрута EIGRP AD = 5. AD суммарного маршрута используется для того чтобы определить помещать ли маршрут в null0 для суммарного маршрута в таблицу маршрутизации. У соседних устройств полученный маршрут будет с AD = 90. Если необходимо чтобы маршрут в null0 не помещался в таблицу маршрутизации, то необходимо указать AD = 255.

### Литература

1 Воруев, А. В. Программируемое управление доступом к сети с адаптивной настройкой физических интерфейсов // А. В. Воруев, В. Н. Кулинченко, С. М. Колаиб / Проблемы взаимодействия излучения с веществом: материалы V Международной научной конференции, посвященной академику Б. В. Бокутю, Гомель, 14–16 ноября 2018 г.: в 2 ч. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2018. – Ч. 2. – С. 273 – 278.

**И. И. Коляскин, Д. С. Кузьменков**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

### **МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ И ПЕРЕМЕЩЕНИЙ В ОБЪЁМНОМ ТЕЛЕ ПРИ ЗАДАННЫХ ОБЛАСТЯХ КОНТАКТА И ДЕЙСТВУЮЩЕМ ДАВЛЕНИИ**

Была рассмотрена задача расчёта напряжений и перемещений в объёмном теле, заданной формы при действующем давлении и задан-

ных областях контакта. В качестве примера, одной из таких задач можно рассматривать задачу моделирования работы системы тел «массивная шина – дорожное покрытие» [1]. Определение напряжений и перемещений, возникающих в шине, имеет определяющее значение для нахождения физико-технических характеристик шины, влияющих на её износоустойчивость, её долговечность, выбор рисунка протектора, расположения корда в шине и др. Перемещения и напряжения в шине могут быть найдены по формулам Беляева как только будет известно расстояние от точки наблюдения  $M$  до точки приложения сосредоточенной силы. Это расстояние может быть определено, когда будет известна плотность распределения контактного давления [2].

Было разработано приложение для расчёта напряжений и перемещений в объёмном теле заданной формы при действующем давлении и заданных областях контакта («массивная шина – дорожное покрытие»). Для решения поставленной задачи был использован метод конечных элементов. Разработанное приложение позволяет определять напряжения и перемещений во всей шине, изменять различные параметры исходной задачи, реализовано построение различных двумерных и трёхмерных графиков (напряжений и перемещений в шине).

### Литература

1 Можаровский, В. В. Численная реализация методики по определению напряжений и перемещений в объёмном теле применительно к техническим приложениям / В. В. Можаровский, Д. С. Кузьменков // Изв. Гомельского гос. ун-та им. Ф. Скорины. – 2014. – № 6 (87). – С. 161–165.

2 Анализ контактного взаимодействия автомобильной шины с колесным диском и дорожным покрытием / В. В. Можаровский [и др.] // Доклады Белорусского конгресса по механике. – Минск, 2007. – С. 135 – 142.

**А. В. Копытова**

(УО «ГТУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ГЕРЦА О КОНТАКТЕ СФЕРИЧЕСКИХ И ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ УПРУГИХ ТЕЛ

Герц рассматривает поведение под нагрузкой двух осесимметричных объектов, находящихся в контакте. Полученные результаты основываются на классической теории упругости и механике сплошных сред.

На основании аналитических решений о контактом взаимодействии упругих тел разрабатывается компьютерная программа о решении контактных задач типа Герца для упругих изотропных и анизотропных тел, что значительно облегчает производить автоматизированный расчет напряженно-деформированного состояния взаимодействующих элементов конструкций при контакте. Кроме того, это даёт более подробно анализировать влияние различных упругих параметров (модуля упругости, коэффициента Пуассона, трение и т. д.) на напряженное состояние контактирующих тел. На рисунке 1 а) и б) схематически показаны рассматриваемые задачи, применяющиеся в инженерной практике [1].

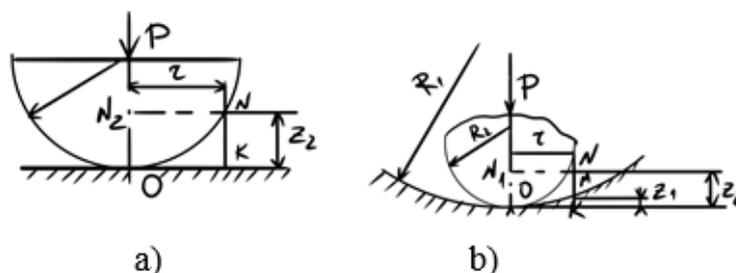


Рисунок 1 – а) шар и плоскость, б) шар и сферическая выемка

С помощью рассмотренной задачи создается алгоритм программы расчета взаимодействия контактных тел. С использованием программы можно выбрать материал, удовлетворяющий условию упругости.

### Литература

1 Менькова, Н. М. Применение контактной задачи теории упругости в прикладной механике. Общий обзор / Н. М. Менькова. – М.: Наука, 2012. – 14 с.

**А. А. Корчмин, Д. С. Кузьменков**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

### РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОЙ ВЕРСИИ САЙТА ФАКУЛЬТЕТА МАТЕМАТИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

В современном мире мобильные устройства становятся мощнее и удобнее для потребления контента, пользователи становятся более активны в использовании мобильных устройств для поиска, просмотра и редактирования информации, поэтому зачастую на первом месте стоит разработка именно мобильной версии веб-приложения.

Исходя из поставленной задачи, большинство аудитории разрабатываемого приложения составляют студенты, находящиеся в поиске информации на сайте факультета математики и технологий программирования такой, как расписание, проходящие события и местоположение кабинетов, сведения о преподавателях, о тематике курсовых и дипломных работ и проектов.

Приложение было разработано с использованием HTML 5, CSS 3 [1] и ECMAScript 6 [2]. Разработанная мобильная версия сайта позволяет быть в курсе последних новостей и события факультета математики и технологий программирования. События факультета будут отображены как временная линия, на которой будет название, описание и время проведения события. Законченные события отображаются одним цветом, а незаконченные другим. Также реализована обратная связь с преподавателями и руководством факультета.

Также разработанное веб-приложение позволяет просматривать фотографии, расписание и другую полезную информацию, размещаемую на сайте факультета математики и программирования в удобной форме для просмотра на устройствах, являющихся «мобильными».

### **Литература**

1 Дакетт, Д. HTML и CSS. Разработка и дизайн веб-сайтов / Д. Дакетт. – К.: Эксмо, 2014. – 480 с.

2 Симпсон, К. ES6 и не только / К. Симпсон. – СПб.: Питер, 2017. – 336 с.

**Е. П. Космочюс, М. В. Москалева**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

### **ИГРОВОЙ ПРОЕКТ «ENDLESS SPACE FLY»**

В наше время мобильные игры завоевывают всё большую популярность, порой превосходя своих собратьев для стационарных платформ. Главная причина этого явления – портативность и удобство. Ведь практически у каждого сейчас есть смартфон, позволяющий запускать практически любые игры, чтобы расслабиться или скоротать время. И неважно где: на работе, дома или общественном транспорте, игры всегда под рукой.

Для разработчиков данный бум мобильных игр также является выгодным. Сейчас мобильные игры можно создавать гораздо быст-

рее, тем более для этого появилось огромное множество инструментов, как платных, так и свободно распространяемых. Для многих разработчиков создание игр на Android-платформах удается освоить относительно быстро еще и потому что языки Java и C# одни из самых популярных и изучаемых. А регистрация в Play Market дает возможность не только предоставить свою разработку на суд пользователей, но и получать определенный доход.

В данной работе рассмотрен игровой проект «Endless Space Fly» для мобильной платформы Android. Проект выполнен на движке Unity, в качестве языка программирования игровых скриптов использовался C#. Проект представляет собой довольно простую по механике игру и является попыткой получить опыт в области создания мобильных игр, а также изучении игрового движка Unity и его взаимодействия и языком программирования C#. Язык C# является современным и актуальным, на нем можно писать Windows-приложения, кроссплатформенные игры на движке Unity, игры на Xbox и масштабные веб-сервисы.

Игровой процесс заключается в управлении кораблем в космическом пространстве, уклонении либо уничтожении кораблей противника и астероидов. За каждый успешно уничтоженный объект начисляется определенное количество очков, отображаемых на экране. За столкновение с астероидом, вражеским снарядом или самим вражеским кораблем у игрока отнимается определенное количество очков жизни. Также предусмотрены различные «бонусы» – игровые улучшения, такие как временное повышение темпа стрельбы, восполнение очков жизни и т. д.

**А. А. Костюк, В. В. Дмитрачёнко**  
(УО «БГТУ», Минск)

## **ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ОСАЖДЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В ИЗОБРАЖЕНИЯХ МЕТОДОМ LSB И СОКРЫТИЯ ИХ В ДОКУМЕНТАХ MICROSOFT OFFICE**

Метод LSB в чистом виде практически не используется, так как его слабой стороной является незащищенность и доступность сообщения, что позволяет без труда получить и изменить скрытое сообщение любому человеку.

Существует достаточно много способов, использующих идеи LSB, но значительно затрудняющих обнаружение факта передачи скрытой информации [1]. На основании чего было решено разработать приложение, реализующее второй уровень сокрытия. В качестве инструмента был выбран пакет Microsoft Office, а именно продукты Word, Excel, PowerPoint. Интерфейс разработанного приложения представлен на рисунке 1.

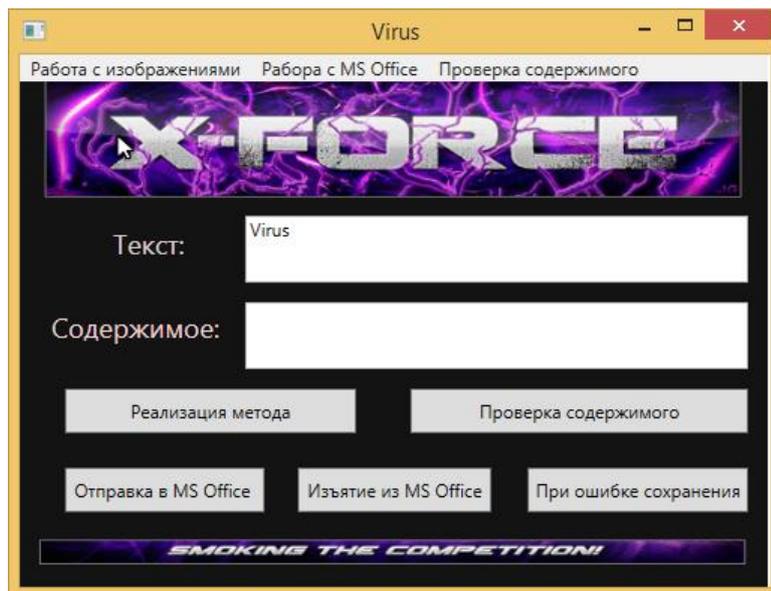


Рисунок 1 – Интерфейс приложения

Еще на раннем этапе было решено помещать изображение не в сами документы, где они будут выделяться, а в VBA код. Для реализации хранения необходимо создать модуль и записать в него данные, но компилятор VBA, как только видит содержимое, но и сразу пытается исправить синтаксис, а ведь любой лишний пробел повредит изображение. Для выгрузки картинку, хранимой внутри кода документа нет способов кроме одного, это экспорт всего модуля и для этого необходимо с картинкой в документах сохранять макрос для выгрузки содержимого модуля в текстовый файл, который для каждого продукта MS Office будет индивидуальным.

### Литература

1 Дмитриев, В. Модификация LSB-метода на основе последовательностей особенных точек изображения / В. Дмитриев. – СПб.: Питер, 2013. – 17 с.

**М. Ю. Кравцов, А. А. Крук**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МУЛЬТИВЕНДОРНЫМ СЕТЕВЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ**

Для решения проблемы автоматизации выполнения рутинных задач Интернет-провайдера (например, добавление абонента или ограничение доступа к определенным ресурсам сети на основании некоторых событий) необходима система, позволяющая преобразовывать некоторые шаблоны команд в инструкции, понятные для сетевого оборудования каждого производителя.

В предлагаемой системе используется модуль брандмауэра биллинговой системы, позволяющий выполнять определенное действие при наступлении некоторого события в ядре биллинговой системы.

Ядро системы управления оборудованием, получив необходимые параметры, находит задачу, соответствующую типу произошедшего события, и подставляет в нее остальные полученные параметры. При накоплении в очереди определенного количества задач или по таймауту ядро распределяет эти задачи между агентами исполнения.

Набор операций включает в себя:

1. Генерация параметров в формате JSON, соответствующих событию, произошедшему в ядре биллинговой системы, и их передача в ядро системы управления оборудованием (возможен вариант передачи в зашифрованном виде на основе пары закрытого и открытого ключей).

2. Поиск задачи, соответствующей типу произошедшего события, подстановка в нее параметров, полученных в шаге 1, и постановка задачи в очередь.

3. Передача списка задач агенту исполнения (возможен вариант передачи в зашифрованном виде на основе пары закрытого и открытого ключей).

4. Подключение агента к оконечному оборудованию по протоколу SSH и выполнение задачи.

5. Получение ответа от оборудования и принятие решения об успешном либо неуспешном выполнении задачи.

6. Отправка отчета о выполнении задачи ядру системы управления (возможен вариант передачи в зашифрованном виде на основе пары закрытого и открытого ключей).

**Р. А. Кригин**  
(УО «ГТУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА АДМИНИСТРАТИВНОГО ПОРТАЛА АВТОВОКЗАЛА**

На сегодняшний день проблема автоматизации и оптимизации внутренней деятельности является достаточно актуальной для работы многих предприятий. Решение такой проблемы предоставляют различные программные продукты, призванные автоматизировать и формализовать отношения внутри процессов предприятия, сведя к минимуму человеческий фактор в принятии решений и оптимизировав весь процесс управления потоками данных. Размещение же подобных программных продуктов в сети Интернет позволяет расширить доступ большому числу пользователей к услугам того или иного предприятия, что в свою очередь делает предприятие более конкурентоспособным в современных условиях.

Нами было разработано web-приложение административного портала автовокзала, которое позволяет автоматизировать работу автовокзала, а также любой другой организации, предоставляющей услуги автомобильного транспорта.

Клиентская часть разработанного приложения представляет собой приложение на Angular, построенное по принципу Single Page Application (одностраничное приложение), то есть использует единственный HTML-документ как оболочку для всех web-страниц.

Функционал приложения разработан на языках программирования JavaScript и TypeScript с использованием средств Angular и Google Maps. Серверная часть приложения написана на языке программирования JavaScript с использованием средств Node.js, Express Framework и Mongoose. Основной задачей серверной части является связь между клиентской частью и базой данных, а именно просмотр, создание, редактирование и удаление документов из базы.

Отметим, что базой данных web-приложения автовокзала является нереляционная база на MongoDB. MongoDB реализует подход к построению баз данных, где нет таблиц, схем, запросов SQL, внешних ключей и многих других вещей, которые присущи привычным для многих разработчиков объектно-реляционным базам данных. В отличие от реляционных баз данных MongoDB реализует документо-

ориентированную модель данных, благодаря чему MongoDB работает быстрее, обладает лучшей масштабируемостью, ее легче использовать.

**А. А. Крук, М. Ю. Кравцов**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## СОЗДАНИЕ ПОДСИСТЕМ СЕТИ НА ДОСТУП АБОНЕНТОВ К ВНУТРИСЕТЕВЫМ УСЛУГАМ ПРОВАЙДЕРА

Главным достоинством IPTV является интерактивность и возможность предоставления пользователям широкого набора дополнительных услуг, связанных с потреблением контента.

В качестве клиентского оборудования, в данном проекте, могут выступать компьютеры с помощью специально созданного медиаплеера на основе VLC, ТВ-приставки MAG250 и MAG322, телевизоры со Smart TV, а также, при использовании специального приложения, мобильные устройства.

Доставка контента до клиентского оборудования в данном случае осуществляется по управляемой IP-сети провайдера с использованием технологии multicast.

Изначально стояла задача подбора программных комплексов. А также требовалось создать подсистемы для приёма и обработки видео контента, его защиты и записи на сервера. Следовало подключить новые подсистемы уже к имеющийся системе мониторинга качества видеопотока и состояния оборудования (серверов).

В процессе подбора программных комплексов, были выбраны Middleware Ministra TV (табл. 1) и стриминговый сервер Astra (табл. 2), так как данное программное обеспечение имеет достаточный функционал, легко внедряется в сеть предприятия и имеет приемлемую для заказчика стоимость.

Таблица 1 – Сравнение платформ интерактивного телевидения

Наименование ПО	Middleware Smartv	Middleware Ministra TV	Middleware СТИ TVEngine
Особенности			
Вид лицензии	Платная	Бесплатная	Платная
Поддержка различных ОС	–	–	–
Мультивендорность	+	+	–
Сбор и хранения статистики	+	+	+
Закупка дополнительного ПО для хранения баз данных	+	–	–

Таблица 2 – Сравнение мультипротокольных видеостриминговых серверов

Наименование ПО	Astra	Flussonic	Wowza
Особенности			
Вид лицензии	Платная	Платная	Платная
Поддержка различных ОС	–	–	+
Мультивендорность	+	–	+
Сбор и хранения статистики	+	+	–
Пожизненная техподдержка	+	–	+
Передача и прием транспортного потока MPEG-TS	MPEG-TS по HTTP	MPEG-TS по HTTP	UDP MPEG-TS
Передача мультимедиа по HLS-ссылкам	+	+	–
Доступ к серверу в web-среде	+	+	–

**А. И. Кулыба, С. И. Жогаль**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## СОЗДАНИЕ ПРОГРАММНОЙ ПРОДУКЦИИ В СРЕДЕ UNITY

В настоящее время индустрия компьютерных игр растет невероятными темпами принося огромные прибыли, тем самым порождая спрос на разработчиков компьютерных игр.

Unity – это мультиплатформенная среда для разработки двух- и трехмерных игр поддерживающая два сценарных языка JavaScript и C#. Unity позволяет создавать приложения под наиболее популярные платформы, с возможностью создания приложений для запуска в браузерах [1]. Данная среда позволяет создавать игры разного жанра: песочницы, симуляторы, стратегии, игры-приключения, логические и многие другие [2]. Среди аналогичных сред разработки, в Unity можно выявить ряд преимуществ, такие как:

- простой в освоении и имеющий ряд встроенных редакторов;
- язык C# – является высокоуровневым;
- кроссплатформенность;
- в программной справке на сайте разработчика имеется подробное описание функций движка с примерами [3];
- встроенный магазин плагинов и ресурсов с удобным поиском;
- большое количество литературы на разных языках;

– Multiplatform Solutions Framework (инструмент, позволяющий производить интеграцию с социальными сетями, хранить сцены виртуальной реальности файлы и различную статистику на сервере).

Разработано приложение игра жанра песочница с открытым миром. В распоряжении игрока трехмерный генерируемый мир, полностью состоящий из кубических блоков. Игра не ставит каких-то целей, но дает возможность исследовать мир, перестраивать и создавать из блоков различные сооружения.

### **Литература**

1 Хокинг, Дж. Unity в действии. Мультиплатформенная разработка на C# / Дж. Хокинг, И. Рузмайкиной. – СПб.: Питер, 2016. – 336 с.

2 Джонатан, Л. Виртуальная реальность в Unity / Л. Джонатан, Р. Н. Рагимова. – М.: ДМК Пресс, 2016. – 316 с.

3 Game Engine Unity [Electronic resource]. – 2019. – Mode of access: <https://docs.unity3d.com/Manual/index.html>. – Date of access: 14.02.2019.

**Н. Р. Кушнеров, Д. С. Кузьменков**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

### **РАЗРАБОТКА ANDROID-ПРИЛОЖЕНИЯ «КАЛЬКУЛЯТОР ФАКТОРОВ РИСКА ИНСУЛЬТА»**

В настоящее время современные информационные технологии применяются повсеместно, во всех сферах человеческой деятельности: в образовании, в медицине, в сельском хозяйстве и промышленности и др. Внедрение современных информационных технологий в медицинской сфере является актуальным, т.к. разработка различных приложений (нативных, мобильных, web-приложений) и автоматизированных систем позволяет подготовить и использовать информацию для развития контактов с потребителями медицинских услуг, коллегами, позволяет облегчить труд медицинских работников, упростить общение врачей и медсестёр с пациентами и др. Только возможности различных приложений дают возможность в полной мере использовать все способы донесения информационного сообщения до конечного пользователя (пациента, медицинского работника).

С использованием Java было разработано Android-приложение «Калькулятор факторов риска инсульта» [1]. Разработанное приложе-

ние позволяет рассчитывать риск возникновения инсульта по различным факторам: вес пациента, его возраст, артериальное давление, отношение массы тела к росту, состояние здоровья пациента и др. Расчёт производится по специальным формулам. Android-приложение «Калькулятор факторов риска инсульта» позволяет определить вероятность инсульта, факторы, способствующие его возникновению, а также выдаёт пациентам советы, как снизить вероятность возникновения инсульта: сбалансированное питание, регулярный осмотр кардиолога, степень необходимой физической нагрузки и др. Разработанное приложение планируется использовать не только при стационарном приёме у врача, но и при опросах на улицах в дни профилактики сердечно-сосудистых заболеваний – волонтёр со слов пациента заполняет анкету, приложение обрабатывает данные и возвращает величину риска возникновения инсульта в процентах, а также рекомендации по снижению вероятности возникновения инсульта.

### **Литература**

1 Фримен, Э. Изучаем HTML, XHTML и CSS. / Э. Фримен, Э. Фримен. – СПб.: Питер, 2014. – 720 с.

### **В. И. Лабушев**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

## **СОЗДАНИЕ МУЛЬТИВЕНДЕРНОЙ СЕТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭМУЛЯЦИИ СЕТЕВОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ПОДКЛЮЧЕНИЕМ К ИНТЕРФЕЙСАМ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СЕТИ**

В настоящее время люди все чаще сталкиваются с проблемой невозможности протестировать то или иное сетевое оборудование. Причин этому несколько – дорогое сетевое оборудование, невозможность развернуть все у себя в офисе, либо же просто невозможность приобрести его у себя в городе. Решением для таких проблем может стать эмуляция сетей, где можно все сделать лишь за счет ресурсов своего компьютера.

Виртуализация сетей – это один из способов опробовать макет схемы, и работоспособности сети в лабораторных условиях, не подвергая риску само оборудование. Для этого используется процессорная часть компьютера, которая загружает внутри себя реальные про-

цессы вызванные роутером. Основная разница симулятора от эмулятора заключается именно в этом. Эмулируемые сети также можно выводить в реальную сеть, и давать им полный доступ к внешним ресурсам, и интернет порталам.

Используя несколько эмуляторов, несколько виртуальных машин, и реальный роутер в сеть подключается виртуальное сетевое оборудование, полностью функционирующее как друг с другом, так и с существующими физическими серверами и маршрутизаторами. Такие макеты могут применяться для обеспечения работоспособности офиса или даже небольшого предприятия (рис. 1).

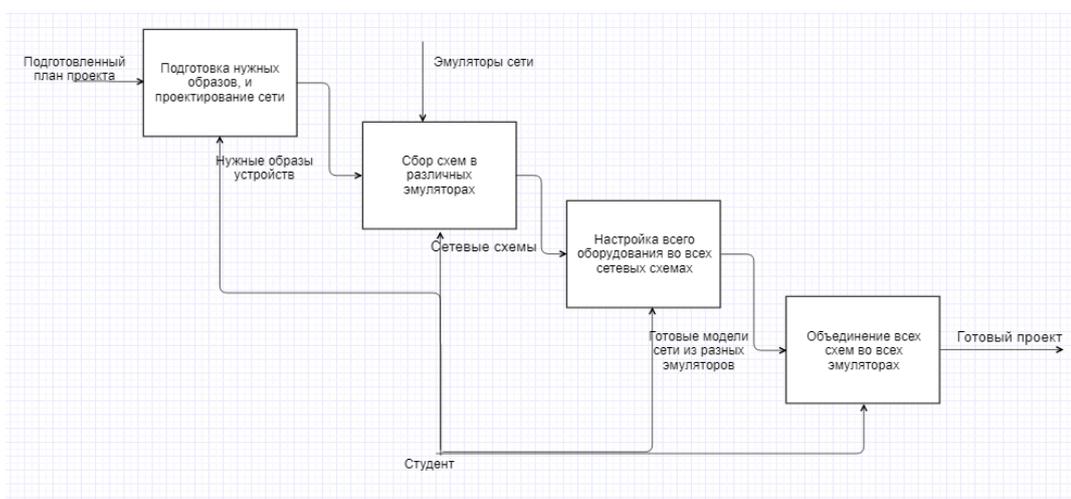


Рисунок 1 – Диаграмма построения сети

**Е. А. Лапин**

(УО «ГГТУ им. П. О. Сухого», Гомель)

## **ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО РАСПОЗНАВАНИЯ ПЕШЕХОДОВ НА ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ В УСЛОВИЯХ НЕДОСТАТОЧНОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ**

Для решения задачи распознавания пешеходов на проезжей части используется реализация алгоритмов, основанных на методе гистограмм ориентированных градиентов (HOG – histogram of oriented gradients).

Фрагмент изображения разбивается на ячейки, в которых затем вычисляются гистограммы  $h_i$  направленных градиентов. Далее они формируются в одну общую гистограмму  $h = (h_1, \dots, h_k)$ , после чего она нормализуется по яркости  $L_2$  или  $L_1$  норма:

$$h_{L2} = \frac{h}{\sqrt{|h|_2^2 + \varepsilon}}, h_{L1} = \frac{h}{\sqrt{|h|_1 + \varepsilon}}, h_{\sqrt{L1}} = \sqrt{h_{L1}}, \quad (1)$$

где  $\varepsilon$  – малая константа.

Таким образом, данный классификатор содержит трехмерную информацию о фрагменте изображения и независим к освещению. При вычислении градиентов производится свертывание изображения с основаниями  $[-1, 0, 1]$  и  $[-1, 0, 1]^T$ , далее образуются две матрицы производных вдоль осей, Они используются для вычисления углов и градиентов в каждой части изображения. После формирования матрицы НОГ выполняется классификация дескрипторов с использованием метода опорных векторов (support vector machine), что позволяет уверенно распознавать пешеходов в условиях недостаточной освещенности [1].

### Литература

1 Dalal, N. Histograms of oriented gradients for human detection / N. Dalal, B. Triggs // CVPR '05 Proceedings of the 2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'05). – 2005. – Vol. 1. – P. 886 – 893.

**С. И. Ленденкова, В. В. Орлов**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОНТЕНТОМ ДЛЯ СОЗДАНИЯ САЙТОВ

В настоящее время невозможно обойтись без интернета. Люди используют его в различных целях. Одни для поиска информации, другие для размещения своих сайтов и блогов, в которых выкладывают нужную другим людям информацию. Создать такое огромное количество сайтов было бы очень сложно, если бы не было такой вещи как CMS – система управления контентом.

Эта система дает возможность создать сайт без использования языка html, что во многом облегчает работу по созданию сайта и сводит ее всего лишь к созданию Web-дизайна. CMS позволяет обычному человеку самому создать свой сайт, не прибегая к помощи про-

граммистов. Так же эта система уменьшает общее время создание сайта, что так же является очень большим плюсом, т. к. раньше, чтобы создать сайт понадобилось бы очень много времени.

Сейчас создано большое количество различных систем управления контентом, что позволяет разработчику сайтов выбрать ту систему, которая больше всего ему подходит. Самыми популярными CMS стали Joomla, 1С-Битрикс, WordPress, Drupal. Каждый имеет свои достоинства и недостатки. Joomla, например, обладает гибким движком, благодаря которому можно реализовать многих полезный функционал с помощью двух кликов мыши. Уникальностью 1С-Битрикс является то, что она реализована по принципу MVC, разделение логики от представления. Но такая CMS не является бесплатной и выйдет вам очень дорого, особенно, если вы будете обновлять лицензию каждый год. Что касается WordPress, то такая система подойдет для создания блогов, но не рекомендуется использовать ее для разработки интернет-магазинов. Система Drupal хоть и требует некоторого знания кода, очень удобна для вывода на сайтах различного типа полей от числовых параметров до видео, тем самым расширяя возможности сайта.

Огромным плюсом CMS является то, что на просторах интернета можно найти различного вида системы, как платные, так и бесплатные, как легкие в управлении, так и требующие знания кода, имеющие поддержку со стороны разработчиков и не имеющих. Поэтому CMS является отличным инструментом для создания сайтов.

**Е. Ю. Лукашов-Фурсиков**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ К ВСТУПИТЕЛЬНОЙ КАМПАНИИ В ВУЗЕ**

Прогнозирование является мощным средством получения объективной информации о количественных закономерностях в поведении процессов и явлений, которые должны осуществиться в будущем. Прогнозом можно считать информацию, полученную путем экстраполяции (продолжения) закономерности на будущий период времени. При этом под методами прогнозирования можно понимать способы теоретического и практического действия, направленные на разработку прогнозов.

На сегодняшний день проблема набора студентов для обучения в вузе как никогда актуальна. От интенсивности потока абитуриентов во время вступительной кампании зависит благосостояние и будущее вуза. В связи с этим в настоящее время ставится вопрос о возможности применения методов прогнозирования в процессе подготовки вуза к вступительной кампании для предварительного анализа, оценки и выработки мер по урегулированию процессов подготовки вуза к предстоящей вступительной кампании.

Одним из направлений такой работы является прогнозирование потока абитуриентов. Прогноз числа поступающих поможет спланировать будущую учебную и финансовую деятельность учебного заведения, а также вовремя сделать выводы и принять необходимые меры для урегулирования числа поступающих как в учебное заведение в целом, так и на определенные специальности в частности.

Для прогнозирования числа абитуриентов предлагается использовать комбинированные методы прогнозирования. Методы экстраполяции тенденций, являющиеся самыми распространенными и наиболее разработанными среди всех методов прогнозирования, в комплексе с методом экспертных оценок являются наиболее оптимальными для их применения в данном случае.

В рамках практического применения планируется разработка оконного приложения Windows, целевой аудиторией которого будет выступать руководство вуза. Помимо прочего приложение будет включать в себя модули, реализующие возможности прогнозирования процессов предстоящей вступительной кампании.

**Е. В. Лянная, Е. М. Березовская**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ «ОРГАНАЙЗЕР» ДЛЯ ANDROID**

Android приложение «Органайзер» предназначено для планирования времени, управления делами и задачами – от составления списка покупок для похода в магазине до организации амбициозных проектов. Разработанное приложение позволяет составлять списки задач на каждый день, устанавливая напоминания и прикреплять дополнительно файлы к задачам. Выбор Android платформы для реализации приложения обусловлена популярностью данной операционной

системы, а так же преимуществом в ее открытости. Операционная система Android построена на основе открытого исходного кода и находится в свободном распространении. Открытость платформы способствует быстрому обновлению [1].

Приложение «Органайзер» представляет собой клиент-серверное приложение, в котором клиентом выступает программа на мобильном телефоне, а сервером – программа на удаленном компьютере. Логика веб-приложения распределена между сервером и клиентом, хранение данных осуществляется, преимущественно, на сервере, обмен информацией происходит по сети.

Визуальный интерфейс мобильного приложения адаптируется под различные размеры экранов и ориентацию устройства. Приложение разработано в среде разработки Eclipse совместно с Android Studio на строго типизированном объектно-ориентированном языке Java [2]. Данная разработка подходит для различных версий операционной системы Android.

### Литература

1 Дейтел, П. Android для разработчиков / П. Дейтел, Х. Дейтел, Э. Дейтел. – СПб.: Питер, 2015. – 384 с.

2 Java Platform, Enterprise Edition (Java EE) 7 [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <http://docs.oracle.com/javaee/7/index.html>. – Дата доступа: 20.01.2019.

**Д. И. Магонов, Е. М. Березовская**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

### **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЦЕХАМИ И СЛУЖБАМИ УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ «КАЛИНКОВИЧСКИЙ МОЛОЧНЫЙ КОМБИНАТ»**

Предприятие – самостоятельный, организационно-обособленный хозяйствующий субъект с правами юридического лица, который производит и сбывает товары, выполняет работы, оказывает услуги.

В современных условиях предприятие является основным звеном рыночной экономики, поскольку именно на этом уровне создаются нужные обществу товары, оказываются необходимые услуги. Предприятие как юридическое лицо имеет право заниматься любой хозяйственной де-

тельностью, не запрещенной законодательством и отвечающей целям создания предприятия, предусмотренным в уставе предприятия.

Таким предприятием является «Калинковичский молочный комбинат», и как многие другие предприятия, оно имеет сложную структуру, которая нуждается в управлении. Чтобы облегчить работу управленческой деятельности предприятия, было принято решение разработать программу для управления цехами и службами данного предприятия.

Разработанная программа позволяет пользователю работать: с информацией по сотрудникам и службам, оперировать этой информацией; с документацией предприятия; контролировать посещение, строить рабочий график (назначение отпусков, рабочих смен, больничных, отгулов, выходных, командировок, учитывать выходы и невыходы на работу).

Каждый пользователь программы имеет свою зарегистрированную учетную запись и права на управление информацией. Графический интерфейс построен таким образом, чтобы пользователь мог быстро и просто получить нужную ему информацию, имея при этом минимальные навыки работы с персональным компьютером. Разработка ориентирована на руководителей различных подразделений и призвана им помочь облегчить работу по контролю и управлению подразделением.

Программа является кроссплатформенной, т. е. работает под многими операционными системами, что является немаловажным аспектом приложения. При разработке был использован фреймворк Qt, язык программирования C++, система управления базами данных MySQL.

**А. Г. Майоров**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

## **РАЗРАБОТКА WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ «ЛИЧНЫЙ БЛОГ»**

Блог – дневник, организованный в хронологическом порядке, содержащий персональные заметки, субъективный комментарий и т. п. В основе каждого блога лежит программный механизм, позволяющий быстро делать известными упомянутые выше заметки в сети, т. е. делать их доступными широкому кругу читателей. Выбирая тему для блога, нужно не только быть компетентным в данной области, но и учитывать объемы распространения предлагаемой тематики. В свою

очередь нужно учитывать, чтобы направление темы не потеряло актуальность в течение длительного периода времени. С помощью блога можно: создать имидж эксперта, лучше понять свою аудиторию, стать хорошим писателем, а самое главное – научиться выделять важные вещи. Учитывая отмеченное выше, можно подчеркнуть актуальность настоящей разработки.

Необходимо было создать web-приложение «Личный блог». Для этого потребовалось сформировать основные требования от интернет ресурсов данного формата [1], разработать и реализовать архитектуру серверной части, а также реализовать пользовательский интерфейс для взаимодействия пользователей с данным web-приложением.

Проанализировав доступные на данный момент способы реализации серверной части web-приложений, был выбран язык программирования Java и его фреймворк Spring. Серверная архитектура построена на основе такого паттерна программирования, как MVC, который позволяет разделить приложение на три составные части, которые никак не зависят друг от друга, что позволяет разрабатывать их отдельно и при надобности заменить любую из них.

Пользовательский интерфейс был разработан на языке программирования JavaScript с использованием фреймворка JQuery, который в свою очередь имеет у себя множество готовых решений.

В результате проведенного исследования было разработано web-приложение «Личный блог», которое удовлетворяет всем требованиям современного интернет ресурса.

### **Литература**

1 Гонсалвес, Э. Изучаем Java EE 7 / Э. Гонсалвес. – СПб.: Питер, 2014. – 640 с.

**Д. А. Макаревич, В. Р. Мисюк**  
(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)

### **ANDROID МЕССЕНДЖЕР С ВОЗМОЖНОСТЬЮ УДАЛЕНИЯ ДАННЫХ С СЕРВЕРА**

В разработке использовались очень популярные и актуальные сервисы FireBase для того чтобы синхронизировать данные и отладить реги-

страцию пользователей через почтовый ящик, совместно с этим FireBase использовался как хранилище пользовательских медиаданных.

Обмен сообщениями между пользователями зарегистрированными в приложении осуществляется через Real-Time NoSQL базу данных, это удобно тем что мы используем базу данных как сервер, получаем хорошую работоспособность, исключаем громоздкие запросы в коде. Регистрируясь в приложении пользователь получает уникальный идентификатор который будет за ним закреплен пока он не удалит свой аккаунт, этот идентификатор используется абсолютно во всем функционале мессенджера, при отправке сообщений, при создании групповых чатов, при обновлении пользовательской информации и т. д.

Вступая в переписку с собеседником в базе данных создается новая ветка использующая для маркировки уникальные идентификаторы обоих пользователей которые они получили при регистрации, далее система уведомляет что чат был создан и что можно начать обмен сообщениями.

Если пользователь захочет удалить переписку, всплывет диалоговое окно, в котором просчитается количество цепочек и отдельных диалогов или медиа-данных, которые отправил пользователь, после подтверждения об удалении всей истории переписок посылается запрос в базу данных и начинается чистка всех групповых чатов веток и папок с изображениями, где был замечен идентификатор пользователя, который запросил удаление. Инновационность такого чата в том, что пользователю дается выбор: он может удалить не только историю переписок у себя в личном кабинете, но и напрямую с базы данных. Тем самым удаляя свои переписки с базы данных, очищая весь отправленный медиа-контент, пользователь получает полную анонимность и конфиденциальность своих действий, а администратор приложения получает рациональное использование серверного пространства.

**Д. А. Макаревич, В. Р. Мисюк**  
(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОБИЛЬНОГО ТЕЛЕФОНА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛЕБАНИЙ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ**

Для написания программы был использован смартфон на базе операционной системы Android и среда разработки Android Studio. В процессе разработки программного продукта был определен ряд задач, которые

он должен будет выполнять. На первом этапе программа тестирует телефоне предполагаемого пользователя данного продукта на наличие датчиков, которые необходимы для его функционирования. Для реализации данной задачи был разработан код, проверяющий версию операционной системы, модель телефона. Если телефон предполагаемого пользователя будет соответствовать необходимым требованиям программы, то он пройдет определенный ряд настроек системы и калибровки датчика.

После успешного прохождения идентификации пользователя программа запросит разрешение на постоянную работу с датчиком. Выполнив эти стандартные настройки, пользователь попадает в главное меню приложения, где будет виден текущий уровень магнитного поля. Стандартный приемлемый уровень магнитной индукции в любой комнате не должен превышать 35 – 45 микроТесла. Например, уровень магнитной индукции у воспроизводящей звук стереосистемы будет превышать 1200 микроТесла (для сравнения: работающая, но не воспроизводящая звук стереосистема обладает магнитным полем силой порядка 650 микроТесла).

Данный программный продукт позволяет определить уровень магнитной индукции. Большим плюсом приложения является возможность работы в фоновом режиме, измеряя уровень магнитного поля и уведомляя о его повышении. Для усовершенствования процесса определения магнитного поля и превышения им допустимых значений была добавлена база данных о наиболее распространенных приборах и проводниках, их характеристиках, допустимых уровнях магнитного поля и причинах его колебания. Функционал разработанного программного продукта позволяет сохранять данные о превышениях допустимого уровня магнитной индукции, ее причинах, а затем на основании полученной информации и имеющейся базы данных получать развернутые советы по коррекции силы магнитного поля.

**А. С. Максименко**  
(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)

## **ТЕСТИРОВАНИЕ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ФРЕЙМВОРКА PROTRACTOR**

Тестирование один из важнейших этапов в процессе разработки программного обеспечения. Все большую популярность набирает авто-

матерIALIZED тестирование. Тестируя веб-приложения, на JavaScript, следует учитывать, что тестирование будет выполнять несколько шагов одновременно, так как JS является асинхронным языком программирования, в отличие от языка программирования Java, который является синхронным и сценарий тестирования выполняется последовательно. Для удобства написания тестов используется фреймворк Protractor.

Protractor поддерживается Angular, базируется на WebDriverJS (на основе SeleniumWebDriver).

Рассмотрим простой пример тестов. Для запуска и работы с Selenium создан конфигурационный файл. Он достаточно прост и нем описывается следующим: `seleniumAddress: http://localhost:4444/wd/hub` – адрес работающего сервера; `capabilities:{browserName: 'chrome'}` – возможности, передаваемые веб-драйверу, т. е. указываем браузер в котором будет проходить проверка веб-приложения (браузеров может быть указано несколько); указываем шаблоны, относящиеся к переданному файлу конфигурации, т. е. создаем путь к файлу в котором будут написаны тесты; указываем опции для передачи в Jasmine-узел.

Для написания самих тестов на Jasmine используется блок `describe()`, в котором прописывается функция, реализующая действия. Внутри функции указываем переменную `var ptor` для отслеживания экземпляра Protractor. В первом тесте, описанным в блоке `describe()`, мы проверяем переходит ли тест на главную страницу и получая положительный результат мы продолжаем выполнять проверку. Используя блок `it`, мы поэтапно выполняем действия тестовых сценариев. Рассмотрим пример блока `it` («описывается действие, которое следует выполнить», `function() {реализация описанного действия}`);

Пример: `it ('нажмите на кнопку "create account" ', function() {  
loginPage.clickCreateAccBtn();  
expect(browser.getCurrentUrl()).toEqual(); });`

Обязательно наличие `expect`, отвечающего за ожидаемый результат.

**В. В. Марченко**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

## **РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ «АБИТУРИЕНТ АСОИ»**

С каждым днем, Интернет развивается все сильнее и сильнее. Скорости возрастают, вариации отображения информации меняются и лишь одно остается неизменным – наличие сайтов.

Меняются языки разметки, стилей, но задача сайта предоставлять пользователям интересующую их информацию остается.

Очень часто требуется, чтобы пользователь, при попадании на сайт взаимодействовал с контентом. Для таких задач используют целевые страницы, или как их еще называют – landing pages.

Переход на целевые страницы часто осуществляется из социальных медиа, email-рассылок и рекламных кампаний в поисковых системах. Landing page побуждает пользователя к целевому действию.

Задачей проекта является разработка адаптивной целевой страницы, на которой будет размещена вся необходимая информация для абитуриентов, желающих поступить на факультет физики и информационных технологий, в частности на специальность АСОИ и проходить обучение дистанционно.

Целевая страница была написана при помощи языка разметки HTML, каскадных таблиц стилей и фреймфорка Bootstrap, в бесплатном текстовом редакторе с открытым исходным кодом и поддержкой плагинов, написанных на Node.js, и встраиваемых под управлением Git, который работает с операционными системами Linux, macOS и Windows, а большинство плагинов в котором имеют статус свободного программного обеспечения, а так же разрабатываются и поддерживаются сообществом.

Так же была проведена работа по выбору цветовой гаммы и стиля оформления конечного продукта. Было проанализировано множество сайтов с похожей тематикой, с целью изучения наилучшего цветового и стилевого оформления.

**Е. В. Матвеевко**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

## **РАЗРАБОТКА СЕРВИСА ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СОТРУДНИКОВ ПРЕДПРИЯТИЯ**

Очень важно своевременно оповещать сотрудника предприятия о запланированных мероприятиях проектного и корпоративного характера и об изменении различной информации проектной деятельности, формировать резюме сотрудника по его навыкам и опыту работы или требованиям заказчика. Поэтому был разработан программный комплекс для Android, iOS и Windows Phone платформ, выполняющий эти функции.

Для реализации общей функциональности на всех перечисленных платформах back-end мобильного приложения разработан на Xamarin Framework. Серверная часть представляет собой микросервисную архитектуру, написанную на C# .NET Core 2.0.

Программный комплекс предусматривает возможность push-уведомлений. Для реализации push-уведомлений каждая из перечисленных платформ взаимодействует с Apple Push Notification Service для iOS, Windows Push Notification Services для Windows, Android Google Cloud Messaging Push Notifications для Android соответственно. Для передачи данных используется защищенный протокол (HTTPS) и формат данных JSON. Сервер проверяет права доступа, предоставляя информацию только авторизованным пользователям.

Авторизация осуществляется при первом входе посредством выбора домена и ввода логина и пароля. После ввода данные отправляются на аутентификационный сервер посредством защищенного канала. После успешной авторизации приложение сохраняет данные для последующей работы во внутреннем хранилище мобильного устройства.

Данные хранятся в базе данных под управлением реляционной СУБД PostgreSQL. Исключения составляют файлы данных, предназначенные для просмотра и скачивания.

Проект был протестирован и внедрен у заказчика.

**В. Н. Мельников, С. Ф. Маслович**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ НА ОСНОВЕ ФРЕЙМВОРКА VUE.JS**

Сегодня, как никогда прежде, JS-фреймворки играют большую роль в сайтостроении. Абсолютно все современные сайты построены посредством взаимодействия HTML и JS-фреймворков. Анимация, красивые меню, фотогалереи, плавные переходы от страницы к странице, диалоговые окна, меняющиеся в зависимости от содержимого и многое другое, это все достигается при помощи JavaScript библиотек, которые активно используются при создании различных веб страниц. Поэтому данная тема очень актуальна на сегодняшний день.

Целью данной работы является создание адаптивного модуля поиска по сайту на основе Vue. Поэтому в процессе выполнения был

изучен фреймворк Vue.js. Vue – это прогрессивный фреймворк для создания пользовательских интерфейсов. В отличие от фреймворков-монолитов, Vue создан пригодным для постепенного внедрения. Также Vue полностью подходит и для создания сложных одностраничных приложений, если использовать его совместно с современными инструментами и дополнительными библиотеками.

Данный модуль можно интегрировать в любой проект, где используется Vue. Он реализует адаптивный поиск (helper), который представляет собой строку для ввода текста. В данной строке можно ввести вопрос, и снизу в список выведутся возможные варианты ответа на этот вопрос.

В ходе выполнения представляемой работы был прочитан и систематизирован теоретический материал по данной теме, а также выполнены следующие поставленные во введении задачи:

- проектирование модуля;
- разработка модуля;
- реализация модуля;
- интегрирование модуля;
- тестирование модуля.

Vue.js идеально подходит для малых и средних проектов – очень гибкий и легкий в изучении. Это хороший фреймворк, который позволит разделить наш проект на модули и использовать их повторно. Данное свойство намного облегчает и ускоряет разработку приложения.

**А. В. Моисеев**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

## **РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ ДЕМОНСТРАЦИИ ТЕКУЩЕГО КОНКУРСА ДЛЯ АБИТУРИЕНТОВ ГГУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ TV-МОНИТОРА**

В соответствии с правилами приёма в ВУЗы должно быть организовано информирование абитуриентов по текущему конкурсу. Для этого предусмотрено три способа:

1. В виде печатного документа, который вывешивается на доску.
2. Отображение на сайте ВУЗа.
3. Отображение на TV-мониторе.

В настоящее время реализовано отображение на TV-мониторе путём нарезки слайдов Excel-документа и показа их в PowerPoint. Из-за этого не обеспечивается оперативности, так как excel-документ генерируется 2 раза в день, и нет интерактивности. Необходимо было разработать программу, которая будет демонстрировать текущий конкурс. Программа имеет непосредственно доступ к базе данных и отображает конкурс в режиме реального времени. Текущий конкурс демонстрируется в режиме таблиц, данные в которые заносятся из базы данных. При запуске приложение автоматически генерирует таблицы с текущим конкурсом на бюджет или на платное (всё зависит от настройки) на дневную и заочную форму обучения. Далее переключение между факультетами (группой записей) и формами обучения происходит автоматически по заданному интервалу времени. Однако, пользователь может перехватить управление, используя предусмотренные для это клавиши:

- стрелка вниз – переход к новому факультету;
- стрелка вверх – переход к предыдущему факультету;
- пробел – обновить времена на просмотр текущего факультет;
- home – к началу текущей формы обучения;
- end – к концу текущей формы обучения;
- page up – на начало по текущей форме. Если мы находимся в начале, то происходит переход на начало другой формы;
- page down – переход на начало другой формы.

Если в течении заданного интервала времени ничего не происходит, то смена факультетов (групп записей) или форм автоматически восстанавливается. Это позволяет удобно и комфортно для каждого пользователя просмотреть нужную ему информацию.

**Н. С. Монтик**  
(УО «БрГТУ», Брест)

## **ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ИНФОРМИРОВАНИЯ О ДВИЖЕНИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

Объект автоматизации – процессы информирования пользователей транспорта о порядке его движения, текущем состоянии на маршруте. Цель – улучшение обслуживания пользователей за счет опера-

тивного доступа к расписаниям, к данным о состоянии маршрутов, рекомендаций по выбору маршрутов. Особенности разработки: использование информации серверных баз данных, содержащих расписания движения транспорта, маршруты и т. д., данные систем слежения за перемещением транспорта; доступ через мобильные устройства, работа в режиме реального времени; поддержка выбора маршрутов, в том числе с пересадками; использование типовых компонентов, обеспечение масштабируемости системы.

Выделен круг типовых задач-прецедентов, составляющих функциональность таких систем [1]: работа с расписаниями транспорта, поиск информации по заданным критериям, установленным параметрам (минимум времени, минимум пересадок и т. д.); выбор наилучших либо удовлетворительных маршрутов с учетом текущего состояния на маршрутах; работа с картой города, местности с возможностью привязки информации к указанным координатам, точке местонахождения и т. д.

Решения документированы диаграммами UML, включая диаграммы прецедентов; диаграммы классов, обеспечивающих функциональность приложения; диаграммы компонентов и развертывания компонентов в структуре узлов. Проектные решения макетировались и ориентированы на реализацию на мобильных устройствах применительно к операционной системе iOS (языки Objective-C, Swift), мобильной платформе ОС Android (язык Java, среда IDE Eclipse).

### **Литература**

1 Муравьев, Г. Л. О построении мобильных приложений для справочных систем / Г. Л. Муравьев, Е. А. Зеневич / Инновационные технологии обучения физико-математическим и профессионально-техническим дисциплинам: материалы 9-й междунар. научно-практ. конф., Мозырь, 21 – 24 марта 2017 г. – Минск, 2017. – С. 161 – 162.

**К. В. Мудраков, О. И. Камейша**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **УПРАВЛЕНИЕ КОНТЕНТОМ МУЗЕЕВ ВОЕННОЙ СЛАВЫ**

Посещение культурного объекта в современном мире, как правило, является вторым шагом. Первый шаг знакомства с музеем или

популярным местом отдыха целевая аудитория делает самостоятельно с помощью специализированных веб-приложений.

В рамках исследования разрабатывается система, позволяющая организовать доступ целевой аудитории к медиаконтенту о музеях Военной славы Гомеля и Гомельской области. Целевую аудиторию данного продукта можно разделить на школьников, студентов, туристические агентства, администраторы сайтов.

Студенты либо школьники, воспользовавшись виртуальным туром, могут посмотреть представленные экспозиции в музее, для получения первого впечатления об экспозициях. Также виртуальные туры могут использоваться на уроках истории, для того, чтобы студенты и школьники могли составить представление о предметах, использовавшихся в определенные периоды новейшей истории.

Туристические агентства могут использовать виртуальные туры, для того, чтобы предлагать детализированные программы экскурсий. Туристы могут увидеть, какой подход используется при составлении экспозиций, и принять решение о желании посетить данный музей.

Для целевой аудитории «администраторы сайтов» важно быстрая загрузка панорам (Upload) на сайт, организация связей между объектами и быстрое наполнение/изменение описания.

Флаер для целевой аудитории «администраторы сайтов» представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Флаер для одной из целевых аудиторий

**И. В. Мурашкевич, А. В. Лубочкин**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **ПРИМЕНЕНИЕ АНАЛИЗА ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛАТФОРМЫ WPF**

Windows Presentation Foundation (WPF) – система, позволяющая взаимодействовать пользователю с созданным клиентским приложением, которая, в свою очередь, является подсистемой в составе .NET Framework (начиная с версии 3.0), использующей язык XAML.

Благодаря векторной системе визуализации, которая лежит в основе WPF и специально создана с учётом возможностей современного графического оборудования, существует возможность не зависеть от разрешения устройства вывода. В WPF существуют такие средства для создания визуального интерфейса, как язык XAML (eXtensible Application Markup Language), элементы управления, привязка данных, макеты, двухмерная и трёхмерная графика, анимация, стили, шаблоны, документы, текст, мультимедиа и оформление [1].

В сфере компьютерных игр, как во многих других сферах деятельности, обрабатывается значительный объем информации. При этом способности современной компьютерной техники по хранению и обработке практически неограниченных объемов данных активно развиваются. Вследствие этого анализ данных и получение новых знаний являются весьма актуальным направлением.

За время работы программы и с помощью её активного использования накапливается информация о пользователях и их результатах, что предоставляет широкие возможности для анализа.

Полученные в результате работы программы данные представляются пользователю в виде графиков, диаграмм и т. д., что позволяет ему оценить и проанализировать свои достижения в том или ином виде.

### **Литература**

1 Мак-Дональд, М. WPF: Windows Presentation Foundation в .NET 4.5 с примерами на C# 5.0 для профессионалов / М. Мак-Дональд. – М.: «Вильямс», 2013. – 1024 с.

**А. А. Образова**

*(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)*

## **КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

Целью данной работы являлась кластеризация изображений методом k-means, используя заранее обученные модели в Keras с последующим выбором лучшей модели нейронной сети для решения данной задачи. Кластеризация изображений даёт возможность производить поиск изображений по визуальному содержанию.

В связи с этим была разработана программа средствами языка Python и пакетом Keras, которая позволяет разбивать базу данных изображений на соответствующие кластера. С помощью Python был реализован метод k-means, который производил непосредственное разбиение обрабатываемых данных на кластера, с помощью заранее извлечённых, посредством различных моделей из пакета Keras, свойств изображений. Работа программа была проверена на реальной базе данных под названием «Dog&Cat», которая находится в свободном доступе на сайте Kaggle.

Для извлечения свойств изображений были использованы следующие обученные модели нейронных сетей: VGG16, VGG19, InceptionV3, ResNet50.

Были произведены внутренние и внешние проверки оценки производительности, благодаря которым был сделан вывод о том, что лучшей моделью для извлечения свойств изображений является ResNet50 и оптимальным количеством кластеров, для решения конкретной задачи, является 2.

В дальнейшем планируется реализовать данную задачу используя другие методы кластеризации с возможной их оптимизацией для уменьшения затраты времени на выполнение программы [1]. Также планируется создать полноценный продукт с возможностью выбора метода кластеризации, модели нейронной сети, количества кластеров, а также с графическим интерфейсом для удобства использования пользователями и наглядности результатов.

### **Литература**

1 Jain, A. Data clustering: A review / A. Jain, M. Murty, P. Flynn. – ACM Computing Surveys, 1999. – 69 p.

**А. С. Овчинников, Д. С. Кузьменков**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА ДИНАМИЧЕСКОЙ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ**

Иногда, когда большие компании хранят много информации для функционирования их программного обеспечения, данные перестают помещаться на одном сервере. В конечном результате компании приходят к тому, что им нужно купить еще один сервер и хранить данные уже на нескольких серверах [1].

Для организации хранения и доступа к информации на разных серверах (нодах) удобно использовать распределенные системы хранения данных. Эти системы устроены таким образом, чтобы данные были сохранены в любом случае, даже если сервер отключился. Так же, так как это распределенные системы, когда данные приходят на любую ноду, система сама определяет на какую ноду необходимо отправить данные для хранения.

Для того чтобы система могла функционировать даже после отключения одно из серверов, необходимо иметь реплики. Реплика – сервер, который является полной копией другой ноды. В случае отказа сервера, данные могут быть взяты или записаны на его реплику, а когда сервер будет снова доступен, система сама приведет его к актуальному состоянию.

Так же, данная система является динамической, что означает, что мы можем добавлять новые сервера (ноды) прямо во время работы всей системы. Новая нода будет автоматически добавлена в список уже имеющихся, после чего системе потребуется некоторое время на перераспределение данных между нодами. После этого система продолжит работать, включив новую ноду в список всех нод.

Разработанная система поддерживает базовые операции работы с данными. Для добавления данных необходимо на любую ноду отправить PUT запрос и в теле запроса должен быть JSON объект, который и будет сохранен в системе. Для удаления необходимо отправить DELETE запрос и для изменения данных используется PUT запрос с указанным ID объекта, который должен быть изменен.

### **Литература**

1 Таненбаум, Э. Распределённые системы. Принципы и парадигмы / Э. Таненбаум, М. Ван Стеен. – СПб.: Питер, 2003. – 878 с.

**А. Г. Оганесян**  
(УО «БГТУ», Минск)

## **О РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ УЧЕТА ЛИЧНЫХ РАСХОДОВ И ИХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ**

Учет личных расходов является одним из инструментов по оптимизации личных финансов. Система, которая смогла бы вести учет личных расходов и на основании собранных данных выдавать пользователю прогноз предстоящих его трат будет востребована.

В настоящее время существует немало систем, позволяющих вести учет личных расходов, но, помимо того, что часть из них работает только на устройствах с ОС Windows, другая часть только на устройствах под управлением iOS или Android, ни одна из этих систем не умеет строить прогнозы. В связи с этим встает вопрос о разработке системы, которая смогла бы работать на большинстве таких современных систем, как Windows, Mac OS, Android, iOS, Windows Phone, а также строить прогноз на основе существующих данных.

При разработке был сделан выбор в пользу Telegram Bot API, так как мессенджером пользуется большое количество людей (более 200 миллионов ежемесячно активных пользователей), а также мессенджер Telegram присутствует на всех популярных системах: Windows Phone, iOS, Android, Microsoft Windows, Chrome OS, Mac OS, Linux, Mac OS. Также существует и веб версия клиента Telegram.

Telegram Bot API основан на HTTP протоколе и для работы с ним существует библиотека `python-telegram-bot` для языка Python. Статические данные хранятся в MySQL, а кэш приложения в NoSQL-СУБД Redis. Задача обработки и анализа данных решается с использованием библиотеки для языка Python – `pandas`. Для автоматизации развертывания приложения на таких ОС, как Linux, Microsoft Windows и Mac OS будет использован Docker.

Интерфейс предоставляет команды для создания проекта, для работы со списком категорий (просмотр, редактирование, создание и удаление категорий), добавление, редактирование и удаление расходов, построение отчетов для визуализации расходов по категориям (за определенный промежуток времени), построение прогноза предстоящих затрат на основе уже существующих расходов.

**С. А. Осипенко**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА ПРЕДСТАВИТЕЛЬСКОГО САЙТА ООО «ВОСТОК-ЭКСПОРТ»**

Молодая и развивающаяся компания по реализации кофе, чая и сопутствующего оборудования нуждалась в собственном представительском веб-сайте. Важными критериями сайта для заказчика были: простой и понятный интерфейс, вывод товаров по категориям (страницам), функция «Заказать звонок», отсутствие необходимости мониторинга заказов, скорость разработки, простота дальнейшего редактирования, стоимость разработки.

Заказчик не желал многофункциональный интернет-магазин из-за сложной поддержки сайта, контроля безопасности и дороговизны разработки. На создание интернет-магазина уйдёт больше времени и средств, к тому же нужен менеджер, который будет обрабатывать все заказы, полученные через сайт. Для молодой компании на старте это затруднительно.

Проанализировав пожелания заказчика и изучив все возможные решения поставленной задачи, за основу разрабатываемого проекта был взят шаблон сайта-витрины. Он отлично подходит, так как такой сайт не содержит ненужного для заказчика функционала и в то же время простой и удобный для пользователей.

Так как разработка должна быть быстрой и недорогой, а дальнейшее редактирование сайта простым и понятным, то было принято решение разрабатывать сайт с использованием CMS WordPress.

Разработка велась с использованием различных плагинов – инструментов для создания контента страницы. Основным плагином при создании был Elementor – простой и понятный плагин для WordPress, в котором контент страницы наполняется перетаскиванием элементов с помощью мыши. Освоить работу с ним сможет любой сотрудник компании, что и требовалось заказчику.

В ходе построения проекта создан сайт-витрина из шести страниц: главная (с описанием компании и контактами) и пяти страниц с товарами. Сайт работает на хостинге, постоянно поддерживается и обновляется, все требования заказчика были учтены и реализованы.

**А. С. Папкевич, П. В. Бычков**  
(УО «ГТУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА ANDROID-ПРИЛОЖЕНИЯ «ORGANIZER»**

Благодаря развитию информационных технологий, на сегодняшний день трудно представить человека, не пользующегося смартфоном. Современные люди используют смартфон не только для развлечения и общения в социальных сетях, но и в качестве аппарата, позволяющего автоматизировать и упростить их повседневные дела. В этом им помогают современные приложения для создания заметок, просмотра почты и документов и другие.

Разработанное приложение предназначено для помощи пользователю в организации своих личных и рабочих дел. Пользователю по умолчанию доступны две страницы: текущих и завершенных задач. При желании пользователь может добавлять страницы текущих задач, для удобной сортировки их по определенному критерию, например можно создать страницу задач, связанных с работой, покупками или какими-либо личными делами. Эти страницы представляют собой отсортированный по дате список задач. При навигации по данной странице возможен выбор конкретной задачи для внесения корректировок в дате и времени, к которому ее необходимо выполнить, а также в названии и подробностях самой задачи. Также можно пометить, что задача уже выполнена, при помощи соответствующей кнопки, при этом задача автоматически удалится из списка текущих задач и появится в списке выполненных. В списке выполненных задач возможно удаление, а также изменение задач, с занесением в список текущих задач, для повторного выполнения.

Приложение было разработано в среде Visual Studio с использованием платформы Xamarin.Forms. Xamarin – это фреймворк для кроссплатформенной разработки мобильных приложений на iOS, Android и Windows Phone с использованием языка C#. При создании данного приложения использовался паттерн MVVM, который основывается на разделении функциональной части приложения на три ключевых компонента: View – представление или пользовательский интерфейс; Model – модель или данные, которые используются в приложении; ViewModel – промежуточный слой между представлением и данными, который обеспечивает их взаимодействие.

**А. Ю. Пасвистелик**  
(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)

## **ПОСТРОЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПУТЕЙ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ В ГОРОДСКОМ ПАССАЖИРСКОМ ТРАНСПОРТЕ**

Одной из проблем пользования общественным транспортом является необходимость знать маршруты движения и самостоятельно планировать свой путь. Поэтому для автоматизации данного процесса было решено разработать приложение.

Множество остановок и маршрутов можно считать взвешенным графом, где остановки являются вершинами, маршруты – ребрами, а вес ребра – это время, затрачиваемое на движение между остановками.

Добавим в граф еще две вершины, представляющие собой текущее местоположение пользователя и координаты места назначения. Введем также дополнительные ребра, описывающие расстояние пешком между двумя вершинами, расположенными в радиусе пешеходной доступности. Данные расстояния вычислим заранее, используя граф. Зная эти значения и скорость движения пешком, далее сможем легко находить время.

Используя алгоритм Йена поиска  $k$  кратчайших путей и алгоритм  $A^*$ , можем найти оптимальные варианты пути.

Данные о расположении остановок получим из архива карт сервиса Open Street Map (OSM). Для получения расписаний движения и маршрутов движения транспорта потребуются написать парсеры расписаний, предоставляемых транспортными организациями.

Серверную часть приложения будем разрабатывать на Ruby on Rails с использованием СУБД PostgreSQL. С целью дальнейшего расширения зоны охвата городов, создадим API, на которое в дальнейшем будут поступать данные из разных источников.

Клиентскую часть будем разрабатывать с использованием ReactJS, что позволит в дальнейшем без дополнительных проблем создать Android и IOS-приложения с применением React Native.

На данный момент, разработано приложение, позволяющее находить оптимальные маршруты по нескольким критериям. Поиск маршрута занимает в среднем 10 мс.

В зону охвата городов входят Гродно и Минск. К проблемам расширения зоны охвата можно отнести отсутствие общего формата

хранения расписаний, предоставляемых транспортными компаниями, что приводит к необходимости написания отдельных парсеров.

**И. Г. Пинчук, М. И. Жадан**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА ГИБРИДНОГО МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ КОРПОРАТИВНОЙ ТЕЛЕФОННОЙ КНИГИ**

В этом году количество пользователей, использующих мобильные устройства для доступа в Интернет, превысило 60%. Как показывает практика, пользователи мобильных телефонов и планшетов предпочитают сайты, выдающие нужную информацию в понятном виде и имеющие удобный интерфейс. Этим требованиям отвечают мобильные приложения.

Для разработки приложения используется платформа IBM MobileFirst, которая позволяет создавать приложения для платформ Android (Java) и iOS (XCode). Для доступа к функциям мобильного устройства используется платформа Apache Cordova, т. к. она предоставляет широкий набор средств API для использования свойств и возможностей мобильного устройства посредством JavaScript.

Для разработки интерфейса пользователя применяется фреймворк Ionic 2, считающий в себе преимущества фреймворка Angular 2 и возможности Cordova.

Приложение получает информацию из базы данных посредством REST-сервиса, запущенного на сервере WebSphere Liberty, предоставленном платформой IBM Mobilefirst. Структура пользовательского интерфейса приложения представляет набор страниц, на которых отображаются данные (список контактов, информация о контакте) и элементы управления. Переход между страницами организован с помощью контроллера навигации – компонент API Ionic 2. Контроллер навигации позволяет не только переходить между экранами, но и передавать между ними необходимые данные, такие как состояния фильтров, id записей и т. д.

В результате работы реализовано приложение, выполняющее основные функции телефонного справочника. Приложение адаптировано для работы на мобильных устройствах под управлением Android и iOS. Визуальный интерфейс адаптируется под различные

размеры экранов и ориентацию устройства. При разработке использовались языки HTML 5, CSS 3, Java Script, TypeScript, а также фреймворки Angular 2, Cordova, Ionic 2. Для распространения и управления приложением используются средства платформы IBM MobileFirst.

**В. А. Потапов, И. А. Потапов**

*(УО «Военная академия Республики Беларусь», Минск)*

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ LABVIEW В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ГАЗОВОЧНЫМ СТЕНДОМ АВИАЦИОННОГО ГТД**

Современный уровень развития информационных компьютерных технологий и систем позволяет создавать мощные средства для исследования сложных объектов. Таким объектом на сегодняшний день является авиационный газотурбинный двигатель, изучение которого требует все более усовершенствованных средств автоматизации его испытаний [1]. Применения которых позволяет повысить качество проведения испытаний и улучшить достоверность получаемых результатов.

Одним из представителей систем автоматического проектирования различных компьютерных контрольно-измерительных систем является язык LabView, разработанный фирмой National Instruments (США) [2]. Достижения в области аппаратного и программного обеспечения компьютеров позволяют инженерам разрабатывать свои собственные приборы с учетом конкретных требований и более эффективно, творчески и свободно их применять. Таким образом, для изучения газовочного стенда двигателя ТРЗ-117 имеющегося на авиационном факультете военной академии РБ, разработано программное обеспечение управления и контроля работы данным стендом.

С помощью программы осуществляется контроль над пуском, регулировкой частоты вращения ротора, выключением двигателя. Информационно-измерительная система, позволяет дистанционно управлять режимами работы двигателя, контролировать параметры его систем по выбору оператора. Она также реализует работу автоматической системы управления двигателем и получения характеристик на различных режимах его работы. Интерфейс программы представлен на рисунке 1.

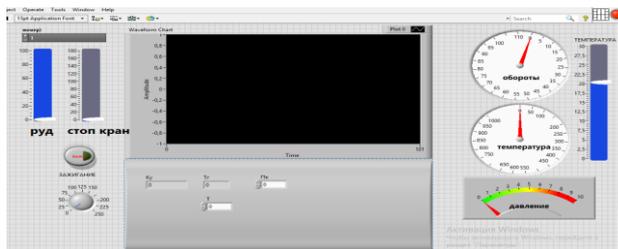


Рисунок 1 – Интерфейс программы управления ГТД на базе LabView

### Литература

- 1 Испытания воздушно-реактивных двигателей: учеб. для вузов / А. Я. Черкез [и др.]. – М.: Машиностроение, 1992. – 304 с.
- 2 National Instruments [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: [www.ni.com](http://www.ni.com). – Дата доступа: 01.02.2019.

**Е. В. Прищепова, С. Ф. Маслович**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

### **РАЗРАБОТКА МИКРОСЕРВИСА СБОРА И ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ С ДАТЧИКОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА**

В современном мире здоровье человека не должно оставаться без внимания, и поэтому очень важно постоянно следить за изменениями показателей состояния человеческого организма. Но очень сложно следить за этим на протяжении длительного времени, поэтому появилась идея создать приложение, которое будет накапливать и обрабатывать информацию по состоянию здоровья человека. Приложение будет не только сообщать пользователю о изменениях состояния его здоровья, но и будет помогать медицинским работникам собирать сведения о показателях здоровья пациентов.

Приложение постоянно связано с датчиком, который находится непосредственно на человеке, и получает необходимую информацию от него. Далее полученная информация обрабатывается, сохраняется в базе данных и по запросу предоставляется пользователю с возможностью увидеть все подробности о состоянии человека. С учетом того, что данных много и их структура постоянно может изменяться, была выбрана документо-ориентированная база данных MongoDB.

В целом приложение состоит из серверной и клиентской части. Серверная часть разработана с помощью программной платформы NodeJS [1] и фреймворка ExpressJS. Реализовано REST API для доступа к необходимым данным.

Для облегчения работы пользователей был разработан удобный и адаптивный пользовательский интерфейс для отображения необходимой информации о состоянии здоровья при помощи таких фреймворков как Angular 7 [2], Material Angular и языка программирования TypeScript. Страницы приложения оформлены с помощью каскадной таблицы стилей CSS.

### Литература

1 Введение в Angular [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <https://metanit.com/web/angular2/1.1.php>. – Дата доступа: 01.02.2019.

**В. Д. Прокопенко, Е. М. Березовская**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАДРОВЫМ ПЕРСОНАЛОМ ОРГАНИЗАЦИИ «СТАРТ МЭТТЕР»

В настоящее время невозможно представить жизнь без автоматизированных компьютерных систем. Любая компания нуждается в организации эффективного доступа к информации, расположенной в едином общедоступном для всей структуры месте. Качественно реализованная задача управления информацией в современном мире – залог успеха любой организации.

В ходе проведенного исследования была разработана автоматизированная система управления кадровым персоналом организации. Приложение позволяет хранить всю необходимую информацию о персонале, личных карточках, отпусках и договорах. В программе предусмотрены такие функции по управлению данными, как добавление, редактирование и удаление, реализована возможность сортировки, поиска по различным критериям и формирования отчета в документ. С целью защиты данных предусмотрена авторизация пользователя. Программа

проста и удобна в использовании, так как не требует особых умений, что подразумевает отсутствие у пользователя перечня определённых навыков, за исключением простейшей компьютерной грамотности.

Программный продукт реализован в среде разработки Microsoft Visual Studio на языке C#. Данный выбор является наиболее подходящим и современным для разработки программного обеспечения для платформы Microsoft Windows. В качестве системы управления базой данных выбрана Microsoft SQL Server, так как она сочетает в себе мощные и надежные механизмы обработки данных с удобными для пользователя инструментами.

Автоматизированная система управления персоналом поможет кадровому отделу стать более эффективным, сократить время на обработку и получение информации, увеличить производительность труда, сократить количество ошибок при работе с документами, повысить вовлеченность персонала в достижение стратегических целей компании, увеличить качество, точность и скорость расчетов, а также сократить ряд затрат на управление персоналом.

**А. С. Прохоренко**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

## **РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ КОНВЕРТАЦИИ ДАННЫХ В ОНЛАЙНОВОЙ БУКМЕКЕРСКОЙ ПЛАТФОРМЕ**

Работа онлайн-букмекерской платформы невозможна без общения между клиентом и сервером посредством запросов. Их обработка является ресурсоемкой. Большая часть стоимости каждого запроса связана с временем его прохождения туда и обратно между клиентом и сервером. Одним из способов уменьшения количества вызовов является использование DTO (Data Transfer Object). Он объединяет данные, которые были переданы несколькими запросами, в один.

В большинстве случаев данные внутри DTO получены из более чем одного бизнес-объекта. DTO не имеет поведения, поэтому он не может извлекать данные из объектов. Также DTO не осведомлен о самих бизнес-объектах, что позволяет повторно использовать DTO в различных контекстах. Аналогичным образом, бизнес-объекты не знают о существовании DTO, поскольку это изменение его логики может приве-

сти к тому, что потребует постоянные изменения кода в серверной части, а это в свою очередь приведет к трудностям в процессе разработки. Поэтому лучшим решением является использование конвертеров и популяторов, которые создают DTO из бизнес объектов и наоборот.

Целью проекта является создание подсистемы для онлайн-букмекерской платформы, которая преобразует серверные бизнес объекты в DTO и наоборот. Разработанная подсистема состоит из ряда конвертеров. Они используются для преобразования серверных объектов в DTO. В свою очередь, каждый такой конвертер содержит набор популяторов, в которых происходит сам процесс конвертации определённых полей бизнес объектов. Также предусмотрена возможность расширения набора популяторов для каждого конвертера, что позволит настроить DTO под возможные изменения требований к нему и не приведёт к редактированию ранее написанного кода в случае последующей модернизации всей системы. Более того, данное решение существенно влияет на скорость выполнения запросов между клиентом и сервером, а также повышает стабильность работы всего web-приложения.

**К. Ю. Радько, Е. М. Березовская**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА ANDROID-ПРИЛОЖЕНИЯ «ГИД ПО ГОМЕЛЮ»**

Каждый день мы сталкиваемся с различными жизненными проблемами, например, мы поехали в другой город и нам нужно перекусить. Найти самому быстро заведение общественного питания будет не так просто. Для более быстрого поиска мы можем обратиться к окружающим людям, но можем и воспользоваться телефоном, где будет нужна нам информация. Также в повседневной жизни большинство людей выполняют различные операции с валютой и речь идёт не только об официальной валюте нашей страны – белорусский рубль, а и о международной или наиболее ходовой – Доллар США, Евро и Российский рубль. Но у нас не везде принимают данные виды валют и приходится менять их на белорусский рубль, или же наоборот. Но, прежде чем идти в банк и менять валюту, хотелось бы знать, сколько нужно брать с собой национальных денег, ну или, же, сколько получится после обмена. Не менее важен вопрос безопасности. В случае экстренной ситуации

«Гид по Гомелю» поможет вызвать нужную службу. Для решения этой и других необходимых в повседневной жизни задач было разработано данное приложение.

В ходе анализа вышеописанных ситуаций было актуальным разработать Android-приложение, которое будет отображать номера экстренных служб, близлежащие заведения общественного питания, курс валют Доллара США, Евро, Российского рубля, взятых с официального сайта Национального банка Республики Беларусь. Для того чтобы данный курс валют был актуальным на момент отображения, необходимо также было разработать и внедрить систему вычислений с валютой.

Было разработано специализированное информационное мобильное приложение, в котором реализована возможность отображения информации с официального сайта Национального банка Республики Беларусь. Также в данное приложение внедрена ещё одна полезная вещь, такая как состояние погоды в данный момент времени, так как большинство людей перед выходом на улицу смотрят температуру за окном, есть ли осадки и так далее, чтобы знать как одеваться. Помимо близлежащих заведений общественного питания, пользуясь сервисом разработки, можно найти банковские отделения, рестораны, кафе, гостиницы, которые находятся рядом с пользователем.

Для корректной работы приложения необходимо интернет-подключение, так как после запуска приложения идёт парсер информации для отображения нужных реальных данных, а так же места расположения пользователя на карте.

Android-приложение создано с использованием языка программирования Java и среды разработки Android Studio. Передача данных осуществлялась в формате JSON.

**А. Ф. Ражков, Е. В. Тимощенко**  
(УО «МГУ им. А. А. Кулешова», Могилёв)

## **МОДЕЛЬ РЕКОНФИГУРИРУЕМОЙ СТЕГАНОГРАФИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН**

Одним из подходов к решению проблемы сокрытия самого факта передачи информации могут являться реконфигурируемые стеганографические системы. Основная идея разработанной реконфигурируе-

мой стеганографической системы состоит в следующем: скрываемая информация разделяется между  $N$  контейнерами, которые представляют собой изображения, для сокрытия в которые используется метод встраивания данных в коэффициенты дискретного косинусного преобразования [1] с использованием в качестве параметра деления псевдослучайного значения по схеме деления секрета Шамира [2].

Далее с определенной периодичностью восстанавливается скрытая информация на основе  $M$  неизменных контейнеров, причем  $M \leq N$ , и вновь осуществляется разделенное сокрытие. Иными словами, производится периодическое обновление скрываемой информации. Важно отметить, что использование при делении псевдослучайного значения приводит к тому, что новые составляющие секрета отличаются от предыдущих, которые были до обновления скрываемой информации.

Таким образом, добытые противником составляющие после обновления перестают быть полезными для продолжения атаки на стеганографическую систему. Безопасность системы будет нарушена только в случае, если в промежутке между обновлениями противнику удастся захватить не менее  $M$  контейнеров и извлечь из них скрытые данные. Ведётся дальнейшая разработка в исследовании влияния внедрения технологии блокчейн в данную реконфигурируемую стеганографическую систему на информационную безопасность.

### Литература

1 Конахович, Г. Ф. Компьютерная стеганография. Теория и практика / Г. Ф. Конахович, А. Ю. Пузыренко. – К.: МК-Пресс, 2006. – С. 130 – 135.

2 Shamir, A. How to share a secret / A. Shamir // Commun. ACM. – New York City: ACM, 1979. – Vol. 22, № 11. – P. 612 – 613.

**А. Ю. Редько, А. Д. Христолюбова**  
(УО «БрГТУ», Брест)

### АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ ПОСТРОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТИВНЫХ СПЕЦИФИКАЦИЙ

Цель работы – анализ возможностей алгоритмов для автоматизации получения готовых для проведения моделирования описаний – тек-

стов моделей систем на входных языках готовых систем моделирования [1, 2]. Используемые средства, математический аппарат: – модели теории массового обслуживания (стохастические сетевые модели, сети массового обслуживания) для математического описания систем; – общецелевой язык моделирования GPSS для построения результативных спецификаций, система GPSS World для реализации имитационного моделирования.

В основу алгоритмов, базирующихся как на «прямом» так и рекурсивном способе обработки исходных данных, положен процессный подход к представлению моделей, реализуемых в едином семантическом пространстве и совместно использующих ресурсы.

Рассмотрена масштабируемость алгоритмов: для неоднородных описаний разомкнутого, замкнутого, смешанного типов; при расширении функционального состава описаний блоками емкостных ресурсов STORAGE, ENTER, LEAVE, условных маршрутных узлов TRANSFER BOTH, TEST, GATE, блоками расширенной статистики TABULATE, QTABLE, TABLE для и др.

Макетирование выполнено на языке C# системы Microsoft Visual Studio 2017. Для реализации графической среды программы, включая отображение промежуточных этапов построения спецификаций использован каркас WPF и библиотека Microsoft.MSAgl.

### Литература

1 Муравьев, Г. Л. Подход к описанию q-схем, согласованный с системой моделирования GPSS / Г. Л. Муравьев, В. И. Хвещук // Наука и образование в условиях социально-экономической трансформации общества: материалы VII междунар. конф., Минск, 13 – 14 мая 2004 г. / Ред. совет: Г. Л. Муравьев [и др.]. – Брест, 2004. – С. 73 – 75.

2 Пешко, С. С. Рекурсивный алгоритм для генерации моделей / С. С. Пешко, А. А. Драпезо // Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях: материалы XX республиканской научной конференции студентов и аспирантов, Гомель, 20 – 22 марта 2017 г.: в 2 ч. / Гомельский гос. ун-т; редкол.: О. М. Демиденко [и др.]. – Гомель, 2017. – Ч. 2. – С. 118 – 119.

**С. В. Репнин, В. А. Короткевич**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА ХРАНИЛИЩА ПАРАМЕТРИЗОВАННЫХ SQL-ЗАПРОСОВ**

Отображение информации в приложениях, использующих базы данных (БД), осуществляется в виде различных оконных и печатных форм. Однако при проектировании и реализации таких приложений невозможно заранее учесть все будущие потребности пользователей по визуализации и обработке данных. Реализация таких дополнительных функций может быть выполнена без модификации существующих приложений путем написания необходимых запросов на языке SQL – языке запросов к реляционным базам данных.

Реализованное приложение предназначено для группировки и категоризации используемых пользователем SQL-запросов с целью организации быстрого и удобного доступа к ним, возможности их редактирования и исполнения, экспорта полученных результатов. Так же в приложении реализован визуальный редактор SQL-запросов, который позволяет быстро создавать запросы и дает возможность создания запросов пользователям, не знающим язык SQL.

Хранимые SQL-запросы представлены в виде дерева запросов, в котором пользователь может как добавить новые запросы, так и изменить существующие. Особенности приложения является поддержка параметризованных SQL-запросов, в том числе запросов с LookUp-параметрами, значения которых выбираются из визуализированного списка значений полей указанной таблицы БД. Описание структуры дерева запросов, тексты запросов, типы и использованные значения параметров хранятся в служебных таблицах приложения. Визуальный редактор SQL-запросов позволяет создавать SQL-запросы на выборки из нескольких таблиц с указанными условиями фильтрации, сортировками полей и прочее.

Конечным пользователям приложений предоставляется удобный интерфейс по выбору, заданию параметров и запуску запросов на выполнение. Реализованы специализированные интерфейсы ввода параметров, которые зависят от типа вводимого параметра (поля ввода, выпадающие списки, календари. Экспорт результатов SQL-запросов доступен в файлы различных форматов (.txt, .csv, .xls).

Приложение было разработано на языке C++ в среде C++ Builder с использованием СУБД MS SQL Server.

**Ю. С. Реут, Л. И. Короткевич**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОТЫ СТУДЕНЧЕСКОГО ПРОФСОЮЗНОГО КОМИТЕТА**

Автоматизация деятельности любой организации позволяет увеличить скорость обработки информации и принятия решений, а также уменьшить влияние человеческого фактора.

Профсоюзная организация студентов – самая многочисленная общественная организация студентов в каждом вузе. Актуальность автоматизации деятельности студенческой профсоюзной организации вуза заключается в том, что профком играет весомую роль в жизни каждого студента, а также в большом разнообразии решаемых профкомом проблем и предоставляемых студентам возможностей.

Разработанное приложение позволяет вести необходимые для работы студенческого профкома справочники (например, факультеты, группы, виды материальной помощи), хранить и редактировать информацию о работе профсоюзного комитета, формировать разнообразные печатные документы, в том числе ведомости, необходимые списки студентов (например, сироты, студенты, имеющие детей, иногородние студенты, которым не предоставлено место в общежитии).

Приложение предоставляет удобный интерфейс для обработки информации о работе факультетских профбюро (состав, заседания), о проведенных профкомом мероприятиях и их участниках, о скидках на различные культурно-массовые мероприятия, об оказанной студентам помощи (юридической, материальной и т. п.). Также с помощью приложения можно получить подробную информацию о свободном жилом фонде и помочь иногороднему студенту найти съемное жилье. При обращении студентов в профком по поводу вторичной занятости приложение поможет быстро найти подходящие вакансии.

Функционал приложения позволяет вносить в базу данных информацию об использованных студентом привилегиях члена профсоюза (билеты в кино, бассейн или на каток со скидкой, получение ма-

териальной помощи и детских подарков и др.). Тем самым можно отследить активность члена профсоюза, а также быстро принять решение о предоставлении льгот или оказании матпомощи.

Разработка приложения выполнена в среде C++ Builder с использованием системы управления базами данных MS SQL Server.

**М. И. Рубанов, М. И. Жадан**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ВЕДЕНИЯ ПРОЕКТОВ МЕТОДОЛОГИИ SCRUM**

Современные технологии развиваются очень стремительно, создается огромное количество сервисов способных облегчить нашу жизнь. Веб-сайты это одна из таких технологий, и они необходимо не только для персонального использования, но и для взаимодействия крупных компаний с клиентами.

В настоящее время, «методология» Scrum является одной из наиболее популярных «методологий» разработки программного обеспечения. Согласно определению, Scrum является каркасом разработки, с использованием которого люди могут решать появляющиеся проблемы, при этом продуктивно и производя продукты высокой значимости. В связи с популярностью Scrum-методологии на сегодняшний день, необходимо было реализовать задачу разработки web-приложения для ведения проектов методологии Scrum.

Разработанное web-приложение представляет собой клиент-серверное приложение, клиентом является браузер, а серверной частью – web-сервер, находящийся в сети интернет. Клиент-серверная архитектура реализует систему взаимодействия, при которой клиент (браузер) запрашивает выполнение некоторых действий у сервера, а сервер принимает решения о выполнении или не выполнении запрошенного действия в зависимости от данных клиента.

В предлагаемом web-приложении реализованы следующие возможности: регистрация пользователей, создание, изменение и удаление проектов, создание и редактирование итераций в рамках проекта. Также для каждой из итераций была реализована Scrum-доска, которая содержит 3 статуса: «Необходимо сделать», «В процессе», «Выполнено».

Между этими статусами перемещаются карточки с заданиями. Также карточки в рамках итерации можно создавать, редактировать и удалять.

При разработке серверной части приложения были использованы среда Node.js и фреймворк Express.js, с помощью которых реализованы REST-сервисы. Клиентская часть приложения разработана с использованием следующих инструментов: фреймворк Angular, Bootstrap и другие. В качестве базы данных использовалась Mongo DB, документно-ориентированная система управления базами данных.

**Н. Ю. Рудзяк, Д. С. Кузьменков**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА WEB-САЙТА ПО ПРОДАЖЕ ТУРИСТИЧЕСКИХ ПУТЕВОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ JAVASCRIPT, MYSQL, BOOTSTRAP И PHP**

При разработке любых сайтов, разработчик выбирает технологии, которые будет использовать. Для написания web-сайта по продаже туристических путевок были выбраны: JavaScript, MySQL, Bootstrap и PHP. Каждая технология берет на себя ответственность за какую-то конкретную часть сайта.

JavaScript – язык программирования, который нужен для обработки действий на стороне клиента. Язык предоставляет массу возможностей для взаимодействия с пользователями на сайте, для создания анимации любой сложности, для взаимодействия с содержимым сайта и многое другое.

MySQL – помогает хранить данные разрабатываемого сайта в виде реляционной базы данных, которая состоит из таблиц.

Bootstrap – популярный фреймворк, который позволяет создавать на сайте удобную навигацию по страницам, создавать любые элементы, которые придумает разработчик. Главное преимущество использования этого фреймворка – адаптивный дизайн.

PHP – язык программирования, который используется разработчиками для написания серверной части сайтов.

С использованием вышеперечисленных технологий был разработан web-сайт по продаже туристических путевок «GoodWay». Сайт позволяет пользователям всемирной паутины просматривать доступ-

ные туры и путешествовать по всему миру, изучая самые восхитительные уголки нашей планеты, также позволяет заказывать туры путем управления личным кабинетом и оплачивать их любой кредитной картой. Для администрирования имеется возможность просматривать все таблицы, которые входят в БД, а также наглядный график помогает составлять отчет о сумме выручки за какой-либо период. Каждый тур имеет описание, которое помогает определиться пользователю с туром. Разработанный web-сайт имеет адаптивный дизайн, корректно отображается на экранах с любым разрешением (разработана мобильная версия сайта). Также проведена работа в социальных сетях (были созданы две группы компании GoodWay в Telegram и VKontakte).

**Н. И. Ряскин**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

## **ВЕРСТКА WEB-САЙТА ПО ПРОДАЖЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН «ITURE.BY»**

В современном информационном обществе покупки через интернет становятся неотъемлемой частью. С помощью web-сайтов осуществляется коммерческая деятельность разных предприятий. В связи с этим сайты должны быть динамичными и отвечать требованиям времени.

Разработан eb-сайт, предоставляющий возможность ознакомиться ассортиментом автомобильных шин и дисков. Расположение всех элементов на сайте осуществлено таким образом, чтобы предоставить пользователю максимальное удобное взаимодействие с сайтом. На сайте присутствуют категории, которые позволяют легко по нему ориентироваться. С помощью функционального меню можно попасть на любой раздел сайта. Пользователь может выбрать любую категорию из «Летние шины», «Зимние шины» или «Литые диски» и найти для себя что-либо привлекательное. Если пользователю нужна конкретная шина, которую он планирует приобрести, или знает ее размер, то он всегда сможет воспользоваться удобным поиском и подбором.

Пользовательский интерфейс был разработан на языке программирования JavaScript с использованием фреймворка JQuery и Bootstrap, который в свою очередь имеет у себя множество готовых решений

[1 – 3]. Разработанное приложение апробировано и используется в практической деятельности.

### Литература

1 Бибо, Б. jQuery. Подробное руководство по продвинутому JavaScript / Б. Бибо, И. Кац. – М.: Символ-плюс, 2009. – 384 с.

2 Макфарланд, Д. JavaScript. Подробное руководство / Д. Макфарланд. – М.: Эксмо, 2009. – 608 с.

3 Пауэлл, Т. Полный справочник по JavaScript / Т. Пауэлл, Ф. Шнайдер. – М.: Вильямс, 2007. – 960 с.

**Б. В. Савельев, П. В. Бычков**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## РАЗРАБОТКА ВЕБ-СЕРВИСА ДЛЯ ОЦЕНКИ ФИЛЬМОВ

В современном мире в связи с обилием информации появляется необходимость систематизировать некоторые данные, в частности мнения людей о том или ином кинофильме. Хранение этих данных в безопасных СУБД, удобное представление их на веб-сайте и обеспечение личного функционала для каждого пользователя.

Разработанный веб-сервис реализует выше перечисленные функции и предназначен для «сбора» оценок и отзывов о различных кинофильмах. Потенциальный пользователь имеет возможность зарегистрироваться на сервисе, просмотреть информацию о каждом представленном фильме, оставить личный отзыв и оценку. Все оценки и отзывы сохраняются лично для каждого пользователя, что позволяет в дальнейшем изменить как оценку, так и отзыв. Веб-сервис обрабатывает оценки пользователей и рассчитывает общий рейтинг фильмов на данном ресурсе.

Для администрирования сервиса реализована возможность входа в роли администратора. Администратор имеет право добавлять и удалять фильмы, изменять информацию о каждом и просматривать оценки, оставленные пользователями.

Веб-сайт был разработан в среде Visual Studio с использованием платформы ASP.NET Core. Платформа ASP.NET Core, в отличие от ASP.NET, является кроссплатформенной и позволяет разворачивать web-приложения на всех популярных операционных системах.

При разработке был использован фреймворк ASP.NET Core MVC (Model – View – Controller), который работает поверх платформы ASP.NET Core. Для работы с базой данных был использован фреймворк Entity Framework Core, который предоставляет универсальный API для работы с данными.

**А. Б. Сак, Е. А. Ружицкая**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **МАРШРУТИЗАЦИЯ ОБРАБОТКИ ДОГОВОРОВ В ЕДИНОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ШАБЛОНАМИ ДОГОВОРОВ**

Разработано приложение, позволяющее отслеживать процесс разработки и подписания договоров. Различные организации при составлении договоров имеют свои маршруты обработки договоров до момента, когда договор начнут использовать.

Единая система управления шаблонов договоров – решает множество проблем, возникающие в работе составления договоров и маршрутизации договоров на различных этапах их проверки. Система позволяет разбить составление шаблона договора на этапы.

*Постановка задачи.* Постановка задачи представляет собой создание задачи в системе в виде текстового описания основных проблем, назначение задачи на ответственное лицо и выделение времени, которое, предположительно, необходимо потратить на работу.

*Составление договора.* Данный этап реализуется в отдельном экране системы, где можно на основании других шаблонов договоров создать новый шаблон или новую версию договора с помощью создания новых разделов или пунктов шаблона, или перетаскивая в редактируемый шаблон части других шаблонов.

*Проверка шаблона договора главным юристом.* После завершения этапа создания шаблона договора задача передаётся на главного юриста, который должен проверить шаблон договора на корректность и, в случае, если шаблон некорректен, то вернуть его обратно на доработку юристу или, если шаблон корректный, передать директору или ответственному на подписание.

*Проверка шаблона договора директором организации или другим ответственным лицом.* На данном этапе директор должен окон-

чательно подтвердить корректность шаблона и, если необходимо, распределить на различные регионы или офисы, где шаблон будет использоваться.

Данный маршрут помогает избежать ошибок, связанных с человеческим фактором, или определить, на каком этапе произошла ошибка, чтобы в будущем можно было данную ошибку избежать, что позволяет улучшить качество работы.

**Е. Д. Саманчук, М. В. Москалева**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ ПРОЦЕССОМ ШКОЛЫ**

Информационные процессы проникают во все сферы деятельности человека, так и процесс воспитания и обучения без них уже представить сложно. В первую очередь, это связано с тем, что образовательный процесс является также информационным процессом, который связан с производством, обменом, хранением и использованием различной информации.

Образовательный процесс всегда связан с большим объемом информации, которая зачастую хранится на бумажных носителях, что ведет к сложности поиска необходимых данных. Поэтому важно организовать единое информационное пространство в виде электронной базы данных с информацией о сотрудниках, учащихся и их родителей.

Информационное образовательное пространство реализуется на базе школьной локальной вычислительной сети и позволяет решить ряд задач, таких как сосредоточение информационных потоков в едином систематизированном банке данных, анализ данных с помощью ЭВМ, возможность оперативного руководства образовательных процессом по результатам деятельности, организация внутришкольного контроля динамики на базе объективных данных анализа.

Разрабатываемое приложение позволит производить анализ успеваемости учащихся, вести учет прибытия и выдачи книг в библиотеке, что значительно позволит повысить эффективность образовательного процесса, включая процесс управления образовательным учреждением. Также в данном приложении реализован контроль прав

доступа к справочникам, а первоначальный трудоемкий ввод данных осуществлен методом импорта шаблонов, предоставляемых классными руководителями, библиотекарем, инспектором по кадрам.

Разрабатываемый программный продукт значительно упростит работу секретарю, инспектору по кадрам, администрации, классным руководителям, библиотекарю, позволит систематизировать сведения, а также избавит их от излишнего объема документации и сделает рабочий процесс менее трудоемким.

**А. А. Сапоненко, П. В. Бычков**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА ПРОДАЖ АПТЕКИ**

В современном обществе высококачественные программные продукты – это не только скорость работы системы, но и зачастую основа успеха компании, так как даёт возможность соперничать в условиях острой конкуренции.

Автоматизированные информационные системы объединяют в себе быстрый доступ к необходимой информации и системы управления предприятием. При более детальном разборе такие системы могут использоваться для анализа данных, прогнозирования направлений будущего развития, бухгалтерского учёта, планирования необходимых задач на определенный промежуток времени.

Серверная часть нашей системы реализована с использованием архитектурного стиля REST. Данные хранятся в базе данных созданной в MS SQL Server 2016. Клиентом служит адаптируемое под любое устройство веб-приложение, созданное с использованием: SASS, JavaScript и HTML [1, 2].

Клиент общается с сервером посредством CRUD запросов, по протоколу передачи данных HTTP (рис. 1). Информация на сервер передается в теле запросов в формате XML.

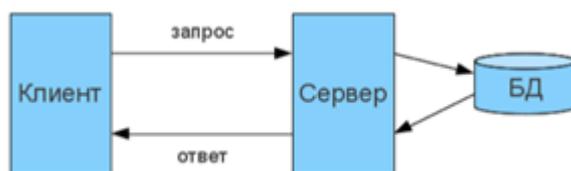


Рисунок 1 – Модель взаимодействия клиента и сервера

### Литература

1 Troelsen, A. Pro C# 7: With .NET and .NET Core / A. Troelsen, P. Japikse. – Publishing: Apress, 2017. – 1410 p.

2 Price, M. C# 7.1 and .NET Core 2.0: Modern Cross-Platform Development / M. Price. – Publishing: Packt, 2017. – 1083 p.

**Я. С. Саранчук, Д. С. Кузьменков**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## РАЗРАБОТКА МИКРОСЕРВИСА ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЯ ЗАНЯТИЙ СТУДЕНТОВ ГОМЕЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМ. Ф. СКОРИНЫ

В современном мире все меньше отводится роль человеку в тех или иных процессах. Чем совершеннее становятся технологии, тем меньше роли отводится человеку в выполнении механической работы. Производство, финансовые операции, логистика, банковские операции, умные дома и т. д., во всех этих сферах человек играет роль оператора, который следит за правильностью выполнения процессов, но сам в них не принимает никакого участия. Автоматизированный процесс управления расписанием позволит буквально в несколько нажатий кнопок узнать, какая аудитория свободна на данный момент, легко перенести пары, поменять их местами, заменить пару на то или иное событие, при этом оповестив всех тех, кого затронут эти изменения. Помимо этого, можно будет легко создавать новые занятия, редактировать текущие, удалять ненужные и многое другое.

Для разработки серверной части приложения предоставления расписания была использована технология JEE. За основу была взята микросервисная архитектура. Микросервисная архитектура обладает следующими плюсами:

- модульность – каждый микросервис выполняет только одну конкретную задачу, что облегчает разработку в больших командных проектах;
- масштабируемость – можно легко написать микросервис с новым функционалом, который будет взаимодействовать с другими микросервисами и при этом не будет с ними конфликтовать;

- простота в поддержке – за счет модульности и независимости каждого микросервиса, приложения, опирающиеся на данную архитектуру, легки в поддержке;

- технологическое разнообразие – микросервисы могут быть написаны на любом языке программирования и взаимодействовать друг с другом через обмен сообщениями через протокол HTTP.

Разработанное приложение облегчает составление расписания студентов, автоматически оповещать студентов и преподавателей об изменениях в расписании, получать информацию о свободных аудиториях и др.

**Е. Н. Семененко**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

## **СОЗДАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ПОДСИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МЕЖСЕТЕВЫМ ЭКРАНОМ**

Для решения проблемы автоматизации выполнения рутинных задач Интернет-провайдера (например, ограничение доступа к определенным ресурсам сети на основании некоторых событий) необходима подсистема, позволяющая преобразовывать список запрещённых ресурсов в наборы правил.

Подсистема является промежуточным звеном между порталом БелГИЭ, содержащим список запрещённых ресурсов, и файрволлом с DNS-сервером. После авторизации на портале БелГИЭ программный продукт отправляет запрос на получение списка запрещённых ресурсов.

Результатом выполнения запроса является XML-файл со списком блокировок. Далее информация производится демаршалинг XML-файла. Входными данными программного продукта являются следующие поля:

- порядковый номер ресурса;
- IP-адрес;
- адрес DNS;

URL ресурса;  
дата блокировки;  
постановление о блокировке.

После чего генератор набора правил составляет набор правил, принимаемый файрволлом и DNS-сервером. Для файрволла выходная информация представлена следующими полями:

IP-адрес ресурса;  
URL ресурса.

Данные поля будут передаваться на файрволл в виде команд для конфигурации. Для DNS-сервера выходная информация будет содержать представленные ниже поля:

IP-адрес ресурса;  
URL ресурса;  
адрес DNS.

Перечисленные выше поля будут занесены в конфигурационный файл DNS-сервера в необходимом для него виде.

**А. О. Семенчук, И. В. Близнец**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ «TETRIS»**

Ни для кого не секрет, что видеоигры прочно заняли свою позицию в современной индустрии развлечений. С развитием цифровых технологий компьютеры все больше вливаются в жизнь человека. Если раньше вычислительные машины использовались исключительно для сложных математических вычислений, то сегодня сфера их применения существенно расширилась. Компьютерные игры – одно из наиболее массовых применений их. Игровая сфера охватила почти все цифровые устройства, которыми ежедневно пользуется каждый из нас: компьютеры, планшеты и смартфоны. Помимо этого, существует также рынок настольных игр, который имеет значительное количество фанатов и интересных проектов.

По сравнению с настольными играми, компьютерные игры более адаптированы и удобны в использовании. В любимую игру можно зайти в любое время и на любом устройстве. И ещё одним немаловажным

фактором является то, что компьютерные игры более просты в хранении и занимают всего несколько мегабайт памяти на жестком диске.

Целью настоящей работы является создание web-игры «Tetris».

В ходе разработки игры «Tetris» был использован язык программирования JavaScript, одно из ключевых преимуществ которого это поддержка практически всеми известными и самыми популярными браузерами [1]. Также были использованы язык разметки web-страниц HTML и язык стилей CSS.

Суть разработанного приложения состоит в том, чтобы набрать как можно больше очков.

В итоге было создано web-приложение для игры в «Tetris». Разработанное приложение может быть использовано людьми для развлечения, а также развития внимательности и логики.

### **Литература**

1 Современный учебник Javascript [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <https://learn.javascript.ru/>. – Дата доступа: 12.01.2019.

### **И. В. Спорнов**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

## **РАЗРАБОТКА САЙТА-ВИТРИНЫ ДЛЯ МАГАЗИНА ТЕХНИКИ**

Задачей проекта является разработка сайта-витрины для магазина, осуществляющего продажу техники Apple. Создание сайта было обусловлено необходимостью в обеспечении автоматизированного процесса реализации продукции.

Согласно условиям заказчика разрабатываемый продукт должен удовлетворять следующим критериям: интуитивно понятный пользовательский интерфейс; простота поддержки; минимальные сроки разработки; хорошая масштабируемость; возможность оформления заказов через сайт.

Изначально был рассмотрен вариант создания полноценного интернет-магазина. Его разработка влечет за собой более сложную архитектуру приложения с необходимостью внедрения системы безопасности, что в конечном счете может выразиться в увеличении сро-

ков и стоимости проекта. Поэтому с учетом приведенных выше критериев было принято решение в пользу интернет-витрины.

Для разработки клиентской части приложения использовалась библиотека React. Данная библиотека была выбрана ввиду ее высокой скорости, простоты и масштабируемости при разработке пользовательских интерфейсов. Разработка серверной части приложения осуществлялась с использованием программной платформы Node.js, которая отлично подходит для небольших веб-приложений, таких как интернет-витрины или интернет-магазины.

В качестве СУБД была задействована MongoDB. Данная система отлично справляется с проблемами масштабируемости, которые возникают при использовании SQL СУБД, а также имеет хорошую интеграцию с программной платформой Node.js.

Конечный продукт имеет следующую структуру:

- главная страница;
- страница товаров определенной категории;
- страница товара;
- страница информации о магазине.

Проект реализован с учетом всех требований заказчика, размещен на веб-хостинге и регулярно поддерживается администрацией сайта.

**Е. И. Стома, Е. Ю. Кузьменкова**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БРАКОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ПРОЦЕССЕ ПРЕДПРИЯТИЯ**

В условиях резкого повышения развития, новых открытий с огромными темпами на рынке растёт и конкуренция, если продукция некачественная, производитель не сможет ее продать и в следствии обанкротится. Кроме того, все компании вынуждены нести крупные затраты, в виде исправления брака, списания бракованных деталей, аналитическую группу по контролю, выявлению бракованных деталей и ещё большие суммы тратятся на анализ причины бракованных деталей, исправления ошибок в линии производства. Производители нуждаются в отлаженной системе контроля качества своей продукции, ми-

нимизации затрат на брак. Учет потерь, связанных с браком, их анализ позволяют руководству компании и техническим специалистам иметь точные данные для оптимизации производственных процессов.

Браком в производстве считаются изделия, полуфабрикаты, детали, узлы, не удовлетворяющие установленным требованиям. Передача такой продукции потребителю не допускается из-за наличия дефектов. Брак присутствует на каждом предприятии. В основном только крупные компании отображают брак в бухгалтерском и управленческом учете, собирают группы для анализа статистики бракованной продукции и реорганизуют процесс производства для уменьшения процента брака в производственных линиях.

Для компаний-гигантов, брак является одной из главных причин потери прибыли. Разработанное приложение предназначено для сбора статистических данных с производственных линий, а после обучения модели, позволяет значительно уменьшить затраты на производство в крупных компаниях [1]. Приложение позволяет выявлять наиболее проблемные участки линии (выявлять вероятные бракованные изделия до их появления) и сэкономить время, затраты на производство качественного, востребованного продукта.

### **Литература**

1 Garreta, R. Learning scikit-learn: Machine Learning in Python / R. Garreta, G. Moncecchi. – USA: Packt Publishing, 2013. – 118 p.

**К. Н. Суло**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

### **РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ ТРАНСФЕРА ДАННЫХ МЕЖДУ СЛОЯМИ ОНЛАЙНОВОЙ БУКМЕККЕРСКОЙ КОНТОРЫ**

Основными элементами моделей данных в проекте онлайн-букмекерской конторы являются: матчи, ставки, играющие команды и т.д. Все типы данных объявляются в соответствующем для платформы файле:extension\_name-item.xml. Также, там описываются все внутренние типы, такие как:AtomicInteger, CollectionType, Enum и Map. Кроме этого, в данном файле описываются связи между моде-

лями, за которые отвечает специальный тип Relation с соответствующими для связей атрибутами.

Так как в основе платформы Hybris лежит Java-framework Spring, то все объекты создаются по технологиям Spring с помощью специальных конфигурационных файлов формата XML.

Архитектура дипломного проекта представляет собой основу стандартного веб-шаблона разработки – MVC. Данное приложение состоит из нескольких слоёв, которые включают в себя: DAO (DataAccessObject) layer, Servicelayer, Facadelayer, Controller, View. Данные уровни предназначены для траснфера данных между слоями от пользователя к базе данных и наоборот:

DAOlayer – данных уровень предназначен для непосредственного взаимодействия с базой данных. Запросы в БД выполняются с помощью специальных запросов технологии FlexibleSerach. Данные запросы схожи с языком запросов SQL, но имеют свои платформенные особенности. После получения данных, происходит постройка.

Servicelayer – уровень, отвечающий на валидацию данных, пришедших из уровня DAO.

Далее, логика приложения уходит в верхние уровни, где происходит конвертация данных для отображения их пользователю.

Для реализации данного приложения в основном была задействована платформа Hybris, которая даёт хорошую гибкость в возможности для реализации подобных программных решений. База данных, задействованная в приложении, уже существует в платформе Hybris. Также для разработки была использована IDE – IntelliJIDEA.

**Е. В. Сыч, Е. М. Березовская**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **ПРИЛОЖЕНИЕ «ДОМАШНИЕ ФИНАНСЫ» НА ПЛАТФОРМЕ ASP.NET**

В современном мире деньги являются неотъемлемой частью в жизни каждого человека. Качество нашей жизни напрямую зависит от финансов. Поэтому очень важно уметь грамотно распоряжаться своим бюджетом. Каждый из нас сталкивался с проблемой нехватки денег из-за неправильного планирования своего бюджета или вовсе его

отсутствия. Учет домашних финансов с помощью разработанного приложения позволит пользователям эффективно распоряжаться своими деньгами и избежать лишних расходов.

Web-приложение предназначено для контроля своих финансов и сбора статистики по доходам и расходам за определенный период времени. Реализация программной системы контроля семейного бюджета в виде web-приложения обусловлена возможностью работы с системой без необходимости наличия специально программного обеспечения, независимо от компьютера, операционной системы и места доступа в Интернет.

Разработка представляет собой клиент-серверное приложение, в котором клиентом выступает браузер, а сервером – веб-сервер. Логика веб-приложения распределена между сервером и клиентом, хранение данных осуществляется на сервере, обмен информацией происходит по сети. Клиентская часть реализует пользовательский интерфейс, формирует запросы к серверу и обрабатывает ответы от него. Для разработки клиентской части приложения использовались следующие средства JS, CSS и HTML. Серверная часть получает запрос от клиента, выполняет необходимые операции, после этого формирует веб-страницу и отправляет её клиенту по сети с помощью протокола HTTP. Для разработки серверной части приложения использовалась технология Asp.Net MVC [1, 2].

### **Литература**

1 McCracken, J. Test-Drive ASP.NET MVC / J. McCracken. – Pragmatic Bookshelf, 2010. – 287 с.

2 ASP.NET MVC 4 in Action / J. Palermo [and others]. – Manning Publications, 2012. – 440 с.

**Д. А. Сычѳв, Е. М. Березовская**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ НА ПЛАТФОРМЕ .NET**

Каждый день в мире выходит множество красивых кинолент, которые определенно заслуживают нашего внимания. К сожалению, не все они будут в прокате нашего города. Поэтому, чтобы не строить

ложных надежд, нам заранее хотелось бы узнать, что, а главное, когда будет проходить в нашем городе. Искать необходимую информацию зачастую бывает сложно, поэтому хотелось бы, чтобы нужная информация была собрана в одном удобном месте, чтобы заранее можно было спланировать свои планы на будущее.

Для этих целей было разработано web-приложение, в котором собрана вся необходимая информация об определенной киноленте, например, когда она выйдет в прокат, в каком кинотеатре будет проходить, в какое время и т. д. Данное приложение поддерживает 3 языка: русский, белорусский и английский. Также был разработан личный кабинет, как для посетителя, который хочет совершить покупку, так и для управляющего мероприятиями, задача которого состоит в том, чтобы публиковать мероприятия.

При написании web-приложения, использовались такие языки программирования как: JavaScript – для обеспечения различных проверок на стороне клиента, а также для осуществления различных анимационных действий; CSS – для описания внешнего оформления документа; HTML – для разметки документа. Для выполнения серверных обработок использовался объектно-ориентированный язык программирования C#. В настоящее время всё больше и больше людей пользуются смартфонами для обращения к информации в сети, поэтому для правильного отображения информации на различных устройствах была подключена библиотека Bootstrap.

Интегрированной средой разработки выступала Visual Studio, которая является официальным средством разработки .NET приложений. Взаимодействие с базой данных осуществляется при помощи MS SQL Server. Данная РСУБД является встраиваемой в Visual Studio, что облегчает процесс проверки данных при разработке приложения.

**В. И. Тарайкович, М. В. Антончиков**  
(УО «БГТУ», Минск)

## **ТЕХНОЛОГИЯ DEEPND**

В интернете много видеоконтента в низком качестве и разрешении. Это могут быть фильмы, снятые десятки лет назад, или трансляции тв-каналов, которые по разным причинам проводятся не в луч-

шем качестве. Когда пользователи растягивают такое видео на весь экран, то изображение становится нечётким.

Существует целый класс технологий, которые позволяют повысить разрешение с помощью нейронных сетей. Их обозначают термином *super-resolution*. В Яндексе разработали свою реализацию *super-resolution* – она получила название *DeerHD* [1]. Технология умеет обрабатывать как картинки, так и видео.

Как работает *DeerHD*? Обработка изображений в *DeerHD* проходит в два этапа. На каждом используется своя нейронная сеть. Первый этап – предварительная подготовка картинки. Нейросеть убирает с неё артефакты – разнообразные помехи, которые возникают, например, при сохранении в формате JPEG.

Очищенная от искажений картинка передаётся следующей нейронной сети. Эта нейросеть называется генератором: она способна создавать изображения сама. На втором этапе выполняется вся основная работа: генератор получает на вход маленькую картинку, а на выходе выдаёт такую же, но большую.

Как обучается нейросеть-генератор? Для обучения нейросети нужны образцы. На эту роль отлично подходят картинки, уже доступные в высоком разрешении. Картинки уменьшают и пропускают через генератор – в результате получаются пары больших изображений, одно из которых «настоящее», а другое «искусственное».

### **Литература**

1 ООО «Яндекс». *DeerHD* [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <https://yandex.ru/company/technologies/deephd/>. – Дата доступа: 21.02.2019.

**В. Р. Тикаев, Е. М. Березовская**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

### **РАЗРАБОТКА WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ «САЙТ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СВОИМИ ЗАДАЧАМИ»**

Современная жизнь немислима без эффективного управления своим временем. В конце концов, поток задач, который ложится на плечи студентов и рабочих, очень велик и в тоже время он требует быстрой обработки. Люди часто неправильно планируют свой день,

неделю или даже месяц, откладывая много важных вещей на другой день, что в конечном итоге приводит к неожиданным и часто неприятным последствиям. Тем не менее, программное обеспечение может значительно облегчить решение этой проблемы. В современном мире можно больше постоянно не думать о том, когда и какую проблему нужно решить. Теперь достаточно один раз записать его в приложении и вернуться к нему в тот момент, когда это необходимо.

В процессе анализа вышеизложенной проблемы было разработано приложение «Сайт для управления своими задачами», с помощью которого люди смогут планировать свои действия и как результат, успевать сделать больше и оперативнее.

Разработанное приложение предоставляет основные функциональные возможности для данного типа программного обеспечения. Пользователь может добавить новое задание и установить время, когда оно должно быть выполнено. При необходимости задачи могут быть разбиты по важности. Существует также система напоминаний и система вознаграждений, которые также могут быть изменены в соответствии с запросами пользователей. Приложение имеет систему регистрации и авторизации. Если пользователь забыл свой пароль, он может восстановить его. Помимо прочего, приложение может также генерировать отчеты по различным параметрам. После создания отчета его можно отобразить на экране, сохранить в файл или распечатать. Разработка имеет удобный и интуитивно понятный интерфейс.

В качестве языка программирования использовался объектно-ориентированный язык программирования Java, при работе с базой данных – система управления реляционными базами данных MS SQL Server в среде Eclipse Java Mars.

**Б. А. Тихонов**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ УЧЕТА СКЛАДСКИХ ЗАПАСОВ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЯ «КОМЭНЕРГО»**

Приложение служит для автоматизации учета товаров на складе. При разработке приложения было проанализировано большое количество сайтов конкурентов, проанализированы их достоинства и недостатки.

Было установлено, что для получения качественного продукта необходим удобный адаптивный интерфейс, галереи фотографий товаров, крайне желательна локализация сайта на несколько языков.

Для обеспечения постоянной актуальности информации необходима удобная панель администратора, чтобы обновлять информацию мог даже человек, не обладающий знаниями программирования веб-приложений. На сайте выделено несколько основных страниц: Главная страница, Новости, Советы, Контакты. Так же на каждой из страниц доступно меню, с помощью которого можно перемещаться по сайту для просмотра информации.

Данное приложение состоит из трех частей. Для разработки серверной части был выбран язык С#. Это язык программирования, предназначенный для разработки самых разнообразных приложений, предназначенных для выполнения в среде .NET Framework. Язык С# прост, типобезопасен и объектно-ориентирован.

База данных реализуется в MySQL. Это свободная реляционная система управления базами данных. За связь серверной части и базы данных отвечает Entity Framework. Это инструмент, упрощающий сопоставление объектов в программном обеспечении с таблицами и столбцами реляционной базы данных.

Для реализации клиентской части был выбран фреймворк React.js. Это JavaScript библиотека с открытым исходным кодом. Ее цель – предоставить высокую скорость, простоту и масштабируемость приложения. Так же была подключена библиотека Redux для хранения состояния приложения. Части приложения отдельно и всё приложение целиком были протестированы. В результате был получен качественный актуальный программный продукт.

**И. С. Ткаченко, Е. А. Ружицкая**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ПРИЛОЖЕНИЯ «КУЛЬТУРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ANGULAR**

Разработано приложение, представляющее собой программный комплекс для агрегации информации о мероприятиях города.

При разработке приложения используется подход построения одностраничного web-приложения. Оно содержит несколько основных

страниц: профиль, поиск мероприятий, поиск организаций, список рекомендаций, страница с подробной информацией о мероприятии или организации. Приложение построено с использованием паттерна Observer и идеи реактивного программирования.

Путем механизма авторизации в приложении реализована защита доступа к данным. У пользователей существуют различные роли, которые проявляются на страницах мероприятий и организаций. Пользователи могут создавать организации и мероприятия, и на такой странице пользователь будет иметь статус администратора, с возможностью добавления и редактирования мероприятий или организаций. Поддерживается несколько различных статусов, которые разрешают пользователю выполнять определенные функции.

Организация приложения построена на основе паттерна MVW (Model – View – Whatever), в работе выбран шаблон MVVM. При работе с данными используется подход внедрения зависимостей, реализованный при помощи Angular, что подразумевает один экземпляр данных на все приложение. На стороне клиента данные запрашиваются с использованием технологии AJAX с сервера через API, благодаря чему при обновлении данных web-страница не перезагружается полностью. Для аутентификации пользователей используется технология JWT.

После авторизации пользователь попадает на страницу своего профиля, на которой размещена основная информация о нем, также доступна страница редактирования этой информации. Здесь же размещены данные с уведомлениями, список подписок на мероприятия и организации. Также в приложении можно перейти на страницу другого пользователя и посмотреть его информацию. Такая страница будет выглядеть идентично, однако будет отсутствовать возможность редактирования данных.

**Е. А. Толкачев, А. В. Лубочкин**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАСПОЗНАВАНИЕ РЕЧИ МЕТОДОМ МЕЛ-ЧАСТОТНЫХ КЕПСТРАЛЬНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ**

Метод мел-частотных кепстральных коэффициентов имеет множество направлений для применения. Чаще всего данный метод используется в системах распознавании речи и аутентификации по голосу: для характеристики речевых сигналов, необходимой для даль-

нейшего распознавания [1]. Кроме этих направлений, метод мел-частотных кепстральных коэффициентов может быть применен во множестве сфер: синтез речи, медицинская диагностика, неразрушающий контроль и т. д. Мел – единица высоты звука, основанная на восприятии звука органами чувств человека.

Характеристики сигнала вычисляются путем разложения его спектра на мел-шкалу соответствующим фильтром, представляющим собой треугольную оконную функцию. Оценка получается для определенного диапазона частот одного фрейма продолжительностью 15-20 мс. Предварительно запись речи следует разбить на отдельные слова и слова на отдельные, вышеупомянутые, фреймы. Спектр сигнала рассчитывается дискретным преобразованием Фурье. Таким образом, для каждого слова получается небольшой набор признаков, по которым будет проводиться кластеризация. Данный подход существенно упрощает задачу распознавания, исключая необходимость работы с множеством отсчетов речевого сигнала. Кластеризация осуществляется методом скрытых марковских моделей или нейронными сетями. В случае работы с небольшим словарем можно использовать более примитивные методы кластеризации [2].

Приложение разработано на C/C++. Для математического моделирования в процессе разработке использовался пакет MATLAB.

### **Литература**

- 1 Тампель, И. Б. Автоматическое распознавание речи / И. Б. Тампель, А. А. Карпов. – СПб.: Университет ИТМО, 2016. – 138 с.
- 2 Маковкин, К. А. Гибридные модели: скрытые марковские модели и нейронные сети, их применение в системах распознавания речи / К. А. Маковкин. – М.: Вычислительный центр им. А. А. Дородницына РАН, 2006. – 201 с.

**А. Н. Трифунтов**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

### **РАЗРАБОТКА СЕРВЕРНЫХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ СБОРА ИДЕНТИФИКАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ С УЗЛОВ ЛВС**

Компьютеры, часто объединенные в сеть, могут предоставлять доступ к колоссальному количеству самых разнообразных данных. Широ-

кое развитие компьютерных сетей, интеграция их с информационными системами общего пользования помимо преимуществ, порождает новые угрозы безопасности информации. Поэтому люди беспокоятся о безопасности информации и наличии рисков, связанных с автоматизацией и предоставлением доступа к конфиденциальным данным.

Электронные средства хранения даже более уязвимы, чем бумажные: размещённые на них данные можно и уничтожить, и скопировать, и незаметно видоизменить. Поэтому всё больше набирают популярность программы для сбора и обработки информации.

Для разработки программы по сбору информации с узлов ЛВС был проведен анализ существующих систем контроля, таких как: Staffcop, StatWin Total, Total Network Monitor. Это позволило сформулировать требования для реализации Java-приложения, которое ставится на целевую машину. Были выявлены основные преимущества перед проанализированными системами.

Основные преимущества разрабатываемого проекта перед существующими:

1. Мультиплатформенность. Приложения Java обычно транслируются в специальный байт-код, поэтому они могут работать на любой компьютерной архитектуре, с помощью виртуальной Java-машины

2. Шифрование. Шифрование применяется для возможности хранения важной информации в ненадёжных источниках и передачи её по незащищённым каналам связи

3. Портативность. Для работы программы необходим только установленный JRE. Все пути для работы приложения можно прописать в конфигурационных файлах.

**Т. Г. Троянова, Е. А. Ружицкая**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА ИГРОВОГО ПРИЛОЖЕНИЯ «ЗОЛОТОИСКАТЕЛЬ»**

В настоящее время игровые приложения приобретают все большую популярность в жизни современного общества. Они используются как в развлекательных, так и в образовательных целях. Игровые приложения привлекают достаточно большую аудиторию, в которую входят

представители всех возрастов и слоев населения. Игра является одним из средств формирования мышления, внимания, памяти.

В разработанном приложении игрок управляет главным героем «Золотоискателем», который должен собрать как можно больше монеток. На его пути встречаются различные препятствия в виде бугров, которые необходимо перепрыгнуть или злых персонажей. «Золотоискателю» предстоит проходить через разные этапы и преодолевать ловушки.

При запуске приложения игрок должен зарегистрироваться и авторизоваться. Данные об игроке заносятся в базу данных приложения, в которой хранятся данные об игроке и результатах всех проведенных игр. В качестве результатов игры берётся количество собранных монет.

В приложении реализована возможность различного уровня доступа к данным: уровень администратора и игрока. Администратор может просматривать и редактировать базу данных, а также управлять игроками (блокировать, разблокировать и удалять). Пользователь имеет возможность создать нового игрока, а также просматривать результаты как лучшей игры, так и всех своих предыдущих игр.

Приложение разработано в интегрированной среде разработки на JavaScript, HTML, CSS WebStorm. Выбор среды разработки обусловлен следующими возможностями: автодополнением, анализом и отладкой кода JavaScript, рефакторингом, интеграцией с системами управления версиями и системами отслеживания ошибок, а также возможностью модифицировать файлы с одновременным просмотром результатов. Роль web-сервера выполняет программная платформа Node.js, основанная на движке V8.

**А. В. Феськов**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И ОТЧЁТНОСТИ ОБ ИНТЕНСИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УЗЛА ЛВС**

Для обеспечения максимальной эффективности работы сети необходимо заниматься её постоянным мониторингом, чтобы своевременно выявлять и устранять узкие места и проблемные участки [1, 2]. Именно для этого и был разработан программный продукт, ко-

торый является промежуточным звеном между клиентом и инструментарием управления Windows, следящим за работой различных частей компьютерной инфраструктуры под управлением платформы Windows. После запуска программы, она делает запрос для получения информации о конкретном узле с помощью WMI инструментария.

Результатом выполнения запроса является список с полной информацией об узле. Список включает в себя: общие сведения; информацию о компонентах узла; подробную информацию о каждом компоненте; степень нагруженности компонентов; режим работы компонентов.

Для программы выходная информация представлена отчётами или логированием. Оба варианта являются текстовыми файлами. Разница в том, что отчёт составляется вручную, т. е. его наполнение переменное и составляется он единожды. В то время как логирование мы запускаем один раз, выбираем его наполнение также как и для отчёта, но информация поступает в файл автоматически заданное количество раз в минуту.

### **Литература**

1 Кучеров, А. И. Методика повышения надежности вычислительных систем / А. И. Кучеров // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. – 2012. – № 6 (75). – С. 120 – 123.

2 Кучеров, А. И. Получение информации об интенсивности использовании ЭВМ с целью дальнейшего повышения ее надежности / А. И. Кучеров // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. – 2013. – № 6 (81). – С. 125 – 129.

**И. А. Фёдоров, Д. С. Кузьменков**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

### **РАЗРАБОТКА НАТИВНОГО ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С СОЦИАЛЬНОЙ СЕТЬЮ «ВКОНТАКТЕ»**

Одной из лучших новых разработок в Интернете стали социальные сети. Социальная сеть – это веб-сайт или приложение, которое позволяет вам общаться с друзьями и семьей, обмениваться фотографиями, видео, музыкой и другой личной информацией, как с избранной группой друзей, так и с более широкой группой людей. Социаль-

ные сети, являются отличными способами поддерживать связь с друзьями и семьей по всему миру, а также устанавливать новые связи с людьми на основе схожих интересов или профессий. Есть множество разных социальных сетей, к которым вы можете присоединиться – все бесплатно. Одной из них является «ВКонтакте». «ВКонтакте» – это социальная сеть, одна из самых популярных в русскоязычном сегменте интернета. В России данная сеть оставила далеко позади Одноклассники, не говоря уже о Фейсбуке, и по праву занимает первое место. Быстрота обмена информацией стала одной из основных причин, по которой свои профили и группы в сети создают даже крупные компании.

Было разработано нативное веб-приложение для взаимодействия с социальной сетью «ВКонтакте» с использованием HTML5, CSS3 [1], Javascript [2]. Разработанное приложение позволяет сделать работу пользователя с социальной сетью «ВКонтакте» более быстрой и удобной. Приложение реализует выполнение всех возможных действий с использованием API, предоставленного самой социальной сетью «ВКонтакте», а также реализует свою уникальную функциональность, такую как: оффлайн режим; максимально удобный и гибко настраиваемый интерфейс пользователя; попытка распознавания и искоренения рекламных сообщений; свое API для внедрения инородных-пользовательских модулей, рассчитанных для использования более продвинутыми пользователями; кроссплатформенность и др.

### Литература

1 Фримен, Э. Изучаем HTML, XHTML и CSS / Э. Фримен, Э. Фримен. – СПб.: Питер, 2014. – 720 с.

2 Флэнаган, Д. JavaScript. Подробное руководство / Д. Флэнаган. – М.: Символ-Плюс, 2008. – 984 с.

**В. А. Халаев, А. В. Лубочкин**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ JAVA EE И JAVASCRIPT ДЛЯ РАЗРАБОТКИ WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ «ОНЛАЙН-БИБЛИОТЕКА»

Время, которое люди проводят в сети интернет, занимает все большую часть их жизни. Многие функции, которые ранее были не-

доступны, сейчас с легкостью можно использовать благодаря развивающимся инструментам для создания сайтов и веб-приложений различного характера.

Одной из разновидностей веб-приложений является онлайн-библиотека. Система, позволяющая быстро находить нужную литературу в сети интернет и читать книги онлайн, набирает все большую популярность. Причиной этого стало то, что это помогает существенно сэкономить время, которое раньше нужно было тратить на поход в библиотеку или на покупку книги.

К настоящему времени разработано множество различных инструментов, которые позволяют разработать веб-приложение такого типа. Для более удобного процесса разработки и дальнейшего использования рекомендуется грамотно подойти к выбору используемых технологий. Использование нескольких технологий в одном веб-приложении позволяет разработать более гибкую систему, затратив при этом меньше временных ресурсов.

Приложение делится на две части: серверную и клиентскую. Серверная часть разработана с помощью Java EE [1]. Использование данной технологии позволяет обеспечить высокую надежность и скорость выполнения запросов, поступающих от клиента. Для разработки клиентской части также использованы возможности Java EE, но в некоторых местах, для упрощения разработки функционала, использован JavaScript [2].

### **Литература**

1 Гупта, А. Изучаем Java EE. Основы / А. Гупта. – М.: Вильямс, 2014. – 336 с.

2 Флэнаган, Д. JavaScript: The Definitive Guide / Д. Флэнаган. – O'Reilly Media, 2011. – 992 с.

**А. В. Хобня, Е. А. Ружицкая**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

### **РЕАЛИЗАЦИЯ ИГРОВОГО ПРОЦЕССА В ПРИЛОЖЕНИИ «SYNAPSE'S WORLD» ВИДА ПЛАТФОРМЕР**

Разработано игровое приложение «Synapse's World» вида платформер. В основе интерфейсов всех игровых приложений лежит доступность и простота в использовании. Неотъемлемой особенностью интерфейса

игрового приложения является игровое меню. В платформерах помимо меню часто встречаются окна настроек, паузы, загрузки сохранений. В архитектуру разработанного платформера входят: обработчик физических состояний, графический интерфейс пользователя, карты (сцены), объекты сцены, интерпретатор входных сигналов. Данных модулей достаточно для работы полноценной игры вида платформер.

Обработчик физических состояний – модуль, устанавливающий перечень физических и логических состояний, в которых могут находиться объекты сцены, определяющий в каком/каких состояниях они сейчас находятся и что могут делать в этом состоянии. Данный модуль является ядром платформеров. Именно в различии таких модулей заключается различие игрового процесса в играх вида платформеры.

Графический интерфейс пользователя – модуль, помогающий игроку перемещаться по абстракциям приложения и получать о них дополнительную информацию. Для платформеров характерны такие абстракции как: время за которое нужно что-то выполнить, количество очков, вспомогательные надписи и подсказки, краткие

Карты (сцены, уровни) – модуль содержащий законченные (чаще статические) объекты, на которых помещены другие (чаще динамические) объекты. Уровнями они называются из-за увеличения сложности прямо пропорционально номеру уровня. В платформерах сложность игры зависит от сложности карты, то есть насколько сложно переместиться от её начала до её конца.

**Е. М. Хомяков**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

## **РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ РАБОТ В ОНЛАЙНОВОЙ БУКМЕКЕРСКОЙ ПЛАТФОРМЕ**

С повседневным распространением Интернета, переход в сеть и такого небезизвестного подразделения экономики, как букмекерство не заставило себя ждать. И теперь Всемирная сеть изобилует онлайн-новыми букмекерскими конторами. Для успешной и прибыльной работы букмекерской конторы в сети потребуется правильная платформа электронной коммерции. Такая, как SAP Hybris, которая выделяется рядом преимуществ. Одно из таких преимуществ – расширяе-

мость. Именно платформа SAP Hybris была использована для разработки онлайн-букмекерской платформы.

В ходе разработки подсистемы планирования работ в онлайн-букмекерской платформе, потребовалось рассмотреть список прецедентов:

- регистрация новых пользователей;
- сбор статистики;
- очистка статистики;
- обновление событий;
- нотификация о предстоящем событии;
- новостная нотификация.

Основной функционал для данных прецедентов – эмейл-нотификация. Это подразумевает, что при регистрации, обновлении новостей, изменении или добавлении новых событий, пользователи будут получать письма на указанный заранее адрес электронной почты.

Подсистема была написана в интегрированной среде разработки – IntelliJ IDEA. Работа с входными данными велась при помощи формата Imrex, что значительно упростило работу с базой данных. Вся структура данных описывается при помощи xml-файлов. Основные типы данных, представленные в букмекерской платформе: Игрок, Матч, Ставка, Соревнование, Команда.

Подсистема планирования работ в архитектуре букмекерской платформы представлена как самостоятельный независимый слой, связанный с основной архитектурой в большинстве своем работой с пользователем, а именно регистрацией новых пользователей в системе.

**А. Д. Хорошкевич, А. В. Лубочкин**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ «TODO СПИСОК»**

В настоящее время языку Java исполнилось уже двадцать лет. Можно сказать, что приложения, написанные на Java, работают везде, начиная от мобильных устройств и заканчивая серверами. За многолетнюю историю языка Java было написано множество различных библиотек на все случаи жизни [1]. Основным плюсом технологии Java является кроссплатформенность приложений. Можно разрабатывать приложение на своем компьютере, а затем развернуть его на це-

левой платформе, будь то телефон или сервер, при условии, что для компилятора доступны нужные библиотеки. На сегодняшний день любое приложение, взаимодействующее с пользователем, имеет интерфейс пользователя. Интерфейс пользователя представляет собой совокупность средств и методов, с помощью которых пользователь взаимодействует с программой.

Данное приложение разработано на объектно-ориентированном языке программирования Java в среде разработки «IntelliJ IDEA».

Разработанное приложение представляет собой ToDo список с возможностью прикреплять к каждой задаче списка файл. Список содержит три раздела: Today, Tomorrow и Someday. Каждый из разделов может содержать неограниченное количество задач.

Если задача добавляется в раздел Today или Tomorrow, то ей автоматически «присваивается» соответственно сегодняшняя или завтрашняя дата выполнения. При добавлении задачи в раздел Someday необходимо запросить дату выполнения.

При первом входе в приложение, пользователь должен зарегистрироваться. Таким образом, начальная страница приложения предлагает пользователю зарегистрироваться либо аутентифицироваться. При нажатии на соответствующую ссылку (или кнопку) пользователю показывается либо форма для регистрации, либо форма для ввода имени пользователя и пароля. После успешной регистрации или аутентификации пользователь переходит на страницу со своим ToDo списком.

### **Литература**

1 Васильев, А. Java. Объектно-ориентированное программирование: учебное пособие / А. Васильев. – СПб.: Питер, 2011. – 400 с.

**А. В. Черенко**

(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ДОСТУПА К УЗЛУ ЛВС**

В данный момент существует необходимость обеспечения безопасности данных, основной и первоначальной задачей является обеспечение достоверной идентификации пользователя [1].

Рассмотрим программу, основанную на технологии мониторинга рабочей нагрузки. Клиентский модуль сбора статистики представляет собой модуль, который никак не влияет на работу пользователя и собирает статистику активности последнего. Затем эти данные передаются серверной части для дальнейшей обработки и составления портрета пользователя.

Анализатор поступающих данных, который при расхождении с заранее составленным портретом пользователя или при обрыве мониторинга немедленно сообщит об этом пользователю. Далее, в зависимости от параметров системы, возможно повторное прохождение пользователем верификации или ограничение его доступа. Главный поток событий дополнительной верификации показан на рисунке 1.

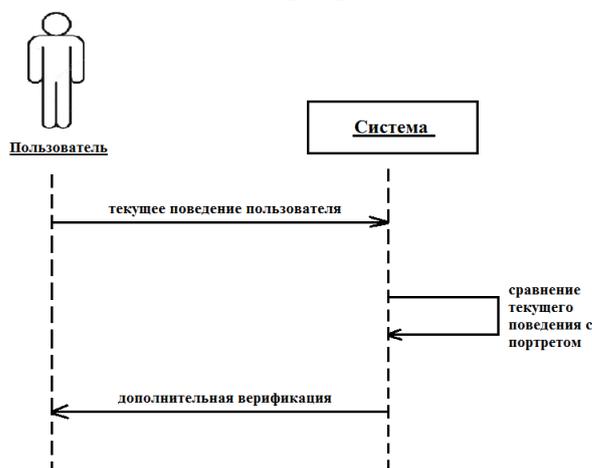


Рисунок 1 – Главный поток событий дополнительной верификации

## Литература

1 Кучеров, А. И. Методика повышения надежности вычислительных систем / А. И. Кучеров // Известия Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины. – 2012. – № 6 (75). – С. 120 – 123.

**А. И. Чернышев**

(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## ОДНО ПРЫЖКОВОЕ РАССТОЯНИЕ ДО КОНЕЧНЫХ УСТРОЙСТВ В ТУМАННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЯХ

В последние время вычислительные модели переключались между централизованным и децентрализованным вычислительным подходом. Хотя облачные вычисления развиваются и не будут заме-

нены в ближайшем будущем, требуется переходить к новой системе децентрализованного подхода, чтобы решить проблемы, которые появятся в будущем, например, высокая задержка, отсутствие информации о местоположении. Разница с предыдущей парадигмой в том, что новая – не заменяет прежнюю, а расширяет её для улучшения конкретных возможностей. Такой сдвиг от централизованных облачных вычислений к децентрализованным вычислениям привело к появлению туманных вычислений [1].

С целью уменьшения расстояния между конечными устройствами и ближайшим вычислительным устройством, представлен дополнительный уровень ресурсов, т. е. туманные ячейки. Эти туманные ячейки обладают своими собственными возможностями вычисления, хранения для обработки запросов задач, фильтрации и предварительной обработки данных. Это создает одно прыжковое расстояние до конечных устройств и уменьшается задержка и время на выполнение задачи (рис. 1).

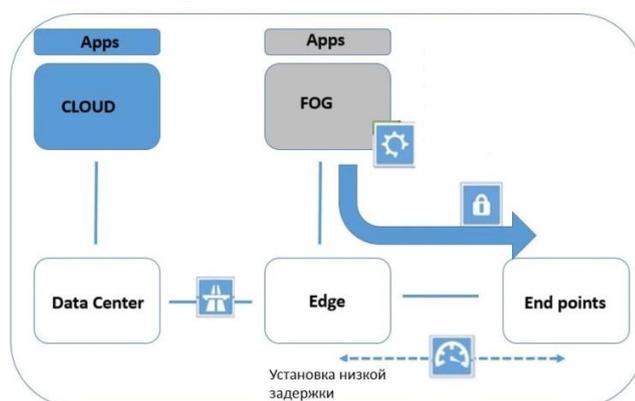


Рисунок 1 – Сравнение облачной и туманной сред

### Литература

1 Bachmann, K. Design and Implementation of a Fog Computing Framework / K. Bachmann. – Master Thesis, TU Wien, 2017. – 113 с.

**М. А. Чиж, А. В. Лубочкин**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

### РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ПО ОБУЧЕНИЮ ИГРЕ НА ГИТАРЕ

Изучение игры на музыкальных инструментах скоро станет делом редких энтузиастов – слишком велик соблазн воспользоваться

современными программными и техническими аналогами, чем часами сидеть над сложным музыкальным произведением.

Любой начинающий музыкант наверняка долгое время мечтал о таком приложении, которое помогло бы ему в процессе обучения, ведь именно этот предмет тяжело дается большинству учащихся. Этот вопрос становится особенно актуальным, когда начинающий музыкант захочет исполнить свою любимую композицию, которая значительно отличается от тех, которые предлагаются в процессе обучения игре. Одной записью композиции не обойтись, так как музыкальная композиция – это сложное сочетание слов и звуков, которое нуждается в своем упорядочивании. Здесь, зная основной мотив, недостаточно просто «подобрать на слух».

Разработанное приложение ориентированно на любого желающего научиться игре на таком музыкальном инструменте как гитара. Акцент здесь делается именно на повторении уже знакомых композиций или подробном изучении новых. Для этого в данном приложении реализовано удобное отображение текста композиции и табулатуры, позволяющее с легкостью ориентироваться при изучении новых или повторения уже известных композиций. Таким образом, используя разработанное приложение по обучению игре на гитаре, процесс освоения данного инструмента будет проходить гораздо комфортнее.

Разработанное приложение по обучению игре на гитаре представляет собой настольное приложение, которое разработано в среде IDE с использованием Android [1, 2].

### **Литература**

1 Дейтел, П. Android для разработчиков / П. Дейтел, Х. Дейтел, А. Уолд. – СПб.: Питер, 2016. – 512 с.

2 Шилдт, Г. Java 8. Полное руководство / Г. Шилдт. – М.: Вильямс, 2015. – 1377 с.

**Е. Ю. Шайкевич, Е. А. Ружицкая**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

### **РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ КОНВЕРТАЦИИ ФАЙЛОВ НА БАЗЕ МИКРОСЕРВИСНОЙ АРХИТЕКТУРЫ. РЕАЛИЗАЦИЯ «ИНТЕРФЕЙСА»**

Согласно принципу единой ответственности, архитектура должна представлять собой набор сервисов, каждый из которых решает

свой узкий спектр задач. При этом выделяется три основных компонента: «Интерфейс», «Планировщик» и «Конвертер».

Взаимодействие между пользователем и «Планировщиком» осуществляется с помощью web-приложения «Интерфейс», в котором реализованы следующие операции: добавление файла в очередь на обработку, удаление файла из очереди обработки, отслеживание статуса процесса обработки, получение обработанного файла и отображение ошибок в случае их возникновения.

Построенные на базе JavaScript фреймворка для разработки одностраничных приложений AngularJS, контроллеры позволяют обрабатывать пользовательские действия и реализовать «Fail Fast» (прерывание при ошибке) стратегию в случае возникновения ошибок.

В рамках воздействия пользователя на «Интерфейс» будет осуществлено обращение к соответствующему сервису, делегирующему работу далее, через набор вызовов к RESTful (Representational State Transfer) API (Application Programming Interface) «Планировщика».

В общем случае пользователь загружает входной файл, отправляет его на обработку, отслеживает процесс обработки до его завершения и получает ссылку на выходной файл.

Взаимодействие между «Интерфейсом» и множеством экземпляров «Конвертера» осуществляется с помощью приложения «Планировщик», в котором реализованы следующие возможности: отслеживание изменения состояния файла, просмотр и управление очередью с файлами на обработку, временное хранилище обработанных файлов и смена стратегии выбора «Конвертера».

«Конвертер» представляет собой приложение, которое предназначено для непосредственной обработки файлов, в котором реализована возможность конвертации видео-, аудиозаписей и изображений.

**И. А. Шевцов, В. А. Короткевич**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНЫМ ГРУППАМ**

Распределение студентов по учебным группам и подгруппам выполняется деканатами факультетов как для первокурсников, так и

для студентов старших курсов при распределении на специализации. Важнейшим критерием качества такого распределения является сбалансированность учебных групп по ожидаемой или текущей средней успеваемости студентов.

Реализованное приложение предназначено для автоматизации процесса распределения студентов по учебным группам с поддержанием баланса средней успеваемости на основе прогнозирования успеваемости студентов.

Прогнозирование ведется с помощью разработанной нейронной сети прямого распространения, то есть сети с последовательным соединением нейронных слоев, в которой информация всегда идет только в одном направлении.

Для обучения нейронной сети использованы данные по абитуриентам ГГУ и успеваемости студентов первого курса в 2015 – 2018 годах. Для прогноза успеваемости использовались следующие параметры абитуриентов: факультет обучения, пол, форма обучения (бюджетная или платная), место проживания (Гомель или иное), средний балл аттестата, оценки централизованного тестирования по профильным и не профильным предметам.

В приложении присутствует возможность дообучения и переобучения нейронной сети с сохранением её параметров для последующего использования.

При запуске приложения предлагается выбрать факультет, специальность и курс для отбора студентов и ввести список групп, подлежащих заполнению. Распределение может осуществляться как в ручном режиме, так и автоматически. При автоматическом распределении первокурсников используется прогноз успеваемости, полученный от нейронной сети, для студентов последующих курсов используются реальные данные об успеваемости по итогам прошедших экзаменов. Вся информация о студентах располагается на экране в удобном для использования виде, предусмотрена печать выходных форм по результатам распределения.

Приложение реализовано в среде C++ Builder с использованием системы управления базами данных Microsoft SQL Server.

**Р. С. Шибалов, А. В. Лубочкин**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **МОДУЛЬ ПОДБОРА ВИДЕОПРОДУКЦИИ НА ОСНОВАНИИ ОЦЕНОК ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ WPF**

В настоящее время информационные технологии завоевывают все большую популярность среди всех возрастных групп людей. Важным требованием к современным информационным приложениям является полезность и удобство для пользователя – никто не будет пользоваться системой, если она доставляет дополнительные проблемы.

С целью обеспечения пользователей информацией о фильмах и о другой видеопродукции, а также об их оценке с максимальной экономией трафика и времени был создан программный продукт, который позволяет пользователям оценивать видеопродукцию, подбирать ее по указанным фильтрам (жанр, длительность, средняя оценка).

Для разработки сервиса был выбран язык программирования C# и технология Windows Presentation Foundation (WPF) [1]. Следует отметить, что язык программирования C# – один из самых мощных, быстро развивающихся и востребованных языков программирования. Этот язык является высокоуровневым языком программирования, который позволяет создавать гибкие, масштабируемые и оптимизированные программные продукты.

Технология WPF является частью платформы .NET и позволяет тонко настраивать и разрабатывать пользовательский интерфейс, базирующийся на XAML разметке.

Разработанный программный продукт взаимодействует с сервером базы данных, получая от него необходимые данные и, анализируя, представляет их пользователю. Поскольку приложение разработано как приложение рабочего стола, оно требует установки на компьютере каждого пользователя.

### **Литература**

1 Троелсен, Э. C# 6.0 и .NET 4.6 Framework / Э. Троелсен. – М.: Вильямс, 2015. – 1023 с.

**А. Е. Шпавда**

(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)

## **СИМУЛЯЦИЯ РАБОТЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ТЕЛЕФОННОЙ СТАНЦИИ И БИЛЛИНГОВОЙ СИСТЕМЫ**

Рассмотрим следующий процесс: компания-оператор АТС заключает договор с клиентом, присваивает им абонентские номера, порты для подключения абонентских терминалов и выдает каждому абоненту терминал.

Каждый терминал соответствует только одному номеру. Абонент может самостоятельно отключать/подключать телефон к порту станции (станция умеет отслеживать изменения состояния порта – отключен, подключен, звонок). Абоненты могут звонить друг другу только в пределах станции. Звонки платные, для всех абонентов применяется один тарифный план. Абонент может просмотреть детализированный отчет по звонкам (продолжительность/ стоимость/ абонент), выполнять фильтрацию по дате звонка, сумме, абоненту.

Решение этой задачи автором разбито на две составляющие:

1. Работа автоматической телефонной станции.
2. Работа биллинговой системы.

К первой составляющей относятся такие сущности, как терминал, порт, базовая станция. Ко второй составляющей отнесем биллинговую систему, а так же управление звонками, балансом и тарификацию.

Рассмотрим взаимодействие компонентов. Когда клиент 1 хочет установить соединение с клиентом 2, происходят следующие этапы: терминал сообщает порту о том, что клиент хочет установить соединение, порт меняет статус на «занят», порт оповещает базовую станцию, происходит уведомление порта клиента 2 об установке соединения, порт уведомляет терминал клиента 2 об установке соединения, соединение устанавливается.

Здесь решена задача всевозможных вариантов развития событий в рамках взаимодействия двух клиентов.

Проект реализован на платформе .Net с использованием языка программирования C#. Реализацию можно найти на сайте GitHub: <https://github.com/AlexeyShpavda/TelephoneServiceProvider>.

**В. В. Юхновский**

*(УО «МГУ им. А. А. Кулешова», Могилёв)*

## **РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СМАРТФОНОВ ПОД УПРАВЛЕНИЕМ ОС ANDROID С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ**

В последние годы наблюдается стремительный рост мобильных технологий. Мобильные приложения нужны для повышения продуктивности труда, управления финансами, общения, развлечения.

Большой популярностью пользуется технология, предназначенная для идентификации людей на статичном изображении или видео. Эта технология существует уже несколько десятилетий, однако ее использование стало более заметно в последние несколько лет, так как теперь она используется в составе инновационных решений, например, при распознавании фотографий людей и дополнительной аутентификации на мобильных устройствах.

Задача распознавания объектов, в частности человеческого лица, становится все более актуальной. Наиболее известными областями применения являются безопасность и криминалистика. Но существуют и другие области применения. Например, в сфере социальных сетей данную технологию можно применить автоматического выделения и подписи людей на фотографиях. Данная технология крайне важна и в робототехнике и военном деле, поскольку позволит разделять людей на «свой» – «чужой» или разделять на классы по уровню доступа.

Современные тенденции в мобильных технологиях все больше ориентируются на облачные сервисы и платформы. Например, активно развиваются сервисы Google Firebase, Amazon AWS, Microsoft Azure и другие, включающая сервисы облачной базы данных, уведомлений, хранения статических и динамических данных, аналитики и др. и позволяющие упростить создание и развертывание полнофункциональных систем с минимальным использованием собственного backend-a.

Разрабатываемое мобильное приложение использует сервисы Firebase для хранения данных, работы с базой данных, контроля сбоев и аналитики [1]. Также для реализации используются свободно распространяемые программные средства и технологии, доступные в интернете. Предлагаемый программный продукт может применяться людьми, ко-

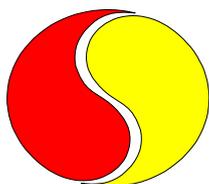
Материалы XXII Республиканской научной конференции студентов и аспирантов «Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях», Гомель, 25 – 27 марта 2019 г.

---

которые захотят использовать технологию распознавания лиц для собственных нужд.

### **Литература**

1 Голощапов, А. Google Android. Создание приложений для смартфонов и планшетных ПК / А. Голощапов. – М.: БХВ-Петербург, 2013. – 832 с.



## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

---

**А. В. Авсянникова, Н. В. Котельникова**  
(УО «Белорусско-Российский университет», Могилев)

### **ПРИМЕНЕНИЕ ТРАНЗИТНОЙ ФОРМЫ ТОВАРОДВИЖЕНИЯ НА ОАО «МОГИЛЕВСКАЯ ФАБРИКА МОРОЖЕНОГО»**

Перспективным направлением совершенствования складского хозяйства ОАО «Могилевская фабрика мороженого» является применение транзитной формы товародвижения, которая заключается в отгрузке или завозе товаров в розничную торговую сеть непосредственно с производственного предприятия, минуя склады. Выпускаемый ассортимент продукции: мороженое различных видов, глазированные сырки, полуфабрикаты из теста, майонез могут завозиться в торговую сеть транзитом [1].

Было выявлено, что на развитие транзитной формы движения товаров благоприятным образом влияют внедрение прямых связей розничной торговли с производством, развитие автомобильных и контейнерных перевозок и другие факторы. Немало важным является и фактор сезонности. Его влияние обуславливает рост объемов производства и реализации в периоды увеличения спроса на товары, а также корректировку деятельности предприятия в периоды спада.

По результатам работы, произведенный расчет резерва снижения затрат на запасы готовой продукции на складе предприятия дает возможность получить экономический эффект с учетом выявленных резервов от внедрения транзитной формы товародвижения на ОАО «Могилевская фабрика мороженого» который составляет 5 270,16 рублей за год.

Применение транзитной формы товародвижения на предприятии в пиковые месяцы продаж, является эффективным мероприятием по совершенствованию, как складской деятельности хозяйствующего субъекта, так и всей деятельности предприятия в целом. Это способ-

ствуется достижению главных принципов ведения хозяйственной деятельности: достижение эффективности по затратам и по результатам.

### **Литература**

1 Мясникова, О. В. Распределительная логистика: учебное пособие / О. В. Мясникова. – Минск: Высшая школа, 2016. – 382 с.

**Е. Н. Бондарчик**  
(УО «БГТУ», Минск)

## **ХРАНИЛИЩА ДАННЫХ КАК ИНСТРУМЕНТ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗКИ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

Хранилища данных спроектированы для принятия бизнес-решений путем сбора, консолидации и организации данных для анализа и отчетности при помощи систем делового анализа (OLAP-систем) [1]. Данный подход к проектированию системы был выбран с учетом требований со стороны данного процесса. Программные средства позволяют оптимизировать работу инженеров кафедры, путем снижения затрат ресурсов на распределение нагрузки преподавателей.

В ходе проектирования системы были выбраны следующие компоненты и технологии их реализации:

– веб-сервер, разработанный на облачной платформе «Microsoft Azure» технологией ASP.NET, позволяющий принимать запросы клиентских приложений, обрабатывать их и отправлять ответы;

– веб-клиент, разработанный так же с помощью технологии ASP.NET, позволяет инженерам управлять базой данных, управлять процессом распределения нагрузки с помощью задания параметров;

– мобильное приложение позволит получать актуальную информацию преподавателям об их текущей нагрузке;

– сервер базы данных – Microsoft Azure SQL Databases, предоставляющий возможность хранения и обработки реляционных данных, а также генерации отчетности, что является конечным результатом работы системы.

В ходе анализа требований были поставлены и выполнены следующие задачи: формирование нагрузки для каждого преподавателя;

учет планового числа часов учебной нагрузки на ставку; формирование планового распределения нагрузки по кафедре.

### **Литература**

1 Кимбэлл, Р. The Data Warehouse Toolkit: The Definitive Guide to Dimensional Modeling / Р. Кимбэлл, М. Росс. – Индианаполис: Wiley, 2013. – 600 с.

### **П. В. Гаврилик**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

## **ОПТИМИЗАЦИЯ МАРШРУТОВ ГРУЗОПЕРЕВОЗОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕРВИСА ROUTIFIC**

В результате анализа имеющихся методов и средств автоматизации планирования и доставки грузов было выбрано наиболее подходящее решение, которым является стороннее приложение для оптимизации маршрутов – сервис Routific. Выбор в пользу данного решения обуславливался многими факторами, включая быстроту внедрения (самостоятельный такой сервис, охватывающий все непредвиденные ситуации на дорогах, с высокой скоростью работы и поддержкой пришлось бы разрабатывать очень долгое время), экономическую невосомость (подписка, включающая в себя круглосуточную поддержку, на несколько лет обошлась в десятки раз дешевле, чем разработка собственного решения) и качественное функционирование (скорость работы, удобный интерфейс и оптимизация маршрутов).

Routific – это мощное решение для автоматизации и оптимизации операций маршрутизации и планирования. Для компаний доставки всех размеров и отраслей, от самого маленького стартапа до крупнейшей международной компании, оптимизация операций «последней мили» (транспортировка товара из местного склада, к порогу клиента) имеет решающее значение для прибыльности.

Алгоритм сервиса Routific работает гораздо лучше, чем «чистый жадный» алгоритм – очень неэффективный метод, на который полагаются многие грузовые компании. Жадные алгоритмы делают простой выбор на каждом этапе (например, всегда отправляют водителей на следующую остановку, ближайшую к их текущему местоположению).

Также алгоритм Routific может обрабатывать неожиданные объезды и неровности дороги, заграждения и пробки.

Взаимодействие с RESTful Routific API предельно просто – достаточно лишь сделать запрос, с определенными данными, необходимыми для построения оптимального маршрута.

Выполнение алгоритмом ресурсоемкой работы не только повышает производительность, но и дает уверенность в том, что водители находятся на правильном пути. Лучше всего то, что время и деньги, которые экономятся с оптимизацией маршрута, накапливаются со временем, и они могут быть инвестированы в бизнес.

**Е. А. Голубева**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

## **О РЕЗУЛЬТАТАХ РЕШЕНИЯ РАСЧЕТА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СЛОИСТОЙ ТРУБЫ ДЛЯ ВЯЗКОУПРУГОЙ ЗАДАЧИ**

В настоящее время исследователями уделяется достаточное внимание изучению характеристик механических свойств конструкционных материалов, процессов деформирования и разрушения, методов анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций с вязкоупругими свойствами [1].

В представленном докладе рассматриваются теоретические и экспериментальные результаты расчета напряженно-деформированного состояния слоистых труб с учетом явлений ползучести и релаксации. Рассмотрены вопросы расчета вязкоупругих перемещений в слоистой трубе, в условиях, меняющихся во времени напряжениях. Для реализации расчета напряженно-деформированного состояния трубы использовали параметры различных ядер ползучести и релаксации, входящие в интегральные уравнения теории вязкоупругости. Современная теория линейной вязкоупругости в основном базируется на принципе Больцмана-Вольтера или на теории вязкоупругих реологических моделей. Интегральная форма уравнений удобна для обработки экспериментальных данных и позволяет описывать процессы ползучести и релаксации с высокой степенью точности. Значения ядер определяются из эксперимента и задаются таблицей чисел, кото-

рые соответствуют фиксированным значениям времени. При проведении эксперимента определялись данные для построения кривых ползучести или релаксации.

На основе анализа результатов расчета напряженно-деформированного состояния приведено описание разработанного алгоритма численной реализации задачи и создана программа в среде Delphi, используя метод минимизации функции без ограничений прямым поиском по Хуку и Дживсу.

### Литература

1 Можаровский, В. В. Прикладная механика слоистых тел из композитов / В. В. Можаровский, В. Е. Старжинский. – Минск: Наука, 1988. – 271 с.

**Е. А. Голубева, С. К. Оганян**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель,  
Институт механики НАН Армении, Ереван)*

### АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СДВИГОВЫХ ВОЛН В ПЛОСКОМ ВЯЗКОУПРУГОМ СЛОЕ С ТОНКИМИ ПОКРЫТИЯМИ

Предлагается алгоритм расчета сдвиговых волн в вязкоупругом слое с тонкими упругими покрытиями. Исследуется дисперсионная зависимость скорости волны от частоты и влияния свойств тонких покрытий на характеристики волновода. Установлено, что выбором упругих свойств покрытий можно менять фазовые скорости сдвиговых волн. В постановке задачи представлены уравнения распространения волн для внешних упругих слоёв трехслойного волновода и уравнение для вязкоупругого внутреннего слоя. С учетом граничных условий строится дисперсионное уравнение для поперечной волны. Общее решение уравнения в виде гармонических волн приводит к однородной системе алгебраических уравнений относительно произвольных постоянных. Условие равенства нулю детерминанта системы приводится к удобному виду для расчета и создание программы с учетом вязкоупругости материала и динамического модуля упругости  $\tilde{E} = E(1 + i\mu)$ . Следует отметить, что в настоящее время широко ис-

пользуется операторный метод решения задач вязкоупругости, который основан на принципе Больцмана-Вольтера [1]. Для практического инженерного использования предлагаемой теории необходимо определять и иметь параметры вязкоупругости для различных полимерных материалов. Разработан алгоритм численной реализации задачи нахождения параметров и создана программа, используя метод минимизации функции по Хуку и Дживсу. Работа выполнена при поддержке БРФФИ – ГКН Арм, грант T17APM-034, AV16-42.

### Литература

1 Можаровський, В. В. Методика розрахунку напружено-деформованого стану шаруватих труб з урахуванням явищ повзучості і релаксації / В. В. Можаровський, Е. А. Голубова, Д. С. Кузьменков // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Сер. фізико–математичні науки. – 2017. – № 3. – С. 151 – 156.

### А. А. Громыко

(УО «ГТУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## РЕАЛИЗАЦИЯ РАСЧЕТА ДЕФОРМАЦИЙ В СЛОИСТЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ТРУБАХ ИЗ КОМПОЗИТОВ

Рассмотрим научные подходы к созданию математической модели и методов расчета деформационного состояния трубы из композита. На основании известных решений теории упругости в приложении строится математическая модель определения деформаций в трубе под действием внешних усилий.

Используя уравнения сопротивления материалов и теорему Кастильяно, можно определить из энергетических принципов перемещение в трубе (деформацию) под действием внешних усилий. Применение теоремы Кастильяно к определению перемещения [1]. Так, энергия деформации в кольце определяется по зависимости (рис.1).

$$U = \frac{1}{2} \int \sigma \epsilon dV.$$

На основании принятой математической модели создан алгоритм программы расчета напряженного состояния в трубе. С помощью созданной программы можно выбрать материал, удовлетворяющий условию прочности.

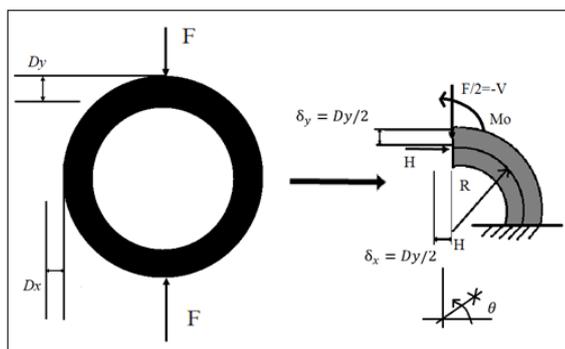


Рисунок 1 – Модель второй теоремы Кастильяно

### Литература

1 Можаровский, В. В. Прикладная механика слоистых тел из композитов / В. В. Можаровский, В. Е. Старжинский. – Минск: Наука, 1988. – 271 с.

**О. И. Камейша, К. В. Мудраков**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## РАЗРАБОТКА ЛЕНДИНГ-ОБОЛОЧКИ И УПРАВЛЕНИЕ КОНТЕНТОМ МУЗЕЕВ ГГУ

В настоящее время люди чаще сталкиваются с такой проблемой, как невозможность посетить тот или иной музей. Причины этой проблемы разные. Решением таких трудностей является разработка виртуальных туров по музеям и их удобное отображение для пользователя, в нашем случае – музей ГГУ.

Для реализации поставленной цели была разработана IDEF0 диаграмма общего уровня, представленная на рисунке 1, по которой производилась дальнейшая разработка и оптимизация ресурса. Из нее видно, какие нужны ресурсы и параметры для успешной разработки лэндинг-оболочки музеев ГГУ им. Ф. Скорины.

Рассмотрев ее более подробно, можно увидеть, что входные параметры – это заказ и дополнительная сопутствующая информация от заказчика. Далее на стрелке управления показано ожидания от проекта и необходимая реализация. Посмотрев вход механизма, мы видим, что там находятся три параметра: ПО, разработчики и кастинг.

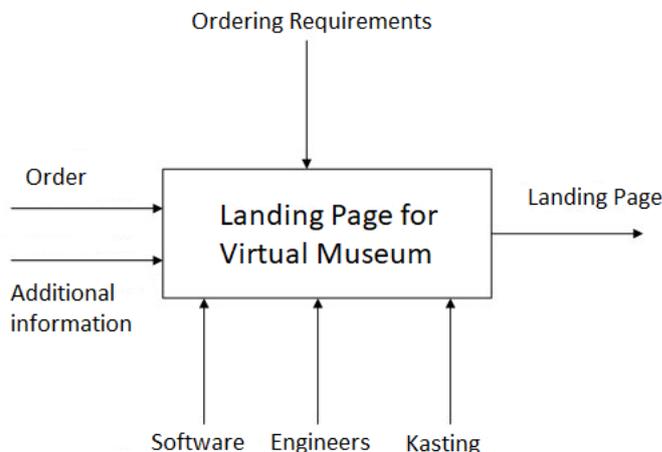


Рисунок 1 – Пример разработанной панели управления

К программному обеспечению относятся такие продукты как Easypano Tourweaver Professional Edition, PTGui, Adobe Photoshop и др. Следующими идут разработчики, т. е. люди, выполняющие работу по разработке макетов и решений, согласно требованиям. И последняя стрелка – кастинг. На этом этапе производится выбор вариантов, наиболее удовлетворяющих требованиям заказчика. И на стрелке выходы получается готовый продукт. Далее была разработана подробная диаграмма, с подробным описанием каждого этапа разработки.

**В. С. Малмыга**  
(УО «БГТУ», Минск)

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ГОСТИНИЧНОГО БИЗНЕСА**

Современные Property Management System продукты предоставляют широкий функционал по управлению гостиничным бизнесом, но, к сожалению, не обеспечивают должный уровень автоматизации. Для решения этой проблемы стоит обратиться к давно показавшим свою выгоду специализированным модулям ERP систем.

Одним из возможных решений автоматизации гостиничного бизнеса является разработка определенной концепции ведения и контроля бизнес процессов.

Помимо очевидных сущностей базы данных: отель, гость, работник и тому подобных, дополнительно добавим сущность, называемую

«задача», которая будет представлять некоторую активность в гостинице. Гость может создать задачу, система назначает ее определенному работнику, который и будет ответственен за ее выполнение. Возможна цепочка выполнения: окончание выполнения одной задачи порождает новую задачу. Каждая задача имеет дату и время создания, начала выполнения и окончания выполнения, что позволяет руководящим лицам контролировать время выполнения. Решение позволит минимизировать вмешательство человека в распределение обязанностей.

Зачастую к отелю прилагается большое количество сервисов: такси, рестораны и т. д. Управлять задачами, которые представляют действия в рамках отеля, становится неудобно. Удобным решением является выделения сервиса в отдельную сущность, называемую «зона активности», и привязка к ней дополнительной сущности, называемой «активность», которая является некоторым действием в зоне активности. Активность способно порождать задачу: гость заказывает ужин, создает активность в гостиничном ресторане, по завершению выполнения активности создается задача доставки заказа гостю.

Стоит отметить, что для более удобного использования необходимо разработать несколько приложений: для обслуживающего персонала – мобильное, где отслеживаются задачи работника, для работников ресепшена – десктоп, где происходит управление бронями, для руководства – десктоп с экономической сводкой и анализом.

**А. И. Маховик**

*(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)*

## **РАЗРАБОТКА ВНЕШНИХ ПЕЧАТНЫХ ФОРМ В 1С: ЗАРПЛАТА И УПРАВЛЕНИЕ ПЕРСОНАЛОМ 2.5**

Для управления человеческими ресурсами предприятия фирмой «1С» разработан современный инструмент управления персоналом, ведения кадрового учета и расчетов в соответствии с требованиями законодательства для коммерческих предприятий – 1С: Зарплата и управление персоналом (ЗУП) [1]. В связи со спецификой предприятий возникает потребность в доработке типовой конфигурации.

Целью являлась разработка внешних печатных форм для кадрового учета в 1С: ЗУП 2.5 для ОАО «Гомельоблавтотранс».

Для реализации печатных форм был доработан ряд документов типовой конфигурации. Так, в документе «Прием на работу сотрудника» добавлена табличная часть Отпуска, имеющая реквизиты Сотрудник, ФизЛицо, ВидЕжегодногоОтпуска, Количество, а так же новые табличные объекты КвалификацияСотрудника, ЕдиницаШтатногоРасписания, ВидЗанятости, КатегорияЗанятости, Стажировка и РуководительСтажировки. Для вывода виз ответственных лиц организации на печатную форму было доработано перечисление ОтветственныеЛицаОрганизации. Данные изменения необходимы для разработки печатной формы «Приказ о приеме сотрудника», утвержденной предприятием-заказчиком. Так же был доработан документ «Увольнение из организации». Добавлен новый объект табличной части ОснованиеУвольненияКонтракт, который заполняется перечислением ХарактеристикаУвольнения, добавленным для фиксации информации об основании увольнения сотрудника. Изменения документа конфигурации были необходимы для разработки печатной формы «Приказ об увольнении сотрудника», так же утвержденной предприятием.

Результатом работы – доработка типовой конфигурации ЗУП 2.5 в виде разработки внешних печатных форм «Приказ о приеме сотрудника» и «Приказ об увольнении сотрудника» для предприятия ОАО «Гомельоблавтотранс».

### **Литература**

1 Гончарик, В. 1С:Предприятие 8. Конфигурация «Зарплата и управление персоналом для Беларуси» 2.5. Описание / В. Гончарик, А. Драгун. – М.: ООО «1С-Публишинг», 2008. – 331 с.

**Е. А. Мельник, М. В. Москалева**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

### **АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО «ИЗОЛЯТОР ВРЕМЕННОГО СОДЕРЖАНИЯ»**

Автоматизированное рабочее место представляет собой совокупность информационных, технических и программных ресурсов, которая обеспечивает автоматизацию управленческих функций и обработку данных в конкретной предметной области конечному пользователю.

Автоматизирование рабочих мест предполагает, что на вычислительную технику возлагаются основные операции по накоплению, хранению и переработке информации, а работник только выполняет часть ручных операций и операций, требующих творческого подхода при подготовке управленческих решений.

В данной работе рассмотрено автоматизированное рабочее место сотрудника ИВС (изолятор временного содержания).

Изолятор временного содержания – места заключения (камеры) при территориальных органах внутренних дел или органах пограничной охраны, предназначенное для временного содержания лиц, задержанных по подозрению в совершении преступления.

Разработанная программа позволяет пользователю (оператору, сотруднику) обрабатывать поступающую информацию (регистрацию вновь поступивших лиц в изолятор временного содержания, заполнение всех необходимых форм, бланков, справок и т. д.), хранить информацию, необходимую для профилактической работы, для передачи информации, в случае ее востребования другими соответствующими инстанциями, строить статистические сведения для формирования отчетности и управления подразделением.

Графический интерфейс программы настроен так, чтобы пользователь мог быстро и просто получить нужную ему информацию, а так же добавить вновь поступившую информацию и обработать ее.

Разработанная программа является кроссплатформенной, что гарантирует ей поддержку любыми операционными системами. Разработка была реализована при помощи кроссплатформенного фреймворка Qt, языка программирования C++ и свободной объектно-реляционной системы управления базами данных (СУБД) PostgreSQL. Перечисленные технологии были выбраны заказчиком, так как они идеально подходят для выполнения поставленной задачи.

**А. А. Петушков, М. И. Жадан**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИК-ИЗЛУЧЕНИЙ**

Многие производители оборудования для телекоммуникации интересуются ИК частью электромагнитного спектра, так как считают

ее наиболее подходящей средой передачи сигналов. Инфракрасный канал используется для передачи данных через ИК-излучение. Эти соединения создают мало помех, имеют довольно высокую степень защиты информации. ИК канал функционирует при высоких частотах (сигналы менее чувствительны к различным помехам). Как следствие, передача данных происходит с минимальным количеством ошибок и на высокой скорости. Но так как сигнал быстро затихает, если атмосфера не благоприятна, то в воздухе протяжение ИК канала ограничено и возможно только на небольшие расстояния.

Целью разработки является создание компьютерной системы, позволяющей воссоздать работу огнестрельного оружия путём передачи ИК-сигналов. Разработанная система позволит сэкономить средства на обучение военнослужащих, сотрудников органов правопорядка и позволяет осуществлять военно-тактические игры. Основное преимущество разработанной системы перед существующими аналогами, такими как пейнтбол и страйкбол это полное отсутствие человеческого фактора.

После запуска системы и инициализации всех модулей происходит запуск конфигурационного меню. Запуск этого меню можно при необходимости отключить, в программе предусмотрены стандартные настройки, а так же имеется возможность конфигурирования системы через командную оболочку при помощи UART. В меню отображается принцип подключения дисплея, его подсветки и кнопок управления к микроконтроллеру. В связи с необходимостью упростить загрузку системы кнопками и повысить её отказоустойчивость все управление в меню происходит двумя кнопками «Выбор» и «Далее». Кнопка «Выбор» отвечает за выбор элемента меню и увеличение в большую сторону выбранного параметра. Кнопка «Далее» осуществляет переход к следующему пункту меню. Реализованную программу можно адаптировать практически под любой дисплей.

**С. А. Привалов**

*(УО «ГГТУ им. П. О. Сухого», Гомель)*

## **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ ПРОЦЕССА 3D-ПЕЧАТИ**

Для предотвращения таких ситуаций как деламинация, отслоение от основания или других проблем, возникающих вовремя 3D-

печати деталей, рекомендуется применять автоматизированное программное обеспечение. Это актуально по причине длительности процесса 3D-печати, который может продолжаться несколько десятков часов или даже несколько суток. Рассмотрим функционал такого программного обеспечения на примере нескольких систем наиболее часто применяемых для таких задач [1].

*OctoPrint* позволяет производить удалённый контроль и мониторинг процесса печати, так же позволяет следить за температурой принтера, запускать, останавливать или просто приостанавливать текущее задание на печать. Другое приложение, которое помогает с контролем 3D-печати, это *Хеота* – это программа для удалённого слежения через камеры. Простое видеонаблюдение благодаря лежащему в основе архитектуры *Хеота* принципу детского конструктора. Понятный визуальный интерфейс и гибкие настройки для обработки изображения позволяет построить систему видеонаблюдения, соединяя, добавляя и удаляя функции, всего за несколько минут. В настоящий момент люди большую часть времени заняты работой или личными делами и им очень сложно найти время для наблюдения за длительным процессом 3D-печати. В случаях применения программного обеспечения для удалённого контроля процесса 3D-печати через веб-камеру, человек тратит меньше времени на процесс контроля за 3D-печатью, однако вынужден периодически отвлекаться от своих дел. При этом из-за наличия человеческого фактора пользователь может пропустить или забыть своевременно провести контроль процесса 3D-печати. При этом не стоит забывать, что человеку требуется сон, во время которого процесс контроля печати не возможен. Поэтому необходима автоматизированная система контроля процесса 3D-печати, которая будет отслеживать этот процесс визуально, а также с помощью различных датчиков и вспомогательного программного обеспечения. В результате сравнения двух выше упомянутых систем была выбрана *Octoprint* из-за того, что система предоставляет помимо визуального контроля, также поддержку и внедрения пользовательских модулей для контроля процесса 3D-печати.

### Литература

1 Кэнесс, Э. Доступная 3D печать для науки, образования и устойчивого развития / Э. Кэнесс, К. Фонда, М. Дзеннаро. – МЦТФ, 2013. – 184 с.

**В. А. Сняк, М. В. Москалева**  
(УО «ГТУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ РАБОТЫ СЛУЖБЫ «ТАКСИ»**

В настоящее время такси является значимым социально- экономическим институтом, роль которого заключается в доставке пассажиров. Служба такси требует автоматизации, благодаря которой достигается избавление от рутинных операций и достижение максимального уровня оптимизации диспетчерской службы такси. Автоматизация приводит к тому, что от сотрудников диспетчерской необходим минимум операций для приема заявок и учета работы с клиентами и водителями.

Принцип работы данной службы заключается в следующем: диспетчер принимает от водителей такси информацию о заступлении на смену, и добавляет его данные в карточку работающих в данный момент. Заказы диспетчеру поступают по телефонной связи, эти данные он фиксирует в базу заказов. Дату и время поступления заказа диспетчер вводит сам или вводится автоматически. Сотрудник, диспетчер службы, выбирает водителя из списка свободных и отправляет его на заказ. Выполнив заказ, водитель сообщает об этом диспетчеру. Раньше вся база данных по данной процедуре хранилась в бумажном виде, а в настоящее время, в век информационных технологий, база может храниться в электронном варианте на сервере, что значительно оптимизирует работу сотрудников данной службы.

Разрабатываемое приложение, позволяет большие стопки бумаг и журналов превратить в записи в базе данных, организует простой и удобный доступ для просмотра и редактирования всей поступающей и имеющейся информации. Значительно сокращает появления ошибок в процессе работы: отправка нескольких машин на один адрес, отправка машины на несуществующий адрес, отправка машин без учета их местонахождения в данное время, что приводит к большому расходу топлива и не оптимальному расходу ресурсов данной службы, к длительному ожиданию и негативным отзывам со стороны клиентов.

Приложение для автоматизации работы службы такси было разработано с использованием языка JAVA. Такие приложения значительно оптимизируют и повышают эффективность работы служб по оказанию услуг населению.

**А. Б. Усатов, В. В. Комраков**  
(УО «ГГТУ им. П. О. Сухого», Гомель)

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИСТОРСИИ СИСТЕМЫ КАМЕРА– МИКРОСКОП ПРИ ПОМОЩИ БИБЛИОТЕКИ OPENCV**

Камеры присутствуют вокруг нас уже более сотни лет. Однако, с появлением дешевой камеры-обскуры в конце 20-го века, они стали обычным явлением в нашей повседневной жизни. К сожалению, эта дешевизна имеет свою цену: присутствуют значительные искажения. К счастью, эти искажения имеют постоянную природу и с помощью калибровки и некоторых математических преобразований мы можем их исправить. Кроме того, с помощью калибровки также возможно определить соотношение между натуральными единицами камеры (пикселями) и реальными единицами измерения (например, миллиметрами).

OpenCV (open source computer vision library) – это библиотека компьютерного зрения с открытым исходным кодом. Включает в себя различные алгоритмы компьютерного зрения, распознавания изображений и многое другое, работающих в реальном режиме времени. Все желающие могут использовать библиотеку OpenCV бесплатно, как в образовательных целях, так и в коммерческих проектах.

Для определения искажения оптической системы «объектив камеры-оптический микроскоп» OpenCV учитывает радиальные и тангенциальные коэффициенты. При этом используется математическая модель [1], которая позволяет определить шесть коэффициентов радиальной дисторсии, два коэффициента тангенциальной дисторсии и четыре коэффициента призматической дисторсии. Однако для определения этих коэффициентов и калибровки оптической системы необходимо использовать образец, на котором изображена черно-белая шахматная доска либо круги, расположенные в шахматном порядке. При этом возникают огромные трудности при изготовлении таких образцов в микроскопическом масштабе. Поэтому в качестве образцов для калибровки использовался образец шероховатости, представляющий собой ряд параллельных полос вырезанных на стеклянной пластинке. В этом случае можно использовать математическую модель библиотеки OpenCV для калибровки системы «объектив камеры-оптический микроскоп».

В результате возможна бесшовная стыковка изображений соседних участков, полученных с помощью оптического микроскопа для получения детального изображения большого участка поверхности.

### **Литература**

1 Zhengyou, Zh. A flexible new technique for camera calibration. Pattern Analysis and Machine Intelligence / Zh. Zhengyou. – IEEE Transactions on, 2000. – № 22 (11). – P. 1330 – 1334.

**А. Л. Чиркун, М. И. Жадан**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

### **РАЗРАБОТКА ANDROID-ПРИЛОЖЕНИЯ «ТОВАРЫ»**

Сейчас сложно представить нашу жизнь без современных мобильных устройств. И одно из самых востребованных приложений – приложения, предоставляющие возможность покупки/продажи товаров или услуг. Такая популярность мобильных устройств связана с огромным количеством приложений для платформ IOS и Android. В связи с этим пользователь нуждается в простом и удобном приложении, которое не вынуждает его подолгу сидеть и разбираться в принципах его работы.

Для разработки приложения для Android необходимо установить программный продукт Android Studio, который предоставляет одновременно возможности среды разработки и встроенные эмуляторы для запуска приложения после его компиляции.

Разработка приложений началась с тщательного обдумывания удобного и простого в использовании интерфейса, а также способы его реализации. При разработке приложения сначала был прорисован экран авторизации либо регистрации пользователя, если он не был авторизован в системе до этого. Дизайн экранов Android-приложений был взят из предоставленных на официальном сайте Android.

Приложение получает информацию из баз данных и предоставляется пользователю. Структура пользовательского интерфейса приложения состоит из набора контроллеров, на которых отображаются полученная информация из базы данных и элементы управления. Переход между страницами организован с помощью нижнего меню.

Визуальный интерфейс адаптируется под различные размеры экранов и ориентацию устройства.

В результате работы реализовано приложение, предоставляющее пользователю возможность быстрой и удобной покупки товаров. Это приложение поможет найти подходящий вам товар по критериям поиска, а простой в пользовании интерфейс упростит задачу. При выборе товара отображается подробная информация о нем и его цена.

Приложение адаптировано для работы на мобильных устройствах под управлением операционной системы Android. Визуальный интерфейс адаптируется под различные размеры экранов и ориентацию устройства. При разработке использовался язык Java.

**Н. А. Шафирова, М. В. Москалева**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ РАБОТЫ ПРОДУКТОВОГО МАГАЗИНА**

В наше время, практически все аспекты жизни тесно связаны с техникой, программным обеспечением. Не стала исключением и торговая отрасль. При таком бурном развитии, всё больше торговых объектов нуждаются в автоматизации. В частности, это касается рабочих мест на кассах, складах и т. д. Основная идея и задача автоматизации в данной отрасли – избавить работников от монотонных действий, упростить учет, движения и отпуск товаров. Также по возможности требуется сделать эти процессы максимально простыми и удобными для человека, что в свою очередь позволит повысить скорость его работы и максимизирует прибыль. Безусловно, автоматизация очень важна и должна применяться в большинстве случаев.

Именно для этого и разрабатываются автоматизированные рабочие места, или сокращенно АРМ. В общей формулировке АРМ – это совокупность технических и программных средств для автоматизации действий работника в соответствии с определенными требованиями. Проще говоря – АРМ предназначен для исключения большинства действий работника, выполнявшихся вручную, более примитивными методами. Например, запись чего-то на бумагу, внесение кода товара вручную вместо считывателя штрих-кодов и т. д. А при долж-

ном и правильном подходе к разработке в итоге не только повышается скорость работы, но и снижается процент ошибок.

В данной работе рассмотрено автоматизированное рабочее место оператора ЭВМ магазина. Языком для разработки выбран C++, давно зарекомендовавший себя как стабильный, быстродействующий и универсальный.

Основное назначение программного продукта – ведение учета товаров. Предусмотрен и мониторинг движения товаров (поступления, продажи, расходы), формирование розничных цен, учет товара в магазине, оприходование товара в базе данных.

Программа располагает удобным и продуманным графическим интерфейсом. Благодаря этому, пользователь может вести работу с максимальным комфортом, быстро получать доступ к нужным функциям.

**А. А. Юркина, М. М. Кожевников**  
(УО «МГУП», Могилев)

## **ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ТРАЕКТОРИЙ ДВИЖЕНИЙ РОБОТОВ НА ОСНОВЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ КОНФИГУРАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА**

Предложена программная реализация методов и алгоритмов формирования статистических моделей конфигурационного пространства сборочно-сварочных роботов манипуляторов. Разработанные методы и алгоритмы реализованы в виде программных модулей и использованы для обеспечения возможности формирования движений роботов-манипуляторов на основе статистической модели в исследовательской системе моделирования робото-технологических комплексов (РТК). Эта система представляет собой комплекс программных средств, обеспечивающих возможность трёхмерного моделирования РТК дуговой и точечной контактной сварки. Система реализована на базе графического пакета Mechanical Desktop фирмы Autodesk, дополненного соответствующей базой данных. Эта база данных содержит файлы и описания промышленных роботов, сварочных горелок и клещей, манипуляторов изделий (позиционеров), сварных конструкций и соответствующей оснастки.

Предоставляемое программное обеспечение реализует следующие функции:

1. Формирование прямолинейных и круговых участков траекторий промышленного робота, с учетом частоты дискретизации управляющего контроллера.

2. Перемещение робота по точкам сварного шва с реализацией интерполяции вдоль линейных и круговых сегментов.

3. Тестирование столкновений на основе статистической модели на каждом шаге интерполяции.

4. Визуальный контроль столкновений с выделением декартовых координат до 10 точек в которых произошли столкновения.

5. Визуальный контроль расположения технологического инструмента относительно конструкции и линий сварных швов.

Таким образом, разработанный программный модуль формирования движений роботов на основе статистических моделей конфигурационного пространства позволяет организовать интерактивную работу с роботом при планировании его траекторий.

**В. В. Ярмач, А. Б. Демуськов**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **GOOGLE SPREADSHEET КАК СРЕДСТВО УПРАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЕМ ЗАНЯТИЙ ФАКУЛЬТЕТА**

Ввод, отображение, изменение, печать и прочие задачи с расписанием факультета являются постоянным в работе заместителей деканов факультетов по учебному процессу. Диапазон применяемых средств относительно разнообразен – от ручной записи на листе А1, до использования разного рода «подручных» программных средств пакета Microsoft Office. В работе предлагается применение онлайн-инструмента для работы с расписанием – Google Spreadsheet.

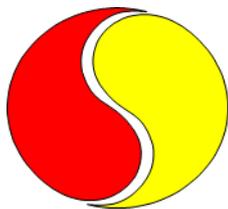
По сравнению с существующими программными средствами инструмент обладает следующими преимуществами:

- является системой-аналогом известного инструмента Microsoft Office Excel, работать с которым умеют практически все преподаватели;
- расположена в сети Интернет и доступна для работы с любой точки земного шара;
- встроенная система разделения прав доступа, настройку которой может сделать практически любой пользователь;

- встроенная система уведомлений об изменениях в расписании;
- поддержка одного из самых популярных языков программирования JavaScript;
- возможность взаимодействия с популярными СУБД;
- возможность использования всей экосистемы Google (gmail, tasks, docs, drive и пр.).

На данный момент реализованы следующие возможности работы с расписанием:

- внесение занятий, аудиторий, преподавателей из БД;
- контроль за совпадением аудиторий в одно и тоже время проведения занятий;
- экспорт данных расписания в JSON формат, который может быть использован внешними приложениями (веб-сервисы, веб-клиенты, мобильные клиенты);
- взаимодействие с внешней СУБД MySQL, хранящей данные о преподавателях, аудиториях, предметах.



## ПЕРВЫЕ ШАГИ В IT-СФЕРЕ

---

---

**Н. В. Алексеенкова, Е. В. Комракова**  
(УО «ГГТУ им. П. О. Сухого», Гомель)

### **МЕТОДЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПОВЕРХНОСТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИБЛИОТЕКИ OPENGL**

Спецификация, которая пользуется большим спросом в качестве разработки программного обеспечения систем визуализации двумерных и трехмерных сцен, называется интерфейсом прикладного программирования OpenGL (Open Graphics Library)[1].

Интерфейс прикладного программирования OpenGL позволяет использовать при разработке программного обеспечения возможности отображения трехмерной графики, которые, в свою очередь, могут полностью задействовать весь потенциал видеокарты. Визуализация поверхности выполняется путем интерполяции цветов поверхностей в модели освещения.

К основным требованиям визуализации поверхностей можно отнести: быстрая прорисовка объектов создаёт мгновенный отклик программы на смену координат и масштаба; минимальные погрешности визуализации; выполнение матричных операций; преобразование проецированных объектов.

Библиотека OpenGL может предоставить весьма широкий и полный набор функций для визуализации двумерных и трехмерных объектов, а также возможности, в определённой степени, использовать освещение, которое, в свою очередь, основано на использовании приближенных к реальности упрощенных математических моделей.

Для построения любого геометрического объекта из точек используются различные режимы, которые описываются правилами объединения вершин в полигоны. Такие режимы рисования возможны лишь методом перечисления точек между командами `glBegin()` и

glEnd(), причем при вызове функции glBegin указывается, в каком виде будут соединены полигоны.

На основе данных методов была разработана программа, которая позволяет отрисовывать трёхмерные и двумерные объекты с использованием различных моделей освещения.

### Литература

1 Линд, Д. Lotes Notes и Domino 5/6. Энциклопедия программиста / Д. Линд, С. Керн. – К.: ООО «ТИД ДС», 2003. – 1024 с.

**А. А. Артёменко**

(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## СОЗДАНИЕ БРАУЗЕРНОЙ ИГРЫ «ЗМЕЙКА» НА ЯЗЫКЕ JAVASCRIPT

Браузерная игра – это игра, которая использует интерфейс браузера и, в большинстве случаев, не требует установки на компьютер пользователя.

При первом открытии файла в браузере, запускается скрипт и пользователь может приступить к игре, при неудаче рекорд пользователя будет записан, и пользователь может начать новую игру.

В данной браузерной игре (рис. 1) был реализован такой перечень возможностей как управление змейкой с помощью стрелок, запись рекордов и защита от ошибок.

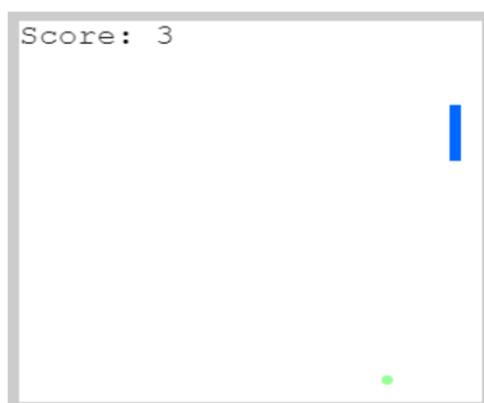


Рисунок 1 – Главная страница браузерной игры

Браузерная игра была разработана на основе языка JavaScript [1]. Данный язык используется в основном как встраиваемый язык для программного доступа. Наиболее широкое применение он имеет в браузерах как язык сценариев.

### **Литература**

1 Кингсли-Хью, Э. JavaScript 1.5: учебный курс / Э. Кингсли-Хью, К. Кингсли-Хью. – СПб.: Питер, 2002. – 272 с.

**В. А. Баранов**

*(УО «БГТУ», Минск)*

## **ШИФРОВАНИЕ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ ДИНАМИЧЕСКОГО ГЕНЕРИРОВАНИЯ КОДА**

Принцип данного шифрования в том, что максимальная защита наблюдается в случае, когда каждый символ получает свой уникальный код, который генерируется динамически по ходу процесса шифрования, и который никогда не будет повторяться по какому-либо закону, создавая эффект хаоса.

Каждый символ сообщения пользователя обрабатывается отдельно, независимо от остальных. Символ строки передается в функцию пользователя вместе с кодом шифрования, который получен с помощью встроенной функции `random` и функции `clock` стандартной библиотеки `ctime` [1]. В зависимости от алфавита (кириллица или латиница) и от регистра (верхнего и нижнего) символ будет шифроваться по-своему. Само шифрование происходит по принципу шифра Цезаря: символ превращается в тот символ, который стоит в алфавитном порядке справа от исходного на количество, указанное заранее [2]. В нашем случае шифр больше, чем алфавит, поэтому условно алфавит повторяется один за другим бесконечное количество раз. Этот шифр записывается в динамический массив, который имеет размер такой же, как и строка (на каждый символ по шифру). В отличие от шифра Цезаря в данном алгоритме шифруются все символы, а не только алфавитные.

Дешифровка может производиться прямо в программе, используя заранее сгенерированный шифр, однако этот шифр пропадает при закрытии программы, или при шифровании другого сообщения. Де-

шифровка таким методом делает невозможным чтение сообщения на другом девайсе. Чтобы дешифровать сообщение, следует ввести зашифрованную строку и ее шифр.

### Литература

1 Пацей, Н. В. Основы алгоритмизации и программирования: учеб.-метод. пособие для студентов специальности «Информационные системы и технологии (издательско-полиграфический комплекс)» / Н. В. Пацей. – Минск: БГТУ, 2010. – 289 с.

2 Циммерман, Ф. Введение в криптографию / Ф. Циммерман. – RGP Corporation, 2004. – 18 с.

**А. В. Бартновская, Е. В. Комракова**  
(УО «ГГТУ им. П. О. Сухого», Гомель)

### СПОСОБЫ ЗАКРАШИВАНИЯ ФИГУР С НЕПРАВИЛЬНЫМИ ГРАНИЦАМИ

В данной работе было рассмотрено два алгоритма по закрашиванию фигур с неправильными границами. Алгоритмы граничного и потокового заполнения.

Суть алгоритма граничного заполнения заключается в следующем: если граница данной области задается одним цветом, то закрашивание области производится до цветной границы фигуры [1].

Алгоритм заполнения начинается с внутренней точки  $(x, y)$ , при этом идет проверка соседних точек. Существует четырехсвязный и восьмисвязный методы по обработке соседних точек (рис. 1).

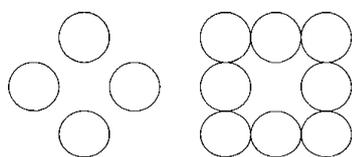


Рисунок 1 – Методы по обработке соседних точек

При четырехсвязном методе проверяются точки, которые находятся слева, справа, снизу и сверху от выбранного пикселя, а при восьмисвязном добавляются точки по диагонали. Для рекурсивного метода закрашивая заданной области необходимо использовать параметр fillColor до границы, параметр которой задается при помощи ме-

тогда `borderColor`. Для восьмисвязного метода необходимо использовать дополнительные условия для диагонали  $(x \pm 1, y \pm 1)$ .

Процедура потокового заполнения дает возможность закрашивания или перекрашивания области, которая не описывается с помощью одной цветной границы. Отличием от предыдущего подхода является то, что всем пикселям, значение которых соответствует цвету области, присваивается цвет заполнения.

Таким образом можно сделать вывод, что способы, которые основаны на взятии точки внутри фигуры, а так же информация о цвете границ или внутренней ее части, удобны и практичны для закрашивания фигуры с неправильными границами.

### Литература

1 Херн, Д. Компьютерная графика и стандарт OpenGL / Д. Херн, М. П. Бейкер. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2005. – 1168 с.

**А. А. Бельский, Н. С. Цветков**

*(УО «БГТУ», Минск)*

### ТЕХНОЛОГИЯ ЯНДЕКС.DNS

Чуть более 30 лет назад интернет, благодаря системе DNS, стал структурированной системой, в которой части иерархической структуры подвластны администрированию со стороны различных людей или организаций. Был бы интернет таковым, каким мы его знаем сейчас, не будь DNS – большой вопрос.

Что такое DNS? DNS, она же Domain Name System – это система доменных имён, распределённая между тысячами серверов по всему миру. Например, если в адресной строке ввести `yandex.ru`, то в ответ DNS-сервер пришлёт адрес вида `5.255.255.5`, откуда браузер тут же начнёт загрузку сайта Яндекса [1].

Из-за того, что обращения браузера пользователя проходят через несколько узлов, эти обращения могут быть уязвимы для хакерских атак. Чтобы избежать задержек в ответах и уберечь пользователей от нежелательного контента и взлома, Яндекс разработал Яндекс.DNS – бесплатный, быстрый и, когда это необходимо, защищённый DNS-сервис. Он способен обеспечивать высокую скорость обра-

ботки запросов и оберегать пользователей от нежелательного контента, действий ботов и хакерских атак.

Как это работает? Базовый режим Яндекс.DNS не блокирует опасные сайты и «взрослые» материалы, но, если пользователь находится в Евразии, быстро принимает запросы и мгновенно отвечает. В безопасном режиме пользователи защищены от действий ненадёжных сайтов и подозрительных страниц, которые, например, могут воровать личные данные. О возможных опасностях заботится технология Sophos, которая выявляет опасные страницы на основе их поведения в момент посещения.

### Литература

1 ООО«Яндекс» // Яндекс.DNS [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: [https://yandex.ru/company/technologies/dns\\_new/](https://yandex.ru/company/technologies/dns_new/). – Дата доступа: 27.02.2019.

**А. А. Бесман**  
(УО «БГТУ», Минск)

## ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ В ОБРАЗОВАНИИ

Для подготовки квалифицированных специалистов нужны теория и практика. В их получении могут помочь VR технологии [1].

Внедрение VR в образование даёт следующие преимущества:

– Наглядность и вовлечение. Технологии VR могут смоделировать и воспроизвести процессы, явления любой сложности.

– Безопасность. Такие специальности как летчики, врачи, инженеры и другие, могут безопасно для себя получать или улучшать свои практические навыки путем взаимодействия с объектами виртуальной реальности, чем если бы они делали это в реальной жизни.

– Фокусировка. Пространство, смоделированное в VR, человек может с легкостью рассмотреть в панорамном диапазоне на 360 градусов, не отвлекаясь на внешние факторы.

– Возможность проводить виртуальные уроки или практические занятия вне зависимости от погодных условий.

VR технологии дают возможность проведения интересных и захватывающих виртуальных уроков. Позволяют получить реальный

опыт взаимодействия с объектом изучения, повышая эффективность обучения и вероятность запоминания. Также способны сэкономить расходы на обучение, затрачиваемые ресурсы, снизить количество получаемых во время реальной практики травм и гибели людей.

### **Литература**

1 Иванько, А. Ф. Дополненная и виртуальная реальность в образовании / А. Ф. Иванько, М. А. Иванько, М. Б. Бурцева // Молодой ученый. – 2018. – № 37. – С. 11 – 17. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/223/52655/>. – Дата доступа: 26.02.2019.

**Е. Д. Бородина**  
(УО «БГТУ», Минск)

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ ПРОИЗВОДСТВОМ (НА БАЗЕ СТАНДАРТА MRP)**

В последние несколько десятилетий стремительно росла сложность промышленных производств, увеличивались запросы клиентом к изготавливаемой продукции, становились всё выше требования к её качеству и скорости изготовления, а самое главное – это рост количества информации, которой производство должно своевременно и качественно оперировать для эффективного функционирования. Это потребовало совершенствования методологии и технологии управления производством, а именно базой данной его [производства] информации [1].

Именно поэтому мы рассмотрим стандарт MRP (Manufacturing Resource Planning). Это стандарт управления промышленным предприятием, который учитывает все этапы, нюансы изготовления готовой продукции, а также конфигурирует их между собой для ускорения и упрощения работы. По-настоящему, существенно ускорить работу при помощи MRP стало возможно в последние несколько лет, ведь обработка очень большого количества информации из баз данных, содержащих в себе всю информацию предприятия, напрямую зависит от вычислительных мощностей (под это определение можно отнести практически все модули компьютера, от процессора до охлаждающей системы, ведь всё напрямую влияет на его [компьютера] мощность) компьютеров.

Качественное приложение, оперирующее базами данных и их конфигурирующее, основанное на стандарте MRP, (иными словами MRP-система) позволит значительно увеличить уровень обслуживания клиентов, повышается производительность и снижаются затраты на изготовление продукции, так как всё вычисляется программно, по большей части отсутствует человеческий фактор, допустить какую-либо ошибку практически невозможно.

В качественной MRP-системе ключевым является эффективная компьютерная программа, или же, другими словами, компьютерная система, а также владеющие необходимыми знаниями о данной системе и обслуживающие её люди. На данный момент, в связи с активно развивающимися информационными технологиями, существует множество компьютеров, в которых оптимально сочетаются такие параметры, как цена и производительность. Таким образом, сейчас даже некрупное предприятие может позволить себе содержать и обслуживать MRP-систему.

### **Литература**

1 Гаврилов, Д. А. Управление производством на базе стандарта MRP II / Д. А. Гаврилов. – СПб.: Питер, 2008. – 416 с.

**А. В. Вакулина, Е. В. Комракова**  
(УО «ГГТУ им. П. О. Сухого», Гомель)

### **СОЗДАНИЕ ГРАФИЧЕСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ С ПОМОЩЬЮ OPENGL**

Графический интерфейс пользователя (GUI – graphical user interface) – это модель интерфейса пользователя, состоящая из набора графических элементов, таких как: окна, меню, кнопки, графики, списки, представленные в виде изображений.

OpenGL (Open Graphics Library) – это специальная библиотека для программирования приложений, которая содержит в себе готовые решения (команды) для создания 2D и 3D изображений. Каждая команда выполняет функцию рисования объекта или создания специальных графических эффектов. OpenGL не зависит от характеристик операционных систем и имеет специальные связующие подпрограм-

мы как для работы с Windows и macOS, так и с мобильными операционными системами. Библиотека имеет большое количество восторженных возможностей, запрашиваемых через API. К ним относятся удаление скрытой поверхности, задание прозрачности, свечения, теней, сглаживания, а также управления сценой и объектами [1].

С помощью OpenGL и подключаемой библиотеки утилит GLUT, был создан графический интерфейс приложения, которое отображает графики, двумерные и трехмерные модели геометрических фигур, после выбора пользователя в специальном меню соответствующих математических формул и координат, которое находится слева от главного окна. Вместе с отображением заданного объекта, на экране появляются различные кнопки управления.

Программа также имеет ряд встроенных функций, к которым относятся: возможность выбора готовых фигур и графиков из предложенного списка; масштабирование объекта; вращение сцены.

Данная программа может быть использована в учебных и общеобразовательных целях для быстрого и удобного отображения графиков и моделей геометрических фигур.

### **Литература**

1 Херн, Д. Компьютерная графика и стандарт OpenGL / Д. Херн, М. П. Бейкер. – М.: Изд. дом "Вильямс", 2005. – 1168 с.

**К. А. Вычиков, Н. Б. Осипенко**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **СОЗДАНИЕ ПРОСТЕЙШЕЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ НА PYTHON**

На сегодняшний день алгоритмы машинного обучения используются для решения самых разнообразных задач, таких как классификация, регрессия, кластеризация (выделение в выборке групп объектов, которые обладают общими свойствами) и т.п. Алгоритмы подобного типа используются, например, при просмотре новостей в Google News, при этом алгоритмы машинного обучения выделяют различные виды новостей, такие как спорт, ЧП, бизнес, киноиндустрия и т. д. Рассмотрим решение задачи машинного обучения на упрощенном примере выбора с помощью простейшей нейронной сети.

Пусть наша нейронная сеть должна решить идти или не идти на улицу и на наше решение влияют три параметра: наличие на улице мяча, дождя и друзей. На улицу не идём при наличии: 1) только дождя; 2) только мяча и дождя; 3) отсутствия дождя, мяча и друзей. Во всех остальных случаях – мы идём. Для решения данной задачи построим модель трёхслойной нейронной сети. В первом слое три нейрона, во втором (скрытом) – два нейрона, в выходном – один нейрон. На первый слой подаются значения 0 (отсутствие) или 1 (наличие) для трёх приведенных выше параметров. Сама нейронная сеть возвращает также значения 0 (идём) или 1 (не идём).

Установим функцию активации  $f(x)$  на скрытом и выходном слое так:  $f(x) = \begin{cases} 1 & x \geq 0,5 \\ 0 & x < 0,5 \end{cases}$ . В результате обучения находятся веса связи нейронов. В нашем случае нейронная сеть будет возвращать верный ответ при следующих значениях весов. Веса двух нейронов скрытого слоя: на первом нейроне –  $[0.25, 0.25, 0]$ , на втором –  $[0.5, -0.4, 0.9]$ , а на выходном нейроне –  $[-1, 1]$ .

Для создания нейронных сетей удобно использовать язык программирования Python, так как в нем имеется множество полезных библиотек. В описанном выше примере использована библиотека NumPy (библиотека линейной алгебры), так как с её помощью можно создать объект array, у которого есть метод dot для того, чтобы умножать матрицы или вектора. Так же у Python имеются библиотеки для работы с изображениями, аудио и большим объёмом данных.

**Ю. В. Геренцева**

*(МОУВО «Белорусско-Российский университет», Могилёв)*

## **МЕСТО PYTHON В СОВРЕМЕННОЙ ЖИЗНИ ОБЩЕСТВА**

Внедрение Python было начато в декабре 1989 года Гвидо Ван Россумо в Нидерландах. Python – объективно-ориентированный высокоуровневый язык программирования со встроенной динамической семантикой, предназначенной в первую очередь для разработки веб-приложений. Этот язык известен своей природой общего назначения, что делает его применимым практически в каждой области разработки программного обеспечения [1].

В настоящее время Python пользуется популярностью у множества программистов в различных странах мира, причем ежедневно число пользователей постоянно увеличивается. Причины популярности языка является то, что он работает на OS/2, Macintosh, UNIX, Windows с одинаковой эффективностью. Python используется во многих крупных компаниях, таких как Google и Dropbox.

Программы на Python разрабатываются приблизительно в 2 – 3 раза быстрее, нежели с использованием компилируемых языков (C, C++, Pascal). Поэтому, язык может представлять большой интерес для профессиональных программистов, разрабатывающих приложения, не критичных к скорости выполнения, а также программы, использующие сложные структуры данных.

Взяв за основу анализ Jobs Tractor, который учитывает более 40 000 вакансий разработчиков, опубликованных в Twitter, потребность в программистах, которые работают с Python – более 1 500 человек. Согласно Wikipedia, Python вошел в восьмёрку наиболее популярных языков программирования по версии TIOBE Programming Community Index. Если не учитывать отдельно языки с C-подобным синтаксисом, то Python входит в тройку самых популярных языков.

Таким образом, в современной жизни общества Python занимает неотъемлемую часть в области программирования.

### **Литература**

1 PHP, Ruby, Python – краткая характеристика трёх языков программирования [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <https://www.internet-technologies.ru/articles/php-ruby-python-harakteristika-yazykov-pro-grammirovaniya.html>. – Дата доступа: 20.02.2019.

**В. В. Гололобов, М. И. Жадан**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

### **РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

Разработка и внедрение энергосберегающих а так же ресурсосберегающих технологий в строительстве приводит к более расширенному поиску решений ряда оригинальных задач а зачастую трудновыполнимых.

Особое внимание уделяется методам вариантного проектирования и оптимизационных методов расчета для нахождения оптимального решения. В настоящее время, используя элементы технико-экономического сравнения вариантов устройства фундаментов, осуществляется выбор наиболее оптимального конструктивного решения фундамента.

Задачей предлагаемой работы является выбор наиболее эффективного решения построения фундамента. Это решение связано с такими факторами как: правильная оценка инженерно-геологических условий строительной площадки; работа грунтов в основании совместно с фундаментами и надземными конструкциями; способа устройства фундамента, гарантирующего сохранность природной структуры грунта.

Получение качественных характеристик эффективного решения связано со значительным объемом расчетов на ЭВМ. Особенно важно применение ЭВМ для проектирования сложных систем фундаментов с учетом загрузки всех соседних фундаментов, а также при расчете совместной работы системы основание – фундамент – сооружение. Такая система может быть рассчитана с помощью ЭВМ, например, методом конечных элементов, учитывающим свойства грунтов.

Эффективное решение этой проблемы может быть получено методами математического моделирования на основе теории систем и системного подхода, методов нелинейной теории упругости и метода конечных элементов и (или) суперэлементов при использовании современных компьютерных технологий.

Так же как важно наличие необходимых приложений, важна их общедоступность. В связи с появлением всемирной сети доступность обработки данных упрощается. Таким образом, создание сетевых ресурсов для расчета деформаций грунтовых оснований фундаментов просто необходимо. Оно не просто упростит доступ к необходимым расчетам, а так же сделает доступным эти расчеты для большого количества людей.

**Я. Г. Гриневич, А. Д. Савостин, Н. А. Жилияк**  
(УО «БГТУ», Минск)

## **ДОСТИЖЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ**

Искусственная нейронная сеть – математическая модель, а также её программное или аппаратное воплощение, построенная по принципу

организации и функционирования биологических нейронных сетей – сетей нервных клеток живого организма. Это понятие возникло при изучении процессов, протекающих в мозге, и при попытке смоделировать эти процессы [1]. После разработки алгоритмов обучения, получаемые модели стали использовать в практических целях: в задачах прогнозирования для распознавания образов, в задачах управления и др.

Компания NVIDIA разработала алгоритм, который создаёт человеческие портреты, и лица, сгенерированные искусственным интеллектом, которые невозможно отличить от настоящих. Достичь пугающего сходства получилось благодаря работе генеративно-сопоставительной нейросети – одна её часть, основываясь на огромной фотобазе, рисовала портреты несуществующих людей, а вторая – проверяла, хорошо ли ей удаётся. После тысяч испытаний получились очень реалистичные фото. Ко всему этому нейросеть умеет добавлять к основному изображению новый аспект – форму глаз, цвет кожи, выражения лица и т. д.

Нейросеть работает не только с изображениями людей. Автомобили, интерьер – алгоритм обрабатывает и такой фотоматериал. Особенности исходных изображений изолируются, воспроизводятся индивидуально и добавляются к другим изображениям – получается бесконечное число новых вариаций. Самостоятельно опробовать нейросеть можно даже на смартфоне. Разработчик Филипп Ван запустил сайт [Thispersondoesnotexist.com](https://thispersondoesnotexist.com) – генератор лиц людей, которых не существует в реальной жизни. При каждом обновлении на странице за пару секунд создается уникальный реалистичный портрет человека.

### **Литература**

1 Нейросеть научили создавать лица несуществующих людей [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <https://medialeaks.ru/1512vma-neyroset/>. – Дата доступа: 28.02.2019.

**Д. С. Гурский, Н. Б. Осипенко**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИБЛИОТЕК GLEW, GLFW И FREETYPE ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ИГРЫ**

В работе описывается опыт создания компьютерной видеоигры с использованием библиотек GLEW, GLFW и FreeType.

Открытая библиотека OpenGL описывает набор функций и их поведение и не содержит самой реализации. Реализации этих функций должны быть выполнены поставщиками оборудования. OpenGL позволяет некоторым производителям добавлять новый функционал посредством механизмов расширений. Сложность состоит в том, что для использования нового функционала необходимо в коде подключать расширение (находить прототип функции, её реализацию, затем сохранить указатель на функцию).

Библиотека GLEW обеспечивает механизмы для определения поддерживаемого функционала, что не требует поиска и подключения каждой функции. Для взаимодействия с окном и контекстом OpenGL в разрабатываемом приложении используется библиотека GLFW, которая предоставляет удобный и понятный API.

Видеокарта занимается рисованием исключительно примитивов (точки, линии, треугольники) и не содержит функционала для отображения символов. Для этого в разрабатываемом приложении используется библиотека FreeType, которая позволяет загружать шрифты различных форматов. В процессе разработки приложения был создан класс, который объединяет загрузку шрифта при помощи FreeType с созданием текстуры каждого символа этого шрифта и сам метод отображения (печати) текста. В разрабатываемом приложении используются шрифты true-type, которые хранятся в векторном формате и не теряют качества при масштабировании, как это видно на рисунке 1.

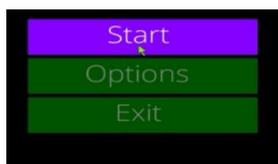


Рисунок 1 – Фрагмент в разрешении 1024\*768, увеличенный до размера 1920\*1080

**И. С. Денисюк**  
(УО «БГТУ», Минск)

## **BRAINGATE**

BrainGate – это нейропротез, созданный и ранее принадлежащий Cyberkinetics, который в настоящее время находится в стадии разра-

ботки и в клинических испытаниях, призван помочь тем, кто потерял контроль над некоторыми функциями организма.

Принцип работы BrainGate: датчик, который имплантирован в мозг, состоит из 100 тонких электродов, воспринимающих сигналы нейронов в определенных областях мозга, контролирует его активность у пациента, преобразуя намерение пользователя в компьютерные команды. Например: область, которая контролирует движение руки, датчик преобразует эту активность в электрически заряженные сигналы, которые затем отправляются на внешнее устройство и декодируются в программном обеспечении. Декодер подключается и может использовать сигналы головного мозга для управления внешним устройством.

Исследования и результаты: в последнем исследовании, результаты которого представлены в научном издании PLOS ONE, BrainGate был имплантирован в мозг трёх человек, с разными заболеваниями. В итоге пациенты смогли выполнить ряд простых действий силой мысли: совершить покупку в Интернете, провести поиск видео на YouTube, просмотреть новости, просмотреть музыкальную подборку в потоковом сервисе, а также написать электронные письма и сообщения в чатах. Одна испытуемая даже смогла сыграть фрагмент «Оды к радости» Бетховена на цифровом пианино [1].

В скором времени BrainGate поможет многим людям не только более активно взаимодействовать с семьёй и друзьями, но и существенно облегчит им жизнь.

### Литература

1 Трансгуманизм [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <https://transgumanizm.fandom.com/ru/wiki/BrainGate>. – Дата доступа: 28.02.2019.

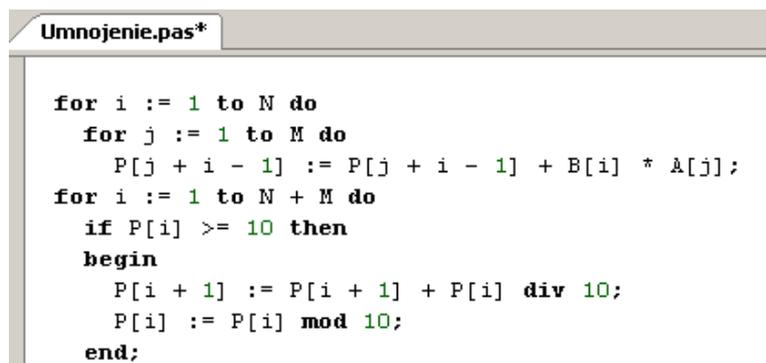
**А. Ю. Добшиков, М. И. Жадан**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕЙСТВИЙ С МНОГОЗНАЧНЫМИ ЧИСЛАМИ

Один из способов представления чисел в ЭВМ – запись числа в виде массива его цифр. Такая запись позволяет удобно работать с многозначными числами. Мы будем моделировать арифметические действия

сложения, вычитания и умножения над двумя многозначными числами, записанными в виде массива цифр (эти числа неотрицательны). Выбранный способ записи многозначных чисел позволяет сделать алгоритмы для этих операций в виде вычисления «в столбик».

В качестве примера рассмотрим алгоритм нахождения произведения чисел  $A$  и  $B$ . Необходимо умножить число  $A$  по очереди на элементы массива  $B$ , накапливая соответствующие произведения в массиве  $C$  и не забывая сдвигать присваивание на соответствующий элементу  $B$  отступ. Затем необходимо проверить получившийся массив  $C$ , перенося в старшие разряды десятки и сохраняя в текущем разряде единицы. Массив  $C$ , полученный, описанным выше образом, будет являться числом произведением  $AB$ . Если  $A$  и  $B$  – некоторые неотрицательные числа, то фрагмент алгоритма нахождения их произведения  $P = AB$  на языке программирования Pascal приведен на рисунке 1 ( $M$  и  $N$  – длины чисел  $A$  и  $B$ ):



```
Umnojenie.pas*
for i := 1 to N do
  for j := 1 to M do
    P[j + i - 1] := P[j + i - 1] + B[i] * A[j];
for i := 1 to N + M do
  if P[i] >= 10 then
  begin
    P[i + 1] := P[i + 1] + P[i] div 10;
    P[i] := P[i] mod 10;
  end;
```

Рисунок 1 – Фрагмент алгоритма нахождения произведения чисел  $A$  и  $B$

Вышеприведенный алгоритм напоминает арифметические операции «в столбик». Этим и объясняется их простота и естественность, позволяющая оперировать с многозначными числами там, где стандартные представления неотрицательных чисел этого сделать не позволяют. Также реализованы алгоритмы для сложения и вычитания.

**В. Г. Дюндя**

(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕРВИСА ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ОБРАТНОГО ПОИСКА В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ**

Целью работы является спроектировать сервис для распознавания изображений и обратного поиска в социальных сетях.

Благодаря использованию сервиса для распознавания изображений и обратного поиска в социальных сетях будет решено ряд проблем во многих сферах деятельности.

Поиск изображений по содержимому – это раздел компьютерного зрения, который решает проблему поиска изображений с требуемым содержанием в большом количестве цифровых изображений. Одной из характеристик хорошего алгоритма распознавания является распознавание значимых областей, которые содержат наибольшее количество информации. Чтобы распознать объекты, люди сосредоточены на углах, текстурах и центрах уникальных форм.

Процессы принятия решений в системах распознавания основаны на взвешенной сумме входов и активаций. Через метод оценки и оценки результата расчета, который, между прочим, прерывистый и, таким образом, не очень полезен в реальности. Более полезная функция активации – выпрямитель, он просто отсекает отрицательную область. Вышеприведенное описание известно как искусственный нейрон. Основа систем глубокого обучения такова, что она стремится сделать процессы более сложными и более абстрактными, упорядочив их по слоям. Таким образом, распознавание изображений работает путем поиска существенных функций.

Для проектирования сервиса будут использоваться некоторые методы для распознавания объектов на изображении. Сервис будет работать как веб-приложение, где пользователи смогут проверить свои изображения.

**Т. А. Заяц, А. В. Заяц**  
(УО «БТЭУ ПК», Гомель)

## **ТЕХНОЛОГИИ ВЕРСТКИ АДАПТИВНОГО ВЕБ-ДИЗАЙНА**

Верстка страниц современных интерактивных веб-приложений выполняется на основе макета, который с каждым годом становится всё сложнее структурно и должен быть адаптированным к выводу на экраны устройств с различными размерами и разрешением.

Одна из проблем при разработке макета заключается в том, что при изменении расположения, функционала или поведения любого блока макета разработчику зачастую приходится менять всю его разметку. Ранее для решения подобной проблемы разработчики исполь-

зовали CSS-свойства: float, position, text-align и др. Затем в помощь разработчикам была представлена спецификация CSS Flexbox, которая открыла новый подход к размещению элементов: страница разбивается на flexbox-блоки по строкам или по столбцам, а затем для каждого элемента в блоке может быть задан определенный порядок следования, выравнивание, отступы и размеры.

Однако при работе с Flexbox приходится выбирать между осью X и осью Y, т. е. работать только с колонками или только строками. С появлением в CSS системы Grid Layout стало возможным работать с двумя осями и создавать двумерные макеты. Основная идея Grid состоит в том, чтобы представить веб-страницу в виде сетки, т. е. разбить страницу на определенный набор строк и столбцов. Затем, указав область на сконфигурированной сетке, разместить в нее необходимые элементы, используя CSS.

Таким образом, с появлением Grid стало возможным точно указывать расположение элементов в сетке, не изменяя разметку HTML-документа. Спецификация CSS Grid содержит новые функции, единицы и свойства для более удобной работы с сеткой (fr, repeat(), fit-content(), min-content и др.). Еще одним достоинством Grid является удобство работы над адаптивностью страниц – можно полностью менять размещение элементов, изменяя только лишь конфигурацию областей сетки при помощи свойства grid-template-areas. А создание резиновых макетов значительно упрощает использование новых единиц измерения – fr.

С декабря 2017 предложение CSS Grid находится в стадии рекомендации на сайте консорциума W3C.

**О. В. Карась, Е. В. Комракова**  
(УО «ГГТУ им. П. О. Сухого», Гомель)

## **ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ТРЁХМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ БИБЛИОТЕКИ OPENGL**

При создании различных графических сцен, используются материальные поверхности и объекты множества различных типов, например, такие как деревья, резина, жидкость, ткани, горы и скалы. Поэтому невозможно найти единый универсальный способ, который

включал бы в себя полный список характеристик разных материалов, который позволял бы описывать все существующие объекты [1].

Чтобы представить твердые объекты, обычно используется их разделение на две широкие категории, причем не все представления возможно строго отнести к той или иной категории. Контурные представления позволяют описать 3D объект как группу поверхностей, разделяющих между собой среду и внутреннюю часть объекта, например, представление объекта через сплайновые участки и грани многоугольника. Представления с разбиением пространства позволяют описывать внутренние характеристики посредством разбиения области пространства, где находится объект, на набор небольших непрерывных неперекрывающихся объёмных тел.

Была разработана программа, в которой были использованы многоугольные поверхности, чтобы можно было точнее описать такие простые объекты, как многогранники и эллипсоиды. Объект описывался как комплект многоугольных граней с указанием координат всех вершин многоугольных участков поверхности объекта. Затем набор координат вершин и информация по краям участков поверхностей записываются в таблицы вместе, куда также заносятся данные и о векторе нормали. Например для построения правильной треугольной пирамиды использовали одну из следующих функций: `lutWireTetrahedron ()` или `glutSolidTetrahedron ()`. Данная программа позволяет представлять различные трехмерные объекты, такие как: многогранники, криволинейные поверхности второго порядка и каплевидные объекты. Выбор объекта, который будет отображен, осуществляется с помощью меню.

### **Литература**

1 Херн, Д. Компьютерная графика и стандарт OpenGL / Д. Херн, М. Паулин Бейкер. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2005. – 1168 с.

**Ю. А. Карленок**

(УО «БГТУ», Минск)

## **ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ЭКОНОМИКЕ**

Нейронные сети – это совокупность множества искусственных нейронов, которые выполняют множество простых процессов. Сама

технология нейронных сетей, или, другими словами, искусственного интеллекта, на сегодняшний день является уникальной, перспективной, многофункциональной и потому применяется во многих сферах деятельности человека. В качестве одного из направлений продвижения и развития искусственного интеллекта можно считать экономику.

Перспективы развития нейросетей в современном мире невообразимо велики. Они применяются в управлении финансами, промышленности, медицине, искусстве. Нейросети оптимально применять для решения задач, которые были плохо формализованы (т. е. тех задач, в которых требуются трудоёмкие и громоздкие вычисления). К типу таких задач относят:

1. Составление прогнозов. Прогнозирование – это тип экономических задач, использующих для решения технологию искусственных нейронных сетей и результатом которых должно быть предсказание наиболее вероятного варианта исхода событий. Это достигается за счет того, что данные сети способны обобщать, систематизировать и находить скрытые зависимости внутри компонент сети, что позволяет им справиться с задачами, указанными выше.

К примеру, они позволяют решить подобные задачи: предсказание, иными словами предположение о наиболее вероятном уровне спроса на новую услугу или товар; предсказание объёмов продаж; предсказание действий клиентов. С помощью технологии искусственного интеллекта, или же ИИ, мы можем, например, корректировать рекламу, предоставляемую пользователям, по мере их заинтересованности в ней; оценка надёжности фирмы и прогнозирование её гипотетического банкротства; прогнозирование изменения стоимости ценных бумаг в некоторый промежуток времени; предсказание рациональности продвижения новых проектов, а также рентабельности этих проектов; оценивание риска предоставления клиенту кредита, а также непосредственно платёжеспособности клиента.

2. Классифицирование элементов экономического анализа – это ещё один тип задач, который может быть решен с использованием технологии искусственных нейросетей. В качестве одного из примеров применения данного типа задач объектов при помощи нейронной сети можно привести классифицирование клиентов, где критерием выступает степень риска предоставления займа.

### Литература

1 Актуальность нейронных сетей [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <http://www.aiportal.ru/articles/neural-networks/actuality.html>. – Дата доступа: 21.01.2019.

**Я. В. Комиссарова**

*(УО «Белорусско-Российский университет», Могилёв)*

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

В настоящее время информационные технологии (ИТ) являются неотъемлемой частью жизни общества. ИТ также активно используются в такой отрасли экономики, как дорожное строительство. Для их реализации в данной сфере существует система автоматизированного проектирования – САПР. В настоящее время наибольшее распространение для проектирования и моделирования объектов транспортной инфраструктуры и организации дорожного движения получили такие программы как: Credo Дороги, ГРИС, Организация дорожного движения и др. (Беларусь), Autodesk Autocad Civil 3D, InfraWorks и др. (США), ИндорСофт IndorCAF/Road, Топоматик Robur (Россия), Bentley Power InRoads (Великобритания), AnyLogic (Россия и Великобритания) и многие другие.

Наряду с этими видами систем, на транспорте и в коммуникациях в последнее время все чаще используются геологические информационные системы (ГИС). Введение элементов информационного моделирования в общий механизм строительных работ позволяет повсеместно принимать целесообразные решения на всех этапах жизненного цикла объекта.

Создание дорог будущего не возможно без применения интеллектуальных транспортных системами (ИТС). За счёт ИТ возможно взаимодействие между участниками дорожного движения, включая инфраструктуру, транспортные средства, дорожно-транспортное регулирование, а также обмен информацией между различными видами транспорта. При разработке системы используются концепции и средства из нескольких классических областей имитационного моделирования: динамические системы, дискретно-событийное моделиро-

вание, системная динамика, агентное моделирование. Кроме этого появляется возможность интегрировать различные подходы с целью получить более полную картину взаимодействия сложных процессов различных объектов.

Быстрое развитие информационных технологий привело к появлению нового подхода в строительстве, заключающегося в создании компьютерной модели нового объекта, которая и несёт в себе все необходимые сведения – Building Information Model (BIM).

**А. В. Кравченко, А. А. Логинов**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## **ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ И СФЕРА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ADOBE PHOTOSHOP**

В данное время наименьшими способностями работать в Adobe Photoshop обладает любой подросток. Очень большое количество людей пользуются данной программой как игрушкой – подретушировать фотку, перед публикацией в социальную сеть, сделать коллаж. На деле Adobe Photoshop – является мощной программой с многообразным инструментарием, которая позволяет делать дизайн-проекты, реставрировать ветхие фото, можно делать рисунки, планы, чертежи, эскизы и т. д. Очень часто программу пользуют для обработки изображений. Таким образом, Adobe Photoshop – это неременный ассистент всех дизайнеров, фотографов и художники всех видов. С помощью Adobe Photoshop художник-дизайнер изобразит чертёж помещения, а web-дизайнер сделает дизайн web-сайта. Без этой программы не обойдутся разработчики маркетинговых и анимационных плакатов.

Версий программы сейчас есть огромное количество. Любая из версий предлагает пользователю что-то новое. При этом, ведущей перечень возможностей остается постоянным, а вследствие этого, в случае, если программист может пользоваться одной из версий Photoshop, то сможет пользоваться и всеми другими. Обычно для тех, кому программа важна для работы, пользуется профессиональной версией Extended. С её поддержкой можно создавать видео и 3D изображение.

Первая версия Adobe Photoshop была создана в 1987 году. Её сделал учащийся Мичиганского колледжа Томас Нолл для платформы

Macintosh. Он именовал её Diplay, но в 1988 году переименовал в ImagePro. В сентябре 1988 года AdobeSystems приобрела права на программу, оставив разработчиком Томаса Нолла, а в 1989 году программу переименовали в Photoshop. В 1990 году был замечен Photoshop 1.0. Как видно программа очень большая и подходит для большинства задач, и если вы решитесь изучать программу, то это дело не одного дня. Однако это стоит того.

**М. М. Лазовик, О. С. Хотулева**

*(МОУВО «Белорусско-Российский университет», Могилёв)*

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБУЧЕНИИ**

Важнейшим направлением процесса информатизации общества является информатизация образования, так как процесс получения новых знаний становится более простым, доступным, появляется возможность приобретать всевозможные знания, не выходя из дома.

IT-технологии дают обучающимся и преподавателям возможность: сделать процесс получения знаний наиболее эффективным; снизить затраты времени на поиск и запись информации, увеличив, тем самым, время на практическую деятельность; дать возможность индивидуального обучения, сделав процесс образования открытым; сделать интересным процесс обучения для категории обучающихся, отличающихся способностями, стилем обучения, с нарушениями здоровья; разнообразить учебную деятельность.

Основные способы внедрения информационных технологий:

1. Электронные учебники – это альтернатива бумажным изданиям. В нём содержатся материалы по основным образовательным программам, а также приложения в виде таблиц, иллюстраций и тестов. Использование ЭУ экономически выгодно. Немногие готовы покупать дорогостоящие печатные издания, а у некоторых нет возможности часто посещения библиотеки.

2. Электронные тестовые системы – максимально быстрый способ проверки и контроля знаний и оперативной работой над пробелами.

3. Мультимедийное сопровождение процесса обучения – одно из самых распространённых примеров использования IT-технологии в образовательном процессе. Ему присуща информативность и зрелищ-

ность. Иллюстративные примеры, видеоролики и аудиофайлы позволяют учащимся легко усвоить материал.

4. Дистанционное обучение – это взаимодействие преподавателя и студентов на расстоянии. Дистанционное обучение позволяет снизить затраты преподавателей и студентов, обучать одновременно большое количество человек, находящихся на значительном расстоянии друг от друга, повысить качество обучения за счёт использования электронных библиотек и сетевых ресурсов.

5. Мобильные приложения – на базе операционных систем Android и Apple существует огромное множество приложений, при помощи которых можно решить массу задач.

**Н. И. Потапенко, М. Ю. Радченко**  
(УО «БГТУ», Минск)

## **НЕУДОБНЫЙ ИНТЕРФЕЙС: ОШИБКА ИЛИ ТЁМНЫЙ ПАТТЕРН?**

В современном мире мы пользуемся интернетом каждый день. Специалисты различных направлений трудятся над тем, чтоб всемирная сеть была интересна и востребована. К примеру, дизайнеры UX рассматривают проблемы, касающиеся вопросов о том, «почему», «для чего» и «как» использовать продукт, будь то веб-сайт или мобильное приложение. Основная задача UX-дизайнеров – помочь пользователю достичь поставленную цель, концентрируясь на таких аспектах пользовательского опыта, как удовольствие, удобство, эффективность и др. [1].

Но всегда ли удается достичь цель? Сайт может ссылаться с одной страницы на другую, так и не предоставив необходимую информацию или услугу. Зачастую современный человек «застревает» в Интернете, позабыв о том, зачем он зашел, и совершая действия, которые не планировал. В таких случаях напрашивается вывод – UX-дизайнер плохо работал или был ленив. Неудобный интерфейс – это не всегда результат неопытности его создателя, иногда это тёмный паттерн, который создан для того, чтобы быть «нечестным» по отношению к пользователю. Тёмные паттерны не являются ошибками. Они досконально продуманы с чётким пониманием психологии чело-

века, и они не учитывают интересов пользователя. Тёмные паттерны, не требуя больших усилий и помогая компаниям увеличить краткосрочные продажи, подписки, KPI и другие показатели, получить дополнительные личные данные, становятся все популярнее. Существуют различные виды тёмных паттернов: приманка и переключение, подтверждение с чувством стыда, замаскированная реклама, принудительное продление, скрытая стоимость, вопросы с подвохом, сюрпризы в корзине и другие.

Таким образом, в информационной среде сегодняшнего дня необходимо быть максимально внимательным и помнить, что каждый действует в угоду своих интересов.

### Литература

1 Акулич, М. Дизайн пользовательского интерфейса (UX) и дизайнерское мышление / М. Акулич. – Издательские решения, 2018. – 80 с.

### К. Ш. Прядко

(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## КОДИРОВАНИЕ ТЕКСТОВОЙ ИНФОРМАЦИИ ШИФРОМ ВИЖЕНЕРА

Шифр Виженера – метод полиалфавитного шифрования текстовой информации с использованием ключевого слова.

Данный метод достаточно прост для понимания и реализации, но в то же время не доступен для простых методов криптоанализа. В его основе лежит шифр Цезаря, который заключается в сдвиге букв алфавита на несколько позиций. Шифр Виженера состоит из последовательности шифров Цезаря с различными значениями сдвига. В его реализации используется таблица шифрования (квадрат Виженера), которая составляется из строк N по N символов, где N – количество букв алфавита. Причем i-ая строка начинается с i-ого символа алфавита. Таким образом, в полученной таблице будут содержаться все варианты шифра Цезаря для данного алфавита.

Рассмотрим применения шифра Виженера на примере латинского алфавита. Предположим, даны исходный текст и ключевое слово (ключ): «APPLICATION» и «KEY» соответственно. Ключ циклически

дублируется до тех пор, пока его длина не станет равной длине исходного текста: «КЕУКЕУКЕУКЕ». Таким образом, каждой букве кодируемого текста будет соответствовать определенная буква ключевого слова ('А' → 'К', 'Р' → 'Е', 'Р' → 'У' и т. д.). Тогда первая буква зашифрованного текста находится на пересечении строки К и столбца А и является буквой 'К', вторая – 'Т', третья – 'N' и т. д. Получается зашифрованный текст: «КТNVMАКХGYR». Для того, чтобы декодировать текст, необходимо каждой его букве сопоставить букву ключа (аналогично тому, как мы делали с кодируемым текстом: 'К' → 'А', 'Т' → 'Р', 'N' → 'У' и т. д.). Тогда первой буквой исходного текста является первая буква столбца, в котором находится буква 'К' из строки К и т. д.

Таким образом, шифр Виженера обладает высокой степенью защиты информации, которая достигается нарушением статистической закономерности появления букв исходного алфавита.

**В. М. Романчук**

*(УО «ГрГУ им. Я. Купалы», Гродно)*

## **РОЛЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ API В РАЗРАБОТКЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ**

API можно определить как некоторый интерфейс создания приложений. Он предоставляет широкий набор функций и классов, которые помогут избежать написания низкокачественного программного кода для выполнения определённых действий. Например, API веб-картографии включают, как правило, классы для карт и слоев, таким образом можно создать новый объект карты, создать новый объект слоя и вызвать готовую функцию.

Широкое использование применимо к API общего назначения, которые можно использовать для создания различных видов программ: мобильных, настольных и веб-приложений. Кроме того, присутствуют API и для собственных облачных вычислительных сред.

API не является языком программирования, скорее это набор готовых возможностей, которые вызываются, используя язык программирования. Существуют API, которые имеют поддержку с несколькими языками программирования, однако большинство API используют один конкретный язык программирования.

Современные API обычно придерживаются стандартов HTTP и REST (посредством протокола HTTP организуется взаимосвязь приложения с сервером), которые достаточно удобны для программистов, обладая хорошей доступностью и понятны широкому кругу пользователей. Поскольку API более стандартизированы, они имеют строгую форму для обеспечения безопасности и управления, а также тестируются и управляются для повышения производительности и масштабирования.

Как производимое программное обеспечение, современные API имеют собственный жизненный цикл разработки программного обеспечения: проектирование, тестирование, реализацию, и управление версиями, соответственно API рассматривается больше как продукт, нежели программный код. Кроме того, современные API имеют документацию для использования и управления версиями.

Таким образом, API является важным инструментом помощи программисту в разработке программного обеспечения любого вида.

**Е. В. Синицин, Е. В. Комракова**  
(УО «ГГТУ им. П. О. Сухого», Гомель)

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СЦЕН**

Библиотека OpenGL имеет ряд инструментов, позволяющих взаимодействовать с положением объектов на сцене [1]. Она содержит методы для стандартных геометрических преобразований. Все они задаются в трёх измерениях. Методы трансляции, поворота и масштабирования позволяют манипулировать объектами сцены. Каждый раз функция преобразования задаёт матрицу 4x4, которая взаимодействует с координатами объектов. Также к методу перед параметрами вместо символа звёздочка может быть указан тип: f (float) или d (double).

За трансляцию объектов на сцене отвечает следующая команда:  
`glTranslate* (tx, ty, tz).`

Параметры данного метода tx, ty, и tz могут принимать действительные значения. В двухмерных сценах предполагается, что параметр tz принимает значение 0.0.

Функция поворота выглядит аналогичным образом:

`glRotate* (theta, vx, vy, vz).`

Элементы вектора  $v = (vx, vy, vz)$  должны принимать значения с плавающей точкой. Этот вектор определяет ориентацию оси вращения через начало координат. Также к переменной `theta` присваивается угол поворота в градусах.

Масштабирование относительно начала координат производится командой:

`glScale* (sx, sy, sz).`

Параметры масштабирования задаются некоторыми действительными значениями. Метод может генерировать отражения, принимая отрицательные значения в качестве параметров, но, если использовать нуль в качестве одного из них, может произойти ошибка, так как будет невозможно вычислить обратную матрицу.

Была разработана программа для описания сложных объектов, состоящих из нескольких частей, которая позволяет наблюдать движение объекта на сцене.

### Литература

1 Херн, Д. Компьютерная графика и стандарт OpenGL / Д. Херн, М. П. Бейкер. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2005. – 1168 с.

**А. С. Синцова, Г. Л. Карасёва**  
(УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)

## СОЗДАНИЕ АНИМИРОВАННОГО СЮЖЕТА В СРЕДЕ ADOBE AFTER EFFECTS

Использование компьютерных технологий в наше время стало незаменимым. Все больше разделов хозяйств используют портативные компьютеры для автоматизации поставленных задач. По мере возникновения современных графических программ, а также приложений, при помощи которых можно решать, как математические задачи, так и моделировать очень сложные технологические, биологические, экономические и другие манипуляции на экране, это новый этап в компьютерных технологиях.

При выполнении графического проекта была использована среда для анимации Adobe After Effects – программный продукт компа-

нии Adobe Systems для работы с видео и анимированным изображением, для разработки композиций (композитинг), анимации и создания различных эффектов.

Компьютерная графика в нашем мире разветвляется на три вида – покадровая анимация, анимация движения объектов и анимация формы. В данной работе представлена карта с анимированным маршрутом, который реализован при помощи автоматизированной, динамической анимации, в которой используется ключевое покадровое рисование, которое приравнивается к основным фазам или этапам движения, и следующее автозаполнение средних кадров.

При работе с любым видом анимации используется фиксация фаз движения объектов – определение в каждый момент времени их положения, формы, размеров и иных свойств.

Для реализации композиции с графической составляющей, в которой имеется несколько зависимых изображений, используются слои. Слои – важнейший элемент анимации – они принимают хаотичное движение нескольких изображений. Кроме этого их можно реализовать для траекторий перемещения объектов, звукового сопровождения.

After Effects замечательно подходит для создания рисованной анимации, мультипликации. Графические изображения с векторной составляющей имеют формы, которые при возможности можно точно преобразовать, при этом имея небольшие размеры файла.

**Д. С. Соловьев**

*(УО «ГГТУ им. П. О. Сухого», Гомель)*

## **ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ АКТИВНОСТИ И ОТСЛЕЖИВАНИЯ СОБЫТИЙ**

В настоящее время занятие планирования является достаточно важным для современного человека. Правильно распланированный день позволит сэкономить драгоценное время, которое можно потратить на более важные вещи, чем его проведение в дороге. План действий, который можно отправить товарищу, поможет ему быстро сориентироваться и посетить необходимые ему места без Вашего личного участия. План экскурсии поможет гостю города ознакомиться с его достопримечательностями.

Также иногда возникает необходимость знать о происходящих событиях в городе или районе. К примеру, водители автобусов, троллейбусов и трамваев могут пометить на карте попадания в ДТП и поломки, а определённые люди, отслеживающие данные события, могут оперативно направить ремонтную бригаду в данное место, что позволит сократить время простоя этих самых транспортных средств и тем самым снизить затраты транспортной компании.

Идея разрабатываемого приложения призвана решить данные задачи. Оно будет разрабатываться как многоцелевое приложение под управлением операционной системы Android [1], функции которого будут сводиться к работе с данными геолокации устройства. Его основными функциями на момент выхода приложения будут: возможность отслеживания событий на карте (например, карта ДТП, событий города, поломка общественного транспорта (актуально, к примеру, для местной организации автопарка) и другие); возможность планирования маршрута с учётом либо без учёта затрачиваемого времени (к примеру, собственный план занятий на день/вечер, экскурсия по городу/организации и другие).

Приложение по структуре будет похоже на привычные для обычного пользователя мессенджеры: события будут подразделяться по т.н. «каналам» – чатам определённой тематики. Дизайн каждого канала будет индивидуальным для каждого вида чатов, но в общем будет включать в себя информацию о канале, карту и сообщения пользователей. Сообщения могут оцениваться и модерироваться авторами или модераторами канала.

### **Литература**

1 Дейтел, П. Android для разработчиков / П. Дейтел, Х. Дейтел, А. Уолд. – СПб.: Питер, 2016. – 512 с.

**Н. Ф. Черняк, Д. П. Юзефчик, Н. А. Жилияк**  
(УО «БГТУ», Минск)

### **ЯЗЫК ЗАПРОСОВ К API «GRAPHQL» В КЛИЕНТ-СЕРВЕРНОЙ АРХИТЕКТУРЕ**

Язык запросов GraphQL позиционируется в качестве альтернативного варианта доступа к данным со стороны клиента в классиче-

ском варианте клиент-серверного взаимодействия. Отметим, что этот стандарт не противопоставляет себя другому, наиболее распространённому способу обращения к серверу по протоколу HTTP – REST API, а скорее является решением, которое позволяет более гибко настраивать клиентские запросы.

В первую очередь, это связано с тем, что объём и структура данных, запрашиваемых у сервера, определяется клиентской частью. Это значит, что клиент точно указывает, какие именно данные он хочет получить. В таком подходе, помимо удобства, уменьшается либо количество запросов, либо объём данных, на транспортном уровне [1].

В общем случае, GraphQL предоставляет такие возможности, как создание запросов на получение, изменение данных, а также создавать так называемые «подписки» со стороны клиента. Они подразумевают под собой такой тип связи между клиентом и сервером, при котором в случае изменения определённых данных на сервере, данные на клиенте автоматически обновляются. Для гибкости настраивания запросов, язык предполагает также создание собственных абстрактных схем данных, по которым делается запрос.

Таким образом, благодаря созданию собственных уровней абстракций и независимости от протоколов передачи данных, механизм GraphQL позволяет абстрагироваться от типов источников данных, инкапсулируя информацию о них за счёт создания собственных схем данных. В этом контексте, технология уходит от своего изначального определения «язык запросов к API» в сторону почти что отдельной прослойки между клиентом и сервером, отделяя сложность реализации серверов, к которым идёт запрос, от клиента.

### **Литература**

1 Интернет-портал [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: GraphQL/<https://graphql.org>. – Дата доступа: 18.02.2019.

**Г. О. Чиков Н. А. Жиляк**

*(УО «БГТУ», Минск)*

## **СРЕДСТВА РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ**

В наше время большую популярность стали набирать различные технические средства, которые могут распознать тот или иной объект

с помощью математического аппарата, построенного на основе нейросетей и различных функций. Одним из таких средств является сканер лица, более детально рассмотрим Face ID – сканер лица, представленный компанией Apple.

Главным слоганом этого устройства компания определила следующий «Ваш пароль – это ваше лицо». С аппаратными средствами Face ID можно совершенно по-новому разблокировать мобильное устройство, заходить в его приложения и выполнять различные денежные операции. Самые мощные технологии Face ID – камера TrueDepth, модуль Secure Enclave и система Neural Engine – делают вышеописанные процессы максимально надёжными и безопасными. Технология Face ID использует способность машинного обучения, в процессе которого появляется возможность различать изменения во внешности. Поэтому продукция компании Apple имеет в своем программном обеспечении также и функцию распознавания образов. Инновационные технологии камеры TrueDepth синтезированы для работы в режиме реального времени, поэтому в устройство заложена возможность моментального распознавания пользователя или объекта. Инфракрасная камера считывает точечную структуру распознаваемого объекта, создаёт изображение в инфракрасном спектре и отправляет данные для идентификации в модуль Secure Enclave, который встроен в процессор A12 Bionic. При работе с инфракрасным излучателем, невидимый пучок инфракрасного света позволяет распознать камерой объект при различном освещении. При этом используется проектор точек. Более 30 000 невидимых точек проецируется на объект для создания его уникальной карты.

Использование вышеописанных технологий поможет получить полноценную и рабочую систему анализа передвижения и изменения заданных искомых объектов на кадрах видеопотока (записи камеры видеонаблюдения).

**В. С. Шичко, Н. Д. Сероокий, Н. А. Жиляк**  
(УО «БГТУ», Минск)

## **НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

Создание радиолокационных систем сыграло важную роль в развитии современного мира. Радиолокаторы – это сложные системы

обнаружения, использующие радиоволны для определения дальности, угла или скорости объектов. Радиолокационные станции применяются во многих отраслях государства, особенно в военной и научной. Их активно используют для обнаружения самолетов, кораблей, космических аппаратов, управляемых ракет, автотранспортных средств, а также для изучения погодных условий и рельефа. Идеи, положенные в основу радиолокационных систем, и разработанные технологии проектирования являются основой для модернизации техники на протяжении многих десятилетий.

При проектировании технических объектов, в том числе и радиолокационных средств, предполагается разработка и дальнейшее создание наиболее оптимальных решений при учете всех критериев качества (различные временные ресурсы, стоимость, потребление электроэнергии, и множество других). При анализе существующей теории синтеза вычислительных систем реального времени была выявлена возможность нахождения наиболее альтернативных вариантов решения. Это достигается посредством определения множества векторов назначения для графа вычислительного алгоритма, который строится по поставленной задаче исходя из математической модели, разработанной при проектировании радиолокационного средства. При этом учитываются все его вычислительные процессы [1].

Также при выполнении данной задачи будут учтены и проанализированы все возможные варианты и модификации разрабатываемой системы. Для решения данной проблемы предлагается метод поиска альтернативных решений на основе учета всех вариантов свертки вершин [2].

### Литература

1 Кобайло, А. С. Теория синтеза вычислительных систем реального времени / А. С. Кобайло. – Минск: БГТУ, 2010. – 256 с.

2 Жиляк, Н. А. Базовый алгоритм синтеза вычислительных структур реального времени / Н. А. Жиляк, А. С. Кобайло. – Труды БГТУ. Сер. VI, Физ.-мат. Науки и информ. – 2007. – Вып. XV. – С. 147 – 150.

# СОДЕРЖАНИЕ

## ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

<i>Можаровский В. В., Казарян К. Б.</i> Актуальные вопросы разработки инженерных методов расчета напряженного состояния деталей из неоднородных и слоистых материалов для статических и динамических задач механики .....	3
<i>Петушков А. А., Жадан М. И.</i> Практическое применение компьютерной системы передачи информации с использованием ИК-излучений .....	7

## АНАЛИТИЧЕСКИЕ И ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В МАТЕМАТИКЕ

### *Дифференциальные уравнения, математический анализ и численные методы*

<i>Басина С. И.</i> Останов по невязке в неявном методе итераций решения операторных уравнений первого рода .....	12
<i>Богданова Н. С.</i> Метод упаковки для semi on-line задачи .....	13
<i>Грицук Т. А.</i> Условие регуляризуемости краевой задачи Римана-Гильберта для эллиптических систем ортогонального типа в $R^3$ .....	14
<i>Денищик У. Н.</i> Прямое преобразование Лапласа обобщённой функции экспоненциального роста .....	15
<i>Жагун В. А.</i> Мультииндексная свертка обобщенных функций с носителями на замкнутых положительных лучах и квадрантах .....	16
<i>Жевняк И. А.</i> Эффект сокращения в аналитических выражениях, содержащих Паде-аппроксиманты .....	18
<i>Каландия Е. И.</i> Импульсные характеристики волюционных интегро-дифференциальных операторов .....	19
<i>Ковалёва И. С.</i> Преобразование Маркова-Стилтьеса мер и его приложения к теории операторов .....	20
<i>Козак И. А.</i> О плотности распределения нулей рациональных функций Чебышева-Маркова .....	21
<i>Козел А. Г.</i> Упругопластическая круговая трёхслойная пластина, связанная с основанием Пастернака .....	22
<i>Комракова Е. В., Курочка К. С.</i> Расчет изгиба сэндвич-панели при учете вязких свойств наполнителя .....	23

<i>Кречко О. Р.</i> Моделирование физических процессов, описываемых уравнениями гиперболического типа .....	24
<i>Медведева В. Ю.</i> О рациональной интерполяции функции $ x ^\alpha$ по расширенной системе узлов Чебышева-Маркова .....	25
<i>Москалева М. В., Можаровский В. В.</i> Алгоритм расчета изгибной деформации зубьев зубчатых колес.....	27
<i>Нестерович А. В.</i> Деформирование трехслойной круговой пластины в своей плоскости .....	28
<i>Пащук А. С., Клименко А. В.</i> Реализация и сравнительный анализ методов одномерной минимизации.....	29
<i>Пищик К. В.</i> Об одном свойстве рациональных функций Чебышева-Маркова .....	30
<i>Приведенец А. В.</i> Об одной краевой задаче для эллиптической системы трех уравнений второго порядка в пространстве.....	30
<i>Сивакова А. В.</i> Метод расчета слоистых цилиндрических труб из композитов с учётом вязкоупругости .....	31
<i>Сидорцов М. В., Кечко Е. П.</i> Асимптотика аппроксимаций Эрмита-Паде 2-го рода.....	32
<i>Устинович А. С.</i> Случай неединственного решения некорректной задачи в гильбертовом пространстве .....	33
<i>Филипчик К. А.</i> Аппроксимационные свойства тригонометрических рядов Фурье для функции $ \sin x/2 $ .....	34
<i>Ящук И. Ю.</i> Условие нетеровости задачи линейного сопряжения для одной ТКР-системы .....	35

***Теория вероятностей и математическая статистика,  
теория массового обслуживания***

<i>Ермак И. В., Коришун В. В., Новик В. Г.</i> Об исследовании и оптимизации некоторых систем с различными дисциплинами обслуживания ...	37
<i>Кисель А. Ю.</i> Случайный процесс с семивариограммой гнездовой структуры.....	38
<i>Ненадкевич А. Б.</i> Корреляционный анализ посещаемости музеев Республики Беларусь .....	39
<i>Потехин А. В., Малинковский Ю. В.</i> Стационарное распределение сети с длинной обратной связью .....	40
<i>Святогор Е. А.</i> Тандемная сеть с обратной связью в первом узле и с отрицательными заявками .....	41

<i>Сорокин Д. А., Захаров И. В.</i> Об исследовании экспоненциальных G-сетей в переходном режиме.....	42
<i>Стрибук Д. В.</i> Сравнительный анализ регрессионных моделей малого и среднего бизнеса от макроэкономических показателей	43
<i>Хахомов Д. С.</i> Робастное последовательное принятие решений при искажениях модели статистических данных.....	44
<i>Хомченко А. И.</i> Прогнозирование ожидаемых доходов предприятия от реализации продукции с помощью НМ-сетей.....	45
<i>Шашенко А. П.</i> Дисперсионный анализ темпов прироста малого и среднего бизнеса в разных странах.....	46

### *Алгебра и геометрия*

<i>Балычев С. В., Васильев А. Ф.</i> Распознавание конечных разрешимых групп по факторизациям Холла.....	48
<i>Бондарук Т. В.</i> Производная $\pi$ -длина $\pi$ -разрешимой группы, силовские $p$ -подгруппы которой либо циклические, либо имеют порядок $p^2$	49
<i>Вазовиков Д. С.</i> Построение матричных групп.....	50
<i>Колета М. С.</i> О конечных группах с нильпотентными подгруппами....	51
<i>Мельченко А. Г., Васильев А. Ф.</i> Влияние свойств вложения силовских подгрупп на строение конечной группы.....	52
<i>Мурашко В. И.</i> О группах с условиями на $n$ -критический граф....	53
<i>Соболь И. А., Скиба А. Н.</i> S-перестановочные подгруппы и их обобщения.....	54
<i>Трофимук А. А., Зубей Е. В.</i> Композиционные факторы группы, в которой силовская подгруппа перестановочна с подгруппами Шмидта.....	55
<i>Токтоналиева А. В.</i> О разрешимости конечной группы с полунормальными силовскими подгруппами из 2-максимальной подгруппы.....	56
<i>Фурс А. К., Васильев А. Ф.</i> Классы конечных групп, определяемые свойствами максимальных подгрупп.....	57
<i>Цедрик Е. А., Грудинский П. В., Жиляк Н. А.</i> Мышление человека или алгоритм машины.....	58

## **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ**

<i>Боброва Т. С., Кузнецова О. В.</i> Моделирование градиента тепловых полей инфракрасных нагревателей на поверхности печатных плат .....	60
<i>Богданов А. В., Мороз А. Н.</i> Разработка модели системы стабилизации беспилотного летательного аппарата в MATLAB.....	61
<i>Бокий М. Ю.</i> Компьютерное моделирование для расчета физико-механических параметров трибологических систем .....	62
<i>Борейко Д. Д., Аксенова Н. А.</i> Разработка 3D-модели для лаборатории Cisco.....	63
<i>Бородич Т. А., Язубец Н. А.</i> Моделирование схем доставки продукции предприятия .....	64
<i>Бужан М. А.</i> Возможности программного комплекса оценки надежности электроэнергетических систем .....	65
<i>Давидюк Ю. И.</i> Решение задач оптимизации с помощью нейронной сети и генетического алгоритма .....	66
<i>Дегтярик И. А.</i> Моделирование «Эффекта МПЕМБЫ» .....	67
<i>Драенкова Е. А.</i> Моделирования конкуренции в банковском секторе .....	68
<i>Зеленая А. С.</i> Влияние температуры на прогибы несущих слоев трехслойной прямоугольной пластины со сжимаемым заполнителем.....	69
<i>Исаев В. О., Дудовик И. А., Бойкачев П. В.</i> Проблема изменения импеданса антенных устройств в различных условиях эксплуатации радиостанций ОВЧ/УВЧ диапазонов.....	71
<i>Казлов Е. Н., Сокол С. Н.</i> О достоверности расчетов пакетом XFLR5 .....	72
<i>Киклевич Е. Ю.</i> Один из подходов к повышению эффективности расчета надежности структурно-сложных сетевых структур .....	73
<i>Кирченко И. А.</i> Равновесие нэша на примере карты Golblin Game из карточной игры Magic: The Gathering .....	74
<i>Корсун Д. А.</i> Оценка эксплуатационной надежности блоков авиационного оборудования с использованием программных средств моделирования.....	75
<i>Кудерко В. В., Сидоренко С. Т.</i> Оптимизация шлейфовых нагрузок двухдиапазонной директорной антенны численными методами .....	76
<i>Кузнецова О. В., Боброва Т. С.</i> Выделение границ объектов на цифровых изображениях .....	77

<i>Лаппо А. И., Боброва Т. С.</i> Моделирование температурно-временных зависимостей источников инфракрасного нагрева для монтажа SMD компонентов.....	78
<i>Лисовский А. Т.</i> Теорема CAP в распределенных хранилищах данных .....	79
<i>Лопухов А. В., Сидорович О. В.</i> Моделирование нелинейной модели пространственного движения летательного аппарата .....	80
<i>Лях Б. А., Морозов Д. В.</i> Моделирование системы радиомониторинга КВ-диапазона.....	81
<i>Мельниченко М. С.</i> Математическое моделирование гидросистем с LS-регулированием .....	82
<i>Неборская Н. Н.</i> Особенности разработки математической модели аэрозольного противодействия оптическим средствам разведки противника.....	84
<i>Новик А. А.</i> Когнитивный подход в управлении .....	85
<i>Попенко Е. А.</i> Проектирование сервиса для задач корректировки изображений с низким освещением.....	86
<i>Прохоренко В. А., Смородин В. С.</i> Применение искусственных нейронных сетей при адаптивном управлении технологическими системами.....	87
<i>Рубанов К. В.</i> Оценка повреждения трущихся поверхностей с помощью интеллектуальной системы .....	88
<i>Рубин В. А.</i> Тепловые карты для анализа активности пользователей в сети.....	89
<i>Рудько О. С., Жогаль С. П.</i> Разработка программно-технологического комплекса моделирования интеграционного взаимодействия распределенных систем .....	90
<i>Сахар А. В.</i> Принципы работы систем распознавания речи.....	91
<i>Свинарский М. В., Зайко Е. В., Леонович А. С.</i> Особенности формирования и хранения эталонных портретов объектов при решении задач радиолокационного распознавания.....	92
<i>Скорб А. И.</i> Проектирование приложения для распознавания видов грибов, используя методы машинного обучения.....	93
<i>Фирьян М. Д.</i> Математическая модель работы одномашинных лесопромышленных систем без запаса.....	94
<i>Чигирь И. В.</i> Алгоритм компенсации протяженных узкополосных ответных шумовых помех .....	95

<i>Чигряй В. Г., Сидоренко С. Т.</i> Численное и экспериментальное исследование директорной антенны с элементами увеличенной длины	96
<i>Шамрей А. А.</i> Проектирование автоматизированного средства для обнаружения угроз вредоносного ПО с использованием изолированной среды .....	97
<i>Шарыкин Р. Е.</i> Раннее внедрение формальных методов при разработке систем групповой защиты от вирусов .....	98
<i>Шут А. П., Конопелько О. А.</i> Компьютерное моделирование авиационного артиллерийского вооружения.....	99

## **СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

### ***Прикладные программно-аппаратные системы***

<i>Асанович Р. О., Лех В. С.</i> О разработке web-приложения «Online-Forwarder», связанного с логистикой .....	101
<i>Браим В. В.</i> Разработка специализированного дополнения к веб-сайтам для слабовидящих людей и людей с проблемами зрения.....	102
<i>Васильчиков М. Г., Клименко А. В.</i> Разработка автоматизированной системы управления теплицей .....	103
<i>Друтько Д. С.</i> О разработке системы для поиска оптимальных туров..	104
<i>Жукова А. О.</i> О разработке системы для управления работой спортивных клубов .....	105
<i>Заблоцкий В. В., Кита М. А.</i> Веб-приложение для семантического поиска фильмов .....	106
<i>Качко П. В.</i> Разработка и программирование светомузыки с использованием алгоритмов преобразования Хартли и рядов Фурье ...	107
<i>Кожевников М. М.</i> Разработка медицинской информационной системы на языке программирования PHP при помощи фреймворка Symfony.....	108
<i>Козловская Е. А.</i> Разработка системы для управления работой книжного магазина.....	109
<i>Колосов А. А.</i> Оптическое распознавание символов с применением нейронной сети и генетического алгоритма.....	110
<i>Кончиц А. А., Маслович С. Ф.</i> Разработка Android-приложения диагностики состояния автомобиля на основе обработки и анализа информации OBD-II сканера.....	111

<i>Кузнецов А. В.</i> О разработке интернет-системы для анализа данных туристических маршрутов .....	112
<i>Левицкий А. Д.</i> Разработка аналитической системы связанной с перемещениями населения .....	113
<i>Мартынов В. Ю., Жадан М. И.</i> Разработка новостного web-портала .....	114
<i>Мысливец О. Р.</i> Разработка информационной системы сбора и анализа данных пользователей социальных сетей.....	115
<i>Неживинская А. Ю.</i> Общая концепция разработки интернет-системы обработки объектов городской среды.....	116
<i>Никифоров В. Ю., Шоманков Д. А.</i> Алгоритмы определения и исследования динамических погрешностей авиационных систем приемников воздушного давления.....	117
<i>Попко П. П.</i> Обработка потока графической информации .....	118
<i>Радюкевич М. В.</i> Применение нейронных сетей для решения задачи компенсации искажений GPS сигналов .....	119
<i>Сильченко А. А.</i> Алгоритм обработки real-time VFX-частиц в режиме реального времени.....	120
<i>Ткачев И. Е.</i> О разработке приложения для оптимизации работы логистических компаний «Delivery Assistant».....	121
<i>Фёдоров О. В.</i> О разработке интернет-ресурса для аналитической обработки мультимедийных и графических файлов.....	122
<i>Чурун В. С., Короткевич В. А.</i> Средства ведения и визуализации архивных данных приемной комиссии вуза .....	123
<i>Шашарук Е. Н.</i> Разработка автоматизированной системы управления в школе на языке программирования Visual Basic .....	124
<i>Шевчик Н. С.</i> Система языковой лексики средств массмедиа .....	125
<i>Шутиков В. С.</i> Динамическое построение 3D-моделей твердотельных тел с помощью бесконтактного сенсорного контролера Kinect..	126

### ***Информационные технологии в обучении***

<i>Алёшин Н. А.</i> Машинное обучение в нейронных сетях. Задача классификации объектов.....	128
<i>Березовский М. С., Жадан М. И.</i> Разработка игрового приложения с использованием языка C# .....	129
<i>Гавриленко М. Н.</i> Об одном подходе к разработке обучающей видеосистемы .....	130

<i>Гундина М. А., Кондратьева Н. А.</i> Функционал сформированности качеств математической компетенции .....	132
<i>Дёшев И. Д., Ружицкая Е. А.</i> Web-приложение для тестирования студентов по языку программирования Pascal .....	133
<i>Жук Е. В.</i> Приложение для обучения программированию Progirl ...	134
<i>Закревская В. С., Жадан М. И.</i> Выбор платформы при разработке базы данных .....	135
<i>Иванютенко В. В.</i> Разработка настольного приложения для обучения и проверки знаний английского языка на языке программирования Delphi .....	136
<i>Истомин И. А., Короткевич В. А.</i> Разработка компонентов личного кабинета абитуриента ГГУ им. Ф. Скорины .....	137
<i>Косюк С. С.</i> Разработка социальной сети для студентов на мобильной платформе IOS .....	138
<i>Кульбаков М. В., Разводова Н. С.</i> Реализация микросервиса сбора данных о состоянии человека с мобильного приложения на основе Spring Framework.....	139
<i>Лялюхова В. Н.</i> Разработка настольного приложения для изучения и проверки знаний по курсу геометрии в средней школе.....	140
<i>Макаров Д. Я.</i> Разработка обучающей системы по высшей математике с управлением контентом .....	141
<i>Мелешко И. В., Прохоренко В. А.</i> Разработка приложения для семантической сегментации изображений с использованием Python, Pytorch, OpenCV и Albuementations .....	142
<i>Митин В. С., Москалева М. В.</i> Разработка web-приложения для обучения и контроля знаний по CorelDRAW .....	143
<i>Разводова Н. С., Кульбаков М. В.</i> Разработка игрового приложения «New Earth Effect» на платформе Unity 3D на языке программирования C#.....	144
<i>Слука А. А., Прохоренко В. А.</i> Использование информационных технологий в сопровождении воспитательной работы куратора .	145
<i>Ющик Д. С.</i> Анализ электронных сервисов для образования в Республике Беларусь.....	146

**Применение информационных технологий  
в экономике и управлении**

<i>Акулич И. П., Акулич С. В.</i> Автоматизация учета результатов научной работы кафедры в военном учебном заведении.....	148
<i>Ахрамович А. А.</i> Особенности применения Data Mining для анализа и прогнозирования процесса закупок .....	149
<i>Бобер А. А., Синица Д. А.</i> Разработка программного комплекса управления газовым хозяйством .....	150
<i>Болдак Д. А.</i> Детектирование ситуаций присутствия субъектов на контролируемой территории .....	151
<i>Будько М. Н.</i> Подтверждение подлинности цифровых фотографий методами машинного обучения .....	152
<i>Быль Н. Д.</i> Цифровой маркетинг как эффективное средство привлечения клиентов .....	153
<i>Вашкевич С. Ю., Болдак Д. А.</i> Портфолио студента .....	154
<i>Войтулянис А. А.</i> Прогнозирование экономических данных методом регрессионного анализа на языке R.....	155
<i>Волковский Е. С.</i> Методы и средства компьютерного зрения в задачах интеллектуального видеонаблюдения .....	156
<i>Глушков В. В.</i> Программно-алгоритмический комплекс реализации сервисов E-Logistic .....	157
<i>Давыдков И. С.</i> Взаимосвязь малого и среднего бизнеса с макроэкономическими показателями .....	158
<i>Журавель М. А., Осипенко Н. Б.</i> Автоматизация получения данных в HART сети от измерительного прибора ИТ-25 фирмы «Аквакон» .....	159
<i>Загоруев П. Д., Осипенко Н. Б.</i> Идея разработки рекомендательной системы для торговой компании.....	160
<i>Зеневич И. А.</i> Построение модели VAR временных рядов сталь/индекс BDI .....	162
<i>Ивашкевич И. С.</i> Командный интерфейс как средство доступа к функциональности информационной системы .....	163
<i>Иняхин Н. А., Осипенко Н. Б.</i> Программное средство выбора оптимального банковского вклада.....	164
<i>Качкан А. Р., Осипенко Н. Б.</i> Разработка серверной части web-приложения для профориентации.....	165

<i>Кацора Р. А., Карасёва Г. Л.</i> Реализация поисковой системы для электронной библиотеки документов.....	166
<i>Князюк Е. В.</i> Разработка консультационной системы для анализа продаж и поиска новых клиентов .....	167
<i>Котёлко А. Г.</i> Проектирование и разработка интернет-магазина для частного предприятия «Техномиксцентр» .....	168
<i>Краснодубский А. В.</i> Система управления проектами .....	169
<i>Кривицкий В. О.</i> Взаимосвязь динамики криптовалют.....	170
<i>Леонов М. С.</i> Исследование взаимосвязи динамики безработицы и ВВП.....	171
<i>Матюх А. А.</i> Влияние флеш-памяти на экономику.....	172
<i>Мацкевич К. И.</i> Защита данных компьютерных и мобильных игр от взлома и редактирования.....	173
<i>Мироненко В. М., Осипенко Н. Б.</i> О сайте персонифицированного подбора рекомендаций в задаче поиска информационного ресурса .....	174
<i>Митько А. А.</i> Разработка программных средств автоматизации рабочего места специалиста отдела продаж .....	175
<i>Мокридина Е. П.</i> Применение технологий смарт-контрактов и блокчейн для автоматизации бизнес-процессов организации с учетом требований безопасности.....	176
<i>Некревич А. В., Ситько В. В.</i> Особенности применения имитационного моделирования для систем массового обслуживания ...	177
<i>Останчук О. И.</i> Социальные сети как инструмент современного маркетинга .....	178
<i>Пешко М. А.</i> Использование веб-служб RESTful и архитектуры MVC для разбиения программы на логические блоки при проектировании .....	179
<i>Пищик А. Ю., Карасёва Г. Л.</i> Разработка игрового Android-приложения «Geek Quest».....	181
<i>Попкова М. А.</i> Анализ факторных нагрузок показателей деятельности банка.....	182
<i>Протченко Е. В., Кузнецова О. В.</i> Мультиагентные системы управления .....	183
<i>Рик А. В.</i> Автоматизация расчета рисков оплат для логистической компании .....	184
<i>Романова К. А., Карасёва Г. Л.</i> Разработка официального веб-сайта ОАО «Мормаль» .....	185

<i>Савосько Д. В.</i> Оптимизация пользовательского интерфейса информационной системы предприятия .....	186
<i>Сенько В. А., Акулич И. П.</i> Программное средство для автоматизации подготовки отчетной документации по научной работе кафедры.....	187
<i>Ситько В. В., Некревич А. В.</i> Метод анализа иерархий для решения сложных задач принятия управленческих решений в сфере ИТ.....	188
<i>Стасюкевич И. В.</i> Разработка веб-приложения для анализа и коррекции декоративных текстур интерьера.....	189
<i>Тригуб Д. В., Макарова Е. А., Ходаков А. Д.</i> Мобильное приложение для AR-визуализации визитных карточек .....	190
<i>Турач А. Д.</i> Разработка модуля CRM-системы для факультета довузовской подготовки ГрГУ им. Я. Купалы .....	191
<i>Фёдоров К. А.</i> Анализ поведения на основе лог-файлов с использованием средств для работы с Big Data .....	192
<i>Хворост В. С.</i> Эффективный инструмент тестирования дизайна сайтов .....	193
<i>Ходьков А. В., Маслович С. Ф.</i> Разработка системы отчётности для сервиса SOL на основе реляционной базы данных ClickHouse .....	194
<i>Храмченко В. О., Осипенко Н. Б.</i> О рекламном сайте гомельского ресторанного бизнеса.....	195
<i>Юрковец А. Б.</i> Облачное решение для управления HR процессами SAP SuccessFactors.....	196
<i>Ярмак В. В.</i> Статистический анализ показателей, влияющих на пластовое давление .....	197
<i>Яцковец М. В., Клименко А. В.</i> Методика динамического ценообразования при использовании нейронных сетей.....	198

***Системное и программное обеспечение  
информационных технологий***

<i>Shevchuk D. P., Kuzmenkov D. S.</i> Development of human resource accounting system for the fire rescue squad emergency department of the Gomel region .....	200
<i>Абраменко С. В.</i> Разработка приложения для получения информации об авиаперелетах из журналов.....	201
<i>Андреев В. А., Ружицкая Е. А.</i> Разработка серверной части системы управления автомойками .....	202

<i>Андриенко Н. С., Жадан М. И.</i> Создание информационного мобильного IOS приложения .....	203
<i>Астапенко Е. Ю., Синица Д. А.</i> Разработка web-сервиса «Электронная заявка на обслуживание подразделений предприятия» ..	204
<i>Атамуратов С. Ю., Москалева М. В.</i> Использование DLL библиотеки для создания приложений на языке Delphi 7.....	205
<i>Бандысик С. Ю.</i> Построение общей архитектуры системы для сбора и анализа данных .....	206
<i>Баньков М. С.</i> Создание 3D-модели работы WI-FI оборудования диапазона 2.4 ГГц учебного корпуса №5 ГГУ им. Ф. Скорины ..	207
<i>Бейтюк А. Ю., Криницкий Э. Р.</i> О разработке туристического портала Гродно.....	208
<i>Березовский М. С., Жадан М. И.</i> Разработка веб-приложения для учета и организации проведения мероприятий .....	209
<i>Березовский И. А., Кузьменкова Е. Ю.</i> Разработка приложения для распознавания дорожных знаков с использованием нейронных сетей.....	210
<i>Благодаров Е. В., Маслович С. Ф.</i> Разработка микросервиса по сбору и предоставлению информации о метеорологических данных .....	212
<i>Борейко Д. Д.</i> Разработка 3D-модели для лаборатории CISCO .....	213
<i>Бугаенко М. С., Короткевич В. А.</i> Разработка мобильного приложения «Личный кабинет абитуриента ГГУ им. Ф. Скорины» ...	214
<i>Буздалкин М. К.</i> Разработка проекта мониторинга состояния кластера	215
<i>Буйновец Н. С., Жадан М. И.</i> Разработка многофункционального интернет-магазина с помощью PHP .....	216
<i>Булаш А. О.</i> Разработка интернет-сервиса для профессионального IT-сообщества.....	217
<i>Бутько И. А.</i> Приложение для мониторинга групп в социальных сетях	218
<i>Васильков В. Ю.</i> О клиент-серверной архитектуре построения кроссплатформенных приложений .....	219
<i>Веселова А. А., Москалева М. В.</i> Разработка web-сайта для лесного хозяйства .....	220
<i>Волкович Д. В.</i> Разработка электронного тренажера «Говорю связно»	221
<i>Гарпушкина К. В., Карасёва Г. Л.</i> Разработка рекламно-информационного сайта компании с использованием CMS WordPress .....	222

<i>Городков А. С., Ружицкая Е. А.</i> Разработка интернет-магазина «Игровые приложения» .....	223
<i>Горюнов В. В.</i> Проектирование веб-сайта по продажам для индивидуального предпринимателя .....	224
<i>Григоренко А. И., Короткевич В. А.</i> Обработка фотографий абитуриентов ГГУ им. Ф. Скорины .....	225
<i>Гришаева А. С., Ружицкая Е. А.</i> Приложение для контроля знаний студентов по курсу «Серверный язык программирования: PHP» ....	226
<i>Гуревич В. Е., Кузьменкова Е. Ю.</i> Разработка приложения «Кафедра» с использованием Java Enterprise Edition .....	227
<i>Дедюля Т. И., Москалева М. В.</i> Разработка базы данных для приложения «Куратор» .....	228
<i>Деменкова В. Д., Кузьменкова Е. Ю.</i> Разработка мобильной версии игрового приложения «Fill Screen».....	229
<i>Джапаров Б. Г.</i> Разработка проекта интернет-витрины для абитуриентов из Республики Туркменистан.....	230
<i>Долгошей А. В.</i> Формирование математических формул на веб-странице с помощью MathML .....	231
<i>Дубовик Т. С., Березовская Е. М.</i> Тестирование NET-приложения «Учёт пациентов для медицинских учреждений» .....	232
<i>Ефименков В. И., Кузьменков Д. С.</i> Разработка приложения для геолокации адреса пациента и машин скорой медицинской помощи.....	233
<i>Жариков Е. О.</i> Автоматизация сбора информации о компонентах узла ЛВС.....	234
<i>Залетин М. С.</i> Разработка системы хранения и репликации данных на серверах предприятия .....	235
<i>Зубов А. А., Жадан М. И.</i> Увеличение производительности путём перенесения вычислений на графический процессор.....	236
<i>Иваненко В. Ю.</i> Автоматизация трансфера заявок с веб-сайта ООО «ИмпрезаЛюкс» в мессенджер Telegram.....	237
<i>Иванова Ю. А., Ружицкая Е. А.</i> Разработка игрового приложения «Sheeps» на платформе Android .....	238
<i>Камейша О. И., Мудраков К. В.</i> Разработка лендинг-оболочки и управление контентом музеев ГГУ.....	239
<i>Карпенко А. Г.</i> Реализация и тестирование виртуального тура для факультета иностранных языков .....	240

<i>Карпман Ф. В.</i> Веб-приложение предприятия розничной торговли напитками .....	241
<i>Кацуба К. В.</i> Разработка приложения Back-Office .....	242
<i>Клещенко В. В.</i> Разработка видеосервиса для телекоммуникационного провайдера .....	243
<i>Клименков А. А.</i> Содержательное описание сети предприятия розничной торговли .....	244
<i>Климов С. М.</i> Автоматизация состояния операционной системы на узле ЛВС .....	245
<i>Ковальчук А. Д., Жадан М. И.</i> Создание веб-приложения для хостинга изображений .....	246
<i>Ковалёв К. А., Кузьменков Д. С.</i> Разработка игрового веб-приложения «Элиас» .....	247
<i>Колаиб С. М.</i> Управление динамическими границами домена маршрутизации EIGRP .....	248
<i>Коляскин И. И., Кузьменков Д. С.</i> Методика определения напряжений и перемещений в объёмном теле при заданных областях контакта и действующем давлении .....	249
<i>Копытова А. В.</i> Программная реализация решения задачи герца о контакте сферических и цилиндрических упругих тел .....	250
<i>Корчмин А. А., Кузьменков Д. С.</i> Разработка мобильной версии сайта факультета математики и технологий программирования .	251
<i>Космочюс Е. П., Москалева М. В.</i> Игровой проект «Endless Space Fly» .....	252
<i>Костюк А. А., Дмитрачёнок В. В.</i> Приложение для осаждения информации в изображениях методом LSB и сокрытия их в документах Microsoft Office .....	253
<i>Кравцов М. Ю., Крук А. А.</i> Создание системы управления мультивендорным сетевым оборудованием .....	255
<i>Кригин Р. А.</i> Разработка административного портала автовокзала ..	256
<i>Крук А. А., Кравцов М. Ю.</i> Создание подсистем сети на доступ абонентов к внутрисетевым услугам провайдера .....	257
<i>Кулыба А. И., Жогаль С. И.</i> Создание программной продукции в среде Unity .....	258
<i>Кушнеров Н. Р., Кузьменков Д. С.</i> Разработка Android-приложения «Калькулятор факторов риска инсульта» .....	259

<i>Лабушев В. И.</i> Создание мультивендерной сети с использованием эмуляции сетевого оборудования с подключением к интерфейсам существующей сети .....	260
<i>Латин Е. А.</i> Программное средство распознавания пешеходов на проезжей части в условиях недостаточной освещенности .....	261
<i>Ленденкова С. И., Орлов В. В.</i> Использование системы управления контентом для создания сайтов.....	262
<i>Лукашов-Фурсиков Е. Ю.</i> Применение методов прогнозирования в процессе подготовки к вступительной кампании в вузе .....	263
<i>Лянная Е. В., Березовская Е. М.</i> Разработка приложения «Органайзер» для Android .....	264
<i>Магонов Д. И., Березовская Е. М.</i> Разработка программы для управления цехами и службами унитарного предприятия «Калинковичский молочный комбинат» .....	265
<i>Майоров А. Г.</i> Разработка web-приложения «Личный блог» .....	266
<i>Макаревич Д. А., Мисюк В. Р.</i> Android мессенджер с возможностью удаления данных с сервера.....	267
<i>Макаревич Д. А., Мисюк В. Р.</i> Использование мобильного телефона для определения колебаний магнитных полей .....	268
<i>Максименко А. С.</i> Тестирование веб-приложений с применением фреймворка Protractor .....	269
<i>Марченко В. В.</i> Разработка веб-приложения «Абитуриент АСОИ»..	270
<i>Матвеев Е. В.</i> Разработка сервиса для организации проектной деятельности сотрудников предприятия .....	271
<i>Мельников В. Н., Маслович С. Ф.</i> Разработка модуля на основе фреймворка Vue.js.....	272
<i>Моисеев А. В.</i> Разработка средств демонстрации текущего конкурса для абитуриентов ГГУ с использованием TV-монитора .....	273
<i>Монтик Н. С.</i> Опыт проектирования системы информирования о движении транспортных средств .....	274
<i>Мудраков К. В., Камейша О. И.</i> Управление контентом музеев Военной Славы .....	275
<i>Мурашкевич И. В., Лубочкин А. В.</i> Применение анализа данных с использованием платформы WPF .....	277
<i>Образова А. А.</i> Кластеризация изображений .....	278
<i>Овчинников А. С., Кузьменков Д. С.</i> Разработка динамической распределенной системы хранения данных.....	279

<i>Оганесян А. Г.</i> О разработке программного средства для учета личных расходов и их прогнозирования .....	280
<i>Осипенко С. А.</i> Разработка представительского сайта ООО «Восток-Экспорт» .....	281
<i>Папкевич А. С., Бычков П. В.</i> Разработка Android-приложения «Organizer».....	282
<i>Пасвистелик А. Ю.</i> Построение оптимальных путей передвижения в городском пассажирском транспорте .....	283
<i>Пинчук И. Г., Жадан М. И.</i> Разработка гибридного мобильного приложения корпоративной телефонной книги .....	284
<i>Потапов В. А., Потапов И. А.</i> Применение программного обеспечения LabVIEW в системе управления и контроля газовочным стендом авиационного ГТД.....	285
<i>Прищепова Е. В., Маслович С. Ф.</i> Разработка микросервиса сбора и предоставления информации с датчиков функционального состояния человека .....	286
<i>Прокопенко В. Д., Березовская Е. М.</i> Разработка автоматизированной системы управления кадровым персоналом организации «Старт Мэттер» .....	287
<i>Прохоренко А. С.</i> Разработка подсистемы конвертации данных в онлайн-букмекерской платформе .....	288
<i>Радько К. Ю., Березовская Е. М.</i> Разработка Android-приложения «Гид по Гомелю» .....	289
<i>Ражков А. Ф., Тимощенко Е. В.</i> Модель реконфигурируемой стеганографической системы с применением технологии блокчейн..	290
<i>Редько А. Ю., Христолюбова А. Д.</i> Анализ алгоритмов построения результативных спецификаций .....	291
<i>Репнин С. В., Короткевич В. А.</i> Разработка хранилища параметризованных SQL-запросов .....	293
<i>Реут Ю. С., Короткевич Л. И.</i> Автоматизация работы студенческого профсоюзного комитета.....	294
<i>Рубанов М. И., Жадан М. И.</i> Разработка веб-приложения ведения проектов методологии Scrum .....	295
<i>Рудзяк Н. Ю., Кузьменков Д. С.</i> Разработка web-сайта по продаже туристических путевок с использованием Javascript, MySQL, Bootstrap и PHP.....	296

<i>Ряскин Н. И.</i> Верстка web-сайта по продаже автомобильных шин «Ityre.by».....	297
<i>Савельев Б. В., Бычков П. В.</i> Разработка веб-сервиса для оценки фильмов.....	298
<i>Сак А. Б., Ружицкая Е. А.</i> Маршрутизация обработки договоров в единой системе управления шаблонами договоров .....	299
<i>Саманчук Е. Д., Москалева М. В.</i> Разботка автоматизированной системы управления образовательным процессом школы .....	300
<i>Сапоненко А. А., Бычков П. В.</i> Автоматизированная система учета продаж аптеки.....	301
<i>Саранчук Я. С., Кузьменков Д. С.</i> Разработка микросервиса предоставления расписания занятий студентов Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины.....	302
<i>Семененко Е. Н.</i> Создание автоматизированной подсистемы управления межсетевым экраном .....	303
<i>Семенчук А. О., Близнец И. В.</i> Разработка web-приложения «Tetris» .....	304
<i>Спорнов И. В.</i> Разработка сайта-витрины для магазина техники..	305
<i>Стома Е. И., Кузьменкова Е. Ю.</i> Разработка приложения для определения бракованных изделий в производственном процессе предприятия .....	306
<i>Сусло К. Н.</i> Разработка подсистемы трансфера данных между слоями онлайн-овой букмеккерской конторы .....	307
<i>Сыч Е. В., Березовская Е. М.</i> Приложение «Домашние финансы» на платформе ASP.NET .....	308
<i>Сычѳв Д. А., Березовская Е. М.</i> Разработка web-приложения на платформе .NET .....	309
<i>Тарайкович В. И., Антончиков М. В.</i> Технология DeepND .....	310
<i>Тикаев В. Р., Березовская Е. М.</i> Разработка web-приложения «Сайт для управления своими задачами».....	311
<i>Тихонов Б. А.</i> Автоматизация учета складских запасов для предприятия «КомЭнерго» .....	312
<i>Ткаченко И. С., Ружицкая Е. А.</i> Технология разработки приложения «Культурные мероприятия» с использованием Angular .....	313
<i>Толкачев Е. А., Лубочкин А. В.</i> Распознавание речи методом мел-частотных кепстральных коэффициентов.....	314

<i>Трифунтов А. Н.</i> Разработка серверных инструментальных средств для сбора идентификационной информации с узлов ЛВС..	315
<i>Троянова Т. Г., Ружицкая Е. А.</i> Разработка игрового приложения «Золотоискатель» .....	316
<i>Феськов А. В.</i> Разработка системы мониторинга и отчётности об интенсивности использования узла ЛВС .....	317
<i>Фёдоров И. А., Кузьменков Д. С.</i> Разработка нативного веб-приложения для взаимодействия с социальной сетью «Вконтакте» .....	318
<i>Халаев В. А., Лубочкин А. В.</i> Применение технологий Java EE и JavaScript для разработки web-приложения «Онлайн-библиотека».	319
<i>Хобня А. В., Ружицкая Е. А.</i> Реализация игрового процесса в приложении «Synapse's World» вида платформер .....	320
<i>Хомяков Е. М.</i> Разработка подсистемы планирования работ в онлайн-овой букмекерской платформе .....	321
<i>Хорошкевич А. Д., Лубочкин А. В.</i> Разработка web-приложения «Todo список».....	322
<i>Черенко А. В.</i> Инструментальные средства для предотвращения несанкционированного доступа к узлу ЛВС .....	323
<i>Чернышев А. И.</i> Одно прыжковое расстояние до конечных устройств в туманных вычислениях .....	324
<i>Чиж М. А., Лубочкин А. В.</i> Разработка приложения по обучению игре на гитаре .....	325
<i>Шайкевич Е. Ю., Ружицкая Е. А.</i> Разработка приложения для конвертации файлов на базе микросервисной архитектуры. Реализация «Интерфейса».....	326
<i>Шевцов И. А., Короткевич В. А.</i> Средства автоматизации распределения студентов по учебным группам .....	327
<i>Шибалов Р. С., Лубочкин А. В.</i> Модуль подбора видеопродукции на основании оценок пользователей с применением технологии WPF.....	329
<i>Шнавда А. Е.</i> Симуляция работы автоматической телефонной станции и биллинговой системы .....	330
<i>Юхновский В. В.</i> Разработка мобильного приложения для смартфонов под управлением ОС Android с использованием технологии распознавания лиц.....	331

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ**

<i>Авсянникова А. В., Котельникова Н. В.</i> Применение транзитной формы товародвижения на ОАО «Могилевская фабрика мороженого» .....	333
<i>Бондарчик Е. Н.</i> Хранилища данных как инструмент автоматизации процесса распределения нагрузки преподавателей.....	334
<i>Гаврилик П. В.</i> Оптимизация маршрутов грузоперевозок с использованием сервиса Routific .....	335
<i>Голубева Е. А.</i> О результатах решения расчета напряженно-деформированного состояния слоистой трубы для вязкоупругой задачи.....	336
<i>Голубева Е. А., Оганян С. К.</i> Алгоритм определения сдвиговых волн в плоском вязкоупругом слое с тонкими покрытиями .....	337
<i>Громыко А. А.</i> Реализация расчета деформаций в слоистых цилиндрических трубах из композитов.....	338
<i>Камейша О. И., Мудраков К. В.</i> Разработка лендинг-оболочки и управление контентом музеев ГГУ.....	339
<i>Малмыга В. С.</i> Автоматизация бизнес-процессов гостиничного бизнеса.....	340
<i>Маховик А. И.</i> Разработка внешних печатных форм в 1С:Зарплата и управление персоналом 2.5 .....	341
<i>Мельник Е. А., Москалева М. В.</i> Автоматизированное рабочее место «Изолятор временного содержания» .....	342
<i>Петушков А. А., Жадан М. И.</i> Разработка и использование системы передачи информации с использованием ИК-излучений... ..	343
<i>Привалов С. А.</i> Программное обеспечение для автоматизированного контроля процесса 3D-печати.....	344
<i>Синяк В. А., Москалева М. В.</i> Разработка приложения для автоматизации процессов работы службы «Такси» .....	346
<i>Усатов А. Б., Комраков В. В.</i> Определение дисторсии системы камера–микроскоп при помощи библиотеки OpenCV .....	347
<i>Чиркун А. Л., Жадан М. И.</i> Разработка Android-приложения «Товары».....	348
<i>Шафирова Н. А., Москалева М. В.</i> Разработка приложения для автоматизации процессов работы продуктового магазина .....	349
<i>Юркина А. А., Кожевников М. М.</i> Программная реализация траекторий движений роботов на основе статистических моделей конфигурационного пространства .....	350

<i>Ярмак В. В., Демуськов А. Б. Google Spreadsheet как средство управления расписанием занятий факультета .....</i>	351
---	-----

### **ПЕРВЫЕ ШАГИ В ИТ-СФЕРЕ**

<i>Алексеевкова Н. В., Комракова Е. В. Методы визуализации поверхностей с использованием библиотеки OpenGL .....</i>	353
<i>Артёмов А. А. Создание браузерной игры «Змейка» на языке JavaScript .....</i>	354
<i>Баранов В. А. Шифрование данных на основе динамического генерирования кода.....</i>	355
<i>Бартновская А. В., Комракова Е. В. Способы закрашивания фигур с неправильными границами.....</i>	356
<i>Бельский А. А., Цветков Н. С. Технология Яндекс.DNS .....</i>	357
<i>Бесман А. А. Виртуальная реальность в образовании.....</i>	358
<i>Бородина Е. Д. Информационные технологии в управлении производством (на базе стандарта MRP).....</i>	359
<i>Вакулина А. В., Комракова Е. В. Создание графического интерфейса пользователя с помощью OpenGL .....</i>	360
<i>Вычиков К. А., Осипенко Н. Б. Создание простейшей нейронной сети на Python .....</i>	361
<i>Геренцева Ю. В. Место Python в современной жизни общества ..</i>	362
<i>Гололобов В. В., Жадан М. И. Разработка энергосберегающих технологий в строительстве.....</i>	363
<i>Гриневич Я. Г., Савостин А. Д., Жиляк Н. А. Достижения современных технологий машинного обучения .....</i>	364
<i>Гурский Д. С., Осипенко Н. Б. Использование библиотек GLEW, GLFW и FreeType для разработки игры .....</i>	365
<i>Денисюк И. С. BrainGate.....</i>	366
<i>Добшиков А. Ю., Жадан М. И. Моделирование действий с многозначными числами .....</i>	367
<i>Дюндя В. Г. Проектирование сервиса для распознавания изображений и обратного поиска в социальных сетях.....</i>	368
<i>Заяц Т. А., Заяц А. В. Технологии верстки адаптивного веб-дизайна.</i>	369
<i>Карась О. В., Комракова Е. В. Представление трёхмерных объектов с помощью библиотеки OpenGL .....</i>	370
<i>Карленок Ю. А. Применение нейронных сетей в экономике .....</i>	371

<i>Комиссарова Я. В.</i> Информационные технологии в дорожном строительстве .....	373
<i>Кравченко А. В., Логинов А. А.</i> История создания и сфера использования Adobe Photoshop.....	374
<i>Лазовик М. М., Хотулева О. С.</i> Информационные технологии в обучении.....	375
<i>Потапенко Н. И., Радченко М. Ю.</i> Неудобный интерфейс: ошибка или тёмный паттерн? .....	376
<i>Прядко К. Ш.</i> Кодирование текстовой информации шифром Виженера.....	377
<i>Романчук В. М.</i> Роль использования API в разработке информационной системы .....	378
<i>Синицин Е. В., Комракова Е. В.</i> Использование геометрических преобразований для построения сцен.....	379
<i>Синцова А. С., Карасёва Г. Л.</i> Создание анимированного сюжета в среде Adobe After Effects .....	380
<i>Соловьев Д. С.</i> Приложение для планирования активности и отслеживания событий.....	381
<i>Черняк Н. Ф., Юзефчик Д. П., Жиляк Н. А.</i> Язык запросов к API «GraphQL» в клиент-серверной архитектуре.....	382
<i>Чиков Г. О., Жиляк Н. А.</i> Средства распознавания образов.....	383
<i>Шичко В. С., Сероокий Н. Д., Жиляк Н. А.</i> Новые подходы к проектированию радиолокационных систем.....	384

Научное издание

**Новые математические методы  
и компьютерные технологии  
в проектировании, производстве  
и научных исследованиях**

Материалы XXII Республиканской научной конференции  
студентов и аспирантов  
(Гомель, 25–27 марта 2019 г.)

Ответственный за выпуск *Е. М. Березовская*

Подписано в печать 17.05.2019. Формат 60x84 1/16.  
Бумага офсетная. Ризография. Усл. печ. л. 23,72. Уч.-изд. л. 25,93.  
Тираж 10 экз. Заказ 309.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
учреждение образования  
«Гомельский государственный университет  
имени Франциска Скорины».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 3/1452 от 17.04.2017.  
Специальное разрешение (лицензия) № 02330 / 450 от 18.12.2013.  
Ул. Советская, 104, 246019, Гомель.