

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 XXVI Республиканской научной конференции
студентов и аспирантов
(Гомель, 20–22 марта 2023 года)

В двух частях

Часть 1

Гомель
ГГУ им. Ф. Скорины
2023

УДК 51:004:001.89

Сборник содержит материалы докладов XXVI 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 компьютерное моделирование систем», «Автоматизация производственных процессов», «Первые шаги в IT-сфере».

Адресуется студентам, магистрантам и аспирантам вузов, научным работникам.

Редакционная коллегия:

С. П. Жогаль (главный редактор), Е. П. Кечко, А. В. Воруев,
В. С. Смородин, М. С. Белокурский, Л. Н. Марченко, А. Ф. Васильев,
Д. С. Кузьменков, Е. И. Сукач



АНАЛИТИЧЕСКИЕ И ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В МАТЕМАТИКЕ

*Дифференциальные уравнения,
математический анализ
и численные методы*

Е. И. Каландия
(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

О СИСТЕМЕ ДВУХ НЕЛИНЕЙНЫХ ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

Рассмотрена система нелинейных интегро-дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} \int_a^t K_1(t, s, x(s), y(s)) ds + x'(t) = f_1(t, x(t), y(t)), \\ \int_a^t K_2(t, s, x(s), y(s)) ds + y'(t) = f_2(t, x(t), y(t)). \end{cases}$$

где ядра $K_1(t, s, z_1, z_2)$, $K_2(t, s, z_1, z_2)$ и функции $f_1(t, z_1, z_2)$, $f_2(t, z_1, z_2)$ удовлетворяют следующим условиям:

1) $K_1(t, s, u, v)$ и $K_2(t, s, u, v)$ непрерывны на множестве $[a, b]^2 \times \mathbb{R}^2$ ($b > a$, \mathbb{R} – множество вещественных чисел) и удовлетворяют условию Липшица по третьему и четвертому аргументу, т.е. существует такое число $C_1 > 0$, что для всех $u_1, u_2, v_1, v_2 \in \mathbb{R}$ справедливы неравенства

$$|K_1(t, s, u_2, v_2) - K_1(t, s, u_1, v_1)| \leq C_1 (|u_2 - u_1| + |v_2 - v_1|).$$

$$|K_2(t, s, u_2, v_2) - K_2(t, s, u_1, v_1)| \leq C_1 (|u_2 - u_1| + |v_2 - v_1|).$$

2) $f_1(t, u, v)$ и $f_2(t, u, v)$ непрерывны на множестве $[a, b] \times \mathbb{R}^2$ и удовлетворяющие условию Липшица по второму и третьему аргументу, т.е. существует такое число $C_2 > 0$, что для всех $u_1, u_2, v_1, v_2 \in \mathbb{R}$ справедливы неравенства

$$|f_1(t, u_2, v_2) - f_1(t, u_1, v_1)| \leq C_2 (|u_2 - u_1| + |v_2 - v_1|).$$

$$|f_2(t, u_2, v_2) - f_2(t, u_1, v_1)| \leq C_2 (|u_2 - u_1| + |v_2 - v_1|).$$

Для системы поставим задачу Коши, задав начальное условие

$$x(a) = x^0, \quad y(a) = y^0.$$

Доказано, что при выполнении условий 1) и 2) имеют место теоремы о существовании и единственности решения задачи Коши для рассматриваемой системы интегро-дифференциальных уравнений.

Д. С. Козубанова, Г. Н. Казимиров
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

О СОВПАДЕНИИ МОДУЛЕЙ ГЛАДКОСТИ НА НЕКОТОРОМ КЛАССЕ ФУНКЦИЙ

Ранее было доказано совпадение обобщённых модулей гладкости, в которых второй и следующие сдвиги берутся с разными шагами и одинаковым шагом. В данной работе доказывается аналогичный результат для классических модулей гладкости.

Будем говорить, что $f \in L_p$, $1 \leq p < \infty$, если функция f изме-

рима на отрезке $[-1, 1]$ и $\|f\|_p = \left(\int_{-1}^1 |f(x)|^p dx \right)^{\frac{1}{p}} < +\infty$, а для $p = \infty$

функция f непрерывна на отрезке $[-1, 1]$ и $\|f\|_\infty = \max_{-1 \leq x \leq 1} |f(x)|$.

Введём также обозначения:

$$\Delta_h^1(f, x) = f(x+h) - f(x),$$

$$\Delta_{h_1, \dots, h_k}^k(f, x) = \Delta_{h_k}^1(\Delta_{h_1, \dots, h_{k-1}}^{k-1}(f, x), x), \quad k = 2, 3, \dots,$$

$$\tilde{\Omega}_k(f, \delta)_p = \sup_{|h_i| \leq \delta, i=1, \dots, k} \left\| \Delta_{h_1, \dots, h_k}^k(f, x) \right\|_p,$$

$$\Delta_h^k(f, x) = \Delta_h^1(\Delta_h^{k-1}(f, x), x), \quad k = 2, 3, \dots,$$

$$\Omega_k(f, \delta)_p = \sup_{|h| \leq \delta} \left\| \Delta_h^k(f, x) \right\|_p.$$

Теорема. Пусть даны числа p, k такие, что $1 \leq p \leq +\infty$, $k = 1, 2, 3, \dots$. Пусть также $f \in L_p$. Если существует функция g , такая, что $\sup_{|t| \leq \delta} |g(t)| < +\infty$ и $f(x+h) = f(x)g(h) \quad \forall x \in [-1, 1], \quad \forall h \in [-\delta, \delta]$

(2), то $\tilde{\Omega}_k(f, \delta)_p = \Omega_k(f, \delta)_p$.

И. В. Кругликов
 (ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

ОДИН ИЗ АЛГОРИТМИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К ВЫЧИСЛЕНИЮ ПРОИЗВОДНОЙ ОТ ЛЮБОЙ ЭЛЕМЕНТАРНОЙ ФУНКЦИИ

В работе представлен алгоритм вычисления производной от любой элементарной функции. Алгоритм реализован в виде программы на языке программирования C++.

На вход программы подаётся строковое выражение, представляющее собой функцию от одной действительной переменной x (рисунок 1).

```

Input function:
sin(cos(x))+2*x
Result:
cos(cos(x))*(-sin(x))+2

Input function:
ln(x/2)^3
Result:
3*((ln(x/2))^2)*((1/(x/2))*0.5)
    
```

Рисунок 1 – Пример работы программы

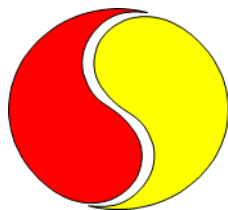
Результатом работы программы является производная от введённой элементарной функции.

Для того чтобы описать идею данного алгоритма, необходимо ввести понятие элементарной функции. Пусть A – множество всех функций $f(x)$, которое строится по следующим правилам:

1. Функция $f(x) = x^\alpha$, где $x, \alpha \in R$, принадлежит множеству A .
2. Функция $f(x) = a^x$, где $x, \alpha \in R$, принадлежит множеству A .
3. Функции $\ln x, \sin x, \cos x, \operatorname{tg} x, \operatorname{ctg} x, \arcsin x, \arccos x, \operatorname{arctg} x, \operatorname{arcctg} x$ принадлежат множеству A .
4. Пусть функции $f_1(x), f_2(x) \in A$. Тогда функции $f_1(x) + f_2(x), f_1(x) - f_2(x), f_1(x) * f_2(x), f_1(x) / f_2(x)$ (при $f_2(x) \neq 0$), $f_1(f_2(x))$ также принадлежат A .

Функцию $f(x), x \in R$ будем называть элементарной, если $f(x) \in A$.

В основе данного алгоритма лежит пошаговое рекурсивное применение правил дифференцирования.



АНАЛИТИЧЕСКИЕ И ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В МАТЕМАТИКЕ

*Теория вероятностей и
математическая статистика,
теория массового обслуживания*

Н. С. Андреюшкина
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КУРСОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Анализ динамики ежедневных курсов сельскохозяйственных культур и исследование их взаимосвязи является актуальным на финансовом рынке [1]. Информационной базой исследований послужили курсы грубого риса (X1), кукурузы США (X2), овса (ОС-1) (X3), пшеницы Лондон (X4), пшеницы США (X5), соевой муки США (X6), соевого масла США (X7), соевых бобов США (X8) за период с 04.01.2021 по 01.11.2022 [2]. Из визуализации динамики курсов сделано предположение, что исследуемые временные ряды являются нестационарными. Преобразование к логарифмическим данным темпам роста позволило предположить, что данные представляют собой стационарные временные ряды с кластерами высокой волатильности и выбросами.

Проведён предварительный анализ данных, вычислены следующие статистические показатели: среднее значение, медиана, мода, частота моды, минимум, максимум, дисперсия, среднее отклонение, коэффициент вариации, стандартные ошибки, асимметрия, эксцесс [3].

Логарифмические темпы роста проверены на подчинение нормальному закону распределения и на равенство средних и дисперсий. Однородны по критериям Стьюдента и Фишера имеют следующие показатели: L-X2 и L-X6, L-X2 и L-X7, L-X4 и L-X8, L-X5 и L-X6, L-X6 и L-X7.

Определены парные коэффициенты корреляции, характеризующие тесноту взаимосвязи показателей. Заметная взаимосвязь была выявлена у факторов L-X8, L-X7, L-X6, L-X2, что, скорее всего, связано с тем, что эти сельскохозяйственные культуры данных показателей имеют общую страну. Высокая взаимосвязь курсов L-X4 и L-X5 может быть обусловлена одной сельскохозяйственной культурой (пшеница). Слабая и отрицательная взаимосвязь между показателями L-X3 и L-X4 вероятнее всего соответствует тому, что эти сельскохозяйственные культуры требуют разные условия выращивания. Остальные взаимосвязи, предположительно, являются слабыми положительными.

Литература

1 Софронов, Ю. Ю. Эконометрическое моделирование стоимости фьючерса на пшеницу США / Ю. Ю. Софронов, М. В. Радионова // Вестник Прикамского социального института. – 2022. – № 1 (91). – С. 95–100.

2 Фьючерсные цены на зерно [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.investing.com/commodities/grains>. – Дата доступа: 01.11.2022.

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

В. А. Ануфриева
(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

О МАРКОВСКИХ СЕТЯХ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С ДОХОДОМ ИЛИ ВОЗНАГРАЖДЕНИЕМ

Исследуется замкнутая экспоненциальная сеть массового обслуживания (СеМО): время обслуживания заявок линиями систем массового обслуживания (СМО) подчиняется экспоненциальному закону, заявки в узлах обслуживаются по правилу FIFO, переходы заявок между СМО являются независимым случайными событиями. Состояние такой сети описывается цепью Маркова с непрерывным временем $k(t) = (k_1(t), k_2(t), \dots, k_n(t))$, где $k_i(t)$ – это число заявок в i -й СМО.

Теория СеМО имеет широкое приложение, СеМО являются математическими моделями различных сложных объектов и систем

окружающей реальности. Каждое новое приложение создает новые теоретические проблемы и оказывает влияние на направление исследований. Возникают задачи, связанные с моделированием объектов в целях расчета их доходов в зависимости от числа обработанных заявок, процедуры и параметров процесса обслуживания. Для решения подобных задач были введены в рассмотрение НМ-сети с доходами [1].

Полагается, что объект, моделируемый СеМО, приносит доход в условных единицах или вознаграждение «reward» составляющее R_{ij} при переходе заявки из i -й СМО сети в j -ю, $i, j = \overline{0, n}$; множество доходов образует матрицу доходов. Доходы не обязательно измеряются в денежных единицах, они могут выражаться в единицах продукции или любыми другими физическими величинами.

Доход, который получит сеть за время t , если в начальный момент времени она находится в состоянии (k, t_0) , обозначим $V(k, t)$. Таким образом, доход является случайным с распределением вероятностей, управляемым вероятностными связями процесса $k(t)$. Работа посвящена получению систем дифференциальных уравнений для прогнозирования ожидаемого дохода сети в зависимости от параметров ее функционирования в асимптотическом случае большого числа заявок.

Литература

1 Matalytski, M. On some results in analysis and optimization of Markov networks with incomes and their application / M. Matalytski // Autom. Remote Control. – 2009. – V. 70, №10. – P. 1683–1697.

А. В. Аракчеева

(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВРЕМЕННОГО РЯДА ДАННЫХ ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Исследуются статистические данные о численности населения Республики Беларусь за период с 1992 по 2021 год. Цель – эконометрическое моделирование ряда данных с помощью системы EViews [1].

Визуальный анализ показывает, что ряд не является стационарным, динамика численности населения отрицательна. Тест Чоу отвер-

гает гипотезу о структурной стабильности ряда, с помощью процедуры «multiple breakpoint tests» установлена точка структурного изменения – $t^* = 2006$ год. Построим кусочно-линейную модель ряда, используя фиктивную переменную z_t , равную 1 при $t < t^*$ и 0 при $t \geq t^*$:

$$x_t = 9.7537 + 0.5773 z_t - 0.0124 t - 0.0289 z_t t + e_t. \quad (1)$$

(t) (235,38) (12,69) (-6,87) (-10,14)

Доказано, что остатки e_t соответствуют гауссовскому «белому шуму».

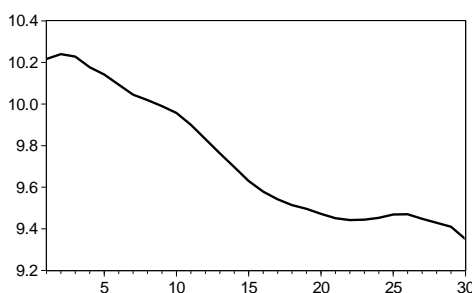


Рисунок 1 – Динамика численности населения РБ в млн человек

Анализируя статистическую значимость коэффициентов модели (1) при z_t и $z_t t$ приходим к заключению, что в момент времени t^* , соответствующий 2006 году, произошло как изменение начального уровня ряда численности населения, так и среднего абсолютного убывания за год. Темп убывания численности населения существенно замедлился: до 2006 года население убывало за год на 41 300 человек, с 2006 года среднее убывание составляет 12 400 человек в год.

Литература

1 Хацкевич, Г. А. Эконометрика : учебник / Г. А. Хацкевич, Т. В. Русилко. – Минск : РИВШ, 2021. – 452 с.

Е. В. Гаврилькова
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВАЛЮТНЫХ КУРСОВ

Целью работы является исследование взаимосвязи динамики ежедневных курсов валют на финансовом рынке. Базой исследования

послужили ежедневные курсы валют RUB, CAD, GBP, EUR, CNY по отношению к USD за период с 01.01.2014 по 30.11.2022 [1].

Визуализация курсов и анализ осуществлялись с помощью языка программирования Python. В работе были использованы библиотеки pandas, matplotlib, numpy, math, seaborn языка Python [2]. Были построены графики курсов валют и их логарифмических темпов роста, определены числовые характеристики рассматриваемых временных рядов, корреляция курсов и логарифмических темпов роста, а также построена тепловая карта корреляции.

На рисунке 1 представлена тепловая карта корреляции курсов RUB, CAD, GBP, EUR, CNY по отношению к USD.

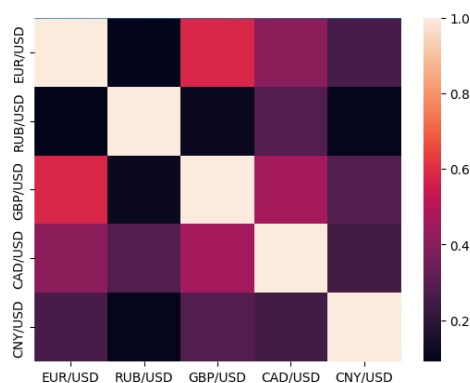


Рисунок 1 – Тепловая карта корреляции логарифмических темпов роста курсов RUB, CAD, GBP, EUR, CNY по отношению к USD

Рассматриваемые курсы валют характеризуется ростом и падением цены, что характерно для нестационарных временных рядов. За период с 2014 по 2022 года сильное колебание цен наблюдались в 2014, 2019 и 2022 годах. Переход к логарифмическим темпам роста позволил избавиться от нестационарности. Логарифмические темпы роста курсов валют коррелируют между собой, и по шкале Чеддака можно говорить о прямой слабой и прямой умеренной зависимостях [3]. Наиболее сильная значимая связь наблюдалась между логарифмическими темпами роста курсов GBP/USD и EUR/USD (0,58).

Литература

1 Investing.com [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.investing.com/currencies/single-currency-crosses>. – Дата доступа: 01.12.2022.

2 Кольцов, Д. М. Python. Полное руководство / Д. М. Кольцов. – СПб. : Издательство наука и техника, 2022. – 480 с.

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

Д. С. Гапонов
(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

СЕТИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С ПОВТОРНЫМИ ВЫЗОВАМИ В АСИМПТОТИЧЕСКОМ СЛУЧАЕ БОЛЬШОГО ЧИСЛА ЗАЯВОК

Системы массового обслуживания (СМО) с повторными вызовами характеризуются следующим основным предположением: заявка, которая не может быть обслужена из-за конечной пропускной способности системы, отказов, нетерпеливости или других причин, покидает зону обслуживания, переходя в виртуальный зал ожидания – орбиту, однако через некоторое случайное время заявка снова возвращается в систему, чтобы запросить обслуживание еще раз. СМО с повторными вызовами находят широкое применение для стохастического моделирования многих проблем, возникающих в телекоммуникационных и компьютерных сетях, телефонии и других областях.

Данная работа посвящена исследованию замкнутой марковской сети массового обслуживания (СМО), системы которой представляют собой СМО с повторными вызовами. Каждая система имеет определенный набор линий обслуживания, осуществляющих обработку заявок по экспоненциальному закону, буфер для ожидания отсутствует, заявки, получившие отказ, перемещаются на орбиту, с которой через экспоненциально распределенное время пытаются осуществить повторное обращение в СМО. Состояния сети в фиксированный момент времени t определяется случайным вектором:

$$(k_1(t), o_1(t); k_2(t), o_2(t); \dots; k_n(t), o_n(t)), \quad (1)$$

где $k_i(t)$ – число заявок на обслуживании, $o_i(t)$ – число заявок на орбите i -й СМО, $i = \overline{1, n}$. Законы распределения, параметры обслуживания и перемещения заявок в сети выбраны так, что (1) – это марковский случайный процесс с непрерывным временем и конечным числом

состояний. Задачей является исследование (1) в асимптотическом случае большого числа заявок в сети и расчет среднего числа заявок в СМО с течением времени, применение такой сети в качестве модели [1].

Литература

1 Rusilko, T. V. Application of queueing network models in insurance / T. V. Rusilko // *Izvestiya of Saratov University. Mathematics. Mechanics. Informatics.* – 2022.– Vol. 22, N 3. – P. 315–321.

П. Д. Грамотеев

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ НЕКОТОРЫХ КРИПТОВАЛЮТ

Целью работы является исследование динамики и взаимосвязи цен криптовалют Bitcoin (BTC) Litecoin (LTC), Ethereum (ETH), XRP (XRP), DogeCoin (DOGE), Dash (Dash), которые являются одними из крупнейших, наиболее популярных и надёжных. Информационной базой послужили данные цен за период с 05.01.2014 по 07.12.2022 [1].

С помощью языка программирования Python были визуализированы рассматриваемые временные ряды, проведён статистический анализ данных. В работе использовались функции библиотек *pandas*, *matplotlib*, *math* языка Python. Построены графики динамики цен и логарифмических темпов роста, определены числовые характеристики, исследована взаимосвязь между курсами и их логарифмическими темпами роста.

За исследуемый период с 2014 по 2022 года наблюдалось сильное колебание цен криптовалют в 2017 и 2020 годах. Наиболее вариативной являлась криптовалюта Litecoin (коэффициент вариации равен 64,41%), а наименее вариативной – Ethereum (9,13%). Между всеми курсами исследуемых валют наблюдалась корреляция. Наиболее сильная значимая взаимосвязь логарифмических темпов роста выявлена между Bitcoin/Litecoin (0,526) и Dogecoin/XRP (0,614), остальные данные умеренно связаны.

На рисунке 1 представлена матрица корреляций логарифмических темпов роста BTC, LTC, ETH, XRP, DOGE, DASH.

	Bitcoin	Litecoin	Ethereum	XRP	Dogecoin	Dash
Bitcoin	1.000	0.526	0.349	0.291	0.322	0.388
Litecoin	0.526	1.000	0.236	0.317	0.269	0.382
Ethereum	0.349	0.236	1.000	0.229	0.216	0.253
XRP	0.291	0.317	0.229	1.000	0.614	0.211
Dogecoin	0.322	0.269	0.216	0.614	1.000	0.280
Dash	0.388	0.382	0.253	0.211	0.280	1.000

Рисунок 1 – Матрица корреляций логарифмических темпов роста

Полученные исследования могут быть использованы специалистами при анализе динамики криптовалют на финансовом рынке.

Литература

1 Coinmarketcap [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://coinmarketcap.com>. – Дата доступа: 10.11.2022.

А. А. Дайнеко, О. В. Якубович
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДОХОДНОСТЕЙ КУРСОВ ИНОСТРАННЫХ ВАЛЮТ ПО ОТНОШЕНИЮ К БЕЛОРУССКОМУ РУБЛЮ

Однофакторный дисперсионный анализ – это статистический метод анализа средних результатов наблюдений, зависящих от различных одновременно действующих факторов, основанный на сравнении оценок дисперсий соответствующих групп выборочных данных [1].

Рассмотрены курсы иностранных валют по отношению к белорусскому рублю с 01.01.2022 по 01.12.2022 [2]. Для анализа данных были использованы доходности курсов валют. Далее был проведен однофакторный дисперсионный анализ, который выявил, что средняя доходность курсов валют не различается.

Анализ коэффициентов корреляции доходностей курсов валют показал, что положительную сильную связь имеют: доллар США и китайский юань (0,95), злотый и чешская крона (0,93), злотый и шведская

крона (0,94), шведская крона и шведская крона (0,94), доллар США и швейцарский франк (0,9), китайский юань и швейцарский франк (0,91).

Проведен регрессионный анализ. Построены модели регрессии для доходностей иностранных курсов валют. Для каждой модели рассчитан коэффициент детерминации R^2 и проверена гипотеза о его значимости. Проведена проверка качества и значимости всего уравнения регрессии для каждой доходности курсов валют на уровне значимости 0,05. При проверке значимости всех доходностей курсов валют выявлено, что все уравнения адекватны.

Результаты и выводы, полученные в данном исследовании, могут быть использованы для анализа рынка валют.

Литература

1 Однофакторный дисперсионный анализ [Электронный ресурс]. – <https://studfile.net/preview/1582408/page:3/>. – Дата доступа: 02.11.2022.

2 Национальный банк Республики Беларусь. Официальный курс белорусского рубля по отношению к иностранным валютам [Электронный ресурс] . – <https://www.nbrb.by/statistics/rates/ratesdaily.asp/>. – Дата доступа: 18.10.2022.

В. М. Доценко, О. В. Якубович
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗАБИТЫХ И ПРОПУЩЕННЫХ МЯЧЕЙ ФУТБОЛЬНЫХ КОМАНД ИЗ ТОП-4 ЛИГ ЕВРОПЫ

Однофакторный дисперсионный анализ – статистический метод, направленный на исследование значимости различий в средних значениях экспериментальных данных, он позволяет сравнивать средние значения двух и более групп наблюдений.

Рассмотрены показатели забитых и пропущенных мячей 20 команд из ТОП-4 лиг Европы сезона 2021/2022 [1]. Проведен однофакторный дисперсионный анализ данных для проверки однородности средних показателей [2, 3]. Проверена гипотеза о равенстве средних коэффициентов забитых и пропущенных мячей 20 команд из ТОП-4

лиг Европы на уровне значимости 0,05. Найдена статистика критерия $F=4,3669$ для забитых мячей и $F=4,7739$ для пропущенных. Критическое значение $F_{\text{крит}}=1,601$. Нулевая гипотезы о равенстве коэффициентов забитых и коэффициентов пропущенных мячей в 20 командах ТОП-4 лиг Европы отклоняется, средние показатели в этих командах значимо различаются. Проведен однофакторный анализ по коэффициенту забитых и пропущенных мячей так же для групп команд с сопоставимой стоимостью [4]. По коэффициенту забитых мячей гипотеза H_0 принимается, кроме команд с малой стоимостью. По коэффициенту пропущенных мячей гипотеза H_0 отклоняется, кроме команд с высокой стоимостью.

Литература

1 Данные о забитых и пропущенных мячах прошлого сезона команд из ТОП-4 лиг Европы [Электронный ресурс]. – <https://www.flashscore.com.ua/>. – Дата доступа: 05.10.2022.

2 Однофакторный дисперсионный анализ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studme.org/289829/matematika_himiya_fizik/odnofaktornyyu_dispersionnyu_analiz. – Дата доступа: 20.10.2022.

3 Однофакторный дисперсионный анализ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studme.org/209519/ekonomika-metody-korrelyatsionnogo-analiza>. – Дата доступа: 20.10.2022.

4 Рыночные стоимости составов команд [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.transfermarkt.world>. – Дата доступа: 07.10.2022.

С. Ю. Евмененко

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

СТАЦИОНАРНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВСМР СЕТЕЙ С ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНЫМ ОГРАНИЧЕНИЕМ НА ВРЕМЯ ПРЕБЫВАНИЯ ЗАЯВОК

В сеть, состоящую из N узлов, из которых Q узлов однолинейны, поступает простейший поток с интенсивностью λ . Каждая заявка независимо от других заявок поступает в i -ый узел сети и становится заявкой типа l с вероятностью $p_{0(i,l)}$ ($\sum_{i=1}^N \sum_{l=1}^M p_{0(i,l)} = 1$). Число мест для ожидания в узле бесконечно. В сети имеются два типа узлов –

однолинейные и многолинейные. Пусть n_i – количество заявок в i -ом узле. Время обслуживания заявки в i -ом однолинейном узле имеет показательное распределение с параметром μ_i , для $i = \overline{1, Q}$, условное распределение времени обслуживания заявки в $N - Q$ узлах, когда там находится n_i заявок, – показательное с параметром $\mu_i(n_i)$, причем $\mu_i(n_i) > 0$ для $n_i \in N$ и $\mu_i(0) = 0$ ($i = \overline{Q + 1, N}$). Заявка l -го типа, завершившая обслуживание в i -ом узле мгновенно и независимо от других заявок переходит в j -ый узел сети и становится заявкой типа m с вероятностью $p_{(i,l)(j,m)}$, а с вероятностью $p_{(i,l)0}$ покидает сеть. Время пребывания заявки в узле i является случайной величиной, условное распределение которой показательное с параметром $\frac{v_i}{n_i}$ ($i = \overline{1, N}$). Дисциплина обслуживания FCFS. Заявка типа l , время пребывания которой в i -ом узле закончилось ($i = \overline{1, Q}$), мгновенно и независимо от других заявок переходит в j -ый узел сети и становится заявкой типа m с вероятностью $r_{(i,l)(j,m)}$, а с вероятностью $r_{(i,l)0}$ покидает сеть. Если же $i = \overline{Q + 1, N}$, то она ведет себя как обслуженная.

Теорема. При выполнении условия

$$\begin{cases} \rho_i < 1, i = \overline{1, Q} \\ \sum_{n_i}^Q \prod_{l=1}^{n_i} \frac{\lambda e_{i,l}}{\mu_i(l) + v_i} < \infty, i = \overline{Q + 1, N} \end{cases}$$

цепь маркова эргодична, а ее единственное стационарное распределение имеет форму произведения

$$p(x_1, \dots, x_N) = p_1(x_1)p_2(x_2) \dots p_N(x_N),$$

где $\{e_i, i = \overline{1, N}\}$ – решения уравнений трафика.

Д. А. Елистратов, Ю. В. Малинковский
 (ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

СТАЦИОНАРНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОТКРЫТОЙ ТРЁХ-УЗЛОВОЙ ЦЕПИ

В первый узел открытой сети поступает простейший поток с интенсивностью λ соответственно. Заявка, обслуженная в первом узле,

мгновенно и независимо от других заявок, с вероятностью 1 направится во второй узел. Заявка, обслуженная во втором узле, мгновенно и независимо от других заявок, с вероятностью $\frac{1}{2}$ направится в третий узел, с вероятностью $\frac{1}{4}$ направится в первый узел или с вероятностью $\frac{1}{4}$ покидает сеть. Заявка, обслуженная в третьем узле, мгновенно и независимо от других заявок, с вероятностью 1 направляется в первый узел сети. Время обслуживания в приборах имеет показательное распределение с параметром μ_i ($i = 1, 2, 3$). Мест для ожидания в узлах бесконечное. Режим обслуживания заявок узлами FCFS. Процессы обслуживания и поступления заявок предполагаются независимыми [1, 2].

Составлены уравнения трафика, и решения имеют вид

$$\varepsilon_1 = 4, \varepsilon_2 = 4, \varepsilon_3 = 2.$$

Найдено стационарное распределение вероятностей состояний сети, которое имеет вид:

$$P(n_1, n_2, n_3) = (1 - \rho_1)(1 - \rho_2)(1 - \rho_3)\rho_1^{n_1} \rho_2^{n_2} \rho_3^{n_3},$$

где $\rho_1 = \frac{\varepsilon_1 \lambda}{\mu_1}, \rho_2 = \frac{\varepsilon_2 \lambda}{\mu_2}, \rho_3 = \frac{\varepsilon_3 \lambda}{\mu_3}$.

Установлено условие существования стационарного распределения: $\rho_i < 1, (i = 1, 2, 3)$ [3, 4].

Результаты и выводы исследования могут быть использованы при анализе в банковских и производственных сферах.

Литература

1 Буриков, А. Д. Теория массового обслуживания: учебное пособие по спецкурсу / А. Д. Буриков, Ю. В. Малинковский, М. А. Матальцкий. – Гродно: ГГУ, 1984. – 108 с.

2 Гнеденко, Б. В. Введение в теорию массового обслуживания / Б. В. Гнеденко, И. Н. Коваленко. – Москва : Наука, 1966. – 432 с.

3 Малинковский, Ю. В. Теория вероятностей / Ю. В. Малинковский. – Минск : РИВШ, 2019. – 270 с.

4 Малинковский, Ю. В. Математическая статистика. Случайные процессы / Ю. В. Малинковский. – Минск : РИВШ, 2019. – 203 с.

М. Ф. Жихарко
(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

ИССЛЕДОВАНИЕ ЦЕПИ МАРКОВА С ДОХОДАМИ

Исследуется система, описываемая цепью Маркова с конечным числом N состояний и дискретным временем. Примером такой системы может быть порт, состояние системы характеризуется числом судов под погрузкой или разгрузкой в порту. Очевидно, что каждое прибывающее либо покидающее порт судно приносит определенный денежный доход либо вознаграждение, измеряемое единицами продукции, находящимися в порту. Предположим, что система получает доход r_{ij} (убыток при $r_{ij} < 0$), когда совершается переход из состояния i в состояние j , $i, j = \overline{0, N}$. Таким образом цепь Маркова порождает последовательность доходов, соответствующих изменению ее состояния. Доход является случайным с распределением вероятностей, определяемым состоянием марковской цепи и вероятностями изменения этих состояний [1].

Возникает задача расчета дохода системы за n последующих переходов, если в текущий момент система находится в состоянии i . Пусть $v_i(n)$ – полный ожидаемый доход, который система получит за n последующих переходов (шагов, равных периодов времени), если в данный момент она находится в состоянии i . Справедливо следующее рекуррентное соотношение для доходов:

$$v_i(n) = \sum_{j=0}^N p_{ij} (r_{ij} + v_j(n-1)), \quad i = \overline{0, N}, \quad n = 0, 1, 2, \dots \quad (1)$$

Приведенное соотношение можно трактовать так: если система совершает переход из состояния i в состояние j , то система получает вознаграждение r_{ij} плюс полный ожидаемый доход, который система получит, отправляясь из состояния j за оставшееся на единицу меньшее число шагов.

Задачей является решение (1) и определение дохода системы как функции состояния и числа оставшихся шагов при определенном начальном наборе доходов.

Литература

1 Ховард, Р. А. Динамическое программирование и марковские процессы / Р. А. Ховард. – М. : Сов. радио, 1964. – 192 с.

А. Г. Корниенко
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ УРОВНЯ ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ ПО СТРАНАМ СНГ

Корреляционный анализ выявляет наличие связи между случайными величинами и оценивает силу этой связи, а с помощью методов регрессионного анализа можно выбрать конкретную математическую модель и оценить адекватность отражения установленной взаимосвязи случайных величин [1].

В работе проведён корреляционно-регрессионный анализ показателей уровня жизни населения по странам СНГ за 2020 год [2].

Для исследования линейных и нелинейных (степенной, экспоненциальной, полиномиальной, логарифмической и гиперболической) моделей парной регрессии [3] были найдены: параметры модели, индексы корреляции и детерминации, эластичность модели, ошибка аппроксимации, F-критерий Фишера, прогноз результирующего признака.

Для показателей средняя заработная плата и оборот розничной торговли наилучшим образом подходит полиномиальная модель. Для величины прожиточного минимума и среднего размера пенсии, так же, как для средней заработной платы и численности безработных, лучше определяет взаимосвязь степенная модель. Для показателей средняя заработная плата и расходы на покупку продуктов питания наилучшим образом определяют взаимосвязь экспоненциальная и гиперболическая модели.

Результаты и выводы могут быть использованы для анализа уровня жизни населения по странам СНГ.

Литература

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

2 Межгосударственный статистический комитет СНГ, Население, занятость и условия жизни в странах Содружества независимых государств, 2020 / Межгосударственный статистический комитет СНГ. – М. : Статкомитет СНГ, 2021. – 294 с.

З Елисеева, И. И. Эконометрика / И. И. Елисеева, С. В. Курьшева, Т. В. Костеева, И. В. Бабаева, Б. А. Михайлов. – М. : Финансы и статистика, 2001. – 344 с.

С. А. Кулакевич
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДОХОДНОСТЕЙ АКЦИЙ АВИАСТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПАНИЙ

Исходные данные исследования – котировки акций десяти известных авиастроительных компаний за каждый месяц, начиная с марта 2019 года и до апреля 2022 года [1]. В качестве факторов для проведения анализа были выбраны золото, нефть Brent, природный газ, алюминий, медь и индексы с бирж, где были взяты котировки акций компаний. Для более корректного анализа, осуществлен переход к доходностям акций компаний и факторов. Основная цель исследования – провести статистический анализ доходностей акций авиастроительных компаний.

Для анализа данных было выбрано приложение Microsoft Excel и с помощью однофакторного дисперсионного анализа было выяснено, что средние доходности акций рассматриваемых компаний статистически не различаются. Так же была рассчитана корреляционная матрица. По данной матрице можно заметить, что у корреляционных пар между доходностями акций компаний и доходностями алюминия, нефть Brent, и индексов DJUSAE и FTNMX502010 в основном наблюдается заметная положительная взаимосвязь. И только между доходностями золота, природного газа и доходностями компаний можно отметить слабую отрицательную взаимосвязь. При корреляционном анализе можно выделить пары, у которых коэффициенты корреляции больше 0,5, именно эти корреляционные пары были взяты для регрессионного анализа. Для анализа построенных регрессионных моделей рассчитан коэффициент детерминации. При проверке значимости выявлено, что все коэффициенты детерминации для доходностей всех рассматриваемых акций компаний значимы, и модели можно признать адекватными.

Результаты и выводы могут быть использованы для прогнозирования стоимости акций авиастроительных компаний.

Литература

1 Котировки акций в аэрокосмической и оборонной промышленности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.investing.com/stockscreeener/?sp=country::5|sector::a|industry::182|equityType::a|exchange::a%3Cseq_market_cap;1. – Дата доступа: 15.11.2022.

Д. А. Мармузевич
(БГУ, Минск)

СТАТИСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОЦЕНКИ СЕМИВАРИОГРАММЫ

Рассмотрим случайный процесс $Z(t) = \sum_{i=1}^p \beta_i X_i(t)$, где $t \in Z$, $p \in N$, β_i – константы такие что: $\sum_{i=1}^p \beta_i^2 < \infty$, а $X_i(t)$ – гауссовские стационарные случайные процессы с нулевым математическим ожиданием, ковариационными функциями $R_i(t)$, $t \in Z$, спектральными плотностями $f_i(\lambda)$, $\lambda \in \Pi = [-\pi; \pi]$.

Будем полагать, что взаимные ковариационные функции $R_{ij}(t_1, t_2)$, $t_1, t_2 \in Z$, случайных процессов $X_i(t)$ и $X_j(t)$, $i, j = \overline{1, p}$, $i \neq j$ равны нулю, т.е. : $R_{ij}(t_1, t_2) = M[X_i(t_1)X_j(t_2)] = 0$.

Предположим далее, что $Z(1), \dots, Z(n)$ – n последовательных наблюдений за процессом $Z(t)$. В качестве оценки семивариограммы рассмотрим статистику вида [1]:

$$\hat{\gamma}_Z(h) = \frac{1}{2(n-h)} \sum_{t=1}^{n-h} (Z(t) - Z(t+h))^2,$$

где $h = 0, \dots, n-1$. Также учтем, что $\hat{\gamma}_Z(h) = \hat{\gamma}_Z(-h)$, $h = 0, \dots, n-1$ и $\hat{\gamma}_Z(h) = 0$, где $|h| \geq n$.

Показано, что оценка семивариограммы $\hat{\gamma}_Z(h)$ случайного процесса $Z(t)$ является несмещенной, то есть

$$M\hat{\gamma}_Z(h) = \gamma_Z(h), h = 0, \dots, n-1. \quad (1)$$

Найдены выражения для ковариации и дисперсии данной оценки во временной и частотной областях. Исследовано асимптотическое поведение моментов второго порядка оценки семивариограммы $\hat{\gamma}_Z(h)$ при дополнительных ограничениях на характеристики процесса $Z(t)$ в частотной области. Доказано, что

$$\lim_{n \rightarrow \infty} D\hat{\gamma}_z(h) = 0. \quad (2)$$

Таким образом, из (1) и (2) вытекает, что $\hat{\gamma}_z(h)$ является состоятельной в среднеквадратическом смысле оценкой для $\gamma_z(h)$.

Литература

1 Цеховая, Т. В. Оценки характеристик второго порядка во временной области стационарных процессов / Т. В. Цеховая, Н. Н. Труш. – Минск : БГУ, 2020. – 75 с.

А. В. Маюрникова, О. В. Якубович
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕНТАБЕЛЬНОСТИ АКТИВОВ И СОБСТВЕННОГО КАПИТАЛА БАНКОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Однофакторный дисперсионный анализ – статистический метод, который позволяет установить степень одновременного влияния на признак нескольких факторов и каждого в отдельности [1].

Рассмотрены показатели банков Республики Беларусь за 15 лет, с 2007 года по 2021 год [2]. Для анализа показателей были рассчитаны показатели рентабельности активов (ROA) и собственного капитала (ROE) банков РБ.

Проведен однофакторный дисперсионный анализ показателей рентабельности активов и собственного капитала всех банков РБ, отдельных групп, сформированных по следующим признакам: по уставному фонду и типу организации. Было выявлено, что в большинстве случаев средние показатели всех банков РБ и в отдельных группах различаются.

Анализ коэффициентов корреляции показателей рентабельности активов и собственного капитала показал, что положительная заметная взаимосвязь наблюдается у большинства банков Республики Беларусь. Построены однофакторные модели регрессии для показателей рентабельностей активов и собственного капитала банков РБ. Для каждой модели проверена гипотеза о ее значимости, рассчитан коэффициент детерминации R^2 , проведена проверка значимости уравне-

ний линейной регрессии ROA на ROE и ROE на ROA всех банков Республики Беларусь.

Полученные результаты и выводы могут быть использованы для анализа эффективности работы банков РБ.

Литература

1 Однофакторный дисперсионный анализ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studme.org/209519/ekonomika-metody-korrelyatsionnogo-analiza>. – Дата доступа: 20.11.2022.

2 Национальный банк Республики Беларусь. Бухгалтерский баланс и отчет о прибылях и убытках банков РБ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nbrb.by/system/banks/financialposition/balancesheet>. – Дата доступа: 07.10.2022.

Е. М. Мисюченко
(БГУ, Минск)

ВАРИОГРАММНЫЙ АНАЛИЗ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ

Рассмотрим случайный процесс $z(s)$, $s \in Z$, следующего вида:

$$z(s) = \varphi z(s-1) + u(s), \quad (1)$$

где $|\varphi| < 1$ – параметр, $u(s)$, $s \in Z$, – процесс с нулевым математическим ожиданием, дисперсией σ^2 и независимыми значениями. Запишем: $z(s) = \varphi(\varphi z(s-2) + u(s-1)) + u(s) =$

$$= \varphi^2 z(s-2) + \varphi u(s-1) + u(s) = \dots = \sum_{k=0}^{\infty} \varphi^k u(s-k).$$

Заметим, так как $u(s)$ – процесс с независимыми значениями и постоянным математическим ожиданием, то он будет стационарным в широком смысле случайным процессом. Доказана следующая теорема.

Теорема. Ковариационная функция, семивариограмма и спектральная плотность процесса (1) имеют соответственно вид:

$$R(\tau) = \frac{\sigma^2}{1-\varphi^2} \varphi^{|\tau|}, \quad (2)$$

$$\gamma(\tau) = \frac{\sigma^2(1-\varphi^{|\tau|})}{1-\varphi^2}, \quad (3)$$

$$f(\lambda) = \frac{\sigma^2}{2\pi(1-2\varphi \cos \lambda + \varphi^2)}, \quad (4)$$

где σ^2 – дисперсия $u(s)$, $|\varphi| < 1$, $\lambda \in [-\pi, \pi]$.

Доказательство. Из определения ковариационной функции $R(\tau) = E\{z(s)z(s - \tau)\} =$

$$= \sum_{i=0}^{\infty} \sum_{j=\tau}^{\infty} \varphi^{i+j-\tau} E\{u(s-i)u(s-j)\} = \frac{\sigma^2}{1-\varphi^2} \varphi^{|\tau|}.$$

Как известно [1], для стационарных процессов семивариограмма $\gamma(\tau)$ и ковариационная функция $R(\tau)$ связаны соотношением $\gamma(\tau) = R(0) - R(\tau)$. Отсюда нетрудно получить выражение для семивариограммы (3).

Учитывая определение спектральной плотности и вид ковариационной функции, найдено представление (4).

Теорема доказана. ■

Литература

1 Cressie, N. Statistics for Spatial Data / N. Cressie. – New York : Wiley Classics Library, 2015. – 928 p.

Д. В. Орехво

(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ УЧРЕЖДЕНИЙ ДОШКОЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Исследуются статистические данные по основным показателям учреждений дошкольного образования Республики Беларусь за период с 2000 по 2022 года: x – численность детей, y – численность педагогического персонала (человек).

Диаграмма рассеивания на рисунке 1 иллюстрирует наличие тесной прямой линейной зависимости между численностью педагогического персонала и детей. Построено следующее уравнение парной линейной регрессии с остатками в виде авторегрессии первого порядка:

$$y_t = 39553,02 + 0,0448x_t + e_t, \quad e_t = 0,9535e_{t-1} + \varepsilon_t.$$

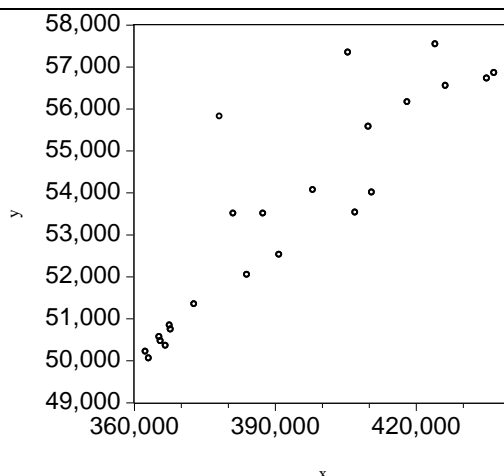


Рисунок 1 – Численность детей и педагогического персонала

Базовые характеристики говорят о высоком качестве модели: коэффициент детерминации $R^2 = 0,91$, все коэффициенты статистически значимы, уравнение в целом также статистически значимо – $F = 98,42$, автокорреляция отсутствует – $DW = 1,93$. Остатки модели обладают свойством гомоскедастичности и имеют нормальное распределение.

Таким образом, увеличение численности детей на 10 000 человек влечет увеличение численности педагогических работников на 448 человек. Имеется инерционная зависимость численности педагогических работников в текущем году от численности предыдущего года.

Литература

1 Хацкевич, Г. А. Эконометрика: учебник / Г. А. Хацкевич, Т. В. Русилко. – Минск : РИВШ, 2021. – 452 с.

М. В. Поварго

(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

СЕТЕВАЯ ВЕРОЯТНОСТНАЯ МОДЕЛЬ КОЛЛ-ЦЕНТРА С ПОВТОРНЫМИ ВЫЗОВАМИ

Математические модели колл-центров имеют большое практическое значение, однако каждая из существующих моделей в определенной степени ограничена в своих возможностях характеризовать производительность такой сложной системы как колл-центр. Для анализа эффективности колл-центров и оптимизации их структуры тра-

диционно используется теория массового обслуживания. Системы массового обслуживания (СМО), в частности марковские, широко используются для моделирования колл-центров и анализа их работы.

Естественной является ситуация, когда телефонный клиент, получающий сигнал «занято», повторяет вызов до тех пор, пока не будет установлено требуемое соединение. В результате поток звонков, циркулирующих в колл-центре, состоит из потока первичных звонков и потока повторных вызовов. Кроме того, следует принимать во внимание поток нетерпеливых клиентов, которые считают, что остаточное время ожидания слишком велико, и навсегда покидают очередь в режиме ожидания соединения. Упомянутые особенности подчеркивают необходимость их учета в модели.

Целью данной работы является математическое моделирование и оптимизация колл-центра с использованием замкнутой экспоненциальной сети массового обслуживания с повторными вызовами и нетерпеливыми заявками. Учитывая прибыль от звонков клиентов F_i и фонд оплаты труда агентов L_i , необходимо найти такое штатное расписание (набор серверов в узлах сети – m_i), которое обеспечило бы максимальную среднюю эффективность колл-центра $M_F(t)$:

$$M_F(t) = F_0 K + \sum_{i=1}^{n+1} (F_i - F_0) M_{k_i}(t) - \sum_{i=1}^{n+1} L_i m_i \rightarrow \max_{m_i, i=1, n+1}; M_{k_i}(t) \leq m_i, i = \overline{1, n+1},$$

$M_{k_i}(t)$ – ожидаемые значения числа клиентов в i -й СМО, $i = \overline{1, n+1}$.

Литература

1 Rusilko, T. V. Network stochastic call center model / T. V. Rusilko // CEUR workshop proceedings. Vol. 3057 : selected papers of the 6th International scientific and practical conf. "Distance learning technologies", Yalta, Crimea, 22-25 september 2021. – Yalta : [s. n.], 2021. – P. 91-101.

А. К. Пронская
(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

ПРИМЕНЕНИЕ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ МНОГОМЕРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

Кластерный анализ – процедура, предназначенная для группировки наблюдений или переменных в значимые кластеры на основе сходства между ними. Кластер – это группа объектов, внутригрупповое сходство между которыми максимально, а межгрупповое сходство сведено к минимуму по какому-то объективному критерию [1]. Большинство методов кластерного анализа производит объединение наблюдений в кластеры на основе матрицы расстояний.

В ходе проделанной работы было проанализировано два набора данных: данные по банкам Республики Беларусь, отражающие основные финансовые показатели; данные по IT-технологиям в Беларуси, отражающие востребованность и доходность языков программирования. При выполнении работы использовались методы кластерного анализа: иерархический агломеративный метод и метод k -средних, реализованные в пакете STATISTICA и на языке программирования Python. В результате проведенного исследования оптимальной была признана классификация, выделяющая четыре кластера по первому набору данных и три кластера по второму набору данных.

В результате кластеризации банков Республики Беларусь были выделены четыре кластера следующего состава: первый кластер – *Беларусбанк*. Второй кластер – *Белагропромбанк, СберБанк, Приорбанк, АльфаБанк*. Третий кластер – *РРБ-Банк, Технобанк, Паритетбанк, БНБ-Банк, Банк Добрабыт, МТБанк, Банк ВТБ, Белгазпромбанк, Белинвестбанк, Банк БелВЭБ, ИдеяБанк, БТА Банк, БСБ-Банк, Банк Решение*. Четвертый кластер – *Франсабанк, Статусбанк, ЦентрБанк, ТК Банк, Абсолютбанк*.

Кластеризация IT-технологий Республики Беларусь позволила выделить следующие три кластера: Первый кластер – *Swift, Objective-C, C#, Ruby*. Второй кластер – *SQL, JavaScript, PHP*. Третий кластер – *Python, C++, Java*.

Литература

1 Берестнева, О. Г. Прикладная математическая статистика / О. Г. Берестнева, О. В. Марухина, Г. Е. Шевелёв. – Томск : ТПУ, 2012. – 188 с.

П. Ю. Свириденко
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ НИТРАТ- И НИТРИТ-ИОНОВ В ПЛОДООВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ ХОЗЯЙСТВ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

В наше время защита окружающей среды выдвигается на первый план. После катастрофы на Чернобыльской АЭС радиоактивное загрязнение территории нашей страны затронуло её полностью, наиболее пострадали Гомельская и Могилёвская области. Для контроля уровня нитратов и нитритов в овощах необходимо проводить агрохимические анализы почвы и на их основаниях вносить минеральные удобрения.

Рассмотрим данные содержания нитрат-ионов и нитрит-ионов в продукции на примере трёх семейств: семейство Тыквенные (огурец, кабачок), семейство Пасленовые (картофель, томат), семейство Капустные (капуста белокочанная, капуста цветная). Растительные образцы выращены в фермерских хозяйствах Гомельской области: Сожский, Брилево, Березки, Ченки, Урицкое, Красное, Еремино.

В данной работе был проведен линейный корреляционный анализ для оценки тесноты связи между нитрат-ионами и нитрит-ионами. В ходе анализа была проверена нулевая гипотеза о значимости коэффициента корреляции на уровне значимости 0,05. В результате данная гипотеза принимается для всех трех семейств, следовательно, коэффициент корреляции незначим. Корреляционная связь между нитрат- и нитрит-ионами в плодоовощной продукции отсутствует.

В работе был проведен кластерный анализ, в ходе которого использовался метод k -ближайших соседей [1]. Для обнаружения схожих признаков объекты каждого семейства по содержанию нитрат- и нитрит-ионов в плодоовощной продукции были объединены в кластеры по фермерским хозяйствам. Таким образом, хозяйства были объединены в два кластера, первый – с высоким содержанием нитратов и нитритов, второй – с низким содержанием нитратов и нитритов.

Результаты анализа могут быть использованы для дальнейшего статистического анализа, а также при внесении и распределении удобрений в почву.

Литература

1 Прикладная математическая статистика: учебное пособие / О. Г. Берестнева, О. В. Марухина, Г. Е. Шевелёв. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 188 с.

Д. Н. Севостьян
(БГУ, Минск)

ПЕРВЫЕ ДВА МОМЕНТА РОБАСТНОЙ ОЦЕНКИ СЕМИВАРИОГРАММЫ

Интерполяция методом кригинга дает наилучший прогноз промежуточных значений при качественном построении оценки семивариограммы и подборе её теоретической модели [1]. Поэтому актуальной является задача построения и исследования статистических свойств оценки семивариограммы.

Представленные результаты являются продолжением работы [2], в которой для гауссовского стационарного случайного процесса $Y(t)$, $t \in \mathbb{R}$, где $Y(1), \dots, Y(n)$ – n последовательных наблюдений за процессом $Y(t)$, были рассмотрены классическая и робастные оценки семивариограммы. В ходе сравнительного анализа поведения данных оценок при наличии в исходной выборке выбросов, предпочтение было отдано робастной оценке семивариограммы [1], имеющей вид:

$$\bar{\gamma}(h) = \frac{\left(\frac{1}{n-h} \sum_{s=1}^{n-h} |Y(s) - Y(s+h)|^{1/2} \right)^4}{2 \left(0.457 + \frac{0.494}{(n-h)} + \frac{0.045}{(n-h)^2} \right)}, \quad (1)$$

где $h = \overline{0, n-1}$, $\bar{\gamma}(h) = \bar{\gamma}(-h)$, $\bar{\gamma}(h) = 0$, $|h| \geq n$.

В представленной работе найдены выражения во временной области для математического ожидания, ковариации и дисперсии построенной оценки семивариограмм (1). Показано, что данная статистика является несмещенной оценкой для семивариограммы $\gamma(h)$, $h \in \mathbb{R}$.

В дальнейшем будет исследовано асимптотическое поведение моментов второго порядка робастной оценки (1) семивариограммы.

Литература

1 Cressie, N. Statistics for Spatial Data / N. Cressie – New York : Wiley Classics Library, 2015. – 928 p.

2 Севостьян Д. Н. Построение оценок семивариограмм стационарных случайных процессов // Материалы XXV Республиканской научной конференции студентов и аспирантов (Гомель, 21–23 марта 2022 года). – Гомель, 2022. – С. 21–22.

И. С. Сидоркина

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ДОХОДНОСТЕЙ АКЦИЙ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И СЕТЕЙ РЕСТОРАНОВ БЫСТРОГО ПИТАНИЯ

Исследованы акции четырех известных компаний, работающих в сфере быстрого питания, и акции семи известных пищевых компаний за период 03.01.2022 – 01.04.2022 года [1]. Основная цель исследования – провести сравнительный анализ динамики доходностей акций сетей ресторанов быстрого питания и пищевых компаний.

Анализ однородности доходностей акций сетей ресторанов быстрого питания выявил, что средняя доходность акций не различается. Анализ коэффициентов корреляции для доходностей акций показал, что в основном наблюдается положительная заметная взаимосвязь между доходностями акций компании и доходностями индексов. Проведена проверка качества и значимости для каждой регрессионной модели в отдельности на уровне значимости $\lambda = 0,05$. Так же рассчитан коэффициент детерминации R^2 и проверена гипотеза о его значимости. При проверке значимости выявлено, что все коэффициенты детерминации значимы – все построенные уравнения адекватны.

Далее был проведен анализ однородности доходностей акций пищевых компаний, который показал, что средние доходности акций компаний можно считать равными. Анализ коэффициентов корреляции для доходностей акций показал, что в основном между доходностями индексов и доходностями компаний наблюдается положительная слабая взаимосвязь. Проведена проверка качества и значимости для каждой регрессионной модели в отдельности на уровне значимо-

сти $\lambda = 0,05$. Так же рассчитан коэффициент детерминации R^2 и проверена гипотеза о его значимости. Для доходностей четырех пищевых компаний выявлено, что все коэффициенты детерминации значимы – уравнения адекватны. Но у двух компаний были найдены модели, которые можно признать неадекватными, т.е. индексы не оказывают существенного влияния на доходности акций пищевых компаний.

Литература

1 Ведущий финансовый портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.investing.com/>. – Дата доступа: 19.11.2022.

Д. М. Щерба

(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

КРИТЕРИЙ ФРИДМАНА КАК МЕТОД ВЫЯВЛЕНИЯ ОТКЛИКА НА ВОЗДЕЙСТВИЕ

Критерий Фридмана является непараметрическим аналогом однофакторного дисперсионного анализа для повторных измерений. Он позволяет проверять гипотезы о различии более двух зависимых выборок по уровню выраженности изучаемого признака. Критерий применим при повторных измерениях и основан на ранжировании ряда повторных измерений для каждого объекта выборки [1].

В качестве компьютерного средства реализации критерия использовался функционал программы STATISTICA и библиотеки для анализа и иллюстрирования данных языка программирования Python. Целью работы являлся статистический анализ данных о численности кандидатов наук в качестве штатных работников пятнадцати факультетов ГрГУ им. Янки Купалы за 2018, 2019, 2020 и 2021 года. Данные предоставлены научно-исследовательской частью университета.

Сформулирована нулевая гипотеза: между количеством кандидатов наук в разные годы существуют лишь случайные различия. Конкурирующая гипотеза: между количеством кандидатов наук в разные годы имеются существенные различия.

Применение критерия Фридмана позволяет рассчитать требуемое эмпирическое значение критерия $\chi^2 = 3,478992$ и P -значение = 0,32350

для него. Принятие решения осуществлялось на уровне значимости $\alpha=0.05$. Т. к. $P>0.05$, нет оснований отвергнуть нулевую гипотезу [2].

В результате сформулирован вывод о том, что численность кандидатов наук в качестве штатных работников пятнадцати факультетов ГрГУ им. Янки Купалы в 2018, 2019, 2020 и 2021 годах имеет лишь случайные различия. Таким образом, в течение рассмотренного промежутка времени не произошло статистически значимого изменения в численности кандидатов наук университета.

Литература

- 1 Наследов, А. Д. Математические методы психологического исследования / А. Д. Наследов. – Санкт-Петербург : Речь, 2004. – 388 с.
- 2 Хацкевич, Г. А. Эконометрика: учебник / Г. А. Хацкевич, Т. В. Русилко. – Минск : РИВШ, 2021. – 452 с.

Е. А. Якубчик

(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С НЕОДНОРОДНЫМИ ПОТОКАМИ

Системы массового обслуживания встречаются повсюду: от складов и магазинов до авиалиний и банков. Однако, не все потоки обслуживаемых объектов однородны. Иногда система обслуживания сталкивается с различными видами клиентов, каждый из которых имеет уникальные требования и характеристики. В этом случае возникает необходимость моделирования и оптимизации систем массового обслуживания с неоднородными потоками.

Моделирование и оптимизация систем массового обслуживания с неоднородными потоками включает в себя несколько шагов. В первую очередь, необходимо определить параметры каждого потока. Эти параметры могут включать в себя интенсивность потока, размер потока, время обслуживания и вероятность отказа. Затем, используя эти параметры, можно построить математическую модель системы массового обслуживания с неоднородными потоками.

После построения модели необходимо провести оптимизацию системы обслуживания. Оптимизация может включать в себя изменение структуры системы, оптимизацию процессов обслуживания, изменение размеров очередей и увеличение числа обслуживающего персонала. Цель оптимизации заключается в том, чтобы минимизировать время ожидания клиентов и увеличить эффективность обслуживания.

Примером системы массового обслуживания с неоднородными потоками может служить аэропорт. В аэропорту может быть несколько типов клиентов: пассажиры, которые вылетают внутри страны, пассажиры, которые вылетают за границу, пассажиры, которые прилетают в страну и нуждаются в трансфере. Каждый тип клиента имеет свои уникальные требования и характеристики, которые необходимо учитывать при построении системы обслуживания.

Несмотря на то, что моделирование и оптимизация систем массового обслуживания с неоднородными потоками является сложной задачей, современные компьютерные технологии и программное обеспечение позволяют проводить анализ и оптимизацию систем обслуживания в режиме реального времени. Это открывает новые возможности для бизнеса и организаций, которые могут использовать данные методы для улучшения эффективности своих процессов обслуживания и повышения качества услуг, которые они предоставляют своим клиентам.

В. С. Ярош, Ю. В. Малинковский
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

ИССЛЕДОВАНИЕ ОДНОЙ СЕТИ С ТРЕМЯ УЗЛАМИ

В первый и второй узел сети поступают два независимых простейших потока с интенсивностью λ_1 и λ_2 соответственно. Заявка, обслуженная в первом узле, мгновенно и независимо от других заявок, с вероятностью 1 направится во второй узел. Заявка, обслуженная во втором узле, мгновенно и независимо от других заявок, с вероятностью 1 направится в третий узел. Заявка, обслуженная в третьем узле, мгновенно и независимо от других заявок, с вероятностью $\frac{1}{2}$ направляется во второй узел сети или с вероятностью $\frac{1}{2}$ покидает сеть. Время обслуживания в приборах имеет показательное распределение с па-

параметром μ_i ($i = 1, 2, 3$). Мест для ожидания в узлах бесконечное. Режим обслуживания заявок узлами FCFS. Процессы обслуживания и поступления заявок предполагаются независимыми [1, 2].

Составлены уравнения трафика и решение имеет вид:

$$\varepsilon_1 = \frac{\lambda_1}{\lambda}, \varepsilon_2 = \frac{\lambda_1 + 2\lambda_2}{\lambda}, \varepsilon_3 = \frac{2\lambda_1 + 2\lambda_2}{\lambda}.$$

Найдено стационарное распределение изолированного i -го узла, по которому посылается простейший поток с параметрами $\lambda\varepsilon_i$:

$$P(n_1, n_2, n_3) = \rho_1^{n_1} \rho_2^{n_2} \rho_3^{n_3} (1 - \rho_1)(1 - \rho_2)(1 - \rho_3)$$

где равенства загрузки $\rho_1 = \frac{\lambda\varepsilon_1}{\mu_1}, \rho_2 = \frac{\lambda\varepsilon_2}{\mu_2}, \rho_3 = \frac{\lambda\varepsilon_3}{\mu_3}$.

Установлено условие существования стационарного распределения [3, 4]

$$\rho_i < 1, (i = 1, 2, 3)$$

Результаты и выводы исследования могут быть использованы при анализе банковской и производственной сфер.

Литература

1 Буриков, А. Д. Теория массового обслуживания: учебное пособие по спецкурсу / А. Д. Буриков, Ю. В. Малинковский, М. А. Матальцкий. – Гродно : ГГУ, 1984. – 108 с.

2 Гнеденко, Б. В. Введение в теорию массового обслуживания / Б. В. Гнеденко, И. Н. Коваленко. – Москва : Наука, 1966. – 432 с.

3 Малинковский, Ю. В. Теория вероятностей / Ю. В. Малинковский. – Минск : РИВШ, 2019. – 270 с.

4 Малинковский, Ю. В. Математическая статистика. Случайные процессы / Ю. В. Малинковский. – Минск : РИВШ, 2019. – 203 с.



АНАЛИТИЧЕСКИЕ И ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В МАТЕМАТИКЕ

Алгебра и геометрия

Н. В. Артёменко, Е. В. Кисилюк

(БрГУ им. А. С. Пушкина, Брест, ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

О НИЛЬПОТЕНТНОЙ π -ДЛИНЕ КОНЕЧНОЙ ГРУППЫ, ФАКТОРИЗУЕМОЙ π -РАЗРЕШИМЫМИ ВЗАИМНО ПЕРЕСТАНОВОЧНЫМИ ПОДГРУППАМИ

Рассматриваются только конечные группы. Пусть π – некоторое множество простых чисел, π' – дополнение к π . Пусть G – π -разрешимая группа. Тогда она обладает нормальным рядом, факторы которого являются либо π' -группами, либо нильпотентными π -группами. Наименьшее число нильпотентных π -факторов среди всех таких нормальных рядов группы G называется *нильпотентной π -длиной* [1] π -разрешимой группы G и обозначается через $l_{\pi}^n(G)$. Обзор результатов о нильпотентной π -длине π -разрешимой группы G с заданными ограничениями на подгруппы представлен в [2].

Напомним, что подгруппы A и B называются *взаимно перестановочными*, если A перестановочна с каждой подгруппой из B , а B перестановочна с каждой подгруппой из A .

В [3] установлена связь между нильпотентной длиной (π -длиной) π -разрешимой группы и нильпотентной длиной (π -длиной) ее взаимно перестановочных сомножителей. В настоящей заметке результаты работы [3] дополнены оценками нильпотентной π -длины.

Доказана следующая теорема.

Теорема. Пусть $G = AB$ – произведение взаимно перестановочных π -разрешимых подгрупп A и B . Тогда

$$l_{\pi}^n(G) \leq \max\{l_{\pi}^n(A), l_{\pi}^n(B)\} + 2.$$

Литература

1 Carter, R. Extreme Classes of finite soluble groups / R. Carter, B. Fischer, T. Hawkes // J. Algebra. – 1968. – Vol. 9, №3. – P. 285–313.

2 Трофимук, А. А. Инварианты конечных групп и их связь с арифметическими и формационными свойствами структурных объектов / А. А. Трофимук. – Минск : Издательский центр БГУ, 2019. – 302 с.

3 Jabara, E. The Fitting length of a product of mutually permutable finite groups / E. Jabara // Acta Math. Hungar. – 2019. – Vol. 159. – P. 206–210.

С. В. Балычев

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ \mathcal{P}_2 -ФОРМАЦИИ КОНЕЧНЫХ ГРУПП

В данном сообщении все рассматриваемые группы считаются конечными. В обозначениях и определениях мы следуем монографии [1].

Группа G факторизуется попарно перестановочными подгруппами G_1, G_2, \dots, G_n , если $G = G_1 G_2 \cdots G_n$ и $G_i G_j = G_j G_i$ для всех натуральных чисел i и j с $1 \leq i, j \leq n$.

Замечание. В такой группе для любого набора индексов $1 \leq i_1 \leq \dots \leq i_k \leq n$ произведение $G_{i_1} G_{i_2} \cdots G_{i_k}$ является подгруппой группы $G = G_1 G_2 \cdots G_n$.

Определение [2]. Предположим, что \mathfrak{F} и \mathfrak{X} — классы групп и t — натуральное число. Класс \mathfrak{F} называется \mathcal{P}_t -классом в \mathfrak{X} , если \mathfrak{F} содержит каждую \mathfrak{X} -группу $G = G_1 G_2 \cdots G_k$, у которой для любого набора индексов $1 \leq i_1 \leq \dots \leq i_t \leq k$ произведение $A_{i_1} A_{i_2} \cdots A_{i_t}$ принадлежит \mathfrak{F} .

В работе [3] были описаны все разрешимые наследственные формации с условием \mathcal{P}_2 в классе всех групп.

Теорема. Пусть \mathfrak{X} — разрешимая S -замкнутая насыщенная формация. Тогда любая S -замкнутая насыщенная подформация \mathfrak{F} из \mathfrak{X} будет \mathcal{P}_2 -формацией в \mathfrak{X} в случае, когда \mathfrak{F} является формацией Шеметкова в \mathfrak{X} .

Следствие [3]. Любая разрешимая S -замкнутая формация Шеметкова является \mathcal{P}_2 -формацией в классе всех групп.

Литература

1 Ballester-Bolinches, A. Products of finite groups / A. Ballester-Bolinches, R. Esteban-Romero, M. Asaad. – Berlin – New York: Walter de Gruyter, 2010. – 334 p.

2 Амберг, Б. Конечные группы с кратными факторизациями / Б. Амберг, Л. С. Казарин, Б. Хефлинг // *Фундаментальная и прикладная математика*. – 1998. – Т. 4, №4. – С. 1251–1263.

3 Балычев, С. В. Разрешимые насыщенные формации со свойством \mathcal{P}_2 для конечных групп / С. В. Балычев, А. С. Вегера // *ПФМТ*. – 2020. – №1(42). – С. 74–80.

В. В. Беняш-Кривец, В. Ю. Новикова
(БГУ, Минск)

О СПРАВЕДЛИВОСТИ АЛЬТЕРНАТИВЫ ТИТСА ДЛЯ НЕКОТОРЫХ ОБОБЩЕННЫХ ТЕТРАЭДРАЛЬНЫХ ГРУПП

Группа G удовлетворяет альтернативе Титса, если G содержит либо неабелеву свободную подгруппу, либо разрешимую подгруппу конечного индекса. В [1] выдвинута гипотеза, что каждая обобщенная тетраэдральная группа

$$G = \langle x_1, x_2, x_3 \mid x_1^{k_1} = x_2^{k_2} = x_3^{k_3} = R_{12}^l(x_1, x_2) = R_{13}^m(x_1, x_3) = R_{23}^n(x_2, x_3) = 1 \rangle,$$

где $k_1, k_2, k_3, l, m, n \geq 2$, удовлетворяет альтернативе Титса. К настоящему времени в работах [1-5] эта гипотеза доказана для всех обобщенных тетраэдральных групп, кроме групп следующего вида:

$$G = \langle x_1, x_2, x_3 \mid x_1^{k_1} = x_2^{k_2} = x_3^{k_3} = R_{12}^2(x_1, x_2) = (x_1^\alpha x_3^\beta)^2 = (x_2^\gamma x_3^\delta) = 1 \rangle, \quad (1)$$

где $\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \frac{1}{k_3} \geq \frac{1}{2}$. В [3] эта гипотеза доказана для групп вида (1) в

случае $\frac{1}{k_i} + \frac{1}{k_j} < \frac{1}{2}$, где $i \neq j$, за исключением случая $k_3 = 2$ и

$(k_1, k_2) = (3, 8), (3, 10), (4, 5), (4, 6), (4, 8), (5, 6)$. Справедлива

Теорема 1. Пусть G – обобщенная тетраэдральная группа с копредставлением (1) и выполнено одно из условий:

$$1) (k_1, k_2, k_3) \in \{(3, 4, 2), (3, 4, 3)\} \text{ и } \gamma = 2,$$

2) $(k_1, k_2, k_3) = (3, 4, 4)$ и хотя бы одно из чисел β, γ, δ равно двум.
Тогда для G справедлива альтернатива Титса.

Литература

1 Fine, B. Algebraic generalizations of discrete groups. A path to combinatorial group theory through one-relator products / B. Fine, G. Rosenberger. – New York : Marcel Dekker, 1999. – 315 p.

2 Howie, J. The Tits alternative for generalized tetrahedron groups / J. Howie // J. of Group Theory. – 2006. – V. 9. – P. 173–189.

3 Fine, B. The Tits alternative for spherical generalized tetrahedron groups / B. Fine, A. Hulpke, V. Große Rebel // Algebra Colloquium. – 2008. – V. 15, № 4. – P. 541–554.

4 Große Rebel, V. The Tits alternative for Tsaranov's generalized tetrahedron groups / V. Große Rebel, M. Hahn, G. Rosenberger // Groups-Complexity-Cryptology. – 2009. – V. 1, № 2. – P. 207–216.

5 Fine, B. The Tits alternative for short generalized tetrahedron groups / B. Fine, A. Hulpke, V. Große Rebel, G. Rosenberger, S. Schauerte // Scientia. Series A : Mathematical Sciences. – 2011. – V. 21. – P. 1–15.

А. Г. Коранчук

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

ОБ ОДНОМ ПРИМЕРЕ НАСЫЩЕННОЙ ФОРМАЦИИ КОНЕЧНЫХ ГРУПП

Рассматриваются только конечные группы.

Согласно [1] подгруппа H группы G называется \mathbf{P} -субнормальной в G , если либо $H = G$, либо существует цепь подгрупп $H = H_0 < H_1 < \dots < H_{n-1} < H_n = G$ такая, что $|H_i : H_{i-1}|$ простое число для любого $i = 1, \dots, n$. Пусть π – некоторое множество простых чисел. Ввиду теоремы Хупперта [2, гл. VI, теорема 9.2.], если G – π -сверхразрешимая группа и M – ее максимальная подгруппа, то индекс M в G является либо простым числом из π , либо π' -числом.

Определение. Подгруппу H группы G будем называть \mathbf{P}_π -субнормальной в G , если либо $H = G$, либо существует цепь подгрупп $H = H_0 < H_1 < \dots < H_{n-1} < H_n = G$ такая, что $|H_i : H_{i-1}|$ есть или про-

стое число из π , или π' -число для любого $i = 1, \dots, n$. Через $sn_{\mathbf{P}\pi}(G)$ будем обозначать множество всех $\mathbf{P}\pi$ -субнормальных подгрупп группы G .

В случае, когда π – множество всех простых чисел \mathbf{P} , $\mathbf{P}\pi$ -субнормальная подгруппа является \mathbf{P} -субнормальной в группе. Если $\pi = \mathbf{P}$, будем использовать обозначение $sn_{\mathbf{P}}(G)$ вместо $sn_{\mathbf{P}\pi}(G)$. В π -сверхразрешимой группе множество всех подгрупп $S(G) \subseteq sn_{\mathbf{P}\pi}(G)$, в π -разрешимой группе множество всех субнормальных подгрупп $Sn(G) \subseteq sn_{\mathbf{P}\pi}(G)$.

Теорема. Если $\mathfrak{F} = (G - \text{группа} \mid G_{\pi} \text{ нормальна в } G \text{ и } Syl(G) \subseteq sn_{\mathbf{P}\pi}(G))$, то \mathfrak{F} – наследственная насыщенная формация.

Для $\pi = \mathbf{P}$ эта теорема включает следующий результат.

Следствие [1, теорема 2.7]. *Класс групп $w\mathfrak{U} = (G \mid Syl(G) \subseteq sn_{\mathbf{P}}(G))$, то $w\mathfrak{U}$ – наследственная насыщенная формация.*

Литература

1 Васильев, А. Ф. О конечных группах сверхразрешимого типа / А. Ф. Васильев, Т. И. Васильева, В. Н. Тютянов // Сиб. матем. журн. – 2010. – Т. 51, № 6. – С. 1270–1281.

2 Huppert, B. Endliche Gruppen. I. / B. Huppert. – Berlin : Springer, 1967. – 795 s.

С. И. Ленденкова

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

О СЛАБО \mathbf{P} -СУБНОРМАЛЬНОЙ МАКСИМАЛЬНОЙ ПОДГРУППЕ КОНЕЧНОЙ ГРУППЫ

В работе рассматриваются только конечные группы. Все обозначения и терминология соответствуют [1]. Л. С. Казарин [2] нашел все неабелевы композиционные факторы группы G , обладающей цепочкой подгрупп $1 = X_0 \leq X_1 \leq \dots \leq X_n = G$, где $|X_i : X_{i-1}|$ – простое число для всех $i = 1, \dots, n$. В связи с этим в [3] введено следующее определение.

Определение 1. Подгруппа H группы G называется \mathbf{P} -субнормальной в G , если либо $H = G$, либо существует цепь подгрупп

$$H = H_0 \leq H_1 \leq \dots \leq H_{n-1} \leq H_n = G$$

такая что $|H_i : H_{i-1}|$ – простое число для любого $i = 1, \dots, n$.

Определение 2. Пусть подгруппа H группы G такая, что $H = \langle A, B \rangle$, где A субнормальна в G . Тогда подгруппу H будем называть слабо P -субнормальной подгруппой группы G .

Пусть данная подгруппа является максимальной подгруппой группы G . Тогда справедлива следующая теорема.

Теорема 1. Пусть M – максимальная подгруппа группы G . Подгруппа M слабо P -субнормальна в группе G тогда и только тогда, когда индекс M в G есть простое число.

В доказательстве теоремы используется следующая лемма.

Лемма 1. Пусть M – максимальная подгруппа группы G и $K \leq M$. Если подгруппа K субнормальна в G , то $K \leq M_G$. В частности, если K – максимальная подгруппа в M и M ненормальна в G , то $K = M_G$.

Здесь M_G – наибольшая нормальная подгруппа группы G , содержащаяся в M .

Литература

- 1 Монахов, В. С. Введение в теорию конечных групп и их классов / В. С. Монахов. – Минск : Вышэйшая школа, 2006. – 207 с.
- 2 Казарин, Л. С. О группах с факторизацией // Докл. АН СССР, 1981. – Т. 256, № 1. – С. 26–29.
- 3 Васильев, А. Ф. О конечных группах сверхразрешимого типа / А. Ф. Васильев, Т. И. Васильева, В. Н. Тютянов // Сиб. Мат. журнал. – 2010. – Т. 5, №6. – С. 1270–1281.

Д. А. Федосов

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ АЛГЕБРЫ GAP ПРИ ИЗУЧЕНИИ ГРАФОВ ГРУПП

В последнее время в теории групп активно разрабатывается метод, при котором группе в соответствие ставится граф и свойство группы извлекается из геометрии графа (см., например [1, 2]).

В данной работе мы рассматриваем граф, вершинами которого являются элементы группы. Две вершины соединены ребром, если соответствующие элементы образуют подгруппу, экспонента которой

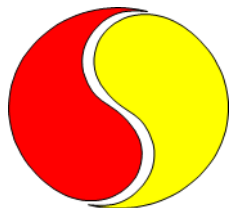
свободна от квадрата. На языке программирования GAP написана функция, строящая этот граф.

```
ExpSquareFree:=function(G)
if Length(Factors(Exponent(G)))=Length(Set(Factors(Exponent(G)))) then
return true;
else return false;
fi;
end;;
Graph:=function(G)
local elms, gens, graph, i, k, j;
elms:=AsSSortedList(G);
graph:=[];
for i in [1 .. Length(elms)-1] do
for k in [i+1 .. Length(elms)] do
if ExpSquareFree(Group(elms[i],elms[k])) then Add(graph, [elms[i],
elms[k]]); fi;
od;
od;
return graph;
end;;
```

Литература

1 Васильев, А. Ф. Арифметические графы и классы конечных групп / А. Ф. Васильев, В. И. Мурашко // Сибирский математический журнал, январь-февраль 2019. – Том 60, № 1. С.55-73.

2 Васильев, А. В. Критерий смежности в графе простых чисел конечной простой группы / А. В. Васильев, Е. П. Вдовин // Алгебра и логика. – 2005. – Т. 44, № 6. – С. 682–725.



МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ

А. А. Бабий, Т. О. Бакун
(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КРЕПЕЖНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

При создании изделий из полимерных материалов и композитов на их основе, используемых в строительной индустрии, широко применяют инновационное компьютерное сопровождение этапа жизненного цикла, связанного с проектированием, выраженное в использовании средств трехмерного моделирования и инженерного анализа, технологий быстрого прототипирования [1]. Метод конечных элементов, используемый при инженерном анализе и оптимизации полимерных изделий, в том числе строительного назначения, позволяет адекватно и с достаточно высокой степенью точности оценивать эффективность изготовления и практического применения разрабатываемых технических решений.

С использованием интегрированной системы автоматизированного проектирования SolidWorks 2019 и встроенных в него расчетных модулей Simulation и Plastics, нами предложены оригинальные конструкции крепежных элементов, применяемых в строительной индустрии – дюбеля для монтажа стеновых панелей для обшивки фасадов жилых и промышленных зданий, адаптируемого опорного комплекса для монтажа стеновых панелей и вентилируемых полов, универсального фиксатора арматуры для армирования железобетонных элементов конструкций. Методом конечных элементов проведен анализ напряженно-деформированного состояния разработанных конструкций крепежных элементов, выполнен анализ трехмерного течения расплава термопластов в процессе литьевого формования изделий. В результате оптимизации разработаны конструкции крепежных эле-

ментов с повышенными параметрами прочностных, эргономических и технологических характеристик, которые апробированы на предприятиях, специализирующихся на промышленном выпуске полимерных изделий различного функционального назначения, в том числе строительного, – ООО «Модер», ОАО «Белвторполимер».

Литература

1 Косенко, И. И. Моделирование и виртуальное прототипирование : учеб. пособие / И. И. Косенко. – М. : Альфа-М, 2016. – 583 с.

В. П. Багрушин

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАДАЧИ О КОНТАКТНОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ЦИЛИНДРОВ ИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ГРАДИЕНТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Контактные задачи о взаимодействии тел из функционально-градиентных материалов возникают в различных отраслях техники, например, в гражданском строительстве при проектировании фундаментов, автомагистралей и железных дорог, где в большинстве случаев используются естественные или искусственные подложки (обычно почвы, пески и гравий), состоящие из слоев.

В данной работе рассматривается математическое моделирование задачи о контактном взаимодействии цилиндров из функционально-градиентных материалов.

Целью работы является построение алгоритма расчёта деформации и напряжений для функционально-градиентного тела при действующих граничных нагрузках и его реализация в виде компьютерной программы. Рассмотрены примеры расчета параметров контакта при действии цилиндрического индентора на функционально-градиентную подложку.

На основе литературных источников [1, 2] проведён анализ и проделаны необходимые теоретические выкладки. Применяя аналитические зависимости для вычисления деформаций подложки, в зависимости от приложенной силы давления штампа и площади его контакта с подложкой из упругого функционально-градиентного материала, построен алгоритм расчета.

Литература

1 Giannakopoulos, A. E. Two-dimensional contact analysis of elastic graded materials / A. E. Giannakopoulos, P. Pallot // J. Mech. Phys. Solids. – 2000. – № 48. – P. 1597–1631.

2 Тимошенко, С. П. Теория упругости: пер. с англ. / С. П. Тимошенко, Дж. Гудьер; под ред. Г. С. Шапиро. – 2-е изд. – М. : Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1979. – 560 с.

А. И. Богданович
(БелГУТ, Гомель)

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МОТОРВАГОННОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

При эксплуатации вагонов их детали и узлы подвергаются действию различных факторов, которые определяют изменение технического состояния и, в конечном счете, приводят к потере работоспособности. Поэтому возникает необходимость оценки остаточного ресурса элементов конструкции, что позволяет назначать сроки очередных ремонтов либо вырабатывать предложения по модернизации, позволяющие продлить срок службы подвижного состава.

Оценка остаточного ресурса моторвагонного подвижного состава проводится на основе информации, характеризующей предыдущую его эксплуатацию, которая была получена при технических освидетельствованиях и ремонтах, а также по материалам текущего обследования, в ходе которого данные визуального обследования, измерений остаточных толщин элементов и контроля основного металла и сварных швов заносятся в специальные диагностические карты [1].

Автоматизация обработки полученных данных позволяет установить необходимость дальнейшей разработки конечно-элементных моделей для анализа прочности конструкций и сформировать набор исходных данных, на основе которых выполняется расчет. На основе его результатов вырабатываются рекомендации по проведению испытаний вагонов и материалов, из которых изготовлены детали их несущих конструкций. На заключительной стадии работ на основе моделей теории надежности осуществляется автоматизированный расчет ресурса, определяющего продолжительность дальнейшей безопасной эксплуатации моторвагонного подвижного состава.

Использование предложений по автоматизации обработки информации о техническом состоянии моторвагонного подвижного состава позволит обеспечить принятие обоснованных решений по его дальнейшей эксплуатации.

Литература

1 Путьто, А. В. Анализ технического состояния парка вагонов дизель-поездов серии ДРБ1 Белорусской железной дороги / А. В. Путьто, Л. В. Огородников, С. М. Пытлев // Механика. Исследования и инновации. – 2021. – Вып. 14. – С. 190–194.

Е. В. Бондарчук

(ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель)

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ В ГОРОДСКИХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ НАПРЯЖЕНИЕМ 10 КВ

Целью данной работы является моделирование электрических потерь в городских распределительных сетях напряжением 10 кВ с целью оптимизации дальнейших затрат на различных участках сети.

На сегодняшний день одним из главных преимуществ использования компьютерного моделирования потерь в городских электрических сетях является повышение качества электроснабжения конечных потребителей. Сейчас многие организации решают проблему потерь электроэнергии установкой современного оборудования. Однако только совместное использование программных продуктов и оборудования поможет достигнуть максимального результата. Процесс создания современных городских распределительных сетей позволяет решить следующие основные задачи:

- уменьшение затрат на вспомогательное оборудование и модернизацию линий электропередач при сохранении положительной динамики увеличения отпуска электроэнергии;
- получение дополнительного дохода за счёт снижения потерь электроэнергии в городских распределительных сетях, что является очень актуальным для больших мегаполисов;
- повышение надёжности и качества оборудования для обеспечения бесперебойной работы всей системы в целом [1].

Для компьютерного моделирования электрических потерь в городских распределительных используются параметры схем замещения и режимные данные, топология, а также графики реактивных и активных мощностей, которые формируются на основе данных цифровых систем учёта либо же в результате моделирования графиков электрических нагрузок с использованием факторного анализа.

В целом потери электроэнергии в городской распределительной сети 10 кВ определяются как сумма потерь электроэнергии в каждом неповторяющемся элементе схем замещения электрической сети. Потери в каждом узле сети рассчитываются с помощью метода графического интегрирования. В качестве рабочих значений напряжений могут использоваться расчётные значения напряжений в узлах схем замещения электрических сетей [2].

Литература

1 Фурсанов, М. И. Оптимальные уровни потерь в распределительных электрических сетях / М. И. Фурсанов // Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. Энергетика. – 2014. – № 5. – С. 15–26.

2 Фурсанов, М. И. Расчёты технологического расхода (потерь) электроэнергии на её транспорт в электрических сетях энергосистем: учебно-методическое пособие / М. И. Фурсанов, А. А. Золотой, В. В. Макаревич. – Минск : БНТУ, 2018. – 111 с.

А. В. Будько, Е. А. Станиславович
(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ СОЗДАНИИ СРЕДСТВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКИ

Перспективным направлением функционирования современной транспортно-логистической отрасли является применение технологий искусственного интеллекта, виртуальной и дополненной реальности, роботизации, беспилотного транспорта, позволяющих значительно повысить эффективность деятельности предприятий, реализующих транспортно-логистическую деятельность, за счет преодоления коммуникационных барьеров и улучшения взаимодействия с клиентом с

помощью интерактивного общения, точного прогнозирования и эффективного планирования цепочки поставок и производства, полной автономности процесса доставки на всех его этапах и т.д. [1]. Вместе с тем, актуальным направлением в процессе оптимизации технических решений при создании средств обеспечения эффективного функционирования транспортной логистики остается использование компьютерных технологий моделирования сложных технических систем, базирующихся на использовании метода конечных элементов.

С помощью прикладного пакета программ SolidWorks 2019 и интегрированных в него расчетных модулей Simulation и Plastics, реализующих комплексный подход к инженерному конечно-элементному анализу, нами разработаны оригинальные конструкции полимерной тары для хранения и перевозки жидкофазных сред и пломбировочного устройства для индикации несанкционированного доступа к транспортируемым объектам, оптимизированные по критериям прочности, материалоемкости, эргономичности и технологичности изготовления методами литьевого формования. Предложенные конструкторско-технологические и материаловедческие решения средств обеспечения надежности и безопасности при хранении и перевозке грузов апробированы на промышленных предприятиях Гродненского региона – ОАО «Гродно Азот» и ОАО «Радиоволна».

Литература

1 Василенок, В. Л. Основные тренды цифровой логистики / В. Л. Василенок // Науч. журнал НИУ ИТМО. Сер. Экономика и экологич. менеджмент. – 2020. – № 1. – С. 69–78.

А. С. Василюк

(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

ТЕХНОЛОГИИ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ И ОБЪЕКТОВ В PYTHON С ПОМОЩЬЮ KERAS

Keras – открытая библиотека, разработанная Франсуа Шолле для глубокого машинного обучения в языке программирования Python [1]. С помощью Keras можно быстро создавать и настраивать нейронные сети, библиотека содержит хорошо изложенную документацию, а также работает на CPU и GPU.

В работе была создана и обучена нейронная сеть, которая предназначена для распознавания человеческих лиц. Проект состоит из 3 частей:

1. Подготовка датасета изображений с помощью библиотеки PIL;
2. Создание и обучение модели нейронной с помощью библиотеки Keras;
3. Применение обученной модели для распознавания новых изображений.

Результатом выполнения нейронной сети является: «Имя человека» – если он есть в базе данных либо «Неизвестный» – если его нет в базе данных (Рис.1).

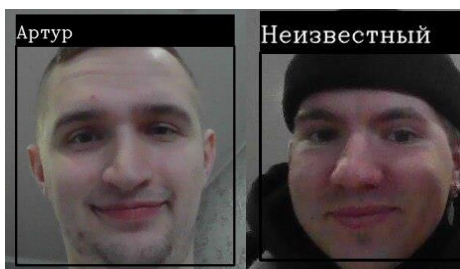


Рисунок 1 – Результат выполнения нейронной сети

Обученную нейронную сеть можно использовать для распознавания лиц на пропускных пунктах и в сфере безопасности.

Литература

1 Глубокое обучение на Python. – СПб. : Питер, 2018. – 400 с.: ил. – (Серия «Библиотека программиста»).

М. Ю. Горбунова

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

РЕАЛИЗАЦИЯ РАСЧЁТА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ О ДЕЙСТВИИ СОСРЕДОТОЧЕННОЙ СИЛЫ НА АНИЗОТРОПНУЮ ПОЛУПЛОСКОСТЬ

Расчет композитных элементов конструкций на прочность базируется на новых теоретических моделях на основе теории упругости анизотропного тела [1, 2], которые необходимо численно реализовать с помощью различных программ на компьютере. В настоящей работе раз-

рабатываются алгоритмы реализации расчета математической модели о действии сосредоточенной силы на анизотропную полуплоскость.

Сделан анализ существующих математических моделей анизотропных полуплоскостей под действием сосредоточенной силы. Определено напряженное состояние анизотропной полуплоскости с учетом действия силовых полей. Для реализации алгоритма расчета напряжений под действием сосредоточенной силы на анизотропную полуплоскость был выбран популярный язык программирования C++.

Литература

1 Лехницкий, С. Г. Теория упругости анизотропного тела / С. Г. Лехницкий. – М. : Наука, 1977. – 416 с.

2 Можаровский, В. В. Прикладная механика слоистых тел из композитов: Плоские контактные задачи / В. В. Можаровский, В. Е. Старжинский. – М. : Наука, 1988. – 271 с.

О. В. Демьянчук
(БелГУТ, Гомель)

МОДЕЛИРОВАНИЕ СДВИГА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО СОСТАВА С ЗАЗОРАМИ В МЕЖВАГОННЫХ СОЕДИНЕНИЯХ

БелГУТом выполнены испытания по сдвигу железнодорожных составов, закрепленных тормозными башмаками, в которых наблюдался значительный разброс значений сил сжатия при одинаковых условиях испытаний. Для выяснения причин этого потребовалась разработка компьютерных моделей, позволяющих проанализировать динамику подвижного состава при его выходе из состояния покоя [1].

В инженерном программном комплексе MSC.ADAMS разработаны одномерные модели состава в соответствии с исходными данными, полученными при натурных испытаниях (состав включает десять вагонов различного типа с разной загрузкой). Взаимодействие состава со стационарным путем реализовано двумя способами: через функцию «Contact» и соединение «Translational joint». Для модели с контактным взаимодействием предложен подход, позволяющий осуществить имитацию постановки вагонов на путь произвольного очер-

тания из горизонтального положения вследствие наличия первоначального зазора между вагоном и поверхностью пути.

При моделировании сдвига состава с использованием функции «Contact» получено, что максимальная сдвиговая сила, при удержании вагонов одним тормозным башмаком не зависит от величины зазора в межвагонных соединениях. В случае использования соединения «Translational joint» максимальная сдвиговая сила составила 33,7 кН при наличии зазоров в 100 мм и 34,4 кН при их отсутствии. Увеличение времени выдержки для прекращения движения вагона относительно пути приводило к сближению значений таких сил.

Таким образом, расчеты показали, что изменение величин зазоров в межвагонных соединениях не оказывает существенного влияния на значения сил, требуемых для сдвига железнодорожного состава. Проведенный анализ показал, что для установления причин разброса сил требуется использование трехмерных моделей вагонов.

Литература

1 Шимановский, А. О. Динамика взаимодействия вагонов с тормозными башмаками / А. О. Шимановский, М. Г. Кузнецова, О. В. Демьянчук // Транспорт шелкового пути. – 2022. – № 2. – С. 38–45.

П. В. Доброгост, И. А. Зур
(БГУ, Минск)

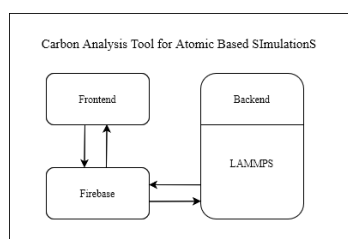
ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС САТАВАСИС ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАНОРАЗМЕРНЫХ УГЛЕРОДНЫХ ПЛЕНОК МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ

Наноразмерные покрытия алмазоподобного углерода (АПУ) применяются в качестве износостойких и просветляющих покрытий, что привело к большому вниманию со стороны исследователей к трибологическим и оптическим свойствам. В последнее время актуально использование АПУ в качестве резистивных покрытий электродов детекторов заряженных частиц для повышения стабильности их функционирования, что обуславливает актуальность исследования электрических и теплофизических характеристик АПУ.

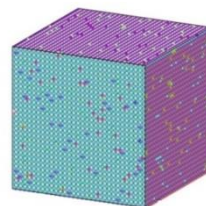
Эффективным методом прогнозирования свойств наноструктур является метод молекулярной динамики, который применяется и в настоящем исследовании. Целью работы является создание программного комплекса для облачных вычислений и получение на его основе температурных зависимостей теплоёмкости и теплопроводности плёнок АПУ различной толщины.

Для определения физических свойств тонких плёнок алмазоподобного углерода толщиной до 20 нанометров был разработан программный комплекс CATABASIS на основе пакета LAMMPS с открытым исходным кодом.

Для корректного описания макроскопических свойств исследуемого материала необходим анализ ансамбля, состоящего из $\sim 10^7$ атомов, что делает целесообразным использование облачных технологий, позволяющих обрабатывать и анализировать большое количество данных.



а)



б)

Рисунок 1 – а) блок-схема структурных узлов программного комплекса, б) расчётная ячейка $3 \times 3 \times 3$ нм для $2 \cdot 10^5$ атомов при наличии точечных дефектов.

Работа была выполнена в СНИЛ Вычислительного эксперимента и игровых технологий БГУ.

О. В. Карась
(ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель)

АЛГОРИТМЫ ПОСТРОЕНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ КТ-СНИМКОВ

Трёхмерная модель черепа человека может использоваться для различных медицинских и научных целей, таких как планирование и проведение операций, исследование анатомии человека, анализ

структуры черепа и оценка последствий травм. Также она может использоваться для изучения формы и динамики черепа, а также для создания виртуальных моделей для анализа и проектирования.

Чтобы реализовать построение трехмерной модели черепа человека, необходимо использовать алгоритм для генерации 3D модели. Существует множество различных алгоритмов, но одни из более распространенных – Marching Cubes и Dual Contouring.

Marching Cubes – алгоритм, который работает путем деления пространства на сетку ячеек и выборки функции расстояния в каждом из углов ячейки. После разбиения пространства на ячейки, внутри каждой создается от нуля до четырех треугольников с вершинами на гранях ячейки. Если сетка достаточно мелкая, чтобы захватить все детали модели, данный алгоритм может сгенерировать намного больше полигонов, чем требуется. Таким образом данный алгоритм требует пост-обработки меша с целью его упрощения. Marching Cubes отлично работает со сферическими поверхностями, однако плохо работает с кубами – края и углы генерируются закругленными. Современные реализации Marching Cubes создают полигональную сетку без отверстий и пропусков.

Dual Contouring – еще один популярный метод построения моделей, основанный на пространственной сетке. Данный алгоритм способен корректно отображать острые углы и грани, таким образом с его помощью можно отображать кубические поверхности. По сравнению с Marching Cubes данный алгоритм генерирует более гладкие и качественные поверхности, так как при построении модели учитывается градиент функции.

О. В. Карась

(ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель)

МЕТОДИКА И СООТВЕТСТВУЮЩИЕ ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ЧЕРЕПА ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА КТ-ИЗОБРАЖЕНИЙ

В последние годы 3D-реконструкция черепа человека на основе КТ-изображений стала все более популярной и полезной технологией для диагностики и лечения различных заболеваний. Эта технология позволяет врачам получать детальные и предельно точные модели че-

Материалы XXVI Республиканской научной конференции студентов и аспирантов «Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях», Гомель, 20–22 марта 2023 г.

репа человека, что позволяет им лучше понимать и диагностировать заболевания.

Процесс 3D-реконструкции начинается с получения КТ-изображений черепа человека. Затем эти изображения обрабатываются с помощью различных алгоритмов для обнаружения контуров черепа, и только потом применяются алгоритмы для создания 3D-моделей.

В работе были опробованы несколько алгоритмов для обнаружения контуров черепа на изображениях, а именно: пороговые фильтры, цветовой анализ, фильтрация изображений с использованием свёртки. Так как целью являлось получение обработанного изображения с идеально выделенным контуром черепа без лишнего шума, то алгоритм порогового фильтра справился лучше других.

Для построения поверхности черепа алгоритм марширующих кубов оказался наиболее простым и эффективным. Суть данного алгоритма заключается в создании треугольных моделей поверхности постоянной плотности из КТ-изображений. Алгоритм обрабатывает медицинские 3D данные в порядке сканирования и вычисляет вершины треугольника, используя линейную интерполяцию. Детали в изображениях, полученных из сгенерированной поверхности модели, являются результатами сохранения связей между срезами, данными поверхности и градиентом исходных 3D данных.

В заключение, построение поверхности черепа человека на основе анализа КТ-изображений является полезной и эффективной технологией для диагностики и лечения различных заболеваний. Она предоставляет множество преимуществ, включая более детальные и предельно точные 3D-модели черепа человека, безопасность для пациентов и снижение времени диагностики и лечения.

С. В. Киргинцева, В. В. Можаровский
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

АЛГОРИТМ РАСЧЕТА НАПРЯЖЕНИЙ ЗУБЬЕВ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ И ФУНКЦИОНАЛЬНО-ГРАДИЕНТНЫХ МАТЕРИАЛОВ (ФГМ)

Эксплуатация деталей элементов конструкций напрямую зависит от износостойкости и долговечности используемых материалов. Это требует разработки более детальных подходов к новым алгорит-

мам расчета выбора оптимальных свойств композиционных материалов [1-3]. Разработан алгоритм и проведен расчет напряженно-деформированного состояния зубьев зубчатых колес из современных композиционных материалов на основе имеющейся теории о математических моделях, ортотропных и ФГМ [1, 3].

Построены графики изменения напряжений σ_y/p_0 , σ_x/p_0 , τ_{\max}/p_0 по глубине от поверхности контакта для различных материалов, а также линии уровня максимального касательного напряжения τ_{\max}/p_0 для изотропного, ортотропного и функционально-градиентного материалов. Расчет напряжений в упругом теле зубьев зубчатых колес из композита показал совпадение с известными данными расчета для зубьев из изотропных материалов, в частном случае, при выбранных определенных параметрах. Предложенный алгоритм и результаты расчета могут найти применение в вычислениях деформативности и напряженного состояния зубьев зубчатых колес из композитов для зубчатых передач.

Литература

1 Можаровский, В. В. Компьютерная реализация методики расчета контактного взаимодействия зубьев зубчатых колес из изотропного и композиционного материалов / В. В. Можаровский, С. В. Киргинцева // Известия ГГУ, 2021. – №6 (129). – С. 171–177.

2 Mozharovsky, V. V. Calculation of the contact interaction of gear teeth from composite materials / V. V. Mozharovsky, D. S. Kuzmenkov, S. V. Kirhintsava // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology, February 2022. – Vol. 9, Issue 2. – P. 18921–18928.

3 Giannakopoulos, A. E. Two-dimensional contact analysis of elastic graded materials / A. E. Giannakopoulos, P. Pallot // J. Mech. Phys. Solids. – 2000. – № 48. – P. 1597–1631.

С. В. Киргинцева, В. В. Можаровский
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

РЕАЛИЗАЦИЯ РАСЧЕТА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО УДАРА ДЛЯ СЛОИСТЫХ ТРУБ ИЗ КОМПОЗИТОВ

Одной из основных причин разрушения трубопроводов является гидравлический удар, представляющий собой скачок давления или волну, возникающую при внезапном изменении импульса жидкости в

закрытой трубопроводной системе, чаще всего при закрытии клапана в конце трубопровода. Для защиты трубопроводов от волн повышенного давления существуют различные системы, методы и устройства. Один из технологических методов, который можно применять в производстве – это покрытие полимерным материалом (или композитом) внутреннего слоя трубы, т.е. футеровка, а также другой метод – отверждение полимерного материала, используя вставку пропитанного смолой вкладыша в трубу на месте её восстановления (CIPP). Вследствие этого процесса происходит локализация и устранение трещин и небольших повреждений. Поэтому возникает необходимость построения теории и алгоритмов расчета параметров гидроудара для таких конструкций [1]. Следует напомнить, что теоретически явление гидроудара было впервые обосновано Н.Е Жуковским (1898 г.) [2] и получило развитие [3].

В данной работе решается задача о нестационарном течении жидкости в трубопроводе, рассматривается явление о перепаде давления, возникающее для слоистых труб при гидроударе. Эти давления могут быть смоделированы с помощью компьютерных программ, (например, методом характеристик).

Литература

1 Можаровский, В. В. Реализация расчета напряженно-деформированного состояния слоистых труб из композитов и определение скорости волны при гидроударе / В. В. Можаровский, С. В. Киргинцева // Проблемы физики, математики и техники, 2021. – №3 (48). – С. 19–23.

2 Жуковский, Н. Е. О гидравлическом ударе в водопроводных трубах. – М. Д. : Гостехтеоретлитиздат, 1949. – 104 с.

3 Чарный, И. А. Неустановившееся движение реальной жидкости в трубопроводах. – М. : «Недра», 1975. – 297 с.

П. В. Ключко, Вань Сюеминь
(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ИНЪЕКТОРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОГО АНАЛИЗА

При определенных обстоятельствах, связанных с различными видами поражения (травмами, ранениями, действием отравляющих ве-

ществ) личного состава военизированных подразделений и спецподразделений силовых ведомств, в условиях экстремальных ситуаций боевых действий и проведения военных специальных операций для сохранения численности состава требуется применение специальных препаратов (антидотов, лекарственных препаратов, стимуляторов и т.п.) путем их введения с помощью инъекторов. При разработке конструкций полимерных инъекторов наиболее эффективным инструментальным средством для их проектирования и оптимизации является использование современных CAD/CAM/CAE-систем [1]. Так, например, программное обеспечение SolidWorks Plastics предоставляет инженеру точный и простой способ оптимизации одно- и многогнездных литевых форм, позволяющий быстро создавать и анализировать их компоновки, оценивать время цикла, давление впрыска и др. технологические режимы, предсказывать поведение расплавленного материала в процессе литьевого формования, что помогает предотвратить производственные дефекты.

В результате проведенных исследований разработана конструкция отечественного инъектора для введения лекарственных средств в экстремальных условиях и технологическая оснастка для ее изготовления. Анализ напряженно-деформированного состояния и трехмерного течения расплава термопластов в процессе литьевого формования элементов разработанной конструкции инъектора осуществляли с использованием интегрированных CAM/CAE-модулей конечно-элементного анализа в программной CAD-среде SolidWorks 2019 – Plastics и Simulation. Отличительной особенностью конструктивного исполнения инъектора является возможность многократного применения и повышенная устойчивость к воздействию ударных нагрузок.

Литература

1 Ли, К. Основы САПР (CAD/CAM/CAE) / Куньву Ли. – СПб. : Питер, 2004. – 560 с.

У. В. Ключко

(ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель)

ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В КУРСЕ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

Компьютерная графика сегодня – широко распространенное средство представления информации. Создание трехмерных моделей дает

возможность наиболее полно представить изучаемый объект с выявлением всех его геометрических форм.

При выполнении графической работы «Поверхности с вырезом», необходимо выполнить построения методом вспомогательных секущих плоскостей. Для этого нужно отметить опорные, характерные и дополнительные точки. Вспомогательные секущие плоскости выбираются таким образом, чтобы они пересекали кривую поверхность по линиям, приспособленным для точного графического построения, или линиям, легко определяемым на чертеже. Далее необходимо последовательно соединить проекции построенных точек [1]. Как видно, процесс построения на бумаге достаточно трудоемкий. Графический редактор Компас-3D позволяет выполнить решение данной задачи быстрее и точнее (рисунок 1).

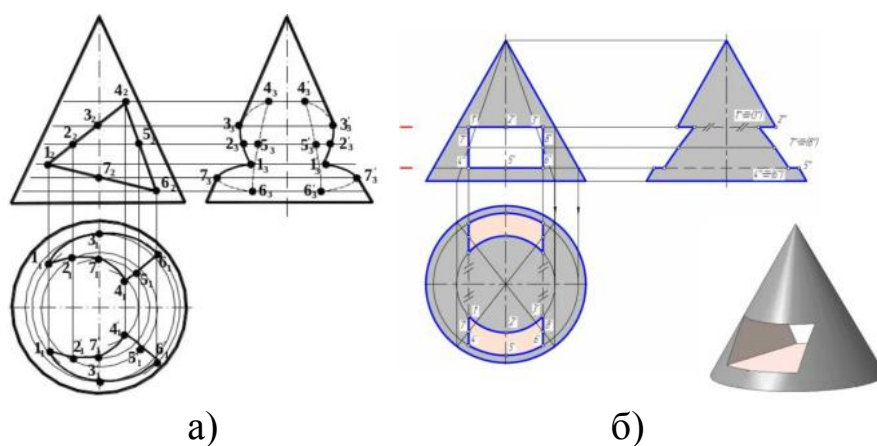


Рисунок 1 – Построение конуса с вырезом
а) без применения компас-3D; б) с применением компас-3D

В процессе обучения начертательной геометрии использование Компас-3D способствует развитию образного восприятия.

Литература

1 Селютин, А. М. Начертательная геометрия. Пересечение поверхности плоскостью. Взаимное пересечение поверхностей : учеб.-метод. пособие по дисциплине «Инженерная графика» для студентов техн. специальностей днев. и заоч. форм обучения / А. М. Селютин, Г. Н. Захаренко, А. А. Рюмцев. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2022. – 80 с.

А. С. Колодко, Ю. А. Андреев
(ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОПРИВОДА НАМОТОЧНОГО УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ В ПРОГРАММЕ LMS IMAGINE.LAB AMESIM

Целью работы является проверка работоспособности гидравлической системы, а также графическая интерпретация движения конечных потребителей в программе LMS Imagine.Lab Amesim [1]. В результате исследования построена имитационная модель гидропривода (рисунок 1, а) получены характеристики его работы (рисунок 1, б-г).

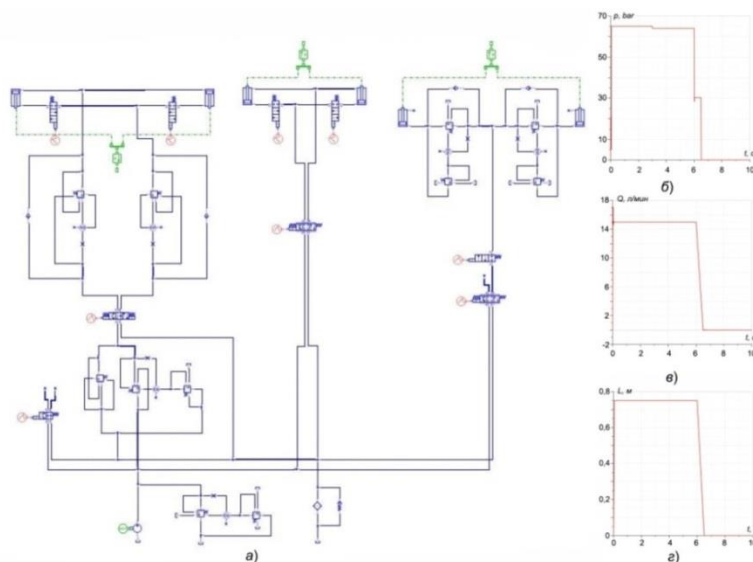


Рисунок 1 – Имитационная модель гидропривода

Данная программа позволяет создавать модели гидроприводов различного уровня сложности и проводить анализ работоспособности в сжатые сроки по результатам построения характеристик гидросистемы.

Литература

1 Хазеев, Е. В. Анализ имитационного моделирования гидравлических систем мобильных машин в различных программных комплексах / Е. В. Хазеев, Ю. А. Андреев, К. В. Пупенко // Машиностроение: инновационные аспекты развития: Материалы международной научно-практической конференции. Том № 5. – Научно-исследовательский центр «МашиноСтроение», г. Санкт-Петербург, 2022. – С. 18-22. – EDN TQYFDP.

А. Д. Корнодуд, Е. И. Сукач
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К ОЦЕНКЕ НАДЕЖНОСТИ ГРАФОВЫХ СТРУКТУР

Выбор метода оценки надёжности организации сложных систем (СС) должен основываться на особенностях объекта исследования. Обычно учитывают следующие характеристики объектов: размерность графовой системы (число структурных компонентов); количество уровней иерархии, выделенных в процессе формализации объекта; наличие и достоверность знаний о закономерностях функционирования объекта; вероятностную природу процессов, составляющих в целом процесс функционирования объекта; условия нахождения объекта в устойчивом состоянии и события, приводящие к выходу системы из устойчивого состояния.

Принятие решений при управлении СС должно быть математически обоснованным. С этой целью используются методы теории графов при формализации исследуемых объектов в виде графов. Описание же систем в символьном виде дает возможность сделать общие выводы о вероятностной природе функционирования объектов с использованием программных методов, автоматизирующих аналитические расчеты.

Схемы формализации исследуемых объектов могут отличаться в зависимости от того, какие компоненты имеют вероятностную природу надёжности. Такими компонентами могут быть как ребра, так и вершины графов. Выбор схемы формализации, учитывающей разные уровни надёжности всех составляющих компонентов, требует разработки новых методов и, соответственно, программных средств, автоматизирующих расчет характеристик надёжности СС с учетом их структурной организации.

В докладе описывается универсальная методика расчета вероятностной оценки надёжности графовой структуры по вероятностным оценкам надёжности компонентов графовой структуры.

Описываются программные средства, позволяющие упростить графовую структуру, выделить компоненты, влияющие на надёжность всей структуры, автоматизировать расчет интегральных характеристик надёжности и построить прогноз изменения надёжности СС во времени.

А. И. Кулыба, С. И. Жогаль
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

ДОСТАТОЧНОЕ УСЛОВИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОСТИ УРАВНЕНИЯ КОЛМОГорова–Фоккера–Планка ДЛЯ НЕАВТОНОМНЫХ КВАЗИЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ

В колебательных системах внешние случайные воздействия могут вызывать мультипликативные шумы, которые часто приводят к флуктуациям частоты колебаний или линейному трению в системе [1].

Исследованы неавтономные автоколебательные системы с одной степенью свободы, описываемые стохастическими дифференциальными уравнениями вида:

$$\begin{aligned} \ddot{x} + \omega^2 x = \varepsilon h(x, \dot{x}) + \varepsilon \sum_{s=0}^S P_s \cos(\Omega_s \omega t) x^s + \\ + \varepsilon \sum_{r=1}^K R_r \cos(\xi_r \omega t) \dot{x}^r + \sqrt{\varepsilon} \sigma x \dot{\xi}(t) \end{aligned} \quad (1)$$

где $h(x, \dot{x})$ – дифференцируемая функция своих аргументов, $P_s, R_s, \sigma, \Omega_s, \xi_s, \omega$ – положительные постоянные, $\dot{\xi}(t)$ – белый шум единичной интенсивности, $\varepsilon > 0$ – малый параметр, при выполнении условий

$$\frac{\partial}{\partial \alpha} \left\{ \frac{1}{\alpha} M_t [h(\alpha \cos \varphi, -\alpha \sin \varphi) \cos \varphi] \right\} = 0, \quad (2)$$

$$\Omega_s = s - (2n - 1), n = 0, 1, 2, \dots, \left[\frac{s}{2} \right], \forall S = 0, 1, \dots, S, \quad (3)$$

$$\Omega_s^2 = \frac{s^2 - 1}{3},$$

$$\xi_r = r - 2n + 1, n = 0, 1, \dots, \left[\frac{K}{2} \right], \forall r = 1, 2, \dots, K. \quad (4)$$

Определены коэффициенты сноса и диффузии соответствующего усредненного уравнения Колмогорова–Фоккера–Планка (КФП), причем диффузионные коэффициенты $K_{i,j}$ не зависят от фазы колебаний, а условие потенциальности уравнения КФП имеет вид

$$\frac{\partial}{\partial \theta} \left[\frac{1}{K_{11}} \left(K_1 - \frac{1}{2} \frac{\partial K_{11}}{\partial \alpha} \right) \right] = \frac{\partial}{\partial \alpha} \left(\frac{K_2}{K_{22}} \right) \quad (5)$$

Получено, что условие потенциальности (5) будет выполняться лишь в случае, когда Ω_k и ξ_r удовлетворяют условиям (2) – (4).

Литература

1 Диментберг, М. Ф. Нелинейные стохастические задачи механических колебаний / М. Ф. Диментберг. – М. : Наука, 1980. – 368 с.

А. И. Кулыба, С. И. Жогаль
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕАВТОНОМНЫХ КВАЗИЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ, ПОДВЕРЖЕННЫХ ФЛУКТУАЦИЯМ ЧАСТОТЫ КОЛЕБАНИЙ

Изучаются вопросы случайных колебаний в квазилинейных системах, испытывающих параметрические случайные возмущения [1], а именно, флуктуации частоты генерации колебаний, описываемых стохастическими дифференциальными уравнениями (СДУ) вида:

$$\ddot{x} + \omega^2 x = \varepsilon h(x, \dot{x}) + \varepsilon \sum_{s=0}^S P_s \cos\left(\left(\frac{S^2 - 1}{3}\right)^{1/2} \omega t\right) x^s + \sqrt{\varepsilon} \sigma x \dot{\xi}(t) \quad (1)$$

где параметры гармонических воздействий

$$\Omega_s = \left(\frac{S^2 - 1}{3}\right)^{1/2} \quad (2)$$

удовлетворяют резонансным соотношениям $\Omega_s = S - 2n + 1, n \in (0, 1, \dots, \left[\frac{S}{2}\right])$, а дифференцируемая функция своих аргументов $h(x, \dot{x})$ такова, что

$$\frac{\partial}{\partial \alpha} \left\{ \frac{1}{\alpha} M_t [h(\alpha \cos \varphi, -\alpha \omega \sin \varphi) \cos \varphi] \right\} = 0 \quad (3)$$

При выполнении соотношений (2) – (3) соответствующее усредненное уравнение Колмогорова–Фоккера–Планка (КФП) системы (1) обладает свойством потенциальности. Исследования показывают, что при возмущении периодическим воздействием на основной частоте будут генерироваться случайные колебания.

Так же в рассматриваемой системе (1) возможна компенсация влияния случайного возмущения с помощью варьирования сил линейного трения. А если возможно управления эффектами линейного трения, то при выполнении соотношения

$$\sigma^2 = 8(1 - \alpha)\omega^2 \quad (4)$$

эффект флуктуаций будет погашен.

Литература

1 Митропольский, Ю. А. Нелинейные колебания в системах произвольного порядка / Ю. А. Митропольский, Нгуен Ван Дао, Нгуен Донг Ань. – Киев : Наукова думка, 1992. – 344 с.

М. В. Маркова
(БелГУТ, Гомель)

**КОЛЕБАНИЯ ТРЁХСЛОЙНОЙ ПЛАСТИНЫ,
ПОБУЖДАЕМЫЕ ПОВТОРНОЙ РИТМИЧНОЙ НАГРУЗКОЙ**

Рассмотрим колебания круговой трёхслойной пластины, возбуждаемые многократно повторной внешней нагрузкой интенсивностью q_0 (рисунок 1). Функция внешнего воздействия имеет вид

$$q(t) = \sum_{m=1}^N q_0 \left(H_0 \left[(m-1)\tau + \tau_q - t \right] - H_0 \left[(m-1)\tau - t \right] \right),$$

где τ_q – продолжительность действия нагрузки, τ – временной интервал длительности цикла загрузки, представляющий собой сумму времени действия внешней нагрузки и времени свободных колебаний пластины до восприятия следующего воздействия; m – номер цикла; N – количество ударов; $H_0(f)$ – функция Хевисайда ($H_0(f) = 1$, при $f > 0$, $H_0(f) = 0$, при $f \leq 0$).

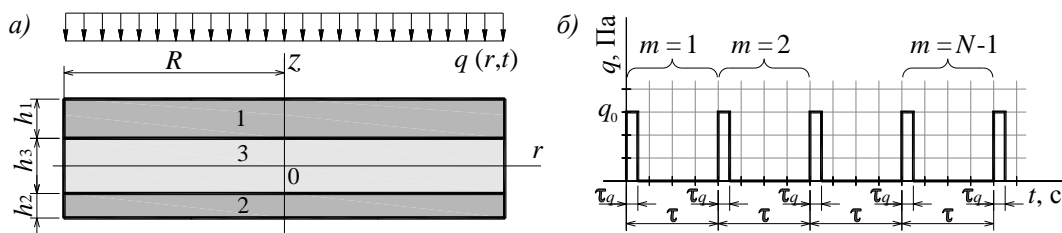


Рисунок 1 – Рассматриваемая задача
a – внешний вид пластины; *б* – воспринимаемая нагрузка

Итоговое выражение для функции прогиба в пластине

$$w(r, t) = \sum_{m=1}^N \left[w_{(m)}^0 \left(t - (m-1)\tau - \tau_q \right) + \left[w_{(m)}^q \left(t - (m-1)\tau \right) - w_{(m)}^0 \left(t - (m-1)\tau - \tau_q \right) \right] \cdot \left(H_0 \left[(m-1)\tau + \tau_q - t \right] - H_0 \left[(m-1)\tau - t \right] \right) \right] -$$

$$-\sum_{m=2}^N \left[\left(w_{(m)}^0 (t - (m-1)\tau - \tau_q) \right) \cdot H_0 \left((m-1)\tau - t \right) + w_{(m-1)}^0 (t - (m-2)\tau - \tau_q) \left(1 - H_0 \left[(m-1)\tau - t \right] \right) \right],$$

где $w_{(m)}^q$, $w_{(m)}^0$ – решение для функции прогиба на участке вынужденных и свободных колебаний m -го цикла соответственно (с учётом сдвига координатной оси для каждого цикла).

Работа выполнена в рамках БРФФИ (проект № T22M-072).

М. А. Медведева
(БГУ, Минск)

ВЛИЯНИЕ ЧИСЛА PR НА ДИНАМИКУ ТУРБУЛЕНТНОГО СВОБОДНО-КОНВЕКТИВНОГО ТЕЧЕНИЯ

Конвекция – один из самых распространённых видов течения сплошной среды как в природе, так и в разнообразных технических устройствах. Задачи о конвекции дают богатый материал для разработки новых идей о соотношении порядка и хаоса в течениях, простоты и сложности в поведении гидродинамических систем. При превышении критического значения числа Рэлея конвективные потоки могут формировать упорядоченные структуры, моделирование и анализ которых проводились в данной работе.

Конвективное движение жидкости описывается системой гидродинамических уравнений, куда входят уравнения Навье-Стокса, переноса тепла, непрерывности и приближение Буссинеска [1]:

$$\begin{cases} \frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + \frac{1}{\sigma} (\vec{v} \nabla) \vec{v} = -\frac{1}{\sigma} \nabla p + \Delta \vec{v} + Ra T \vec{e}_z, \\ \text{div } \vec{v} = 0, \end{cases} \quad \begin{cases} \sigma \frac{\partial T}{\partial t} + (\vec{v} \nabla) T = \Delta T, \\ \rho = \rho_0 (1 - \beta T). \end{cases}$$

Задача Бенара-Рэлея о термогравитационной конвекции в слое с двумя жёсткими границами решалась в программе COMSOL Multiphysics методом конечных элементов. Моделирование проводилось для воздуха и воды при давлении 1 атм и комнатной температуре 20°C. Постановка начально-краевой задачи следующая: в начальный момент времени среда неподвижна; на верхней и нижней границах слоя скорость обращается в ноль, их температура постоянна и равна комнатной на верхней границе, нижняя граница нагрета в соответствии с заданным числом Рэлея; на вертикальных стенках установле-

ны условия на симметрию для скорости и температуры. В результате были получены поля температуры и скорости, а также распределения кинетической энергии для чисел Рэля в диапазоне $10^3 - 10^7$.

Литература

1 Гершуни, Г. Конвективная устойчивость несжимаемой жидкости / Г. Гершуни, Е. Жуховицкий. – Москва : Главная редакция физико-математической литературы изд-ва “Наука”, 1972. – 392 р.

О. А. Михальцов, А. В. Дорощенко
(БГУ, Национальный детский технопарк, Минск)

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАНОКОМПОЗИТОВ СО СФЕРИЧЕСКИМИ ВКЛЮЧЕНИЯМИ

В последние годы интерес исследователей привлекают электрические свойства нанокompозитов как с фундаментальной, так и прикладной точки зрения. Нанокompозиты используются в качестве защитных покрытий, элементов интегральной электроники и др. [1].

Наиболее распространенной моделью для интерпретации электрических свойств нанокompозитов остается приближение эффективной среды, которое не учитывает возможность качественного изменения свойств, связанного с возникновением глобального кластера из высокопроводящих частиц (перколяционного фазового перехода). В связи с этим, актуальна разработка других компактных моделей для описания свойств нанокompозитных материалов. В настоящей работе предлагается компьютерная модель нанокompозита на основании метода Монте-Карло и алгоритма обхода графа.

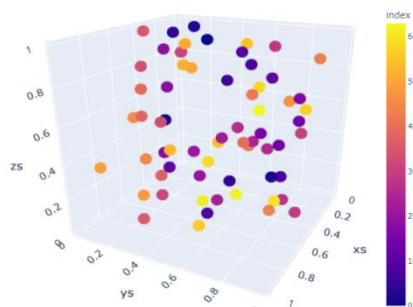


Рисунок 1 – Случайно расположенные включения в матрице композита

Модель позволяет рассчитывать положение порога перколяции и электрические свойства нанокompозитного материала в зависимости от размера металлических включений и физических свойств наполнителя и матрицы.

Литература

1 Krauth, W. *Statistical Mechanics* / W. Krauth. – New York : NY : Oxford Univ. Press, 2006. – 342 p.

Г. А. Назаров, Я. Р. Борисевич
(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ ШЛИЦЕВОГО СОЕДИНЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОГО АНАЛИЗА

В конструкциях карданных валов большинства современных грузовых автомобилей и заднеприводных легковых автомобилей одним из наиболее ответственных элементов, определяющих их технический ресурс, является шлицевое соединение, компенсирующее осевое перемещение при движении автотранспортного средства по неровной дороге и при маневрировании. Данный элемент карданного вала при эксплуатации автомобиля испытывает значительные осевые нагрузки и крутящий момент, что обуславливает быстрый износ его рабочих поверхностей [1]. В связи с чем, актуальной задачей при оптимизации шлицевого соединения карданного вала является разработка конструкторско-технологических и материаловедческих решений, способствующих повышению параметров служебных характеристик и долговечности. Перспективным направлением оптимизации элементов карданных валов является использование прикладных программ конечно-элементного анализа.

Объектом оптимизации выступало шлицевое соединение карданного вала грузового автомобиля MAZ-MAN. Моделирование динамического поведения шлицевого соединения осуществляли в среде конечно-элементного анализа LS-DYNA.

Для исследования локализации внутренних напряжений на рабочих поверхностях шлицевого соединения с полимерным покрытием в среде LS-DYNA была смоделирована пара «шлиц втулки – шлиц вала» карданного вала. Моделирование динамического поведения проводили в режиме старта для моделей с различной толщиной полимерного покрытия. Установлено, что наиболее оптимальным по критерию прочности является полимерное покрытие с толщиной 200 мкм, которое позволяет на порядок снизить параметры внутренних напряжений в процессе эксплуатации карданного вала.

Литература

1 Кравченко, В. И. Карданные передачи: конструкции, материалы, применение / В. И. Кравченко, Г. А. Костюкович, В. А. Струк ; под ред. В. А. Струка. – Минск : Тэхналогія, 2006. – 410 с.

Д. В. Нахват, М. Ю. Ольховик
(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ КАРДАНЫХ ВАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

В конструкциях карданных валов современных грузовых автомобилей одним из наиболее ответственных элементов, лимитирующих их долговечность, является крестовина, входящая в состав шарнирного узла. Данный элемент при эксплуатации автомобиля подвержен высокоинтенсивным многоцикловым и знакопеременным нагрузкам, что обуславливает быстрый износ его рабочих поверхностей [1]. В связи с чем, актуальной задачей при оптимизации крестовин карданного вала является разработка конструкций, обладающих повышенными параметрами прочности, износостойкости, стойкости против коррозии, что обеспечивается различными конструкторско-технологическими и материаловедческими решениями. Перспективным направлением оптимизации элементов карданных валов является использование инструментальных средств компьютерного моделирования.

Объектом оптимизации выступала крестовина карданного вала грузового автомобиля МАЗ-МАН. Статический расчет напряженно-

деформированного состояния модели крестовины выполняли по критерию von Mises в расчетном модуле Pro/Engineer Mechanical, динамический анализ – в среде конечно-элементного анализа LS-DYNA. Для подтверждения адекватности разработанных моделей крестовин и верификации результатов виртуальных исследований были проведены стендовые испытания, анализ результатов которых показал полное соответствие расчетных моделей и экспериментальных образцов. С целью оптимизации параметров триботехнических характеристик наиболее опасной зоны крестовины – сопряжения «палец – игольчатый подшипник» – предложено наносить тонкопленочное фторсодержащее покрытие на основе УПТФЭ ротационным методом или использовать пластичные смазки, содержащие в своем составе дисперсные частицы УПТФЭ в количестве не более 5 мас. %.

Литература

1 Кравченко, В. И. Карданные передачи: конструкции, материалы, применение / В. И. Кравченко, Г. А. Костюкович, В. А. Струк ; под ред. В. А. Струка. – Минск : Тэхналогія, 2006. – 410 с.

А. В. Редько

(БелГУТ, Гомель)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА РАБОТУ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

На работу систем электроснабжения существенно влияют природные факторы. В Республике Беларусь к ним могут быть отнесены температура окружающей среды, влажность, ветер, гололедные образования, дождь и сопутствующие явления (град, гроза, снег, метель, иней, роса, смог). Они определяют условия эксплуатации линий электропередачи и их надежность, поэтому должны учитываться при оценке технического состояния.

Основным фактором, определяющим значения потерь в электрических сетях, является температура проводов. Для учета факторов, определяющих ее: температуры воздуха, солнечной радиации, скорости ветра, скорости передачи тепла от проводов в окружающую среду, следует использовать уравнение теплового баланса при нестациона-

нарном температурном режиме [1]. Расчеты показывают, что при прочих одинаковых условиях при температуре $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ сила тока в проводах в 1,5 раза превышает его значение при $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Поэтому пропускная способность систем электроснабжения должна рассчитываться с учетом фактических температур.

Дополнительный фактор, который следует учитывать – механические воздействия. Повышение температуры приводит к удлинению проводов и значительному увеличению стрелы прогиба воздушной линии электропередачи. При низких температурах воздуха в проводах возникают значительные растягивающие напряжения, которые в сочетании с гололедно-ветровыми воздействиями создают предельные механические нагрузки на воздушные линии электропередачи, которые становятся причиной их разрыва. Учет названных факторов осуществляется с применением методов нелинейной механики материалов.

Комплексный учет потерь в электрических сетях и анализ прочности конструкций систем электроснабжения позволит обеспечить их надежную работу.

Литература

1 Влияние режимных и климатических факторов на потери энергии при нестационарных тепловых режимах линий электропередачи / А. Я. Бигун [и др.] // Динамика систем, механизмов и машин. – 2017. – Т. 5, № 3. – С. 8–17.

К. В. Рубанов

(ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИЛОЖЕНИЯ REAL TIME VOICE CLONING ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ПЕСЕН

Для генерации вокализованного аудиоряда в музыкальной композиции, требуется решение задачи озвучивания текста с возможностью контроля над интонациями, ударениями, длительностью звучания слов и частотой основного тона полученного голоса. Поскольку задача изменения частоты уже решена [1], остаётся задача вокализации текста с заданными характеристиками. Для генерации текста заданным голосом, использована методология и готовое приложение Real Time Voice Cloning [2].

Запуск приложения с использованием предобученных моделей потребовал записи нескольких образцов целевого голоса. Следствием обучения стало уменьшение качества чтения текста, при повышении качества клонированного голоса. Программа стала, субъективно, более качественно повторять уже продиктованные слова и предложения, но потеряла возможность полноценно озвучивать незнакомые ей слова. Также, качество последующих предложений гораздо хуже, чем первых, даже при одинаковых текстах.

В результате озвучивания текста, приложение частично сохраняло интонации, на которых было обучено, но сама методология не предоставляет возможности их автоматического изменения для адаптации к внешним условиям, таким как ритм и частота музыки. Полученный результат удобен для озвучивания текстов, таких как голосовые сообщения, голосовые помощники и многое другое, что не зависит от интонаций и ударений. При вокализации текстов песен, подобные свойства необходимы для восприятия.

Литература

1 Levine, S. A sines+transients+noise audio representation for data compression and time/pitch scale modifications / S. Levine, J. Smith // Signal processing: proceedings of 105th AES convention, San Francisco, USA, San Francisco, Preprint 1998. – № 4781. – 21 p.

2 Jemine, C. Real-Time Voice Cloning: дис.. маг. мат. наук, защищена: 26.06.2019 / Corentin Jamine – Liège: Université de Liège. – 2019.

Д. П. Русов

(БелГУТ, Гомель)

КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕФОРМИРОВАНИЯ РАМЫ ТЕЛЕЖКИ ДИЗЕЛЬ-ПОЕЗДА

Для определения остаточного ресурса конструкций вагонов требуется знать распределение напряжений в их элементах [1]. Вследствие сложной формы таких элементов расчет может быть выполнен только численным методом. Поэтому в среде программного комплекса ANSYS Workbench была разработана конечно-элементная модель рамы тележки прицепного вагона дизель-поезда ДРБ1, которая учитыва-

ет особенности ее конструкции. Геометрическая модель создана на основе конструкторской документации и обмеров конструкции рамы тележки в испытательном центре БелГУТа. Целью работы стала верификация разработанной модели на основе сравнения результатов расчетов и данных, полученных при проведении стендовых испытаний.

В качестве объекта испытаний использована боковая часть рамы, к скользунам которой прикладывалась периодическая вертикальная сила с амплитудой 40 кН. В ходе эксперимента рама опиралась на горизонтальную поверхность в четырех местах. При задании граничных условий было принято, что все опоры гладкие. Для обеспечения неподвижности конструкции в горизонтальной плоскости для одной из точек контакта было запрещено перемещение вдоль осей X и Z , а для другой – вдоль оси Z (ось Y в данном случае вертикальна).

Получено распределение напряжений в конструкции, которое показало, что максимальные напряжения наблюдаются вблизи места приложения силы, и их значения соответствуют результатам стендовых испытаний. Вблизи мест сварных соединений напряжения, полученные расчетом и в результате экспериментов, существенно различаются, что свидетельствует о необходимости более полного учета особенностей геометрии сварных швов.

Разработанную конечно-элементную модель планируется использовать для установления остаточного ресурса рам тележек и оценки возможности продления срока службы вагонов.

Литература

1 Оценка остаточного ресурса несущей конструкции вагона пассажирского после длительной эксплуатации / А. В. Пулято [и др.] // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2020. – № 2 (41). – С. 42–45.

И. С. Рывоненко

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСЧЕТА КОЛЕБАНИЙ И СОБСТВЕННЫХ ЧАСТОТ ТРУБОПРОВОДА ИЗ КОМПОЗИТА

В связи с развитием трубопроводного транспорта и широкого использования в технологической сфере и ядерной энергетике труб,

переноса жидкости, задача построения математической модели колебания трубопровода для определения характеристик процесса не теряет актуальности. Сама задача колебания трубопровода как из однородного материала, так и из композита подробно рассмотрена в литературных источниках [1-2], согласно которым собственные колебания протяженного участка трубопровода описываются дифференциальным уравнением 4-го порядка. Решение краевой задачи для этого уравнения позволяет найти собственные частоты трубопровода, что можно осуществить с помощью численных методов.

Целью излагаемой работы является построение математической модели колебаний трубопровода из композита, разработка алгоритма для нахождения собственных частот колебаний. Для реализации алгоритма расчета собственных частот колебаний трубопровода был выбран популярный язык программирования Python из-за его возможностей в графической визуализации решения.

Литература

1 Акуленко, Л. Д. Основные свойства собственных колебаний протяженного участка трубопровода / Л. Д. Акуленко, М. И. Иванов, Л. И. Коровина // Механика твердого тела. – 2013. – № 4. – С. 119–134.

2 Можаровский, В. В. Реализация математической модели расчета собственных колебаний трубопровода (сосуда) из композита / В. В. Можаровский, С. В. Киргинцева // Проблемы физики, математики и техники. – 2022. – №4(53). – С. 37–42.

Е. А. Станиславович, А. В. Будько
(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

ОПТИМИЗАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ НА БАЗЕ КЛАСТЕРНЫХ СИСТЕМ

В условиях цифровой трансформации современного промышленного сектора экономики при разработке наукоемкой продукции преобладающую роль играет использование на всех этапах жизненного цикла прорывных информационных технологий, основанных на

параллельных высокопроизводительных вычислениях с помощью кластерных суперкомпьютерных установок. Наиболее перспективным направлением реализации подготовки производства наукоемкой продукции является применение сквозных систем компьютерного моделирования и проектирования CAD/CAM/CAE, реализующих базовые принципы концепции CALS [1].

С целью создания автомобильных компонентов нового поколения с повышенным техническим ресурсом нами предложены с использованием методов компьютерного моделирования оптимизационные решения карданной передачи производства ОАО «Белкард», применяемой для комплектации грузовых автомобилей МАЗ-МАН. Для построения трехмерных моделей элементов карданной передачи и их анализа использовали интегрированную систему SolidWorks 2019. Динамический анализ проводили на основе параллельных высокопроизводительных вычислений с помощью кластерных суперкомпьютерных конфигураций семейства «СКИФ» в программной системе конечно-элементного анализа LS-DYNA. Для реализации параллельных вычислений применяли 16-ти узловую суперкомпьютерную установку ВМ 5100. Динамический анализ карданной передачи и статические анализы напряженно-деформированного состояния отдельных элементов передачи позволили выявить наиболее опасные участки в ее конструкции – шарнирный узел (крестовина) и шлицевое соединение. На основе предложенных конструкторско-технологических и материаловедческих решений разработана перспективная конструкция карданной передачи для грузовых автомобилей повышенного ресурса.

Литература

1 Ли, К. Основы САПР (CAD/CAM/CAE) / Кунву Ли. – СПб. : Питер, 2004. – 560 с.

Е. С. Тимошенко, М. И. Жадан
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ПЛАНЕТ

Основываясь на законе о всемирном тяготении $F = \frac{\gamma m M}{r^2}$, опишем движение планет, считая, что m – масса планеты, движущейся вокруг Солнца, M – масса солнца. При этом влияние других планет не

учитываются. Пусть Солнце находится в начале системы координат OXY , а планета в момент времени t находится в некоторой точке с текущими координатами x, y . В результате несложных математических преобразований приходим к задаче исследования системы уравнений

$$\ddot{x} = -\frac{kx}{(x^2+y^2)^{3/2}}, \quad \ddot{y} = -\frac{ky}{(x^2+y^2)^{3/2}}.$$

при начальных условиях $x = a, y = 0, \dot{x} = 0, \dot{y} = v_0$ при $t = 0$.

Предметом исследования является симуляция движения планет в математическом пакете Wolfram Mathematica 12.0 с графической демонстрацией законов Кеплера.

Из астрономических наблюдений известно, что для всех планет Солнечной системы величина v_0^2 всегда меньше, чем $2k/a$ ($k = mM$ – постоянная, $r = a$, v – скорость). Таким образом, выполняется закон Кеплера: траектории планет являются эллипсами, в одном из фокусов которых находится Солнце. На рисунке 1 приводится графическая иллюстрация циклического движения при значениях $k=20, v=2, a=3$, а на рисунке 2 при $k=20, v=5, a=4$ цикличности не наблюдается.

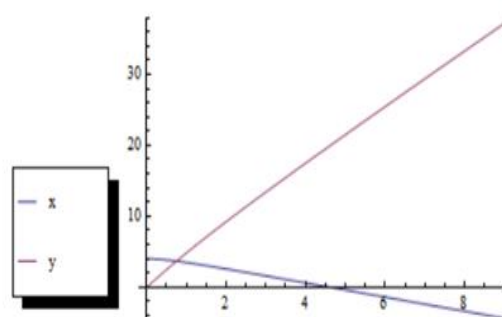
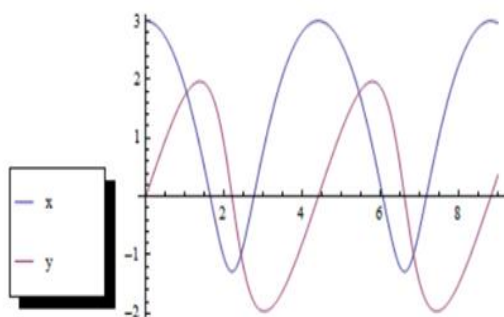


Рисунок 1 – Случай $v_0^2 < 2k/a$ Рисунок 2 – Случай $v_0^2 > 2k/a$

Результаты, изображенные на рисунках, согласуются с законом Кеплера. В первом случае планеты движутся вокруг Солнца циклически по эллиптическим орбитам, например, Луна и искусственные спутники Земли, во втором случае планеты уходят в космическое пространство и никогда не возвращаются в Солнечную систему.

И. А. Тунчис, А. Д. Вильчик
(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ КАРДАННОГО ВАЛА ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ БЕЛАЗ В КОМПЬЮТЕРНОМ СОПРОВОЖДЕНИИ

Ключевым компонентом экономического потенциала Республики Беларусь является машиностроительный комплекс, способствующий обеспечению основных отраслей народного хозяйства (автомобилестроение, сельское хозяйство, дорожное строительство, горнодобывающая и перерабатывающая промышленность и др.) необходимыми техническими средствами (автотракторной техникой, технологическим оборудованием и т.д.), отвечающими современным требованиям по материалоемкости и энергоемкости, технологичности, надежности и эксплуатационному ресурсу, эргономичности и дизайну [1]. При проектировании функциональных элементов средств технического оснащения промышленных предприятий машиностроения, химической, горнодобывающей и перерабатывающей промышленности широко используют прикладные программные пакеты для моделирования сложных технических систем – CAD/CAM/CAE-системы.

В качестве объекта исследования использовали конструкцию фланец-вилки карданного вала карьерных самосвалов БелАЗ грузоподъемностью 55 т, изготавливаемую на ОАО «Белкард». В результате оптимизации данной конструкции с помощью системы автоматизированного проектирования Pro/Engineer Wildfire 5.0 и интегрированного расчетного модуля Mechanical, реализующего метод конечных элементов, удалось достичь снижения материалоемкости на 0,941 кг при сохранении параметров деформационно-прочностных характеристик. Результаты оптимизации конструкции фланец-вилки наряду с предложенными конструкторско-технологическими и материаловедческими решениями для других ответственных элементов (шарнирного узла и шлицевого соединения) позволили разработать перспективную конструкцию карданного вала для автомобилей БелАЗ с повышенным техническим ресурсом.

Литература

1 Кравченко, В. И. Карданные передачи: конструкции, материалы, применение / В. И. Кравченко, Г. А. Костюкович, В. А. Струк ; под ред. В. А. Струка. – Минск : Тэхналогія, 2006. – 410 с.

С. Н. Федоренко, А. Ю. Поминдеев
(ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель)

АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СЭНДВИЧ-ПАНЕЛИ С УСИЛИТЕЛЯМИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СТАТИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

Строительная сэндвич-панель предназначена для возведения кровли или стен сооружения и включает в себя наружную и внутреннюю обшивки, выполненную из металлических листов, и размещённый между ними слой утеплителя.

Преимущества сэндвич-панелей над другими стройматериалами:

- по теплотехническим характеристикам превосходят традиционные стройматериалы приблизительно в 10 раз;
- масса в 10 раз меньше, чем у традиционных материалов;
- недорогие, надёжные, быстровозводимые.

Недостатки:

- конструкции из сэндвич-панелей обладают невысокой прочностью и неспособны долго выдерживать статические нагрузки;
- при постоянном воздействии солнечного света или резких изменениях температуры воздуха, материал может деформироваться, что угрожает разгерметизацией стыков;
- для создания прочной конструкции необходим каркас, который усложняет и удорожает строительство.

Предлагается бескаркасный способ возведения зданий, при этом внутри сэндвич-панелей имеются усилители, что позволяет существенно упростить возведение сооружения.

Разрабатываемый программный продукт позволит определить напряжённо-деформированное состояние сэндвич-панели с усилителями под действием статической нагрузки.

Требования к ПО:

- возможность добавления неограниченного количества слоёв;
- возможность задания формы сэндвич-панели;
- возможность анализа сэндвич-панели, состоящей из различных материалов.

Кроме того, программа должна учитывать количество слоёв, форму сооружения и применяемые материалы.

На данном этапе разрабатывается библиотека для построения конечно-элементной модели сэндвич-панели с целью дальнейшего проведения численных расчетов.

Ю. В. Шафаревич, А. К. Страусов
(БГУ, Минск)

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ НАНОКЛАСТЕРОВ ЗОЛОТА МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ

Нанокластеры золота используются в различных сферах науки и техники: в качестве катализаторов в химических реакциях, в сенсорах для биохимического анализа, в оптоэлектронике. Кристаллическая решетка золота кубическая гранецентрированная.

Для моделирования нанокластера золота использован молекулярно-динамический подход: система кластера золота, содержащего n атомов (рисунок 1), рассматривалась как NVT ансамбль с m - n потенциалом Леннарда-Джонса со степенями 1.96-15.56¹. Для интегрирования уравнений движения применяется модифицированный алгоритм Верле.

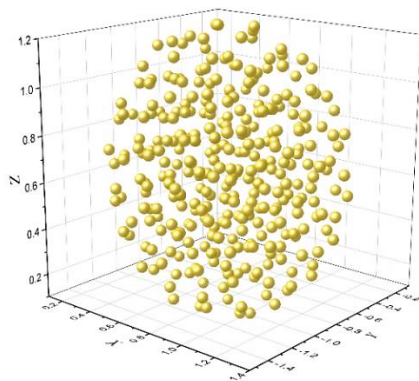


Рисунок 1 – Структура нанокластера Au для количества атомов $n = 321$

Было построено семейство радиальных функций распределения для различного количества временных шагов, из которого видно, что система приходит к равновесному состоянию после 750-100 временных шагов.

¹ {Бухурова, М.М., Применение межатомных потенциалов взаимодействия для моделирования наносистем, с. 4-5}

Материалы XXVI Республиканской научной конференции студентов и аспирантов «Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях», Гомель, 20–22 марта 2023 г.

Работа была выполнена в СНИЛ «Вычислительного эксперимента и игровых технологий» БГУ. Научный руководитель – кандидат физ.-мат. наук, доцент А. С. Федотов.

Литература

1 Бухурова, М.М. Применение межатомных потенциалов взаимодействия для моделирования наносистем / М. М. Бухурова. – Нальчик; КБНЦ, 2020. – 23 с.

А. В. Якимук, И. С. Туз
(БрГТУ, Брест)

РАЗРАБОТКА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ РАБОТЕ С НЕЙРОННЫМИ СЕТЯМИ

Для обучения работы с нейросистемами требуются средства, отличающиеся понятной для изучения архитектурой, обеспечивающей желаемую наблюдаемость (мониторинг, документирование и отображение происходящих процессов) и управляемость (от изменения настроечных параметров до подмены отдельных компонентов системы на пользовательские экземпляры).

Есть много универсальных систем вроде платформы TensorFlow (Google Brain), Matlab Neural Network Toolbox, фреймворков Darknet, PyTorch, Theano, библиотек языков Python, Java и др. Но их сложность, сокрытие деталей организации делают проблемным использование в обучении.

Здесь ставилась задача разработки специализированных средств, эффективных для обучения работе (решения задач классификации, аппроксимации, прогнозирования) с временными рядами, математическими функциями с помощью нейросетевых методов.

В работе представлен макет системы на базе библиотеки, включающей иерархии классов нейросетевых моделей, поддержки работы с наборами данных, визуализации результатов и т.д. Проектные решения документированы диаграммами UML.

Применены базовые конфигурации нейронных сетей [1] (однослойный персептрон, персептрон со скрытым слоем и др.), метод обратного распространения ошибки для обучении сетей, функции акти-

вации (сигмоидная, пороговая, гиперболического тангенса, ReLU-функции и др.).

Макетирование проведено с использованием языка Python, библиотеки NumPy для работы с матрицами и многомерными массивами, библиотеки Matplotlib для визуализация данных (в 2D, 3D графике). Сборка примеров выполнена в среде разработки PyCharm. Приведено описание по применению средств.

Литература

1 Головкин, В.А. Нейросетевые технологии обработки данных : учеб. пособие / В. А. Головкин, В. В. Краснопрошин. – Минск : БГУ, 2017. – 263 с.

Яссер Хатем Наджи Аль-Аджили

(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно, Baghdad Technical University)

АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ В СИСТЕМАХ РАДИОЧАСТОТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ RFID И NFC

В настоящей работе разрабатывается модель взаимной связи между считывателем и меткой в системах радиочастотной идентификации. Эта модель используется в технологиях NFC и RFID для изучения и объяснения влияния расстояния на беспроводную связь и для анализа результатов связи. Согласование антенны считывателя с источником питания и настройка антенны метки на резонансную частоту позволяют улучшить беспроводную связь системы, смоделированной на технологии радиочастотной идентификации. Согласование происходит за счет результирующего коэффициента связи и выходного напряжения между считывателем и меткой. Такое моделирование может быть оптимизировано для снижения энергопотребления и большего использования электромагнитной энергии считывателя для питания метки.

Для успешного проектирования и оптимизации систем NFC крайне важно исследовать антенную связь, возникающую при размещении антенн в непосредственной близости. Магнитное поле, обусловленное взаимодействием между двумя катушками, характеризу-

Материалы XXVI Республиканской научной конференции студентов и аспирантов «Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях», Гомель, 20–22 марта 2023 г.

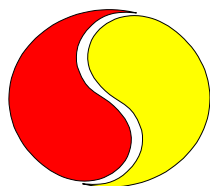
ется коэффициентом связи. Предлагаемое моделирование, позволяющее определить, на каком расстоянии напряжение, передаваемое от антенны считывателя к антенне метки, ухудшится и будет недостаточным для включения метки.

Таким образом, для эффективной связи между моделируемым считывателем и меткой разделяющее расстояние между ними не должно превышать 10 см, чтобы обеспечить надежную связь. Сравнение показывает соответствие расчетов нашей математической модели с результатами измерений, выполненных в работе [1].

Беспроводная связь систем моделирования NFC и RFID была улучшена за счет согласования антенны считывателя с источником питания.

Литература

1 Mourad, O. System Modeling of the RFID Contactless Inductive Coupling Using 13.56 MHz Loop Antennas / O. Mourad, P. Le Thuc, R. Staraj and P. Iliev // The 8th European Conference on Antennas and Propagation. – 2014. – P. 2034 – 2038.



АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

С. А. Камара, В. В. Комраков
(*Sukhoi State Technical University of Gomel, Belarus*)

SOFTWARE ARCHITECTURE FOR DETERMINING THE MEASUREMENT ERROR OF THE PART DIMENSIONS BY THE OPTICAL METHOD

Рассмотрена актуальность бесконтактных методов измерений размеров и описано программное обеспечение, позволяющее определять оптические искажения результатов измерений.

We use non-contact measurement, when the object is moving or very dangerous. In this scientific work we plan to use optical method. We plan to use web-cam because it allow us to send video screams directly to the computer and we can make continuous calculation without any delay. The influence of distortion of the optical system does not allow and provide the results of measurement process not correct due to the changes of the image shape. We value the mistakes optical system by determining the optical design a lens error when elements are used to reduce aberrations.

During this project we use Python language and Pycharm IDE for developing code. Python was used during this project because it has a lot of libraries, suitable for developing our software. It's also better and requires relatively fewer numbers of lines of code to perform the same tasks done in other programming languages. We chose Pycharm, because it's an IDE that is easy to use and provide essential tools, which comes with smart code editor for writing high quality Python code and a lot of useful plugins. Software development is much faster using Pycharm and it allows viewing of the code in a click. During this project we also use video stream from a webcam and we use the OpenCV library which was created for computer vision and image processing. By using OpenCV, we can process images and videos to identify objects or try to measure it. Another library used for the project is Numpy, It's used for measurement and

following mathematical processing of the measurement result. During this project we use graphical user interface and we use the PyQt5 library which is a GUI framework used by Python coders and to create graphical interfaces in Python.

These libraries of Python bindings designed to solve computer vision problems such as video stream capture, measuring mathematical processing of measurement result, digital image processing and even GUI creation.

The Software that we developed can help us to improve the process of measurement operation and can reduce the amount of human mistake risks.

Д. В. Балакин, В. В. Комраков
(ГГТУ им П. О. Сухого, Гомель)

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО ДИСПЕТЧЕРА ТРАНСПОРТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Диспетчер транспортной организации является управляющим звеном, ведёт оперативное управление автотранспортом предприятия, осуществляющего грузовые и иные перевозки. Функциональная роль данного сотрудника велика по той причине, что он определяет качество, своевременность и оперативность выполнения работ, связанных с перевозкой грузов.

Деятельность диспетчера неотделима от большого количества бумажной работы, таких как обработка транспортных заявок, учёт путевых листов, транспортных отчётов, что влечет нецелесообразное распределение рабочего времени и излишней нагрузки на сотрудника. Исходя из этого следует, что целесообразно использование приложений и информационных систем, которые позволят быстро извлекать информацию, вносить новые данные, изменять и выводить их в удобном для пользователя виде.

Разрабатываемое программное обеспечение позволит:

- осуществлять быструю и качественную обработку заказов, содержащих контактную информацию, сроки, места погрузки/разгрузки и иную информацию;
- составлять маршруты с возможностью их корректирования;
- осуществлять контроль за исполнением и информировать клиента о статусе перевозки;
- формировать и хранить отчёты и сопроводительные документы;

- предоставлять развернутую информацию об автопарке, водительском составе с возможностью её редактирования;
- создавать, хранить и обрабатывать актуальную информацию о заказчиках, осуществлять контроль дебиторских задолженностей.

Соответственно, можно сделать вывод, что использование данного приложения позволит сократить трудозатраты на рутинное заполнение сотрудником данных в письменном виде, а также начать процесс перехода на электронный документооборот. В последующем приложение позволит перейти предприятию на более высокий уровень организации посредством анализа проделанной работы, опираясь на отчётные документы, предоставляемые приложением.

Н. С. Громов, Н. Б. Осипенко
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

АВТОМАТИЗАЦИЯ ВНУТРЕННИХ ПРОЦЕССОВ В ЛОГИСТИЧЕСКИХ КОМПАНИЯХ

Логистическая компания оказывает услуги по транспортировке, обработке и хранению грузов, содействуя своим клиентам в процессе продвижения товаров от производителя к потребителю. Сегодня многие компании либо закупают комплектующие, либо строят заводы в странах с более выгодными условиями.

Разработанная программа нацелена на автоматизацию внутренних процессов в логистической компании. Для этого спроектирована структура базы данных, приведенная на рисунке 1.

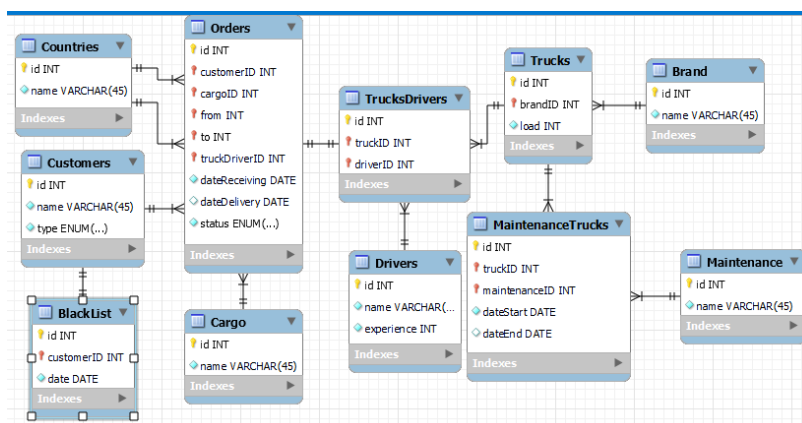


Рисунок 1 – Структура базы данных логистической компании

В базе данных содержится информация: о странах, между которыми осуществляются грузоперевозки (Countries); клиентах (Customers) и клиентах, с которыми компания не ведет дела (BlackList); истории заказов (Orders); типах грузов (Cargo); автопарке (Trucks) и марках авто (Brand); водителях (Drivers); техническом обслуживании (Maintenance); истории использования машин (TrucksDrivers) и обслуживания машин (MaintenanceTrucks). На ее основе можно отслеживать состояние автопарка, штат водителей; планировать грузоперевозки, принимая во внимание, какие машины у нас есть и на что они способны, а также отслеживать информацию, откуда и куда нам нужно доставить, т.е. корректировать работу логистической компании.

В. А. Дубоделов
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ «АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА АДМИНИСТРАТОРА ГОСТИНИЦЫ»

В любой сфере автоматизация экономит время сотрудников и облегчает им работу, а также автоматизация увеличивает прибыль и уменьшает расходы для различного рода операций. Благодаря этому внутренние процессы в гостинице выполняются быстрее: вы тратите меньше времени и средств на необходимые ресурсы, а сотрудники могут сосредоточиться на выполнении более важных задач.

С помощью автоматизации гостиницы, например, можно управлять разного рода процессами и ускорить обслуживание гостя.

Целью работы является разработка приложения «Автоматизированная система администратора гостиницы», которое поможет администратору облегчить работу в управлении номеров, клиентов, бронировании номеров, управлении справочниками; выбирать классы, параметры номеров и вести отчеты по их загрузке, строить отчеты по лучшим номерам и клиентам.

Администратор после открытия приложения попадает на рабочее пространство и может, к примеру, открыть номерной фонд, добавить новый номер, введя данные, а именно номер, место, класс, цену, этаж номера, корпус и дополнительные функции номера. Точно также он может взаимодействовать и со всем остальным (работа с клиента-

ми, бронирование номеров и отмена брони, работа со справочниками и отчетами).

Приложение «Автоматизированная система администратора гостиницы» использует MS SQL SERVER и написана на языке С#. Оно не имеет больших системных требований компьютера и может использоваться на любом ПК. Для создания приложения использовались литературные источники [1, 2].

Литература

1 Фаронов В. В. Создание приложений с помощью С#: Руководство программиста [Текст]: учебник / В. В. Фаронов – Москва : Эксмо, 2008. – 576 с.

2 Стиллмен, Э. Изучаем С#. 2-е изд. / Э. Стиллмен, Дж. Грин. – СПб. : Питер, 2012. – 696 с.

М. В. Кишкурно

(ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель)

СТРУКТУРА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЦЕХА ПРОИЗВОДСТВА ТОВАРНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ОАО «СВЕТЛОГОРСКИЙ ЦКК»

Сегодня ОАО «Светлогорский ЦКК» – предприятие полного цикла переработки древесного сырья в картон гофрированный и ящики из него, состоящее из следующих производств: производство целлюлозы, производство бумаги и картона, производство гофротары. Предприятие обладает высоким уровнем автоматизации и механизации технологических процессов, высокой экологичностью и бережным отношением к природным ресурсам.

Актуальность разработки веб-приложения для автоматизации деятельности цеха производства товарной целлюлозы обусловлена необходимостью решать разноплановые задачи, которые можно решить быстро и качественно только при помощи специализированного программного продукта, обладающего следующими характеристиками: взаимодействие с большим объемом данных и различных решений; поиск конкретной информации по технологическим процессам; сокращение временных затрат на организацию технологических процессов.

Для разработки веб-приложения для автоматизации деятельности цеха производства товарной целлюлозы использовался язык про-

граммирования C#. C# – современный объектно-ориентированный и типобезопасный язык программирования. C# позволяет разработчикам создавать множество типов безопасных и надежных приложений, работающих в экосистеме .NET [1]. C# относится к широко известному семейству языков C. Программный продукт разрабатывался в среде разработки Microsoft Visual Studio, которое хорошо подходит для разработки на языке программирования C#. В качестве источника для хранения информации выбрана база данных. Для доступа к данным использовался Entity Framework Core (EF Core). EF Core – простая, кроссплатформенная и расширяемая версия популярной технологии доступа к данным Entity Framework с открытым исходным кодом. В EF Core доступ к данным осуществляется с помощью модели. Модель состоит из классов сущностей и объекта контекста, который представляет сеанс взаимодействия с базой данных. Объект контекста позволяет выполнять запросы и сохранять данные. EF Core поддерживает множество систем баз данных [2].

Таким образом, при разработке веб-приложения для автоматизации деятельности цеха производства товарной целлюлозы использовался язык программирования C# и среда программирования Visual Studio, а для доступа к данным – Entity Framework.

Литература

1 Общие архитектуры веб-приложений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/architecture/modern-web-apps-azure/common-web-application-architectures>. – Дата доступа: 15.02.2023.

2 Entity Framework Core [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/ef/core/>. – Дата доступа: 15.02.2023.

А. В. Ковалёв

(ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ В ДРОССЕЛИРУЮЩЕМ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЕ В ПРОГРАММЕ KOMPASFLOW

В качестве моделируемого процесса рассматривается течение жидкости в напорной линии дросселирующего распределителя типа

РАМ [1]. Выполнена твердотельная модель распределителя (рисунок 1, а) и модель проточной области (рисунок 1, б).

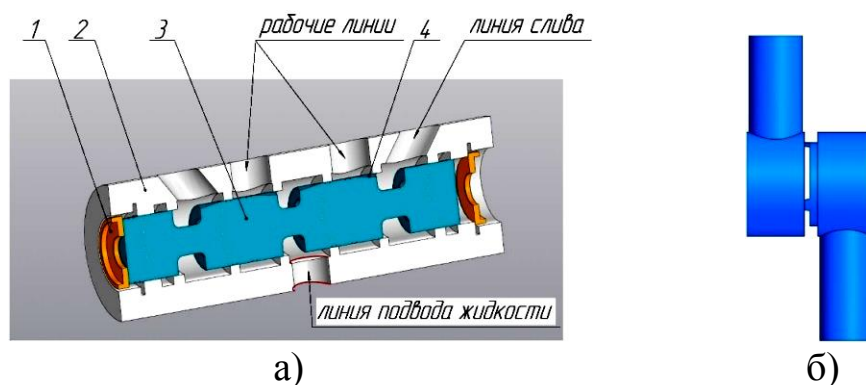


Рисунок 1 – Твердотельная модель распределителя, б) модель проточной области

Приложение KompasFlow позволяет без предварительного расчета получить картину распределения скоростей по сечению и их числовые значения, направления линий тока (рисунок 2).

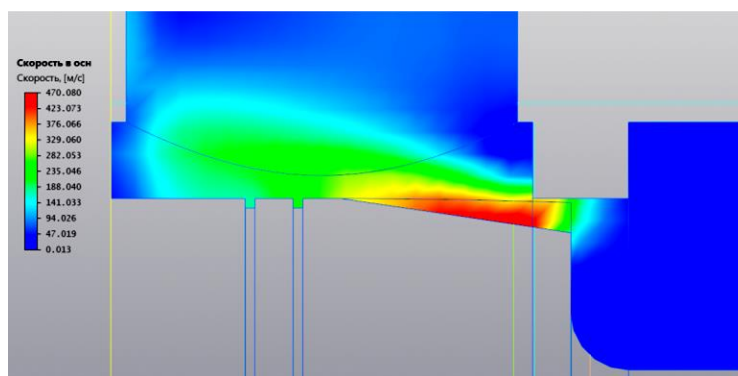


Рисунок 2 – Результат моделирования

Литература

1 Ковалев, А. В. Моделирование течения жидкости в гидравлических устройствах в приложении KompasFlow // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : материалы XXII Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Гомель, 28–29 апр. 2022 г. В 2 ч. Ч. 2. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2022. – С. 272–276.

И. Д. Козик, С. К. Никитин
(БрГТУ, Брест)

УСТРОЙСТВО ОРИЕНТАЦИИ И НАВИГАЦИИ ТЕЛЕЖКИ МОБИЛЬНОГО РОБОТА ПРИ ЕГО ПЕРЕМЕЩЕНИИ ПО ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ В ЗАДАННОМ ПОМЕЩЕНИИ

В современной робототехнике одной из актуальных задач является задача разработки способов автономной интеллектуальной навигации роботизированных устройств. Робот, двигаясь автономно, должен уметь определять, с определенной точностью, свое местоположение на карте местности и осуществлять самостоятельное управление без участия оператора. Поэтому актуальной целью является разработка специализированного «умного» программно-аппаратного обеспечения, осуществляющего навигацию мобильных роботов.

Чтобы осуществлять такую навигацию, роботу необходимо иметь некий алгоритм перемещения в пространстве, указанную цель движения, актуальную карту местности, очерчивающую возможные пути передвижения, а также устройство, способное определять текущее местоположение робота на карте. В общем случае такая задача сегодня полностью не решена, и единого, универсального способа и устройства для ориентации и навигации в любом возможном пространстве пока не создано.

Однако, для некоторых типов помещений возможна организация быстроразвертываемой системы навигации, в которой автономный робот будет ориентироваться по напольному покрытию (например – по плитке известного размера). В таком случае задача создания карты помещения и ориентации в нем мобильного робота становится универсальной и, следовательно, сильно удешевляется.

На базе Брестского государственного технического университета уже создана автономная платформа, ориентирующаяся по плитке с помощью ИК-датчиков, проведены испытания, получен патент на полезную модель, планируется внедрение в магазине сети «Корона». Данное внедрение позволит в значительной степени автоматизировать выкладку товара и уменьшить вовлеченность физического труда сотрудников.

Литература

1 Шуть, В. Н. Современные тенденции развития бортовых интеллектуальных транспортных систем / В. Н. Шуть [и др.]. – СПб : СПбГАСУ, 2019. – 194 с.

А. Л. Козунов
(БГУ, Минск)

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Внедрение системы контроля обеспечения бесперебойного производства сократит время простоев производства.

Задача автоматизации поставки деталей к вышедшему из строя оборудованию.

Есть a_i вышедший из строя, где $i = 1, 2, \dots, n$, тогда посылается сигнал в управление, где произойдет отправка запроса на склад, о выдачи новых комплектующих. На складе k -ый робот доставщик получит j -ую комплектующую и по полученному адресу доставит деталь. К a_i будет вызвана ремонтная бригада и произведен ремонт.

Задача контроля поставок:

Есть n типов деталей, для которых производится ABC-анализ, разбивающий детали на 3 группы по частоте замены: А – важные, В – средней важности, С – менее важные. Для каждой детали (i) необходимо рассчитать количество на месяц, где $i = 1, 2, \dots, n$, и страховой запас (Cz), который минимизирует риски простоя, на случай непредвиденных ситуаций. Формула Cz : $Cz = Cr * D$, где Cr – средняя замены, а D – дни страхования. Формула точки заказа: $Tz = Cz + Cr * T$, где Tz – точка заказа, Cr – средняя замены, а T – дни страховки.

Транспортная задача:

Есть n складов поставщиков, и m складов, на которые возможна доставка. Для каждого из поставщиков $i = 1, 2, \dots, n$ и для каждого склада $j = 1, 2, \dots, m$ заданы следующие параметры: объем запчастей, для i -го поставщика, объем потребления для каждого j -го склада, а также затраты на доставку единицы запчастей c_{ij} от i до j . Предположим, что сумма объема запчастей равняется сумме потребления деталей: $\sum_{i=1}^n a_i = \sum_{j=1}^m b_j$.

Для решения данной задачи используем метод Фогеля, так как он более оптимальный, и метод потенциалов для его улучшения [1].

Решение перечисленных задач позволит свести время простоя производства к минимуму.

Литература

1 Грибкова, В. П. Экономико-математические методы и модели / В. П. Грибкова [и др.]. – Минск : БНТУ, 2014. – 334 с.

А. Е. Курбатский

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ «АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОТЫ СЕРВИСА ПО РЕМОНТУ ВИДЕОКАРТ»

На индивидуальных предприятиях всегда остро стоит вопрос автоматизации всех рабочих процессов за счет минимальных вложений капитала, это снижает нагрузку на персонал и экономит рабочее время, которое можно распределить на выполнение других рабочих операций и задач, что, в свою очередь, оказывает положительный эффект на предприятие.

Автоматизация в сервисах по ремонту видеокарт – это перспективное направление развития отрасли, которое позволяет повысить эффективность работы сервисных центров и удовлетворить потребности клиентов.

Целью работы является разработка приложения «Автоматизация работы сервиса по ремонту видеокарт», которое поможет администратору и сотрудникам предприятия, облегчит работу с новыми клиентами, позволит вести учет проводимых ремонтов над техникой, а также вести подсчёт итоговой суммы ремонта, автоматизировать обработку ремонтов посредством установки заказам специальных статусов, с помощью которых сотрудник сможет понять, на каком этапе находится ремонт, просматривать заработанную сотрудником сумму за один рабочий месяц в личном кабинете, вести администрирование: добавлять новые статусы заказов, вводить новых сотрудников, изменять процент, начисляемый сотруднику выбранной должности за ремонт техники.

Администратору после перехода в главное меню приложения станет доступна вкладка администрирования, где он может взаимодействовать со всеми функциями приложения, недоступными рядовому сотруднику предприятия. Точно также он может взаимодействовать и со всем остальным (работа с клиентами, обработка ремонтов, т.е. всем, что доступно рядовому сотруднику).

Приложение «Автоматизация работы сервиса по ремонту видеокарт» использует MS SQL SERVER и написано на языке С#. Оно не имеет больших системных требований компьютера и может использоваться на любом ПК. Для создания приложения использовались литературные источники [1, 2].

Литература

1 Гордеев, С. И. Организация баз данных в 2 ч. Часть 2 : учебник для вузов, 2-е изд., испр. и доп. / С. И. Гордеев, В. Н. Волошина. – М. : Издательство Юрайт, 2019. – 501 с.

2 Кудрина, Е. В. Основы алгоритмизации и программирования на языке С# : учеб. пособие для СПО / Е. В. Кудрина, М. В. Огнева. – М. : Издательство Юрайт, 2019. – 322 с.

В. А. Ляшко, А. В. Клименко
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ПО УЧЕТУ ПИТАНИЯ И СПОРТИВНЫХ НАГРУЗОК «CALORIE-TRACKER»

Сайты, предоставляющие возможность подсчета калорий, являются важным инструментом в современном мире, где все больше людей стремятся контролировать свой вес и улучшить свое здоровье. Эти сайты предлагают множество функций и преимуществ, которые могут облегчить отслеживание того, что вы едите, и помочь в принятии обоснованных решений по поводу вашего рациона. Целью данной работы являлось создание сайта, который поможет людям контролировать их рацион и тренировочный процесс.

Для создания бэкэнда данного сайта была выбрана платформа ASP.NET Core, разработанная компанией Microsoft для создания веб-приложений. ASP.NET Core содержит инфраструктуру для обработки HTTP-запросов, основные компоненты для создания приложений и

дополнительные служебные инфраструктуры. Для хранения данных была выбрана СУБД Microsoft SQL Server. Для работы с базой данных использовался Entity Framework Core, который предоставляет высокоуровневый доступ к данным, позволяя работать с ними как с объектами, абстрагируясь от деталей реализации СУБД [1].

Для разработки фронтенд-части данного проекта был выбран Angular – мощный JavaScript-фреймворк, который позволяет разрабатывать сложные веб-приложения с использованием компонентов, шаблонов и сервисов. Использование Angular может быть полезным для разработки качественного, мощного и удобного в использовании пользовательского интерфейса [2].

Приложение позволяет работать с питанием, тренировками, создает графики и отправляет каждую неделю отчеты на почту. Также приложение поддерживает разные уровни доступа, поддержку пользователей и простой в использовании интерфейс.

Литература

1 Фриман, А. ASP .NET Core 3 с примерами на C# для профессионалов, 8-е издание / А. Фриман. – СПб. : ООО «Диалектика», 2021. – 1184 с.

2 Фриман, А. Angular для профессионалов / А. Фриман. – СПб. : Питер, 2021. – 800 с.

И. О. Матюнин

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

БАЗА ДАННЫХ МОРФОНОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ БЕЛОРУССКОГО ЯЗЫКА

Нами разработана структура реляционной базы данных для хранения имен существительных белорусского языка и их морфологических и морфонологических характеристик, которая представлена следующими таблицами:

1) «Беларуская мова»: в таблице хранятся белорусские имена существительные с их основными морфологическими и в отдельных случаях семантическими характеристиками, такими как: основа, обратный вариант основы, тип основы, окончание, тип склонения,

способ словоизменения (флективный или иной), акцентный тип парадигмы;

2) «Скланенне слоў»: данная таблица используется для хранения субстантивных словоформ, в ней содержатся следующие столбцы: лексема, число, падеж и словоформа;

3) «Марфаналагічныя з'явы (Связь)»: в таблице содержится реестр чередований, сопутствующих словоизменению субстантива в белорусском языке.

Для просмотра, добавления, удаления и редактирования слов созданы следующие формы:

1) «Беларуская мова» – форма для просмотра и добавления новых слов-имен существительных в «словарь»;

2) «Вывад склонаў слова толькі з марфаналагічнымі з'явамі» – форма для вывода только тех словоформ определённого имени существительного, которые маркируются чередованием в структуре основы;

3) «Вывад склонаў пэўнага слова » – форма для вывода всех существующих словоформ у заданного имени существительного;

4) «Скланенне слоў форма» – форма, которая заполняется словоформами каждого из выбранных субстантивов.

Разработанная база данных, позволяет автоматизировать поиск имен существительных белорусского языка, словоизменению которых сопутствуют формальные модификации основы. Также дает возможность оптимизировать само исследование и лингвистическое представление морфологической структуры имени существительного в белорусском языке.

В. Г. Михалевич

(ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель)

РАЗРАБОТКА WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ФОРМИРОВАНИЯ РАСПИСАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА

По данным портала *BelStat*, в 2022 году пассажирооборот в Республике Беларусь составил 21 миллион пассажиро-километров [1], было перевезено более 1.5 миллиарда человек [2].

Одним из ключевых элементов эффективной организации движения является точное и актуальное расписание движения транспор-

та. В этой связи возникает задача разработки инструментов, позволяющих быстро и точно формировать расписание движения городского общественного транспорта. Одним из таких инструментов может быть веб-приложение, которое автоматизирует процесс формирования расписания движения транспорта и позволяет быстро и точно получать информацию обо всех рейсах и маршрутах общественного транспорта города.

Разработанное веб-приложение автоматизирует производственные процессы путем генерации расписания маршрутов на основе данных о прибытии транспорта на каждый остановочный пункт. Приложение учитывает рабочие, выходные и праздничные дни, корректирует рейсы и формирует визуальный интерфейс с расписанием и прибытиями транспорта на каждую остановку населённого пункта. Автоматизирован процесс составления графиков движения маршрутов и обновления расписания при необходимости, что позволяет сократить время на подготовку и обновление расписания, и минимизировать возможность ошибок. Приложение позволяет легко масштабировать систему и добавлять новые маршруты или корректировать существующие без необходимости большого количества ручной работы.

Автоматизация производственных процессов в области транспортной инфраструктуры может улучшить мобильность и экономическую эффективность городской транспортной системы, значительно упрощает организацию движения, повышает эффективность и качество обслуживания пассажиров, снижает нагрузку на остановочные пункты и время ожидания транспорта, а также уменьшает негативное воздействие на окружающую среду.

Литература

1 Национальный статистический комитет Республики Беларусь. Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной статистической информации; Экономическая статистика; Пассажирооборот, 2019, 2020, 2021, 2022 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dataportal.belstat.gov.by/Indicators/Preview?key=176187>. – Дата доступа: 10.01.2023.

2 Национальный статистический комитет Республики Беларусь: Перевозки пассажиров и пассажирооборот по видам транспорта // Статистический справочник «Беларусь в цифрах». – 2022. – 14 февраля. – С. 49.

О. А. Мозоль
(ГГТУ им. П.О. Сухого, Гомель)

СТРУКТУРА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УЧЁТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ ОАО «ГЗЛиН»

В настоящее время деятельность всех предприятий связана с необходимостью учёта произведённой продукции. Автоматизированная система учёта сельскохозяйственной техники – это универсальное решение для предприятия. Чтобы соответствовать современным требованиям к информационным системам по автоматизации внутренних процессов организации, разработанная конфигурация разбита на подсистемы и позволяет выполнять следующие функции:

- формирование разнообразных аналитических отчетов на основании произведённой техники;
- отслеживание состояний производства: количество произведённой техники, затраченные средства, труд рабочих;
- быстрый поиск техники по необходимым критериям;
- ведение учета произведённой техники;
- контроль гарантийных сроков.

Разработка приложения учёта сельскохозяйственной техники для конкретного предприятия осуществляется с целью удовлетворения его потребностей, не используя сторонние программные продукты, которые не могут учитывать специфику предприятия.

Программный продукт разработан в среде разработки – Microsoft Visual Studio 2022, при написании использовался объектно-ориентированный язык C#. Разработка графического интерфейса осуществлялась посредством Windows Forms. В Windows Forms можно разрабатывать графически сложные приложения, которые просто развертывать, обновлять, и с которыми удобно работать как в автономном режиме, так и в сети. Приложения Windows Forms могут получать доступ к локальному оборудованию и файловой системе компьютера, на котором работает приложение [1].

Для оптимального хранения данных было решено использовать базу данных, в которой удобно и безопасно будут находиться данные. Для доступа к данным использована технология Entity Framework Core, который представляет собой технологию от компании Microsoft для доступа к данным. Так как Entity Framework Core поддерживает

множество различных систем баз данных, то мы можем через EF Core работать с любой системой управления базой данных.

Такое комплексное решение дает возможность использовать единую базу данных для учёта разнообразной техники, формирование отчётов о производстве, фильтрации по необходимым критериям, контроль сроков изготовления и эксплуатации.

Литература

1 Windows Forms .NET [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/dotnet/desktop/winforms/>. – Дата доступа: 18.02.2023.

И. С. Петрушина

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УЧЕТА УСЛУГ ТУРИСТИЧЕСКОГО АГЕНТСТВА ООО «ПРАВИЛЬНЫЙ ОТДЫХ»

Изменения условий деятельности организации сказываются на ее совершенствовании. Сейчас процессы любого бизнеса при учете применяют информационные технологии. Вследствие чего возникает необходимость использования автоматических средств, позволяющих эффективно хранить, обрабатывать и распределять накопившуюся информацию. Автоматизация учета позволяет повысить эффективность работы, достичь возможностей, недоступных при использовании метода обработки документации вручную.

Целью разрабатываемой системы автоматизации учета услуг туристического агентства ООО «Правильный отдых» является создание удобной, интуитивно понятной пользователю системы с необходимым функционалом, оптимизированной под законодательство Республики Беларусь, включающей в себя все сведения, необходимые для систематизации и упорядочения процесса работы специалиста по туризму.

Для разработки системы автоматизации был сделан выбор в пользу платформы 1С. В ходе рассмотрения альтернативных решений таких, как «САМО-ТурАгент», «МоиДокументы-Туризм», «U-ON.Travel» были выявлены ряды недостатков, свидетельствующие

о непригодности этих систем для реализации требуемых задач. Тогда как платформа «1С:Предприятие 8.3» способна решить все поставленные задачи, имея в ассортименте широкий набор объектов, инструментов и встроенный язык программирования.

Система автоматизации учета услуг туристического агентства осуществляет ведение клиентской базы, учета оказанных услуг, оформление заказов туров, формирование отчетных документов.

Для разрабатываемого решения в системе автоматизации были выделены роли, описаны сценарии пользования, составлены UML-диаграмма прецедентов и потоки событий этих прецедентов, построена информационно-логическая модель данных и архитектура проекта. Полученная система имеет требуемый функционал и является хорошим средством автоматизации учета услуг туристического агентства ООО «Правильный отдых».

И. Г. Ребиков

(ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель)

WEB-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ПРОХОЖДЕНИЯ ТЕХОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

На сегодняшний день неотъемлемой частью любого заведения, предприятия, сервиса является web-приложение или же web-сайт, так как это инструмент, с помощью которого можно привлечь потенциальных клиентов и упростить начальный процесс заказа услуг. Потенциальные клиенты с помощью каталогов и поисковиков, по ключевым словам, найдут сайт, ознакомятся с услугами и условиями и могут захотеть стать будущими клиентами. Преимуществом web-приложения является то, что это полноценная программа, доступ к которой пользователь получает через интернет, она не требует установки на устройство. В ходе разработки не придется создавать отдельные приложения для разных операционных систем – они работают одинаково в любых браузерах: Internet Explorer, Opera, Safari, Google Chrome и т.д.

Предприниматель специализируется на предоставлении ремонтных, техобслуживающих услуг для автомобилей. На данный момент у него отсутствует личный сайт, из-за этого проблематичным является

привлечение новых клиентов. Разрабатываемое web-приложение поможет решить данную проблему. Клиент заранее сможет узнать о наличии той или иной услуги, время работы, контактные данные для получения дополнительной информации. Это сэкономит время обеим сторонам.

Приложение разработано в среде разработки Visual Studio 2022. Выбор среды разработки обусловлен наличием множества инструментов для разработки приложений на языке C#. Для разработки была выбрана платформа .NET 7 с использованием ASP.NET Core, которая постоянно обновляется корпорацией Microsoft. Данная версия позволяет разрабатывать приложения на разных платформах и операционных системах, таких как Linux, Mac OS, Windows. Разработанное web-приложение использует паттерн MVC, Entity Framework для связи кода с базой данных, Identity для реализации авторизации и разграничения прав пользователей, и для работы с базами данных – MS SQL, с использованием SSMS. Web-приложение работает во всех современных браузерах.

И. Д. Савков

(ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель)

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ МАРШРУТИЗАЦИИ ИЗГОТОВЛЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Разработанное приложение хранит информацию о деталях, их местоположение и процессы, произведенные с деталями. В дальнейшем разработанное приложение экономит рабочее время на поиск, обработку и печать информации, исключает ошибки, обеспечивает оперативность информации, исключает дублирующие функции.

Разработана архитектура для приложения, необходимая для реализации приложения. При заходе на сайт пользователь попадает на окно авторизации. Если пользователь не авторизуется, есть возможность регистрации пользователя, если авторизация проходит успешно, пользователь получает выбор цеха. В цехе А пользователь добавляет деталь и заносит ее в базу данных. В цехе Б пользователь добавляет процессы обработки, произведенные с деталью и заносит данные

в базу данных. В цехе В пользователь может создать и получить отчет о деталях и их обработках.

Для разработки базы данных была использована MongoDB – система управления базами данных, которая хранит данные в виде документов формата JSON. MongoDB имеет ряд преимуществ, такие как: динамическая схема, что позволяет гибко работать со схемой данных, не изменяя сами данные, масштабируемость, что помогает легко уменьшить нагрузку на сервер, удобство в управлении и высокая производительность.

Для разработки приложения был выбран Angular – фреймворк JavaScript, который помогает разработчикам создавать приложения. Библиотека предоставляет множество фич, которые делают простые реализации сложных задач современных приложений, таких как привязка данных, маршрутизация и анимация.

Литература

1 NodeJS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://netology.ru/blog/node>. – Дата доступа: 31.01.2022.

2 Itvdn.com [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://itvdn.com/ru/blog/article/what_angular. – Дата доступа: 31.01.2022.

О. В. Семенчик, М. А. Писпанен
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

РАЗРАБОТКА СЕРВЕРНОЙ ЧАСТИ И ВИЗУАЛЬНЫХ КОМПОНЕНТ ПРИЛОЖЕНИЯ «ЭКРАН УСПЕВАЕМОСТИ»

В настоящее время человеку приходится на постоянной основе сталкиваться с необходимостью обработки огромного количества информации. Следовательно, для решения данной проблемы становится актуальна разработка приложений с визуальными представлениями, которые являются наиболее простыми и эффективными способами передачи информации. Сфера образования – одна из нуждающихся в визуализации информации сфер. В связи с большим количеством сту-

дентов, учебных планов и множеством дисциплин есть необходимость визуализации информации с помощью электронных средств.

Веб-приложение визуализирует данные о студентах и дисциплинах, нуждающихся в контроле успеваемости. Оно предназначено для облегчения работы преподавателей, деканов, кураторов по контролю и мониторингу текущей успеваемости, а также пропусков студентов.

К функционалу приложения относится генерация представления со студентами и дисциплинами:

- ФИО каждого студента;
- название дисциплины;
- поле с пропусками для каждой дисциплины;
- поле с успеваемостью для каждой дисциплины;
- поле с проведённым количеством занятий для каждой дисциплины.

Web-приложение разрабатывается с помощью мультипарадигменного языка программирования JavaScript и его библиотеки JQuery. JavaScript открывает доступ к манипулированию веб-страницей и удобному взаимодействию пользователя и веб-сервера, в свою очередь библиотека JQuery упрощает обход HTML документов, анимацию, обработку событий и взаимодействие Ajax (Asynchronous JavaScript And XML – технология, позволяющая обращаться к серверу без обновления страницы) [1]. Серверная часть приложения разрабатывается на языке программирования PHP (Hypertext Preprocessor – пре-процессор гипертекста), в качестве системы управления базами данных используется MySQL (популярная реляционная СУБД, поддерживающая SQL – Structured Query Language – язык структурированных запросов) [2].

Литература

1 Флэнаган, Д. JavaScript. Подробное руководство, 7th Edition / Д. Флэнаган – СПб. : Символ-Плюс, 2013. – 720 с.

2 Бэрн, Ш. MySQL по максимуму, 3th Edition / Ш. Бэрн, П. Зайцев, В. Ткаченко. – СПб. : Питер, 2020. – 864 с.

А. В. Скибунов, Е. П. Кечко
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

РАЗРАБОТКА DATA LAKE И DATA WAREHOUSE С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕРВИСОВ AMAZON WEB SERVICES

В наше время каждая крупная компания генерирует десятки терабайт данных. Начиная с данных о продажах товара клиентам, заканчивая многоструктурированными данными о работе спутников. Эти данные нужно собирать, обрабатывать, находить ошибки и анализировать для конечного пользователя.

Целью данной работы является автоматизация описанного процесса. В качестве технологии разработки использовались язык программирования Python, который имеет обширную коллекцию библиотек для числовых вычислений и обработки данных, и облачные сервисы платформы Amazon Web Service (AWS): сервис хранения объектов Amazon Simple Storage Service (Amazon S3); бессерверный сервис данных Amazon Glue Service, который упрощает поиск, подготовку, перемещение и интеграцию данных из множества источников для анализа, машинного обучения и разработки приложений; облачная СУБД Amazon Redshift.

Рассмотрим следующую ситуацию: мы собственники большой сети книжных магазинов, но каждый магазин использует свою систему учета, будь то различные базы данных, файлы (json, csv) или системы CRM. Возникает проблема, как эти все данные собрать вместе, обработать и агрегировать для аналитики.

Необходимо произвести следующий порядок действий по созданию Big Data: на AWS S3 создаются папки, которые мы назвали raw - zone, stage - zone, analytics - zone; все данные из разных систем сохраняются в raw - zone; на AWS Glue Jobs выполняются скрипты, которые читают данные, приводят их к общему формату и удаляют дубликаты. Результаты действий сохраняются в stage - zone и analytics - zone; обработанные данные загружаются в хранилище данных в AWS Redshift; перечисленные действия повторяются по заданному расписанию с помощью AWS Glue Jobs, тем самым данные обновляются и остаются актуальными.

В конечном итоге мы получим хранилище обработанных данных со всей информацией по книжным магазинам. Теперь мы можем

анализировать и извлекать полезные метрики из данных, которые помогут сделать бизнес более успешным.

Н. И. Уваров
(БрГТУ, Брест)

СИСТЕМА ПРИЛОЖЕНИЙ «ТРАНСПОРТ ПО ЗАПРОСУ» ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА И МАРШРУТНОГО ТАКСИ

В наши дни повсеместно активно развивается инфраструктура городского общественного транспорта в городах по всему миру. Городской общественный транспорт представляет собой одну из крупнейших отраслей народного хозяйства со сложной и многообразной техникой, а также специфической организацией и системой управления. В последнее время получает распространение автоматический городской интеллектуальный транспорт по перевозке пассажиров.

Значимая часть перевозки пассажиров приходится на систему маршрутного такси: микроавтобусов, осуществляющих перемещение жителей городов (пассажиров) по установленным маршрутам, забор и высадку – из пункта отправления в пункт назначения.

Периодичность движения транспорта не изменяется в течение дня, что не соответствует изменениям интенсивности прибывающего пассажиропотока. Нужно отметить, что количество транспортных средств (маршрутных такси) не связано с тем, сколько пассажиров ожидают на остановочных пунктах из-за недостатка информации.

В связи с вышеописанными проблемами была предложена оптимизированная модель городского транспорта, известная как «Транспорт по запросу». Поэтому нами начата разработка автоматизированной системы с целью оптимизации и улучшения работы городского транспорта, в частности маршрутного такси.

При проектировании данной системы можно выделить основные задачи:

- 1 Пассажир, находясь на остановочном пункте, создаёт заявку, через мобильное приложение клиента, в которой отмечает пункты отправления и назначения для маршрутного такси;

2 Далее информация поступает водителю транспорта (маршрутного такси) о степени загруженности маршрута, по которому он следует.

М. С. Цырибко
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РАБОТЫ АВТОСАЛОНА

В настоящее время очень динамично развиваются автосалоны, поэтому для более эффективной и быстрой их работы возникает необходимость разработки приложения с интуитивно понятным и удобным для сотрудников автосалона интерфейсом, для автоматизации некоторых функций, упрощения процедуры продажи автомобиля и оформления необходимых документов для печати.

Целью выполняемой работы является разработка приложения для автоматизации работы автосалона, ориентированного на использование его сотрудниками при выполнении поставленных задач. Разработанное приложение автоматизации работы автосалона представляет собой комплекс программно-аппаратных средств, с помощью которых осуществляется автоматизация деятельности, связанной с хранением, передачей и обработкой информации.

Приложение, в основе, которой лежит база данных, позволяет собирать, хранить, сохранять и максимально эффективно использовать информацию для различных целей. Информация в базе данных представлена в виде данных об автомобилях, сотрудниках автосалона, продажах, отчётах. Сотрудник автосалона при входе в приложение с помощью логина и пароля, получит доступ к функционалу приложения, а также сможет взаимодействовать с интерфейсом, и при необходимости сформировать отчёт. Приложение для автоматизации работы автосалона сократит время на выполнение рабочих обязанностей сотрудников, обслуживание клиентов, количество отчётов, выводимых на бумагу, позволит уменьшить количество расходных материалов, необходимых для печати документов, перевести персонал с бумажных документов в электронные.

Данное приложение функционирует с помощью MS SQL SERVER и разработано в среде C#. Для создания приложения использовались литературные источники [1-5].

Литература

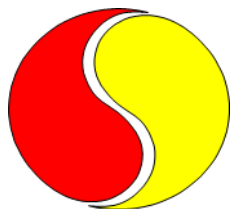
1 Джеффри, Д. Ульман. Реляционные базы данных / Джеффри, Д. Ульман, Дженнифер Уидом. – М. : Лори, 2014. – 384 с.

2 Фленов, М. Е. Библия С# / М. Е. Фленов. – М. : БХВ-Петербург, 2019. – 512 с.

3 Троелсен, Э. Язык программирования С# 7 и платформы .NET и .NET Core / Э. Троелсен – СПб. : ООО “Диалектика”, 2018. – 1328 с.

4 Виейра, Р. Программирование баз данных Microsoft SQL Server 2008. Базовый курс. – М. : Вильямс, 2010. – 816 с.

5 Албахари, Д. С# 7.0. Справочник. Полное описание языка: пер. с англ. / Д. Албахари, Б. Албахари. – СПб. : ООО “Альфа-книга”, 2018. – 1024 с.



ПЕРВЫЕ ШАГИ В IT-СФЕРЕ

Р. В. Асипенко, Е. В. Комракова
(ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель)

ИГРОВОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ «ZOMBIE ATTACK» В ЖАНРЕ «ШУТЕР» НА ПЛАТФОРМЕ UNITY

Игровое приложение в жанре «Шутер» – это видеоигра, в которой игрок управляет персонажем: передвигается по карте, поворачивается и стреляет из орудий. Для разработки игрового приложения используется Unity.

Unity – это межплатформенная среда разработки, предназначенная для создания 2D и 3D-игр. Данная среда позволяет разработчикам создавать различные приложения, которые поддерживаются многими операционными системами и на большинстве современных платформ, включающих в себя игровые консоли, персональные компьютеры, мобильные устройства и другое.

В начале работы разрабатывается игровая карта. Создаются объекты с текстурами заднего фона, основного фона, по которому будут перемещаться игрок и враги, и создаются дополнительные объекты карты для полноты: деревья, камни и так далее. Все объекты добавляются в пустой объект игрового мира. Для слоя, по которому передвигаются персонажи, будет добавлен компонент Collider, который нужен для обнаружения касания объектов. Он бывает разных типов, от простого круга до полигонального коллайдера, которому, в свою очередь, можно гибко настроить форму.

Следующим этапом создаются объекты игрока и врагов, которым добавляется компонент Collider для обнаружения касания игрока с врагами и нанесения урона. Для врагов устанавливается скрипт следования за игроком и его атака. Так же для созданных персонажей создаётся анимация передвижения и атаки для разнообразия визуальной составляющей игры.

Далее создаётся система анимаций через компонент аниматор: длительность анимация, условия перехода к следующим анимациям и т. д. Добавляется компонент *Rigidbody* для добавления опций физики к объекту. В него входит масса объекта, его физический материал, гравитационное притяжение.

Для более интересной игры добавляется игровой счет, благодаря которому игрок будет стремиться набрать большое количество очков. Соответственно, возникнет интерес набрать больше очков и поставить рекорд.

П. И. Березий, Е. В. Комракова
(ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель)

РАЗРАБОТКА ИГРОВОГО ПРИЛОЖЕНИЯ «DRIFT CHALLENGE» В СРЕДЕ РАЗРАБОТКИ UNITY

Разработка игровых приложений на движке *Unity* является самым частым явлением. Это связано с многими факторами, которые, в основном, положительно влияют на разработку простого игрового приложения.

Основные факторы, из-за которых нужно обратить свое внимание на среду разработки *Unity*:

- понятный и простой интерфейс взаимодействия с приложением;
- кроссплатформенность;
- поддержка языка *C#* и *Visual Studio* для работы с ним.

Благодаря этим факторам разработка игрового приложения не занимает много времени и усилий, и позволяет реализовать гораздо больше идей в самом приложении.

Игровое приложение реализует различные игровые механики, по которым его можно отнести к категории аркадных игр.

Основные игровые механики, реализованные в приложении:

- механика езды с дрифтом;
- механика подбора очков;
- механика потери очков;
- механика столкновения с препятствиями;
- механика идеальной езды.

Игровое приложение так же включает в себя такие необходимые элементы геймплея как игровой уровень, гараж и игровое меню приложения.

Игровой уровень представляет собой локацию, со сложным и извилистым дорожным участком, который игроку необходимо пройти для перехода на следующий уровень.

В гараже можно осмотреть текущую машину игрока, или купить новую, за накопленные игровые очки.

Игровое меню приложения позволяет войти в гараж или выйти из игры. Все эти элементы являются отдельными игровыми сценами, которые легко можно создать на игровом движке *Unity*.

Благодаря легкой интеграции 3D моделей, при помощи игрового движка, приложение имеет большое разнообразие локаций, неигровых объектов на локациях, объектов взаимодействия и игровых объектов, улучшающих как геймплейную, так и визуальную составляющую.

И. А. Бобр, А. С. Новикова
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

РАЗРАБОТКА ИГРОВОГО ПРИЛОЖЕНИЯ «LITTLE SWAPPERS» В ЖАНРЕ РАННЕР НА ПЛАТФОРМЕ UNITY

В настоящей работе рассмотрены возможности кроссплатформенной среды разработки компьютерных игр Unity в создании игровых приложений под операционную систему Android и проведен анализ рынка, в результате которого было выявлено, что достаточно популярным и простым, с точки зрения разработки, жанром является раннер, а среди платформ для игр преобладают мобильные устройства. Исходя из вышеизложенного, было принято решение разработать игровое приложение «Little swappers» в жанре раннер на платформу Android.

Для создания данного приложения необходимо было:

- освоить инструментальные средства;
- реализовать механики игры путем написания скриптов;
- создать прототип игрового приложения;
- нарисовать графику;
- внедрить в проект графику;
- протестировать программный продукт.

Для реализации механик игры использовались скрипты, написанные на языке программирования C#. В данных скриптах заложена вся логика взаимодействия игровых объектов. Фон, спрайты и анимации главного героя, врагов и снарядов создавались с помощью графического редактора Aseprite. Визуальная составляющая игры выполнена в простом стиле, который не перегружен деталями и визуально приятен игрокам. Тестирование данного приложения показало, что игровой интерфейс интуитивно понятен конечному пользователю.

В результате проделанной работы получено готовое игровое приложение. В дальнейшем будет возможно добавить больше контента и выложить видеоигру на сервис цифрового распространения компьютерных игр.

А. Д. Бородин, Е. В. Комракова
(ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель)

КРОССПЛАТФОРМЕННОСТЬ СРЕДСТВАМИ UNITY

Unity – это платформа, предназначенная для разработки игр и других интерактивных приложений, которая позволяет создавать кроссплатформенные приложения, работающие на разных операционных системах, таких как *Windows*, *Mac*, *Linux*, *iOS*, *Android*, *Xbox*, *PlayStation* и т.д.

Кроссплатформенность *Unity* достигается за счет использования мультиплатформенных движков и *API*, а также специальных инструментов, которые позволяют автоматически оптимизировать и адаптировать приложения под разные платформы.

Для создания проекта на определенную платформу в *Unity* с помощью меню «*Build Settings*» указывается необходимая целевая платформа. Далее по нажатию кнопки «*Build*» приложение будет собрано в нужном формате и будет готово к публикации.

Для разработки кроссплатформенных приложений на *Unity* важно учитывать особенности каждой целевой платформы. Например, для создания приложений для мобильных устройств необходимо учитывать ограничения по памяти, процессорной мощности, разрешению экрана и т.д. Также при разработке игр для игровых консолей необходимо учитывать особенности управления и аппаратных возможностей консолей.

Для тестирования возможностей рассматриваемого игрового движка создавать мультиплатформенные приложения была разработана игра в жанре лабиринт от третьего лица под мобильные устройства с системой *Android* и персональные компьютеры с системой *Windows*. Одной из основных особенностей была необходимость создать отдельные системы управления для каждой из платформ в зависимости от устройств ввода на них: так, на мобильных устройствах это сенсорный экран, и взаимодействовать с игровым процессом на них необходимо через *UI* элементы, а на персональных компьютерах управление происходит при помощи мыши и клавиатуры.

М. В. Братукин, А. А. Тумелевич
(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

ЦИФРОВИЗАЦИЯ УЧЕБНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СОСТАВА ПРИБОРА НА ВОЕННОМ ФАКУЛЬТЕТЕ

Целью данной работы являлась цифровизация учебных материалов для изучения состава военного изделия на основе классических учебных материалов средствами Unity. Структура разработанного приложения включает в себя меню с тематическим отснятым видео на фоне, функционал выбора объекта для исследования из вращающегося перечня моделей изучаемых приборов, а затем программно реализованные возможности исследования моделей со всех сторон путем их вращения и дальнейшего взаимодействия с отдельными частями, путем их выделения с помощью мышки. При этом обучаемый может ознакомиться с описанием назначения каждого переключателя. Ниже на рисунке 1 представлен результат трансформации классических материалов из учебника по специальной и тактической подготовке в цифровые, разработанные средствами Unity на примере изучения работы переключателя Напряжение пульта управления и индикации прибора станции наземной разведки [1].

Ожидаемая эффективность применения цифровизации в военном образовании по описанной выше технологии видится, в первую очередь, в получении учащимися кардинально новых по сравнению с классической схемой знаний, синтезирующих в себе теорию, практику и опыт.

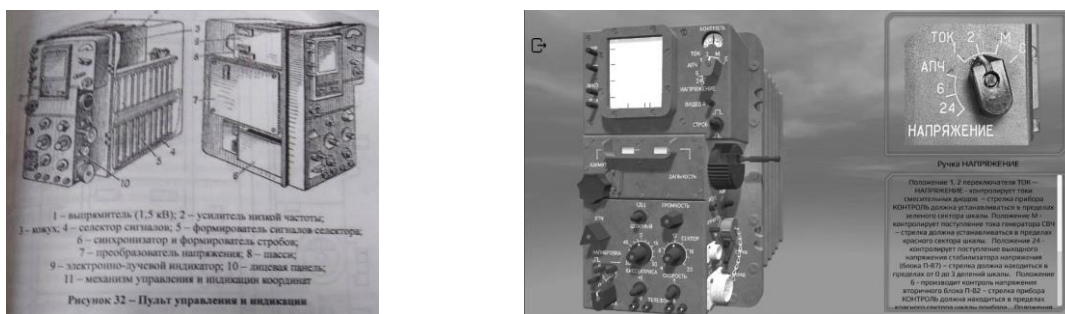


Рисунок 1 – Визуализация трансформации классических учебных материалов в цифровые

Литература

1 Монич, А. Н. Тактическая и специальная подготовка: учеб.-метод. пособие /А. Н. Монич, Д. П. Грушевский, Н. В. Кутафин. – Гродно : ГрГУ, 2021. – 295 с.

А. В. Бутько, И. В. Блинец
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

РЕАЛИЗАЦИЯ НАСТОЛЬНОЙ ИГРЫ «PIG GAME» НА WEB-СТРАНИЦЕ

Разработано web-приложение на языке программирования JavaScript с использованием языка описания внешнего вида документа CSS 3, языка гипертекстовой разметки HTML 5 и объектно-ориентированного программирования [1].

Использование ООП позволяет обойти ряд сложных проблем в программировании с минимальными потерями, сводя необходимую модификацию программы к её расширению и дополнению.

В данном случае ООП реализовано через классы в Java Script. В объектно-ориентированном программировании класс – это расширяемый шаблон кода для создания объектов, который устанавливает в них начальные значения (свойства) и реализацию поведения (методы).

Принцип ООП заключается в том, чтобы составлять систему из объектов, решающих простые задачи, которые вместе составляют сложную программу. Объект состоит из частных изменяемых состояний и функций (методов), которые работают с этими состояниями

ми. У объектов есть определение себя (self, this) и поведение, наследуемое от чертежа, т.е. класса (классовое наследование) или других объектов (прототипное наследование).

Наследование – концепция объектно-ориентированного программирования, согласно которой абстрактный тип данных может наследовать данные и функциональность некоторого существующего типа, способствуя повторному использованию компонентов программного обеспечения [2].

При разработке приложения применен фундаментальный набор принципов web-дизайна.

Этапы и результаты разработки могут быть использованы для создания аналогичных web-приложений и сайтов, а также их усовершенствования.

Литература

1 Кириченко, А. HTML5 + CSS3. Основы современного WEB-дизайна / А. Кириченко, А. Хрусталёв. – М. : Наука и техника, 2018. – 354 с.

2 Наследование (программирование) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki>. – Дата доступа: 20.10.2022.

К. Н. Васкевич, Е. В. Комракова
(ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель)

ИГРОВОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ «MONSTERS EXTERMINATION» В ЖАНРЕ «ШУТЕР» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДВИЖКА UNITY

Игровое приложение в жанре «Шутер» – это видеоигра для платформы Windows, в которой игрок контролирует персонажа от первого лица: перемещается по карте, поворачивается и стреляет из орудий. Для разработки игрового приложения используется Unity.

Unity – кроссплатформенная среда разработки компьютерных игр, позволяющая создавать двумерные и трехмерные игры.

В начале разработки была создана локация (карта игры) с помощью инструмента Terrain. Далее, используя кисти, к плоскости был добавлен рельеф (горы, равнины и углубления). Для визуального дополнения локации добавлено игровое окружение из объектов. Поведение

ние игровых объектов определяется добавленными компонентами. Компонент Transform отвечает за размещения объекта на локации, его поворот и размеры. А компонент Collider используются для взаимодействия игрока с объектами, для реализации физики объекта существует компонент Rigidbody, который задает массу, физический материал объекта и добавляет возможность воздействия этого объекта на другие.

Следующим этапом было создание моделей врагов, добавление анимаций передвижения и атаки игрока, а также простой интеллект. Враги имеют различные зоны: зона атаки и зона видимости, при нахождении игрока в этих зонах выполняется соответствующее действие (атака игрока, следование за игроком). Для появления врагов на карте были созданы спавнеры – это объекты, которые создают объекты врагов на карте по истечению некоторого времени, указанного сложностью игры.

Игрок является объектом Player, имеющим в своей иерархии множество объектов орудий, которыми может наносить урон врагам. Также игрок имеет характеристики здоровья, количество патронов, скорости бега, он имеет возможность подбирать бонусы, которые улучшают его характеристики.

Разработка игры с использованием движка Unity является интересным занятием при наличии в игре большого количества механик и предоставляет возможность создавать качественные игровые приложения.

А. А. Веровкин, Е. В. Комракова
(ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель)

РАЗРАБОТКА ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ИГРЫ В ЖАНРЕ «КВЕСТ С ЭЛЕМЕНТАМИ ТАКТИЧЕСКИХ RPG»

Важной задачей в разработке компьютерных игр является разработка алгоритмов поведения противника с использованием моделей искусственного интеллекта (ИИ).

Согласно дизайну игры, противник должен уметь реагировать на появление игрока в поле его видимости, преследовать и наносить урон, а также реагировать на такие раздражители, как упавший рядом с ним камень или внезапно взорвавшаяся бочка. В Unity нет таких

вшитых фреймворков для подобного поведения ИИ, поэтому все скрипты приходится прописывать самостоятельно.

Для начала была выделена основная площадь, по которой может передвигаться противник. Игра является сегментированной, что позволяет упростить подгрузку указанной области и не задумываться о динамической подгрузке сегментов. Такой областью был выбран объект типа Terrain. Объекты на карте добавляются в игру отдельно. Данное решение упростило написание кода передвижения ИИ. Так как в некоторых моментах он мог застрять между коробок и просто прекратить передвижение.

Далее требовалось добавить ИИ зрение и слух. Для слуха были выбраны 2 сферы. Первая сфера давала ИИ понять, что игрок находится рядом с ним вне зависимости от того, крадется он или нет. Вторая сфера уже имела разные шансы на обнаружение.

Зрение было реализовано по средству добавления на объект ИИ нескольких десятков лучей. В итоге получилось подобие сетки. Расстояние между концами лучей было выставлено в ширину объекта игрока. Это позволило избежать таких багов, когда противник не видит игрока на дистанции обнаружения из-за того, что игрок стоит как раз между этими лучами, не задевая ни один из них.

Во время разработки модель зрения была реализована с помощью обычного объекта конуса. Но из-за этого встречалась ошибка, когда игрок, стоя за препятствием, был виден ИИ.

В итоге был разработан ИИ, который мог легко подстроиться под уровень сложности игры с помощью выставления разной дальности обнаружения.

Д. В. Вершицкая, Е. А. Левчук
(БГУ, Минск)

РАЗРАБОТКА ПРИКЛАДНОГО РЕШЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РАБОТЫ АДМИНИСТРАТОРА СПОРТИВНОГО КЛУБА

Для качественной работы администратора спортивного клуба необходима полноценная автоматизация бизнес-процессов. Целью создания автоматизированной системы является повышение качества администрирования спортивного заведения, ведение учета клиентов и

персонала, документов, а также составление необходимых отчетов о проделанной работе.

Для проектирования прикладного решения использованы IDEF0, UML, BPMN диаграммы. UML диаграммы отражают варианты использования системы администратором, ее функциональные возможности. BPMN диаграммы описывают бизнес-процессы при работе администратора, а IDEF0 показывает общую картину работы администратора, позволяет проследить основные информационные потоки, отражающие процесс работы системы. Для реализации поставленной задачи выбрана платформа «1С: Предприятие», исходя из требований к разрабатываемой автоматизированной системе.

Прикладное решение состоит из 5 функциональных блоков. Подсистема «Клиенты» позволяет администратору вести учет клиентской базы, формировать отчет о посещениях тренировок, регистрировать посетителя для посещения новой тренировки. Подсистема «Сотрудники» помогает организовать работу персонала. Подсистема «Справочная информация» позволяет вести список направлений клуба, формировать расписание тренировок и отчет популярности услуг. В подсистеме «Финансы» осуществляется продажа абонементов, ведение их учета и продажа разовых посещений. В подсистеме «Управление задачами» администратор формирует отчет об анализе взаиморасчетов с клиентом и личную систему напоминаний.

Разрабатываемая система позволит улучшить значения следующих показателей: время сбора и первичной обработки исходной информации, время, затрачиваемое на информационно-аналитическую деятельность, качество сформированных отчетов и документов, качество и эффективность системы в целом, время, затрачиваемое на организацию работы персонала.

К. А. Вольский
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

РАЗРАБОТКА АДАПТИВНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО САЙТА О КОМПАНИИ BMW

В настоящее время интернет становится все более развитой средой для осуществления коммуникаций и используется на множестве

различных устройств (планшеты, смартфоны, мониторы компьютеров) для просмотра различной информации.

Целью данной работы является построение сайта для использования в эксплуатации автомобиля BMW и применения его в обслуживании, техосмотре.

Во время разработки сайта были использованы технологии адаптивного дизайна с целью помочь пользователям оперативно посетить сайт с любого устройства и ознакомиться с историей машиностроения марки BMW, изучить базу данных машин, чем занимается компания, как давно и что компания делает для осуществления своих целей.

Разработаны несколько макетов веб-страниц для различных устройств. Для разработки и написания кода сайта были применены: HTML5, CSS3 и язык программирования JavaScript. Проект был реализован в редакторе Visual Studio Code. Данный сайт предназначен для подробного ознакомления с одним из лучших производителей автомобилей. Для построения сайта использовалась необходимая литература [1-3].

Литература

1 Бычков, А. Дизайн и фриланс. Начало / А. Бычков. – АСТ, 2017. – 208 с.

2 Прохоренко, Н. А. HTML, JavaScript, PHP и MySQL. Джентльменский набор Web-мастера / Н. А. Прохоренко, В. А. Дронов. – СПб. : БХВ – Петербург, 2015. – 766 с.

3 Хоган, Б. HTML5 и CSS3. Веб-разработка по стандартам нового поколения: справочное пособие / Б. Хоган. – СПб. : Питер, 2014. – 320 с.

П. Ю. Говядкова, Е. В. Комракова
(ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель)

СОЗДАНИЕ RTS ИГРЫ НА GAME MAKER STUDIO 2

Создание стратегической игры с помощью GameMaker Studio 2 (GMS2) может быть сложным, но полезным занятием. Для создания стратегической игры следует соблюдать следующие пункты.

Планирование игры: прежде чем приступить к кодированию, важно уделить некоторое время планированию базовой механики и геймплея игры. Можно начать с определения целей игры, ресурсов и юнитов, которые будут использоваться, и общего хода игрового процесса. Затем идет ознакомление с движком: для того чтобы извлечь максимальную пользу из GMS2, очень важно хорошо понимать, как он работает, включая использование интерфейса drag-and-drop, кодирование с помощью GML и ресурсов движка. Использование встроенных функций GMS2: GMS2 предоставляет множество встроенных функций и ресурсов, которые можно использовать для создания стратегических игр. С их помощью можно оптимизировать процесс разработки и сосредоточиться на ключевых элементах вашей стратегической игры.

Создание системы сетки: многие стратегические игры используют систему сетки для передвижения и управления ресурсами. Рассмотрите возможность использования встроенных функций сетки в GMS2 для создания мира игры и управления движением. Это поможет упростить процесс разработки механики игры и обеспечит последовательную основу для геймплея.

Реализация искусственного интеллекта: чтобы создать увлекательную стратегическую игру, важно реализовать искусственный интеллект для неигровых персонажей вашей игры. GMS2 предоставляет ряд инструментов и ресурсов для создания ИИ, таких как алгоритмы поиска пути и принятия решений. Это позволит вам создавать адаптивных противников и обеспечит более интересный игровой процесс. Тестирование и совершенствование: По мере разработки стратегической игры важно часто тестировать ее и по мере необходимости дорабатывать механику и геймплей. Это поможет убедиться, что игра сбалансирована и в нее интересно играть, а также позволит решить любые проблемы, возникающие в процессе разработки.

В результате была реализована сбалансированная RTS игра по вышеописанным правилам на GMS2, который подходит для создания 2D-игр.

М. А. Голубев, Е. В. Комракова
(ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель)

РАЗРАБОТКА WEB API ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ЛИЧНЫХ ДАННЫХ

Создание *WEB API* для хранения персональных данных – сложная задача, требующая тщательного учета различных факторов. *WEB API* – это набор протоколов и процедур, обеспечивающих взаимодействие между различными приложениями. Когда речь идет о хранении персональных данных, очень важно обеспечить безопасность и конфиденциальность этой информации.

Первым шагом в создании *WEB API* для хранения персональных данных было определение его цели и требований. Это включает в себя принятие решения о типе данных, которые будут храниться, количестве пользователей, которые будут обращаться к *API*, и требуемом уровне безопасности. Выбор языка программирования, фреймворка и базы данных также зависел от требований проекта.

Архитектура разработанного *WEB API* имеет решающее значение для обеспечения его эффективности и масштабируемости. При создании *WEB API* для хранения персональных данных важно было выбрать подходящую модель данных и решить, какой тип аутентификации и авторизации требуется. Архитектура разработанного приложения также учитывает потенциальный объем данных, которые будут храниться, и необходимость эффективного поиска данных.

Безопасность является одним из наиболее важных аспектов создания *WEB API* для хранения персональных данных. Сюда входит обеспечение шифрования и безопасного хранения данных, а также реализация мер по предотвращению несанкционированного доступа.

При создании *WEB API* было учтено удобство работы пользователя. Это включает в себя дизайн *API*, простоту использования и отзывчивость системы.

В заключение следует отметить, что создание *WEB API* для хранения персональных данных требовало тщательного рассмотрения различных факторов, включая цель и требования к *API*, архитектуру, безопасность и удобство для пользователей. При вдумчивом и активном подходе к разработке *API* была создана безопасная и эффективная система для хранения персональных данных.

Д. А. Гончар, Е. А. Левчук
(БГУ, Минск)

РАЗРАБОТКА ТРЕБОВАНИЙ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ЛИЧНОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ БИБЛИОТЕКИ

Чтение является распространенным занятием среди разновозрастной аудитории. Читателю важно не только ознакомиться с интересующей его книгой, но и иметь возможность вести учет прочитанного. Автоматизация данного процесса является актуальной и позволит путем прикладного решения вести учет прочитанных пользователем книг, имея доступ к данному списку изданий.

Описание моделирования бизнес-процесса проектирования мобильного приложения производят контекстная диаграмма и диаграмма декомпозиции нотации IDEF0.

Функциональные требования к продукту определяют поведение системы. Приложение позволяет устанавливать цель на количество прочитанных книг, следить за прогрессом пользователя. Пользователь составляет список прочитанных книг с возможностью детального описания каждой из них: название, автор, персонажи, цитаты и др. При добавлении нового элемента в список система обновляет прогресс пользователя. Приложение позволяет осуществлять поиск по списку прочитанного по различным параметрам. Система ведет учет жанровых предпочтений пользователя, на основе которых предоставляет ему подборку рекомендаций литературы. Приложение не является электронной книгой, содержащей тексты произведений.

Наглядное представление описания функциональных требований к системе дают UML-диаграммы прецедентов и активностей.

Нефункциональные требования определяют характер поведения системы по отношению к пользователю. От проектируемого приложения требуется простота использования и интуитивно понятный интерфейс, что достигается путем создания прототипа приложения с использованием графических редакторов и построения диаграмм, описывающих поведение системы и пользователя.

Разработанная система предназначена для личного использования в качестве справочника электронной библиотеки.

В. В. Громыко
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

РАЗРАБОТКА МЕССЕНДЖЕРА С ПОДДЕРЖКОЙ LATEX ВЫРАЖЕНИЙ

В настоящее время существует множество решений для записи математических выражений и документов. Одним из самых популярных является LaTeX. Он призван облегчать набор сложных документов, и, несмотря на то, что данное решение отлично справляется со своей задачей, возникает другая проблема, которую не торопятся решать.

Когда необходимо поделиться с кем-то частью LaTeX документа, то либо приходится отправлять весь документ с выражениями, либо отправлять выражение отдельно в виде программного кода, который невозможно прочитать, не вставив его в нужные программы. Это доставляет свои неудобства и трудности на дистанции и до сих пор нет популярного решения, которое бы удовлетворяло всем потребностям данной проблемы.

Поэтому задача по созданию собственного продукта, которое бы полностью поддерживало как отправку всего документа, так и отдельного выражения, является актуальным и сейчас. Это не только бы облегчило работу всем, кто нуждается в подобном продукте, но и сплотило бы сообщество как начинающих, так и продвинутых математиков, которые могли бы делиться между собой знаниями и данными.

В результате было создано веб-приложение с удобным и минималистичным дизайном, которое позволяет отправлять как текст, так и LaTeX выражения, которые отображаются как в обычных документах, вместо простого кода. Приложение было создано благодаря множеству технологий, среди которых ЯП TypeScript, JS-библиотеки React и Next.js, СУБД PostgreSQL и многие другие.

Реализация выполнена с помощью двух частей: клиентская и серверная. Клиентская позволяет пользователям регистрироваться и общаться с остальными пользователями в системе. Серверная часть отвечает за хранение и обработку данных пользователей: данные об аккаунтах и сообщениях пользователя. Главной философией разработанного приложения является хранение только необходимых для работы данных, никакие данные для аналитики и отслеживания не собираются.

Д. Е. Давидовский, Е. В. Комракова
(ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель)

РАЗРАБОТКА ТРЕХМЕРНОГО ИГРОВОГО ПРИЛОЖЕНИЯ NEVER GONNA CATCH US В СРЕДЕ РАЗРАБОТКИ UNITY

Unity является кроссплатформенной средой разработки компьютерных игр, выпущенная в 2005 году. *Unity* позволяет разработчикам создавать различные приложения, работающие на большинстве современных платформ, которые включают в себя персональные компьютеры, игровые консоли, веб-приложения, мобильные устройства и многое другое.

Игра «Never gonna catch us» реализует концепт игрового жанра «Бесконечный раннер», что подразумевает реализацию нескольких характеристик игрового приложения, свойственных заданной жанровой классификации, а именно:

- генерация каких-либо препятствий на пути следования игрока;
- процедурная генерация игрового уровня;
- система подсчета очков;
- элементы интерфейса, отображающие текущее состояние игрока и количество набранных очков;
- система бонусов, позволяющая разнообразить геймплейную составляющую игрового приложения.
- система улучшений, позволяющая улучшить достигаемый игроком результат.

Благодаря использованию игрового движка *Unity* имеется возможность использования визуальной среды разработки.

В игровом приложении «Never gonna catch us» реализована система, свойственная жанру «Бесконечный раннер» с использованием 3D графики и движка *Unity*. Игрок управляет персонажем пришельцем, чей корабль упал на Землю и старается убежать от преследующих его представителей местной власти, представленных в виде людей в строгих официальных костюмах.

Под управлением игрока главный персонаж двигается по процедурно-генерируемому уровню. Главной целью игрового приложения является собирание элементов корабля, являющихся реализацией системы подсчета очков в игре. Также на пути у игрока появляются процедурно генерируемые враги, при столкновении с которыми игрок погибает, а игра завершается.

С. А. Давыдов, Г. Л. Карасёва
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПО ФОРМИРОВАНИЮ ПРИЛОЖЕНИЙ К ДИПЛОМУ СТУДЕНТОВ ФАКУЛЬТЕТА МАТЕМАТИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Современные предприятия и компании нуждаются в высококвалифицированных специалистах. Именно они обеспечивают предприятия научно-производственной способностью, позволяя предоставлять услуги и продукты, производимые такими организациями в различных сферах.

Оценка способностей таких студентов начинается с отбора будущих специалистов ВУЗом, посредством сдачи единых экзаменов. На следующем этапе каждый студент ВУЗа индивидуально показывает знания и навыки, приобретённые при прохождении курса дисциплин, а также занимается научно-исследовательской деятельностью в виде курсовой и дипломной работ. Помимо этого ВУЗы предоставляют возможность студентам некоторых специальностей прохождения практики в организациях по типу их квалификации. Последним этапом в оценке студентов является выдача им диплома, свидетельствующего о том, что данный студент получил высшее образование в полной мере, и является квалифицированным специалистом.

Квалификация, знания в предметных областях, информация о научно-исследовательской и практической деятельности подробно изложена не в дипломе, а в приложении к нему – зачётно-экзаменационной ведомости. В этом приложении указывается информация о работе студента за весь период обучения – специальность, специализация (если есть), пройденные дисциплины, практики, курсовые и дипломная работы и оценка преподавателей и руководителей. Данный документ демонстрирует успеваемость и уровень знаний студента на всех пройденных им дисциплинах.

Разработка приложения для автоматизированного формирования приложений к диплому студентов факультета Математики и технологий программирования позволит оптимизировать процесс создания данных приложений, уменьшить вероятность появления ошибок человеческого фактора и предоставит возможность использования данных о студентах в иных документах, например, в характеристике на конкретного студента.

А. В. Долженко, Н. Б. Осипенко
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

РАЗРАБОТКА DESKTOP-ПРИЛОЖЕНИЯ «NICHCOM»

Desktop-приложения являются неотъемлемой частью при использовании ПК. Они способны помочь в осуществлении делегирования некоторых активностей пользователя с ПК, например, быстрое открытие виртуальной клавиатуры.

Для реализации приложения «NichCom» был выбран язык программирования Python. Данное приложение совмещает в себе развлекательный и информационный контент для помощи пользователю при осуществлении некоторых операций с ПК. Реализация приложения «NichCom» актуальна на различных языках. Для рендеринга приложения была выбрана графическая библиотека PyQt6.

1 Приложение «NichCom» имеет 3 основных блока.

2 Системные возможности. Данный блок включает в себя помощь в определении пути до эпизодически используемых файлов и определенные действия по умолчанию. В нем осуществлена дополнительная возможность добавлять собственные пути, в количестве 5 штук, и действия, которые будут осуществляться через командную строку.

3 Голосовой помощник. Данный блок реализует возможность общения с голосовым помощником, который умеет выполнять команды: включение таймера, озвучивание текущего курса валют, времени и погоды, создание Word-файлов, открытие папки «Мой компьютер», очищение корзины, открытие и поиск в браузере Chrome, вычисление простых математических действий, изменение языка раскладки и громкости, открытие диспетчера задач, описание всех доступных ему команд, рассказать шутку. Также в нем реализована игра «Крестики-Нолики», где противником является сам ПК.

4 Игры. Данный блок реализует в себе развлекательный контент. На данном этапе разработки доступна игра «Крестики-Нолики», реализованная при помощи библиотеки React. В ней доступны режимы однопользовательской игры, как в голосовом помощнике, и многопользовательской.

Схематичная работа приложения основана на последовательности действий: открытия приложения, выбора необходимого блока и осуществления действий в нем.

Приложение прошло апробацию и верификацию, которые показали работоспособность приложения «NicheCom».

С. Ю. Ермолович, Л. К. Титова
(ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель)

ПЕРВЫЕ ШАГИ ДЛЯ УСПЕШНОГО СТАРТА В МИРЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Сфера IT – обширная и многогранная отрасль, охватывающая широкий спектр дисциплин, таких как разработка программного обеспечения, программирование, сетевое взаимодействие и кибербезопасность. Чтобы начать успешную карьеру в этой сфере, важно сделать правильные первые шаги.

Одним из первых шагов является изучение интересов и определение областей знаний. Этого можно достичь, исследуя различные субдисциплины в IT-индустрии и определяя, какие из них соответствуют личным интересам и сильным сторонам.

Развитие навыков является важным компонентом успеха в IT-индустрии. Использование онлайн-ресурсов, таких как учебные курсы по программированию, видеоуроки и проекты с открытым исходным кодом, может стать отличным началом. Кроме того, получение практического опыта посредством стажировок или позиций начального уровня может обеспечить ценный реальный опыт и дальнейшее развитие навыков.

IT-индустрия постоянно развивается, и крайне важно иметь позитивное мышление и готовность постоянно учиться. Следование за новыми технологиями, тенденциями и достижениями повысит шансы на успех в этой области.

Создание сетей и построение отношений с другими представителями отрасли – важный аспект успешной карьеры в IT. Посещение отраслевых мероприятий, участие в онлайн-форумах и сообществах, а также общение с единомышленниками могут расширить знания и предоставить ценные связи и возможности.

Вход в сферу IT включает в себя определение областей интересов, развитие навыков и формирование связей. Благодаря упорному труду, самоотверженности и готовности постоянно учиться, можно добиться успешной и продуктивной карьеры в IT-индустрии.

М. И. Жевнов, С. В. Киргинцева
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

РАЗРАБОТКА 3D-МОДЕЛИ МЕХАНИЧЕСКОГО ПАУКООБРАЗНОГО РОБОТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ BLENDER И SUBSTANCE PAINTER

Разработана 3D-модель, созданная по готовому пайплайну. Модель готова к использованию в различных сферах деятельности, таких как кино, видеоигры, рекламные видео и т.д. При открытии модели в различных 3D-пакетах необходимо вручную подключать текстуры [1, 2]. Также можно оперативно изменять освещение и сами текстуры модели по желанию. Для использования модели необходимо запустить файл с расширением .fbx и подключить такие текстуры, как Normal map, Roughness map, BaseColor (Рисунок 1). При успешном импорте появляется готовая модель со всеми нужными средствами.



Рисунок 1 – Необходимые текстуры

Использованы следующие программы для разработки 3D-модели: программное обеспечение для создания трёхмерной компьютерной графики, программа для работы с материалами и быстрого текстурирования 3D-моделей, программа для работы с референсами Pureref [3].

Литература

1 Белова, И. М. Компьютерное моделирование / И. М. Белова. – М. : МГИУ, 2008. – 80 с.

2 Феликин, Р. И. Текстурирование – создание смарт-материала в Substance Painter / Р. И. Феликин. – М. : DTF, 2021. – 100 с.

3 Технология трёхмерного моделирования в Blender / А. А. Кузьменко [и др]. – Изд. : Флинта, 2018. – 79 с.

Ю. А. Живица, Е. В. Комракова
(ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель)

РАЗРАБОТКА ОТКРЫТОГО МИРА В 2D-ИГРАХ

При разработке открытого мира в 2D-игре подразумевается создание игрового мира, который предлагает игрокам большую и разнообразную среду для исследования, выполнения заданий, взаимодействия с другими персонажами. Данный тип игрового дизайна становится все более популярным, поскольку игроки стремятся к более захватывающим впечатлениям.

В 2D-играх продвижение игрока часто линейно, с четким началом и концом игры. Однако в играх с открытым миром у игрока есть свобода выбора: куда идти, что делать и когда делать. Это создает более открытый и динамичный опыт, с большей степенью самостоятельности и выбора игрока.

Разработка открытого мира в 2D-играх – сложный процесс, поскольку необходимо учитывать дизайнеру множество факторов при создании игрового мира. Одним из ключевых моментов является размер мира, который может оказать значительное влияние на впечатления игрока.

Кроме того, при разработке игры были учтены следующие условия: уровень детализации и разнообразия игрового мира имеет решающее значение при разработке игры с открытым миром. Игроки имеют возможность взаимодействовать с окружающей средой и исследовать разнообразное окружение, от лесов и гор до городов и поселков.

Еще одним важным аспектом при разработке игры с открытым миром является наличие неигровых персонажей (*NPC*) и других интерактивных элементов. *NPC* могут предоставлять игрокам задания, информацию и другие возможности для взаимодействия, помогая оживить игровой мир.

В заключение следует отметить, что полноценная разработанная 2D-игра открывает перед дизайнерами широкие возможности для создания увлекательных и захватывающих виртуальных сред. Однако для достижения действительно открытого мира необходимо тщательно учитывать ряд факторов, включая размер, интерактивность, детализацию и разнообразие. При правильном подходе разработанная 2D-игра с открытым миром может предложить игрокам захватывающий опыт, для открытий и приключений.

Е. К. Заневский, Д. А. Зубова
(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ АДМИНИСТРИРОВАНИЯ В САЛОНЕ КРАСОТЫ

В настоящее время благодаря стремительному развитию ИТ-технологий в нашей жизни появилась возможность записаться на приём к врачу, оставить заявку на оказание некоторой услуги и многое другое, не выходя из дома. Наличие возможности онлайн-записи приводит к значительной экономии времени. В таком случае клиент в любое время может просмотреть информацию о перечне услуг, их стоимости, времени работы и оформить заявку.

Имеется множество систем администрирования, где предполагается интеграция с частью стороннего приложения (Google Forms). Однако гораздо эффективнее создать собственную систему администрирования с реализацией необходимой функциональности, прописывающейся конкретно для данной системы.

Предлагаемое решение направлено на разработку системы администрирования салона красоты. У клиента должна быть возможность оформить заявку на услугу салона с возможностью выбора мастера и удобного времени записи возможных вариантов. В разработанной системе в качестве пользователей помимо клиента салона присутствуют ещё мастера и администратор салона. Клиенту предоставлен доступ к информации о заказанной услуге, а также к заполнению заявки и отправки отзыва об услуге. Мастера могут посмотреть расписание с записями клиентов. Администратору поручено выполнение обязанностей по добавлению, удалению и редактированию информации об услугах, их стоимости, мастерах, всех записях на услуги, созданию графика работы.

Создание продукта состоит из двух частей: frontend реализован на языке программирования JavaScript, для backend выбрана Java. Выбранные языки программирования позволяют создать web-приложение с возможностью дальнейшего совершенствования.

Разработанная система позволяет улучшить опыт взаимодействия клиента с салоном: предоставляет удобный интерфейс с возможностью оформления заявки на услугу; а также автоматизирует и упрощает работу сотрудников салона по формированию расписания.

Д. А. Зубова, Е. К. Заневский
(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ДАННЫХ СИСТЕМЫ АДМИНИСТРИРОВАНИЯ В САЛОНЕ КРАСОТЫ

Современный специалист по работе с базами данных должен уметь с помощью компьютерных технологий собирать, хранить и обрабатывать информацию, представляя результат в виде наглядных данных.

На рынке мобильных и веб-приложений для салона красоты существует огромное множество готовых решений, но, стоит отметить, что не все готовые решения полностью соответствуют нашим требованиям к базе данных. Была поставлена цель – создать собственную систему администрирования с реализацией необходимой функциональности. В ходе проектирования системы разработана концептуальная модель данных, которая представлена на рисунке 1.

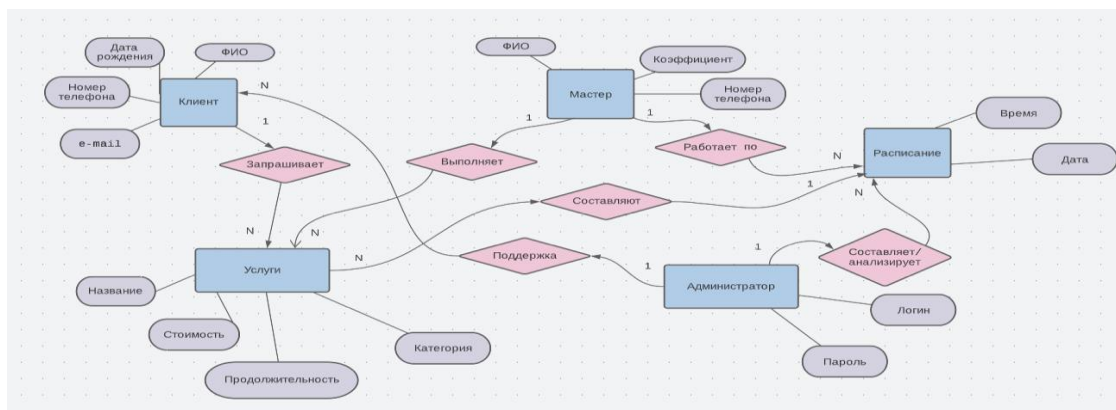


Рисунок 1 – Система взаимодействия пользователей с базой данных

Разрабатываемая концептуальная модель относится к предметной области, которую можно назвать «Администрирование». Данная модель содержит пять объектов: Услуги, Клиент, Администратор, Расписание, Мастер, между которыми установлены связи типа «один ко многим» и «много к одному». Характеристики объектов представлены изображенными на рисунке 15 атрибутами.

Спроектированная таким образом база данных предусматривает сохранение полной истории записей клиентов на услуги, предоставляемые салоном красоты.

М. И. Кадетов, Е. П. Кечко
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

РАЗРАБОТКА WEB-САЙТА ДЛЯ МАГАЗИНА СТРОЙМАТЕРИАЛОВ

В современном мире у практически любого магазина должен быть свой собственный web-сайт. Это необходимо для того, чтобы покупатели могли заказывать товары из любого места, узнавать о новинках, скидках и т.д. Одним из способов предоставления этой информации является создание одностраничного web-приложения.

В данной работе описывается приложение для магазина стройматериалов. Для разработки интерфейса web-сайта использовался фреймворк Bootstrap и Vue.js. Вместе они предоставляют набор инструментов для создания сайтов и web-приложений на любой вкус. Под набором здесь понимается html-разметка страницы или отдельных элементов (кнопок, форм, блоков навигации и т.д.) в связке с оформлением с помощью CSS, включая JavaScript расширения.

Для реализации серверной части web-приложения использовался фреймворк Express.js, предоставляющий обширный набор функций для мобильных и веб-приложений.

Для хранения данных была выбрана объектно-реляционная система управления базами данных PostgreSQL.

На главной странице приложения, как и на всех остальных, находится меню, предоставляющее доступ ко всем функциям приложения. Имеется кнопка с названием магазина, при нажатии на которую пользователь попадает обратно на главную страницу приложения. При нажатии на кнопку меню «каталог» открывается выпадающий список категорий всех видов товара. У некоторых из категорий также имеются подкатегории, доступ к которым осуществляется через соответствующие карточки на странице. С помощью меню пользователь также может открыть корзину со списком своих товаров и осуществить указанные покупки. Имеется пункт меню «доставка», при нажатии на который, пользователю будет предоставлена возможность осуществить доставку товаров, указанных в корзине, заполнив соответствующую форму. Также имеется пункт «войти», предоставляющий доступ к форме авторизации. Пользователи, которые не зарегистрированы,

стрированы в данном приложении, могут открыть форму регистрации, ссылка на которую находится ниже формы авторизации.

Данное приложение позволяет осуществлять покупки и доставку различных товаров. Также пользователь может зарегистрироваться для того, чтобы следить за историей своих покупок или добавлять некоторые покупки в список желаемого. В приложении также имеется система поиска, позволяющая найти необходимый товар.

К. И. Каландарова, Е. В. Комракова
(ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель)

ИГРОВОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ В ЖАНРЕ РАННЕР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАФИЧЕСКОГО ДВИЖКА UNITY

Разработка игрового приложения с использованием графического движка Unity в жанре раннер – процесс создания видеоигры, в которой игрок контролирует персонажа, бегущего вдоль определенного маршрута и избегающего препятствий.

Unity – это мощный и популярный инструмент, который позволяет создавать высококачественные 3D-игры с богатыми возможностями анимации и графикой. Можно использовать широкий набор инструментов и ресурсов, доступных в Unity, чтобы создать интересный и захватывающий игровой процесс.

В основе Unity лежит компонентно-ориентированный подход. Был создан бесконечный раннер, который включает в себя повторную генерацию карты. На карте располагается множество бонусов, изменяющие характеристики игрока, препятствия различного рода. В данной игре камера реализована от 3-го лица, указывающая на главного героя, который бежит в одном направлении в 3D-среде, в то время как он пытается избежать различных опасных объектов.

Начинаем с добавления плоскости к сцене, которая является дорогой. За поведение игровых объектов отвечают присоединенные к ним компоненты. Базовый компонент любого объекта – Transform, он отвечает за положение элемента в окне Scene, возможность поворачивать и масштабировать его. После был добавлен 3D-персонаж, можно импортировать уже готовую 3D-модель. Для объекта Player был добавлен компонент Rigidbody и два коллайдера. Один из коллайдеров

установлен, как триггер – с его помощью будут проверяться столкновения с разными объектами.

Для улучшения характеристик игрока были реализованы бонусы. Реализация ворот, которые влияют на замедление скорости, делают игру более увлекательной. Чтобы игра стала интереснее, также были добавлены монеты, при столкновении с которыми игрок будет получать очки.

В целом, разработка игры в жанре раннер с использованием Unity требует времени и усидчивости, но это возможность создать качественное и успешное приложение, которое принесет удовольствие игрокам и успех разработчику.

Д. А. Карамелева, Е. В. Комракова
(ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель)

РАСЧЕТ БАЛАНСА ОЧКОВ И ИГРОВОЙ ВАЛЮТЫ В ИГРЕ «STARRY SKY»

Уровни представляют собой вид ритм-игры. Ритм-игра – жанр компьютерных игр, особенностью которого является геймплей, основанный на выполнении действий, нажимая на кнопки под музыку. За прохождение уровня игрок получает очки, которые конвертируются в частицы света по неизменному курсу.

Каждая отметка о нахождении (плитка) имеет симметричное разделение на зоны. Когда игрок попадает в эти зоны, он получает соответствующее количество очков.

У отметки есть два состояния. Изначально отметка ждёт вхождения игрока, в таком случае отметка имеет зоны perfect, great, cool, bad и miss. После этого отметка ждёт выход игрока, в таком случае отметка имеет зоны perfect, great, cool, bad, cool, great, perfect. Так как bad является серединой отметки, то при попадании игрока на отметки именно с неё начнутся изменения зон.

За своевременное переключение на нужную полосу игрок получает максимальное количество очков. Если игрок переключается не на самое начало отметки, то он получает 75% от максимального количества очков. Если игрок переключается на отметку к середине, то он получает 12% от максимального количества очков. Если игрок пропускает отметку, то уровень заканчивается досрочно (game over).

На уровне около 80 отметок, получение оценки perfect дает игроку 500 очков, таким образом, максимальное количество полученных очков может быть 80000. После завершения уровня общее количество очков переводится в частицы света по курсу 20 к 1, таким образом, максимально возможное количество частиц света, которое игрок может получить за уровень 4000. Стоимость активации одной лампы 2500, так игроку понадобится пройти минимум два уровня, чтобы перейти к новой локации и новой части сюжета.

В результате рывл рассчитан баланс получения очков на уровнях и конвертация их в игровую валюту для игры «Starry Sky», разработанной на игровом движке GameMaker Studio 2.

П. И. Карпов, И. Л. Стефановский
(ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель)

ИГРОВОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ В ЖАНРЕ ROGUELIKE С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАФИЧЕСКОГО ДВИЖКА UNITY

Разработка игрового приложения с использованием графического движка Unity в жанре roguelike – процесс создания видеоигры, в которой игрок контролирует персонажа, целью которого проходить этажи с генерирующимся лабиринтом.

При разработке были созданы генерирующиеся комнаты, которые присутствуют на каждом этаже. В данных комнатах могут генерироваться сундуки с предметами, а также монстры, которых игроку предстоит зачистить. Также игроку начисляются кристаллы за прохождение каждого этажа, за которые он может улучшать характеристики оружия, либо персонажа.

Разработка начинается с реализации генерации лабиринта, для этого была создана комната из 2D спрайтов, которую впоследствии можно будет скопировать для скриптовой генерации. Для генерации лабиринта за основу была взята двумерная матрица, в которой генерация происходит по соседним позициям.

Далее был реализован игровой персонаж. Для этого был создан спрайт, который впоследствии был анимирован. После были реализованы соответствующие игровые скрипты для персонажа.

Далее были реализованы враги. Для этого были созданы несколько спрайтов, которые впоследствии были анимированы. А также

скрипт поиска комфортной позиции для генерации врагов. Далее были написаны скрипты для поиска и сражения с игроком.

Далее была реализована система характеристик игрока. Для этого был написан скрипт, который внедряет систему изменения жизни, скорости атаки и передвижения игрока.

Далее была реализована система оружия и его градации. Для этого были созданы несколько спрайтов оружия. А также написаны скрипты, которые используют характеристики персонажа, а также характеристики, которые выпадают при получении оружия при прохождении лабиринта. У оружия присутствует система градации, а также система уникальных характеристик, которые зависят от стихий. Данные стихии делятся на несколько групп и дают сопротивления и увеличения соответствующей группы.

Р. В. Ковалёв, М. В. Москалева
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ СЕРВИСНОГО ЦЕНТРА ПО РЕМОНТУ ТЕХНИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЯЗЫКА C#

Электротехника и электрификация, в ходе своей эволюции, изменили человеческую жизнедеятельность. На данный момент в каждой семье есть 1-2 и более электрических приборов и техники. С развитием электротехники стало возможным хранить огромные объёмы информации в маленьких устройствах, содержать скоропортящиеся продукты в холодильных камерах, общаться на расстоянии и многое другое. Но у каждой техники есть свой срок эксплуатации. Выбрасывать повреждённую электротехнику не целесообразно, хотя бы по экологической причине. Поэтому для решения вопросов по ремонту вышедшей из строя техники стали широко распространяться сервисные центры.

В настоящее время существуют различные сервисные центры, которые могут заниматься ремонтом только одного вида техники или разных. Основная задача таких центров – помощь клиенту с возникшими вопросами, касающихся услуг, предоставляемых компанией, осуществление диагностики неисправности, заказ деталей, вышедших из строя, осуществление непосредственно самого ремонта техники.

Именно поэтому стало очень популярным использование автоматизированных информационных систем, позволяющих вести учёт всей необходимой информации, быстро обрабатывать и анализировать её.

Данная работа посвящена разработке автоматизированной информационной системы сервисного центра по ремонту техники с использованием языка C#. Приложение позволяет хранить и обрабатывать информацию об услугах, сотрудниках, заказчиках и т.д. Разработаны соответствующие справочники для быстрого и удобного получения информации. Также в базе данных хранится вся информация о поступивших и выполненных заявках как на ремонт, так и на покупку отдельных запчастей. Для удобства созданы также справочники для хранения информации о постоянных клиентах и поставщиках деталей. В приложении реализован функционал поиска и фильтрации по различным критериям всей необходимой информации.

А. Д. Кокашинская, Н. Б. Осипенко
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБУЧАЮЩЕГО ВЕБ-САЙТА ПО АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ

Знание английского в сфере информационных технологий является очень ценным активом. На данный момент существует большое количество веб-сайтов и сервисов для изучения английского языка с различными существенными недостатками.

Исходя из выше изложенного, было принято решение провести сравнительный анализ наиболее популярных приложений, имеющих на рынке: «LangFormula»; «LinguaLeo»; «Wlingua»; «Busuu». Для сравнительного анализа и выявления сильных и слабых сторон конкурентов использовался метод «Бальной оценки». Проведенная оценка конкурентов по ряду показателей их возможностей (выбора уровня знаний в соответствии с международной системой оценки CEFR; выбора раздела для улучшения навыков в конкретной области; отслеживания прогресса пользователя); а также – по доступности функционала в бесплатной версии сайта; оценке релевантности тестовых заданий; наличию разнообразных способов обучения, которые включают в себя навыки аудирования и просмотр видеофайлов, представлена в таблице 1.

Таблица 1– Анализ конкурентов

Показатели /Приложения	LangFormula	LinguaLeo	Wlingua	Busuu
Выбор уровня знаний	0	10	10	7
Выбор раздела языка	10	9	0	10
Отслеживание прогресса	0	9	7	3
Тестовые задания	8	9	8	5
Способы обучения	9	10	3	9
Бесплатная версия	9	3	2	9

На основании сравнительного анализа спроектирован и создан макет обучающего веб-сайта по английскому языку, устраняющего выявленные недостатки. Разработанный в графическом редакторе Figma интерфейс визуально приятен, не имеет лишних деталей, позволяет пользователю концентрироваться на заданиях и успешно проходить обучение. Веб-сайт предлагает комплексно подойти к изучению английского языка, делая упор на основные разделы.

Д. Ю. Колосовский, Е. В. Комракова
(ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель)

ПАТТЕРНЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ В UNITY

Unity – это мощный игровой движок, который используется для создания различных видеоигр и виртуальной реальности. Создание игры – это сложный и многокомпонентный процесс, который включает в себя множество деталей и технологий.

При написании кода игры необходимо учитывать множество факторов, таких как эффективность, модульность, понятность и многие другие. Один из способов упростить процесс написания кода – это использование паттернов проектирования.

Паттерны проектирования – это установленные шаблоны поведения и архитектуры, которые помогают разработчикам упростить и оптимизировать код, улучшить его качество и снизить затраты времени и ресурсов. В *Unity* есть множество паттернов, которые могут быть использованы для создания игры.

Один из наиболее распространенных паттернов в *Unity* – это паттерн «Одиночка» (Singleton). Этот паттерн используется для создания класса, который может иметь только один экземпляр. Другой

популярный паттерн в *Unity* – это паттерн «Фабрика» (*Factory*). Он был использован для создания объектов в игре, чтобы упростить процесс создания экземпляров объектов. Паттерн «Стратегия» (*Strategy*) используется для управления поведением объектов в зависимости от их состояния.

Паттерн «Наблюдатель» (*Observer*) используется в приложениях для уведомления объектов об изменениях в других объектах. Этот паттерн был использован, чтобы уведомлять игрока о том, что его здоровье уменьшается, или чтобы уведомлять другие объекты об изменениях в окружающей среде. Паттерн «Команда» (*Command*) используется для создания системы команд, которые могут быть выполнены в любое время.

В разрабатываемом приложении в жанре «выживание» был использован паттерн *Factory*, с помощью данного паттерна была создана фабрика для создания врагов и декораций. Далее был использован паттерн *Strategy*, для управления искусственным интеллектом в игре.

Так же был добавлен паттерн *Command*, который был использован для системы управления, которая позволила игроку выполнять определенные действия посредством нажатия на клавиатуру.

В целом, паттерны проектирования в *Unity* помогают разработчикам создавать более эффективный, модульный и понятный код. Кроме того, использование паттернов может уменьшить количество ошибок в коде и сократить время, необходимое для разработки игры.

М. Д. Крук, Е. В. Комракова
(ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель)

ОПТИМИЗАЦИЯ ЛОГИСТИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО И МАСШТАБИРУЕМОГО WEB API

В сегодняшней изменчивой бизнес-среде компании постоянно ищут способы оптимизировать свою деятельность и получить конкурентное преимущество. Чтобы справиться с этой задачей, многие компании обращаются к созданию интеллектуального и масштабируемого *Web API* для оптимизации своих логистических операций.

Современный и масштабируемый *Web API* для оптимизации логистики предоставляет информацию в режиме реального времени и

расширенную аналитику, позволяющую компаниям отслеживать поставки, управлять запасами и оптимизировать маршруты в режиме реального времени.

Разработка масштабируемого *Web API* для оптимизации логистики может оказать значительное влияние на эффективность и прибыльность компании. Такой *API* предоставляет информацию и аналитику в режиме реального времени, интегрируется с системами управления перевозками, использует алгоритмы машинного обучения для прогнозирования спроса и является одновременно масштабируемым и безопасным.

Чтобы создать успешный *Web API* для оптимизации логистики, необходимо сначала определить набор бизнес-требований и выбрать соответствующий технологический стек, включая язык программирования, фреймворк и технологию баз данных.

Архитектура *API* также должна быть тщательно спланирована и спроектирована таким образом, чтобы обеспечить масштабируемость и безопасность.

Процесс внедрения включает в себя написание кода и интеграцию *API* с системами управления перевозками. Наконец, *API* должен быть тщательно протестирован и развернут.

Создание интеллектуального и масштабируемого *Web API* для оптимизации логистики – это сложный процесс, требующий тщательного планирования и выполнения.

Оптимизируя свои логистические операции, компании могут снизить затраты, повысить удовлетворенность клиентов и оставаться впереди конкурентов.

В. А. Лебедева, Г. Л. Карасёва
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

РАЗРАБОТКА РЕКЛАМНО-ИНФОРМАЦИОННОГО САЙТА МУЗЫКАЛЬНОЙ ГРУППЫ «ITZY»

Что такое сайт? В отличие от печатных статей, веб-сайты – это информационные платформы, где статьи могут меняться и влиять на позитивное мышление.

Сегодня в Интернете существует множество сайтов, предлагающих различные варианты подачи информации.

В качестве практической работы представлен сайт, с целью информировать пользователей о музыкальной группе «ITZY». Данный сайт можно использовать как для поиска информации о группе и её участниках, так и для просмотра последних новостей.

При переходе на сайт открывается страница, которая содержит информацию о группе, их музыкальные клипы, новости и историю создания.



Рисунок 1 – Главная страница

Для создания данного рекламно-информационного сайта была проведена систематизация и структуризация собранного материала о музыкальной группе, а также был изучен весь необходимый материал по разработке сайта. Был разработан удобный интерфейс и дизайн сайта.

Сайт был разработан с целью информирования новых пользователей и поклонников о группе и новостях.

Е. Ю. Лицкевич, А. В. Хомбак
(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАДАЧАМИ

Управление задачами в IT-компаниях – это одно из главных направлений в управлении проектами, которое включает в себя структуру разбивки работ, делящую проект на управляемые задачи. Управление такими задачами в порядке приоритетности, с учетом их стоимости и сроков выполнения, а также обеспечение командного сотрудничества являются основой управления проектами в целом.

На сегодняшний день эффективная организация процесса управления задачами достигается при помощи различных программ-

ных инструментов. К наиболее известным можно отнести: Asana, Proofhub, Trello, Jira, Basecamp и др.

Разрабатываемая система управления задачами представляет собой веб-приложение по управлению списком дел.

Для веб-приложения определен следующий набор функциональных требований:

1. Регистрация посредством ввода e-mail, имени пользователя и надежного пароля. При авторизации пользователю необходимо ввести e-mail и пароль.

2. Для того чтобы создать задачу необходимо: ввести краткое описание сути задачи; подробно описать, в чем заключается задача; выбрать компонент задачи из предложенного приложением списка; отметить ответственного за выполнение задачи; проставить эстимацию и дедлайн выполнения задачи; выбрать приоритет важности задачи.

3. Отслеживать прогресс задачи необходимо по статусу, который может принимать одно из следующих значений: new, in progress, done.

4. На странице со списком всех задач должна быть реализована возможность фильтрации задач по: статусу, ответственному за выполнение; а также поиск по названию задачи.

5. На странице списка задач должна быть реализована пагинация: на 1 странице должно отображаться не более 20 задач.

6. Пользователю должна быть доступна страница управления задачами, где он сможет создавать, просматривать, редактировать и удалять задачи.

Для реализации клиентской части данного веб-приложения выбран язык разметки документов HTML 5/CSS 3, а для реализации серверной части – фреймворк Ruby on Rails.

М. А. Лопушко
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

РАЗРАБОТКА НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ФУТБОЛЬНЫХ МАТЧЕЙ

Целью работы является разработка нейронной сети для прогнозирования футбольных матчей на языке программирования Python.

Для этого необходимо было подготовить статистические данные футбольных игр сезона 2021/2022 Республики Беларусь; разработать

нейронную сеть для прогнозирования результатов футбольных матчей; создать консольное приложение.

Обучение нейронной сети осуществлялось по статистическим данным Белорусской футбольной лиги сезона 2021/2022, которые были представлены в виде таблицы MS Excel. Футбольные матчи характеризовались следующими параметрами: место проведения матча (дома или в гостях); результат матча (победа, проигрыш или ничья); количество забитых голов; процентное владения футбольным мячом; количество нанесенных ударов; количество нанесенных ударов по воротам; количество угловых, желтых и красных карточек; количество замен; время замен [1].

Для работы с данными была использована библиотека Openpyxl, которая импортировала данные из Excel в Python [2].

При разработке нейронной сети использовалась библиотека PyTorch. После обучения нейронная сеть предсказывает исход предстоящих футбольных матчей (рисунок 1).

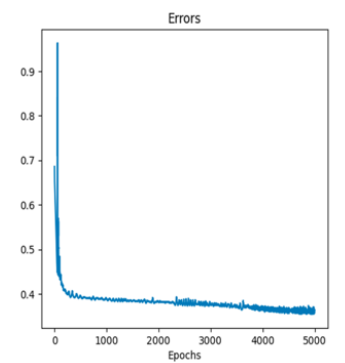


Рисунок 1 – Графическое представление обучения нейронной сети

Приложение позволяет определить статистику матчей как по отдельной команде, так и в целом. Результаты моделирования могут быть использованы футбольными тренерами и азартными игроками для прогнозирования результатов футбольных матчей.

Литература

1 Rao, D. Natural Language Processing with PYTorch / Delip Rao, Brian McMahan. – O'Reilly Media, 2019. – 256 с.

2 Python & Excel. Использование Python и Excel / Хабр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/otus/blog/331998>. – Дата доступа: 17.12.2022.

А. А. Мирошниченко
(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ СИСТЕМЫ ОНЛАЙН-БРОНИРОВАНИЯ МЕСТ В ГОСТИНИЦЕ

Разработанная база данных хранит информацию, создаваемую и используемую в процессе организации онлайн-бронирования мест в гостинице.

Для разработки базы данных (БД) была использована Microsoft SQL Server – система управления реляционными базами данных. В результате анализа предметной области были выделены основные сущности, необходимые для проектирования БД. Концептуальная модель БД представлена на рисунке 1.

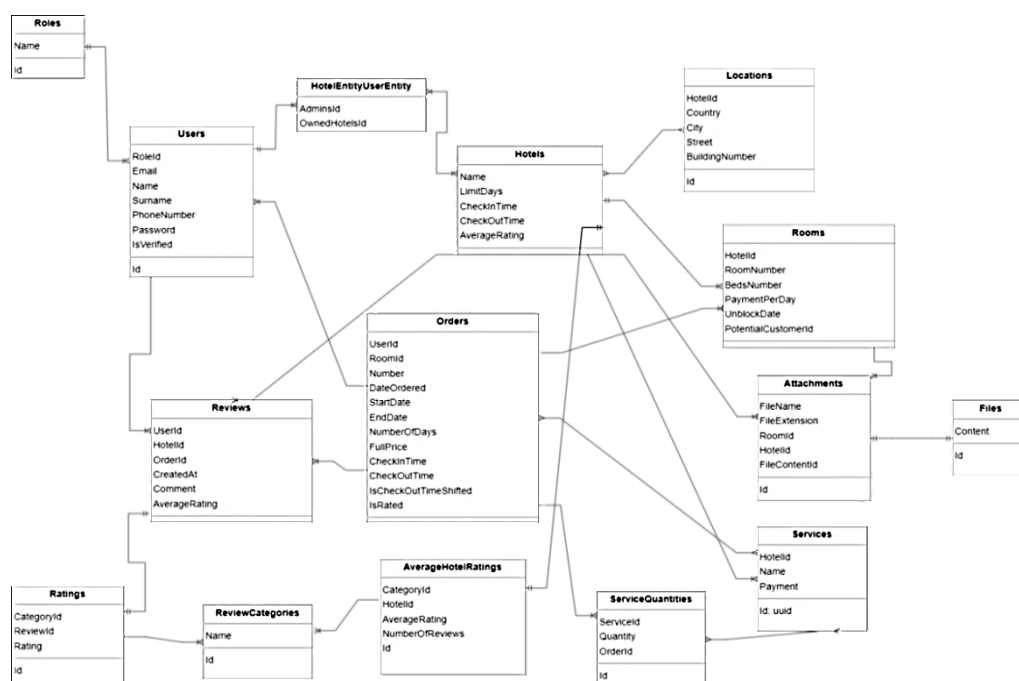


Рисунок 1 – Концептуальная модель БД

В результате анализа предметной области были выделены основные сущности разрабатываемой системы:

Hotel – основная сущность отеля, от которой происходит наследование атрибутов сущностью комната (Rooms) и бронирование (Orders). Бронирование мест в отеле осуществляется сущностью пользователь (Users).

В. Г. Михалевич
(ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель)

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ WEBASSEMBLY ДЛЯ СОЗДАНИЯ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ РАСПИСАНИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА

В последнее время всё больше внимания уделяется использованию WebAssembly для улучшения производительности web-приложений. Одним из примеров может служить разработка web-приложения для расписания общественного транспорта, использующего серверные технологии, такие как PHP, Python, MySQL и Redis, вместе с WebAssembly, запуская и исполняя их на стороне клиента вместе с JavaScript, HTML и CSS.

WebAssembly – это новый формат байт-кода, который может быть выполнен непосредственно в браузере. Его применение позволяет разработчикам использовать библиотеки, написанные на других языках программирования, таких как C++, C#, Kotlin, Rust, Go, для создания высокопроизводительных компонентов, которые можно интегрировать в web-приложениях, интерпретируя код в низкоуровневые ассемблерные инструкции. Таким образом, WASM (сокращение от WebAssembly) выполняет высокоуровневый код на стороне клиента, что существенно улучшает производительность web-приложений, сокращая время ответа сервера и повышая скорость загрузки страницы, а также выполняя сложные математические и логические операции за счёт большей производительности и оптимизации языков программирования, работающих на высоком уровне абстракции. Например, в приложении для расписания общественного транспорта, WebAssembly с библиотеками для PHP и Python используется для оптимизации вычислений аналитических операций по определению эффективности рейсовых маршрутов, математическими расчётами и прогнозированием прибыли, а MySQL и Redis – для хранения и обработки информации структурированных данных.

Web-приложение для расписания движения общественного транспорта – пример перспективного проекта, который может быть реализован с использованием этой передовой технологии.

Д. В. Молочко, С. В. Киргинцева
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

РАЗРАБОТКА ИНТЕРФЕЙСА САЙТА «ОНЛАЙН-КУРСЫ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ HTML, CSS, JS

Разработан интерфейс веб-сайта, имеющий функционал интернет-магазина с возможностью онлайн доступа к любому онлайн-курсу (Рисунок 1). При нажатии на кнопки «Курсы» и «Авторизация» открываются вкладки со всеми Онлайн курсами и авторизацией соответственно. Для авторизации пользователь должен ввести email и пароль, который он использовал при регистрации, если же таковых не существует, то он должен зарегистрироваться. При успешном входе главная страница меняет дизайн: кнопка «Авторизация» сменяется на «Выйти», появляются кнопки «Корзина», «Добавить курс» и «Заказы».



Рисунок 1 – Интерфейс сайта «Онлайн-курсы»

При разработке использовались следующие средства и технологии: язык программирования JS, язык гипертекстовой разметки HTML, каскадные таблицы стилей CSS, фреймворк Bootstrap, фреймворк HandleBars [1-3].

Литература

- 1 Дакетт, Дж. HTML и CSS. Разработка и дизайн веб-сайтов / Дж. Дакетт. – М. : Эксмо, 2013. – 480 с.
- 2 Ллойд, Йен. Создай свой веб-сайт с помощью HTML и CSS / Йен, Ллойд. – М. : Питер, 2013. – 412 с.
- 3 Дейли, Б. Разработка веб-приложений с помощью Node.js, MongoDB и Angular: исчерпывающее руководство по использованию стека MEAN / Б. Дейли, Бр. Дейли, Д. Калед. – Вильямс, 2020. – 656 с.

В. П. Оковицкий
(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

РАЗРАБОТКА КЛИЕНТСКОЙ ЧАСТИ СТУДЕНЧЕСКОЙ СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ

Социальная сеть для студентов является эффективным ресурсом, который предоставляет набор инструментов, помогающих студентам в поиске и создании онлайн-сообществ, размещении основной информации о себе и т. д. Кроме того, студенческая социальная сеть позволяет студентам расширять кругозор, делиться мнением по изучаемым дисциплинам, взаимодействовать с однокурсниками и преподавателями.

При разработке клиентской части приложения были использованы основные библиотеки, такие как React JS, React-router, Redux. Для управления состоянием React-приложения был использован Redux – библиотека JavaScript, используемая для управления состоянием приложения. Данная библиотека позволяет определять состояние React-приложения в рамках программного кода. React-Router помогает отображать страницы в зависимости от местоположения пользователя без использования повторной загрузки приложения.

В качестве архитектуры клиентской части была выбрана SPA (Single Page Application – это веб-приложение, интерфейс которого размещается на одной странице). Структура жизненного цикла SPA приложения приведена на рисунке 1.

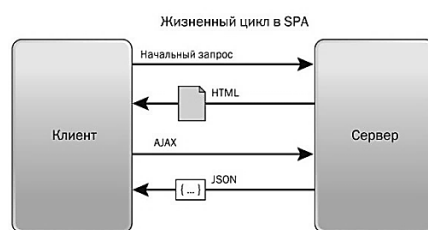


Рисунок 1 – Жизненный цикл в SPA

SPA-центры разработаны таким образом, чтобы быть простыми в использовании. Приложения SPA обычно используют комбинацию HTML, CSS и JavaScript для создания пользовательского интерфейса и предоставления динамического контента. В данном типе приложения часто используются фреймворки, такие как React или Angular, для упрощения разработки и поддержания согласованности кода.

К. А. Олейник, Е. В. Комракова
(ГГТУ им. П.О. Сухого, Гомель)

РАЗРАБОТКА ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ИГРОВОГО ПРИЛОЖЕНИЯ «PROJECT IRIDIUM» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ UNREAL ENGINE 5

Графическая часть – графика, занимает важнейшее место при разработке игровых приложений. С самого начала появления первых 3D-игр, в начале 90-х годов, разработчики всегда были ограничены количеством треугольников на один кадр. Использование большого количества треугольников сильно увеличивало нагрузку на компьютер, при этом малое количество треугольников даёт модели ужасного качества. Использование движка Unreal Engine и его последней версии номер 5 позволяет забыть о таком понятии как «бюджет кадра».

Создание высококачественной графики и моделей всегда требовало использования *LOD (level of detail)* – создание нескольких одинаковых моделей с разным количеством полигонов. Обычно их 3 или 4. *LOD 0* является оригинальной моделью, то есть самой высокодетализированной, *LOD 0* используется на ближайшем расстоянии от игрока. Далее, по мере отдаления игрока от объекта, он заменяется на *LOD 1* и выше, каждый последующий *LOD* является моделью более низкого качества, вплоть до обычного *2D* спрайта. Основная же идея новейшей технологии *Nanite* заключается в том, чтобы разбить сцену на множество маленьких фрагментов, называемых «микрполигоны», каждый из которых может быть отрендерен отдельно. Это позволяет системе автоматически оптимизировать рендеринг, чтобы обрабатывать только те фрагменты сцены, которые видит камера в данный момент, что уменьшает нагрузку на процессор и графический процессор.

Для начала были изучены принципы построения графики и освещения. После этого было начато исследование возможностей игрового движка и его принципы работы с графикой. После изучения возможностей движка, были выбраны такие инструменты как *Nanite*, *Lumen*, которые позволили создать фотореалистичную графику.

При помощи *Lumen*, было создано реалистичное освещение, которое рассчитывается в реальном времени, при этом сохраняя максимально возможное количество ресурсов компьютера.

В итоге было проведено тестирование и отладка игрового приложения, при отладке были изменены некоторые параметры игры, что позволило увеличить её производительность без серьёзного ущерба визуальной составляющей.

А. Г. Пикулик, М. В. Москалева
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

РАЗРАБОТКА ВЕБ-СЕРВИСА «УМНЫЙ ДОМ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ASP.NET CORE

Во всем мире с каждым годом растет интерес к интеллектуальным системам, позволяющим автоматизировать бытовые здания. Сегодня многие люди используют так называемые Интернет вещи, например, различные бытовые приборы, устройства и датчики. Одним из приоритетных направлений развития Интернет вещей является Умный дом. Система «Умный дом» предполагает, что взаимодействие человека с жилым пространством регулируется единой автоматизированной системой управления на основе комплекса высокотехнологичного оборудования в соответствии с заранее заданными параметрами.

Для разработки был использован язык C#, платформа Asp.Net Core, паттерн программирования MVC, методы расширения LINQ, а также СУБД MS SQL Server и язык структурированных запросов SQL.

Разработанное приложение предусматривает возможность регистрации и авторизации, позволяет просматривать информацию о комнатах и устройствах в них (рисунок 1).

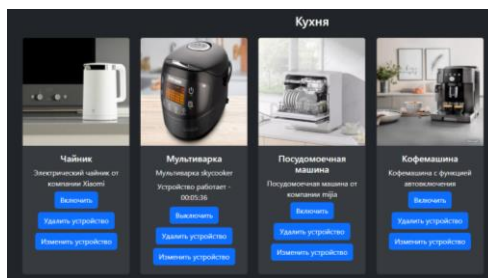


Рисунок 1 – Просмотр устройств, находящихся на кухне

Реализован функционал по добавлению, редактированию всей необходимой информации для правильной работы приложения. Кроме

того, предоставлены возможности включения и выключения устройства с заданием временных ограничений, просмотра всех включенных устройств, поиска и фильтрации устройств по критериям.

Таким образом, разработка системы «Умный дом» повышает качество жизни, делает ее более благоустроенной.

А. А. Потапенко, М. И. Жадан
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

О СОЗДАНИИ 2D-ИГРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДЫ РАЗРАБОТКИ UNITY

Основными преимуществами Unity являются наличие визуальной среды разработки, межплатформенной поддержки и модульной системы компонентов. Игровые объекты – это самые важные объекты в Unity. Они ничего не делают сами по себе и требуют специальной настройки, прежде чем стать персонажами, предметами окружения. В основном создание графики для игры выполняется во внешних программах, никак не связанных с Unity.

Начнем разработку игры с создания общего класса, функций и свойств, которые повторяются в коде неоднократно. Разработка прототипа игры начинается с создания общего класса, нескольких функций и свойств, которые будут наследоваться следующими классами. Например, здоровье персонажа, получение или нанесение урона. Затем необходимо создать анимацию для действия игрока: если он стоит, бежит, или прыгает. Для взаимодействия с игровым миром игроку нужна физическая модель. При помощи компонента Physics 2D необходимо добавить элементы, отвечающие за обработку столкновений с другими объектами, и для взаимодействия игрока с физикой мира. Потом создаются классы для подвижных противников, например, которые умеет перемещаться по поверхности (рисунок 1).

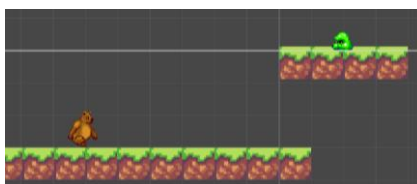


Рисунок 1 – Противники, перемещающиеся по поверхности

Чтобы пройти игру, нужно пройти уровень до последней платформы. Уровень представляет собой множество блоков, по которым персонаж должен передвигаться, и монстров.

М. Д. Рукша

(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ГРАФИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ СРЕДСТВАМИ UNITY

В данной работе были разработаны шейдеры средствами языка программирования HLSL и ShaderLab, используемые в Universal Render Pipeline для Unity [1].

Взяв за основу шейдер Complex Lit [2], был разработан шейдер с названием Base. В нём были доработаны уже существующие функции и добавлены новые. Одно из значимых нововведений – новые методики Parallax Mapping.

Новые методы, в отличие от Parallax Offset Mapping, используют несколько итераций для более правдоподобной имитации объёма поверхности. Количество итераций можно задать – чем их больше, тем качественнее результат, но ниже производительность.

В шейдер также были добавлены различные параметры, позволяющие тонко настроить материал поверхности. Например, можно настроить расстояние, на котором параллакс будет отключаться, поскольку в определенный момент объём, который он создаёт, будет слабо или вообще не виден пользователю.

Помимо параллакса, в шейдер была внедрена новая методика наложения текстур – Planar и Triplanar Mapping, что позволило оптимизировать проблему с переходами и наложениями проекций в ландшафтах путем изменения степени, в которую возводятся нормали, а также добавления нового параметра смещения, который отсеял малые значения нормали.

Также был разработан шейдер Base Decal, имеющий схожий с Base принцип работы для отрисовки желаемого изображения поверх уже существующей геометрии для последующего создания следов персонажей на земле, луж и многого другого.

Разработанные шейдеры полностью готовы к использованию в играх и приложениях для визуализации.

Литература

- 1 Официальная документация Unity [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.unity.com/>. – Дата доступа: 20.01.2023.
- 2 Ламмерс, К. Шейдеры и эффекты в Unity. Книга рецептов / К. Ламмерс. – ДМК :пресс, 2021. – 274 с.

Е. И. Рябов

(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЛОКЧЕЙНА КАК РАСПРЕДЕЛЕННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ

Распределенная база данных (Distributed Ledger Technology, DLT) – это набор баз данных, которые расположены на нескольких компьютерах в сети и обрабатывают данные совместно. В распределенной базе данных, данные хранятся и обрабатываются на нескольких узлах, что позволяет обеспечить более высокую доступность, масштабируемость и отказоустойчивость.

Блокчейн является одним из видов распределенных баз данных, которая использует цепочку блоков для хранения и управления данными. Каждый блок содержит данные о транзакциях или других событиях, которые произошли в системе, а также уникальный идентификатор (хеш), который связывает его с предыдущим блоком.

Одним из главных преимуществ блокчейна как базы данных является его децентрализованная структура. В традиционных централизованных базах данных данные хранятся на серверах в центральном месте, которые контролируются одной или несколькими компаниями. В блокчейне, с другой стороны, данные хранятся на множестве узлов (компьютеров), которые распределены по всей сети. Это делает блокчейн более устойчивым к атакам и сбоям системы.

Еще одним важным преимуществом блокчейна является его безопасность. В блокчейне используется криптография для защиты данных, которая позволяет создавать цифровые подписи, проверять подлинность данных и обеспечивать конфиденциальность.

Также блокчейн обладает высокой прозрачностью, что означает, что все участники сети могут видеть все данные, которые были добавлены в цепочку блоков. Это позволяет обеспечить честность и прозрачность всех транзакций, производимых в системе.

В целом, блокчейн как распределенная база данных имеет огромный потенциал для преобразования различных отраслей и областей жизни. С его уникальными преимуществами и постоянным развитием, блокчейн будет продолжать быть важным инструментом для инноваций и развития в будущем.

В. А. Свиридов
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

WEB-СЕРВИС ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ARDUINO

Умный дом всё чаще становится чем-то повседневным. Умный робот пылесос, умные лампы, умный чайник и многое другое. Многие энтузиасты реализуют данные проекты своими силами и часто в качестве основы выбирают Arduino.



Рисунок 1 – Платформа Arduino

Цель работы состояла в том, чтобы сделать возможным взаимодействие с Arduino и управление через удобный адаптивный web интерфейс с любого устройства, на котором есть браузер, будь это телефон, компьютер или планшет.

Разработана функциональная часть для общения с Arduino через USB посредством библиотеки jSerialComm.

Web сервис с интерфейсом, реализованном на фреймворке Spring с шаблонизатором thymeleaf, умеющим принимать запросы и обрабатывать их в реальном времени, также обновлять информацию на сайте без перезагрузки страницы по средствам технологии STOMP и библиотеки STOMP JS.

Все данные, полученные от Arduino, заносятся в заранее созданную базу данных. В качестве СУБД выбрана SQLite.

Ограничением реализованного программного обеспечения является подключение Arduino через USB к серверу, на котором запущен web-сервис.

Планируется добавление беспроводной связи между Arduino и сервером напрямую либо добавление посредника в виде какого-то устройства, подключенного с Arduino по USB и к серверу беспроводным способом.

Н. Д. Семенчук, А. А. Насуро
(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ОБУЧАЮЩЕГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ВОЕННОГО ФАКУЛЬТЕТА СРЕДСТВАМИ UNITY

Активное использование игровых технологий в образовательном процессе не теряет своей актуальности, поскольку данные инструменты позволяют разнообразить учебную деятельность, выстроить индивидуальную траекторию обучения, сформировать необходимые практические навыки и компетенции, необходимые будущим военным. В связи с этим было разработано обучающее приложение для военного факультета средствами Unity. В первую очередь, были выделены требования как к проекту в целом, так и к каждому из компонентов, позволяющие повысить мотивацию студентов военной кафедры к получению, усвоению и закреплению теоретических материалов учебной программы, а также приобретению соответствующих практических навыков. Далее была выполнена программная реализация меню и работы пульта управления совместно с приемопередатчиком на треноге для обучения работе с прибором станции наземной разведки в соответствии с реальной функциональностью прибора [1]. Далее выполнена игрофикация проекта: добавлен скайбокс, смоделирован ландшафт и визуализирована работа прибора в поле. Созданное программное обеспечение позволяет обучающемуся воспроизвести процессы включения и калибровки прибора станции наземной разведки с использованием переключателей пульта управления. В качестве перспектив дальнейшей разработки предполагается программная реализация механизма определения целей с помощью их визуализации

на линиях развертки экрана и моделирования характерного звука для обучения навыкам работы с прибором студентов на военном факультете. Также предполагается реализовать механизмы геймификации в проекте, такие как повышение званий обучаемых за успешно выполненные задания и визуализация обнаруженных целей на ландшафте.

Литература

1 Мониц, А. Н. Тактическая и специальная подготовка: учеб.-метод. пособие / А. Н. Мониц, Д. П. Грушевский, Н. В. Кутафин. – Гродно : ГрГУ, 2021. – 295 с.

К. К. Слепцов, Е. Ю. Кузьменкова
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

РАЗРАБОТКА WEB-САЙТА «КАЛЕНДАРЬ ВСТРЕЧ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ HTML5, CSS3, REACT

IT отрасль в наше время очень интенсивно развивается и масштабируется, многие бизнесы от маленьких ларьков до больших корпораций переходят в «digital» пространство. Ведь с приходом пандемии стало понятно, что нахождение клиента в офисе или магазине не всегда возможно. Но, будем откровенны, многие вопросы не всегда можно решить удаленно: через приложение или телефонный звонок. Многие важные встречи требуют личного присутствия человека, где бы то ни было. И тут мы сталкиваемся с главными проблемами – тайм менеджментом и человеческим фактором. Когда у вас есть встречи как в онлайн, так и в офлайн формате, тяжело уследить за тем, когда и где будет происходить встреча.

Для того чтобы решить данную проблему и облегчить жизнь человечества, был разработан web-сайт «Календарь Встреч». Он позволяет легко распределять свое время и записывать какие-то детали, например: где и когда будет проходить встреча.

Web-сайт был разработан с использованием JavaScript [1], библиотеки React.js и StyledComponents, которая упрощает взаимодействие с CSS в React. Для улучшения пользовательского опыта и минимизирования количества багов, в проект было внедрено тестирова-

Материалы XXVI Республиканской научной конференции студентов и аспирантов «Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях», Гомель, 20–22 марта 2023 г.

ние. Cypress для эмуляции пользовательского поведения и Jest для тестирования компонентов на уровне структуры компонентов.

Проект представляет собой список встреч с возможностью получения места проведения на Google картах, экспортирования своих встреч в такие популярные форматы как csv и pdf для более эффективного тайм менеджмента и составления отчетов. Также есть возможность поиска по встречам, добавления новых или удаления старых записей. Предусмотрена авторизация пользователей и разграничения их по ролям: «admin», «user», для возможности использовать один календарь нескольким людям одновременно.

Литература

1 Петцольд, Ч. JavaScript. Программирование для Microsoft Windows 8., 6-е изд. / Ч. Петцольд. – С.-Петербург : Питер, 2013. – 1008 с.

В. С. Смородин, И. А. Вольский
(ГГУ им. Ф.Скорины, Гомель)

АЛГОРИТМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОГО ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

В современном мире безопасность данных является одной из наиболее важных задач. Возможность кражи или повреждения данных постоянно растет, поэтому защита информации становится все более актуальной.

Защита информации – это комплекс мероприятий, направленных на обеспечение информационной безопасности. Проблемой защиты информации путем ее преобразования занимается криптология. Криптология делится на криптографию и криптоанализ.

Криптография – прикладная наука, она использует самые последние достижения фундаментальных наук и, в первую очередь, математики. Все конкретные задачи криптографии существенно зависят от уровня развития техники и технологий, применяемых средств связи и способов передачи информации.

Криптоанализ – наука о методах и способах вскрытия шифров. Сферой ее интересов является исследование возможности расшифровывания информации без знания ключей.

Существует симметричное и ассиметричное шифрование. Их различие лишь в том, что для первого используется один и тот же ключ для шифрования и дешифрования, а для второго – разные. Помимо шифрования, дополнительно, для улучшенной защиты, используют электронную подпись.

Электронная подпись – это реквизит документа, полученный в результате криптографического преобразования информации с использованием закрытого ключа шифрования и позволяющий проверить отсутствие искажения информации в документе с момента создания подписи, ее принадлежность владельцу сертификата ключа подписи.

Шифрование и электронная подпись широко используются во многих сферах, включая банковское дело, правительственные учреждения и коммерческие предприятия. Благодаря использованию алгоритмов защиты информации, можно обеспечить безопасное хранение и передачу данных.

В. А. Стромский
(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

СИСТЕМА РЕКОМЕНДАЦИЙ НА ОСНОВЕ ГРАФОВОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОГО КНИЖНОГО МАГАЗИНА

В современном мире системы рекомендаций используются повсеместно, от лент новостей до персонализированной рекламы. Дополняя традиционные поисковые технологии, они позволяют пользователям осуществлять поиск нужных товаров, без использования стандартных запросов.

Для разработанного веб-приложении электронного магазина было решено реализовать систему рекомендаций. В отличие от остальных данных приложения, модель для этой системы хранится в графовой (NoSQL) базе данных, что позволяет существенно оптимизировать операции добавления и поиска. Ключевыми элементами модели являются узлы, представляющие книги (по одному на каждую),

и соединяющие их ветвления, означающие отношения сходства книг и хранящие степень этого сходства в виде натурального значения.

Данная модель формируется и уточняется на протяжении всей работы приложения. При добавлении в приложение новой книги для неё создаётся новый узел. Когда пользователь совершает в приложении некоторое действие, демонстрирующее его интерес к некоторой книге, то в таблицу в основную базу данных приложения сохраняется запись с указанием пользователя, книги и степени заинтересованности, соответствующей совершённой действию (просмотр страницы книги, чтение ознакомительной главы, покупка, отзыв и т.д.). Затем из этой же таблицы происходит выборка всех книг, к которым данный пользователь проявлял интерес ранее, чтобы создать между узлами данных книг и узлом новой книги ветвления с соответствующей степенью заинтересованности (если ветвление уже существует, то новое значение просто прибавляется к его текущему).

Такой алгоритм обновления модели позволяет равномерно распределить вычислительную нагрузку, отвести данные операции в асинхронный поток, отдельный от основной работы приложения и, соответственно, получить более быстрые и эффективные операции выборки схожих книг для рекомендаций. Кроме того, в реализованной модели можно выявлять целые кластеры тематически схожих произведений или опираться на абсолютные значения заинтересованности в ветвлении для анализа популярности.

А. А. Ступень, Е. В. Комракова
(ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель)

БАЗОВОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С ОБЪЕКТАМИ В VR В UNITY

На сегодняшний день набирает популярность и начинает проникать в массы оборудование для работы и отдыха с помощью очков виртуальной реальности (далее VR). В *Unity*, базовые взаимодействия с объектами в VR включают в себя использование устройств ввода, таких как контроллеры VR, для управления движением, выбора и взаимодействия с объектами в виртуальной среде. Это включает в себя техники, такие как выделение объектов, поднятие и удержание объектов, а также использование устройств ввода, таких как кнопки и джойстики, для управления действиями в виртуальной среде.

Кроме базовых взаимодействий, *Unity* также предоставляет различные инструменты и функции, которые позволяют создавать более сложные и интерактивные сцены в *VR*. Например, можно использовать физику и коллайдеры для создания реалистичного поведения объектов в виртуальном мире, а также анимации и звуковые эффекты для улучшения иммерсии. Кроме того, *Unity* поддерживает различные платформы *VR*, такие как *Oculus*, *HTC Vive*, *Windows Mixed Reality* и *PlayStation VR*, что позволяет разработчикам создавать приложения и игры для широкого круга устройств. В целом, *VR* в *Unity* предоставляет возможность создания уникальных и захватывающих виртуальных миров, которые могут быть использованы для различных целей, от обучения до развлечения.

Кроме того, в *Unity* для *VR* доступны различные инструменты и плагины для улучшения производительности и оптимизации виртуальных сцен. Например, можно использовать технологию *instancing* для оптимизации отображения повторяющихся объектов, а также использовать систему *culling* для рендеринга только тех объектов, которые находятся в поле зрения пользователя. Также существует возможность использовать сенсорные данные, такие как положение и ориентация головы пользователя, для создания интерактивных элементов, таких как кривые движения, которые реагируют на движения пользователя в реальном времени.

В итоге было разработано простейшее игровое приложение с интерактивным взаимодействием с объектами. Во время разработки использовалось *VR* устройство, а также игровой движок *Unity*.

В. А. Талатай, Е. В. Комракова
(ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель)

БЛОКЧЕЙН И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ

Блокчейн – это децентрализованная технология цифровой бухгалтерской книги, которая записывает транзакции безопасным и прозрачным образом. Он состоит из сети компьютеров, которые поддерживают постоянно растущий список записей, называемых блоками, которые связаны и защищены с помощью криптографии. Каждый блок содержит криптографический хэш предыдущего блока, отметку времени, и данные о транзакциях.

Аспект децентрализации технологии блокчейн означает, что нет центрального органа или посредника, контролирующего сеть, а вместо этого транзакции проверяются и обрабатываются участниками сети. Это делает блокчейн защищенным от несанкционированного доступа и устойчивым к взлому и мошенничеству.

Блокчейн чаще всего ассоциируется с криптовалютами, такими как биткойн, но его потенциальное использование выходит за рамки этого. Его можно использовать в различных отраслях, таких как финансы, управление цепочками поставок, голосование и управление идентификацией, для повышения прозрачности, безопасности и эффективности.

Таким образом, блокчейн – это безопасная, прозрачная, и децентрализованная технология, которая может изменить то, как производятся транзакции и производится обмен.

Блокчейн можно использовать для создания децентрализованной и безопасной системы для хранения и управления личной идентификационной информацией, такой как паспорта и водительские права.

Была создана программа, где при помощи блокчейна реализована система идентификации пользователей, которая в последующем использована в регистрационной форме и форме входа в игру.

Несмотря на множество потенциальных преимуществ, технология блокчейн все еще находится на ранних стадиях развития, и необходимо решить множество проблем, таких как масштабируемость, функциональная совместимость и регулирование. Тем не менее, потенциальные преимущества технологии блокчейн значительны и, вероятно, она сыграет важную роль в формировании будущего различных отраслей и секторов.

Н. Ю. Тетерич
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ПО РАСПОЗНАВАНИЮ ОТТЕНКОВ СЕРОГО ЦВЕТА НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ

В результате физического эксперимента получены фотографии образцов в оттенках серого цвета. Требовалось разработать приложение, которое позволяло распознавать оттенки серого цвета.

Для распознавания цветов на цифровом изображении используется работа с пикселями. На цветных мониторах каждый пиксель состоит из субпикселей красного, зелёного и синего цветов, расположенных рядом в определённой последовательности. Передача определённого цвета осуществляется через изменение яркости каждого из субпикселей. Узнать цвет пикселя возможно, определив значения яркостей его субпикселей. Таким образом, можно найти цвет каждого пикселя на изображении, а также изменить его [1, 2].

Для разработки приложения использовались языки программирования Python, JavaScript, язык гипертекстовой разметки HTML и формальный язык описания внешнего вида документа CSS [3].

Разработано приложение, которое после загрузки изображения переводит его в оттенки серого и проводит его обработку. После выполнения обработки программа выводит загруженное изображение в оттенках серого и информацию о нем: разрешение изображения, общее количество пикселей, количество черных, белых и серых пикселей, а также их процент от общего количества пикселей. Также получаем изображение, в котором черные пиксели изменены на красные и белые пиксели изменены на синие [4, 5].

Литература

1 Лутц, М. Изучаем Python / М. Лунц. – 3-е издание – Пер. с англ. – СПб. : Символ-Плюс, 2009. – 848 с.

2 OpenCV в Python. Часть 1 / Хабр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/519454>. – Дата доступа: 12.12.2022.

3 Python & EEL. Делаем просто на Python'е и красиво на JS / Хабр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/550426>. – Дата доступа: 12.12.2022.

4 OpenCV: OpenCV Tutorials [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://docs.opencv.org/4.x/d9/df8/tutorial_root.html. – Дата доступа: 12.12.2022.

5 Tkinter Dialogs – Python 3.11.1 documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.python.org/3/library/dialog.html>. – Дата доступа: 12.12.2022.

Д. А. Тиковенко
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

РАЗРАБОТКА КЛИЕНТСКОЙ ЧАСТИ WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ «FORMULA 1»

Разработано приложение, с помощью которого пользователь сможет получить достоверную информацию о расписании этапов Formula 1, о результатах конкретных этапов. Также реализована возможность поиска любого пилота и получения всей необходимой информации по найденному пилоту.

Приложение написано с использованием технологий и решений, которые позволяют оптимальным образом удовлетворить требования и задачи для разработки и оптимизации Web-приложения (языки программирования JavaScript и JSX; фреймворк React). Эти инструменты помогают производить рендеринг страниц быстрее, тем самым позволяя пользователям чувствовать себя более комфортно во время работы с приложением. Поисковые системы индексируют такие страницы лучше. Также, из-за компонентного подхода, приложение очень легко дорабатывать и улучшать.

Разработанное приложение удобно в использовании и на нем легко ориентироваться. Приложение выполняет все возложенные на него функции по предоставлению необходимой информации предполагаемому пользователю.

Литература

1 React руководство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://reactjs.org/>. – Дата доступа: 09.11.2022.

Г. В. Гороп, И. В. Близнец
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

РАЗРАБОТКА КЛИЕНТСКОЙ ЧАСТИ WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ

Разработано web-приложение на языке программирования JavaScript с использованием языка описания внешнего вида документа CSS 3 и языка гипертекстовой разметки HTML 5.

Для разработки интерфейса с открытым исходным кодом применялся React библиотеки JavaScript, а также инструмент MongoDB,

который является встроенной документоориентированной системой управления базами данных, не требующей описания схемы таблиц.

Разработанное Web-приложение осуществляет сортировку по видам товаров, а также поиск по типу товара, благодаря интуитивно понятному дизайну сайта. Главная страница представлена компактно, с быстрыми ссылками перехода, что позволяет оптимизировать работу сайта и время поиска необходимой информации. При помощи инструментов React и MongoDB упрощено занесение в базу данных, а также поиск по ней [1].

В приложении встроены хуки, позволяющие использовать состояние и другие возможности без написания обильного числа классов [2].

При разработке приложения применен фундаментальный набор принципов web-дизайна.

Этапы и результаты разработки могут быть использованы для создания аналогичных web-приложений и сайтов, а также их усовершенствования.

Литература

1 Дакетт, Д. HTML и CSS. Разработка и создание веб-сайтов / Д. Дакетт. – М. : ЕКСМО, 2019. – 480 с.

2 Никсон, Р. Создаем динамические веб-сайты с помощью PHP, MySQL, JavaScript, CSS и HTML5 / Р. Никсон. – М. : Питер, 2019. – 816 с.

А. В. Трухан

(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ СЛУЧАЙНОЙ ГЕНЕРАЦИИ ЛАНДШАФТОВ

Целью данной работы является реализация и сравнение следующих алгоритмов генерации ландшафтов средствами Unity [1]: шума Перлина в 2D/3D, ребристый шум Перлина, волновой шум Перлина и алгоритмов компьютерной графики марширующие кубы и двойной счет.

Перечисленные алгоритмы, программно-реализованные средствами языка программирования «C#» и игрового «движка» Unity позволят генерировать уникальные ландшафты с целью помочь гейм дизайнерам создавать игровые миры с наименьшими трудозатратами.

При моделировании ландшафтов при помощи различных шумов Перлина мы получаем карту высот в двухмерном пространстве после чего переносим ее в трехмерное и, используя один из вариантов шума, создаём эффект эрозии, что делает ландшафт более естественным.

Для визуализации мы используем один из двух алгоритмов – марширующие кубы или двойной счет. Исходя из результатов исследования, мы выяснили, что марширующие кубы хоть и имеют более быструю реализацию, являются менее точными, чем двойной счет. Разные вариации шума Перлина позволили создавать более разнообразные ландшафты, не затрачивая дополнительные вычислительные мощности, так как при тестировании все они показали результаты в пределах погрешности около 5%.

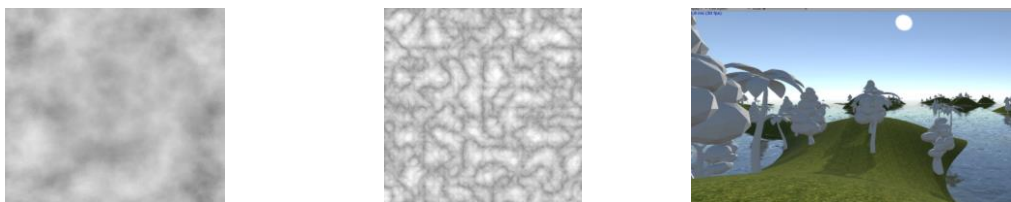


Рисунок 1 – Пример смоделированных обычного и волнового шумов Перлина в 2D, и сгенерированного ландшафта в 3D

Литература

1 Официальная документация Unity [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.unity.com/>. – Дата доступа: 25.02.2023.

Н. А. Филонов, Е. В. Комракова
(ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель)

СОЗДАНИЕ РЕАЛИСТИЧНОЙ ФИЗИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДВИЖКА UNITY

Создание реалистичной физики является важным аспектом разработки игровых приложений. Использование движка Unity для создания реалистичной физики позволяет разработчикам создавать более приближенные к реальности динамические игровые элементы, такие как объекты, которые могут взаимодействовать друг с другом.

Unity позволяет разработчикам использовать современные технологии физического вычисления, такие как NVIDIA PhysX, чтобы создать реалистичные эффекты, такие как деформация и разрушение объектов. Это позволяет разработчикам создавать более живые и динамичные игровые миры, которые могут реагировать на действия игроков и предлагать уникальные и интересные игровые возможности.

Создание реалистичной физики в Unity представляет собой процесс, который требует знания и понимания физики, а также использования функциональных инструментов Unity.

Для начала, были изучены фундаментальные принципы физики, такие как законы Ньютона, силы тяжести и упругость. Затем были исследованы возможности Unity's built-in Physics engine и были выбраны функциональные инструменты, которые понадобились для реализации реалистичной физики в игре.

Создание игры начинается с определения физических свойств объектов в игре, таких как масса, упругость и трение. Затем используются функциональные инструменты Unity, такие как Rigidbody и Collider, чтобы добавить физическую интерактивность между объектами.

Также была добавлена гравитация и силы, такие как импульсы и взрывы, чтобы обеспечить реалистичное движение объектов в игре. Были использованы функции, такие как физические материалы, чтобы определить, как объекты взаимодействуют друг с другом, и добавить эффекты, такие как отскоки.

В заключение, была проведена серия тестов и настроек, чтобы оптимизировать реалистичность физики в игре. В итоге была создана реалистичная физика, которая повысила качество и интерес к игровому приложению.

А. Г. Хвостов, С. В. Киргинцева
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

**РАЗРАБОТКА ИНТЕРФЕЙСА
ИГРОВОГО ПРИЛОЖЕНИЯ «FALLEN HERO»
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ UNITY**

Во всем мире наблюдается тенденция чрезвычайной популярности видеоигр. В настоящее время существует огромное количество

Материалы XXVI Республиканской научной конференции студентов и аспирантов «Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях», Гомель, 20–22 марта 2023 г.

жанров игры: аркады, стратегии, гонки и многие другие. Аркадные игры стали популярными благодаря модели распространения shareware [1]. Для разрабатываемого игрового приложения «Fallen Hero» был выбран жанр аркады, дизайн подобран в стиле 2D pixel-art. Дизайн и интерфейс приложения созданы в среде разработки Unity «2D игра» (Рисунок 1). Дизайн спроектирован в специальном приложении Aseprite, интерфейс состоит из таких частей, как меню, вспомогательные иконки и т.д. [2].



Рисунок 1 – Игровое приложение «Fallen Hero»

В качестве языка программирования выбран язык C#. Реализован метод управления с компьютерной клавиатуры. Большинство классов скрыто с помощью метки видимости `private` с использованием модификатора `SerializeField` для доступа к ним из инспектора объектов. Такой подход позволяет разработчику экспериментировать с различными параметрами, которые он описывает в C# и привязывает в Unity.

Литература

1 Blackman, S. Unity for Absolut Beginners / S. Blackman. – М. : Apress, 2013. – 598 с.

2 Инструменты Aseprite [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.aseprite.org/docs/tutorial/>. – Дата доступа: 15.03.2021.

В. В. Холодная
(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОТДЕЛА ПРОДАЖ

Отдел продаж – один из основных структурных элементов компании. Его цели – успех и развитие предприятия. Если он будет плохо функционировать, старые клиенты будут уходить, а потенциальные завоеваны не будут. В этом случае остальной части компании будет нечем заниматься. Поэтому требования к отделу продаж предъявляются высокие.

Таким образом, возникает необходимость в создании и проектировании системы для отдела продаж.

В ходе работы была спроектирована система, которая позволит автоматизировать процессы внутри отдела продаж.

Для достижения поставленной цели были рассмотрены следующие актуальные задачи:

1. Рассмотреть основные направления деятельности исследуемой компании;
2. Исследовать основные процессы отдела продаж в организации, принципы работы отдела продаж;
3. Систематизировать основные проблемы отдела продаж и разработать рекомендации для улучшения данного процесса;
4. Рассмотреть и проанализировать существующие решения для эффективной работы отдела продаж;
5. Спроектировать информационную систему улучшения и оптимизации продаж, используя следующие виды диаграмм: диаграмма вариантов использования, диаграмма потоков данных, ER-диаграмма;

Внедрение системы в отдел продаж позволит выполнять следующие функции:

1. Хранение и обработка данных о клиентах;
2. Создание отчетов для проверки эффективности работы сотрудников отдела;
3. Повышение ключевых показателей эффективности сотрудников.

Литература

1 Коцюба, И. Ю. Основы проектирования информационных систем / И. Ю. Коцюба, А. В. Чунаев [и др.]; под общ. ред. А. Н. Шикова. – М. : Университет ИТМО, 2015. – 206 с.

М. В. Хуторной, Л. К. Титова
(ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель)

ВСТУПЛЕНИЕ В МИР ИТ: ПЕРВЫЕ ШАГИ В ДИНАМИЧНО РАЗВИВАЮЩЕЙСЯ ОТРАСЛИ

В данном сообщении речь пойдет о том, как сделать первые шаги в захватывающем и быстро меняющемся мире ИТ. Поскольку технологии становятся все более и более неотъемлемой частью нашей повседневной жизни, сейчас самое подходящее время для карьеры в этой динамично развивающейся отрасли.

Чтобы начать свой путь в сфере ИТ, крайне важно получить всестороннее представление об основных технологиях и языках программирования, которые составляют основу отрасли. Для тех, кто хочет развить свои навыки, доступно множество онлайн-ресурсов, в том числе бесплатные учебные пособия, обучающие видео и онлайн-курсы. Кроме того, участие в технических конференциях и мероприятиях, а также общение с другими профессионалами отрасли могут предоставить ценную информацию о последних тенденциях, передовом опыте и новых технологиях.

Но знание – это только начало. Чтобы преуспеть в ИТ, важно поддерживать страсть к технологиям и постоянное стремление к обучению. Отрасль постоянно развивается, каждый день появляются новые достижения и технологии, поэтому очень важно быть в курсе последних событий, чтобы оставаться конкурентоспособными.

В дополнение к техническим знаниям и любви к обучению важно обладать сильными навыками командной работы и сотрудничества в ИТ-индустрии. Многие из наиболее успешных ИТ-проектов являются результатом совместных усилий нескольких человек, поэтому важно иметь эффективные коммуникативные навыки и уметь эффективно работать с другими.

В заключение, первые шаги в IT-индустрии могут быть как сложными, так и полезными. Однако, при правильном подходе, ресурсах и мышлении, любой может начать успешную карьеру в этой динамичной и постоянно развивающейся сфере.

Подводя итоги, следует сказать, что необходимо начать учиться, общаться с единомышленниками и никогда не прекращать расширять свои знания и навыки в этой захватывающей и динамичной отрасли.

А. К. Черкасов, Е. В. Комракова
(ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель)

РАЗРАБОТКА СТИЛИСТИКИ И СЮЖЕТА 2D-ИГРЫ

2D-графику можно рассматривать как простую и доступную форму искусства. Это относится к созданию изображений или иллюстраций в двух измерениях, как правило, на плоской поверхности, такой как экран или бумага. В IT-индустрии 2D-графика играет важную роль в различных областях, таких как игровой дизайн, анимация и графический дизайн.

При разработке игры, был учтён ряд игровых аспектов: геймплей, художественный стиль, звуковое сопровождение, пользовательский интерфейс, сюжет и история персонажей и т.д. Проработка этих аспектов заключалась в их связывании друг с другом таким образом, чтобы, например, звуковое сопровождение не конфликтовало с тем, что происходит на сцене.

За основу сюжета была взята идея о возвращении в родные места и освобождении этих мест от сил зла, заполонивших все уголки когда-то светлого поместья, в котором главный герой провёл детство. На помощь главному герою приходят его друзья, родные и даже монстры.

Главным двигателем прогресса игрока является небольшой, но проработанный сюжет, на который опирается логика мира, действия внутриигровых персонажей и, в некоторых случаях, логика самого игрока, принимающего на себя роль главного героя, живущего в этом мире. Во время создания сюжета или так называемого «бэкграунда» мира необходимо было придерживаться основных принципов режиссирования, чтобы избежать появления в сюжете скучных или откровенно неинтересных моментов, повторяющихся историй или сцен, а

также «лишних» персонажей, судьба которых игрокам бывает не интересна, что идет вразрез с авторскими ожиданиями.

Примером хорошего сюжета может быть не только гигантские миры, но и добротные продуманные локальные события, захватывающие лишь определенную группу персонажей и местность, что и было продемонстрировано во время разработки игры.

В результате проработки всех сюжетных и игровых аспектов был описан полноценный игровой сюжет, бэкграунд мира, а также характеры неигровых персонажей, встречающихся с игроком по мере игры. Стиль разработанной игры вышел ярким и запоминающимся, а сюжет – небанальным и затягивающим, как и ожидалось.

Д. Г. Шумилов, Е. В. Комракова
(ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель)

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ IOS И ANDROID

Для разработки мобильных приложений под каждую из существующих платформ существуют средства, представленные разработчиками данной платформы:

- *Xcode* – официальная среда разработки для *iOS*, которая включает в себя множество инструментов для разработки приложений,
- *Android Studio* – официальная среда разработки для *Android*, которая предлагает множество инструментов для разработки, включая интегрированную среду разработки (*IDE*).

Каждое из представленных выше средств обладает рядом своих преимуществ, но также у каждой есть один недостаток: для разработки одного приложения для двух систем необходимы разные специалисты, из-за различия технологий и языков, разработка занимает больше времени и требует больших затрат заказчика.

Для решения данной проблемы существуют решения, которые позволяют разрабатывать приложение под одну кодовую базу и одним пользовательским интерфейсом:

- *React Native* – фреймворк для разработки кроссплатформенных мобильных приложений, позволяющий разрабатывать приложения для *iOS* и *Android* используя *JavaScript* и *React*;

– *MAUI* – фреймворк разработанный компанией *Microsoft*, использующийся для разработки мобильных и десктопных приложений для *iOS* и *Android* использующий платформу *.Net*.

Для проверки функционала, предоставляемого *MAUI*, была разработана программа, реализующая обычный список дел. Для реализации пользовательского интерфейса использовалась разметка *XAML*. В результате работы была создана одна страница мобильного приложения и написана необходимая кодовая база. После этого было достаточно собрать приложение в *APK* файл для *Android* устройств и установить его. Для *iOS* использовалась виртуальная модель телефона. Разработанное приложение корректно работало как на *Android* устройствах, так и на *iOS*.

Е. С. Щербакова, М. В. Москалева
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

РАЗРАБОТКА ДИЗАЙНА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ САЛОНА КРАСОТЫ

В современном мире всё чаще используют интернет технологии, а именно, онлайн запись во многих коммерческих деятельности. Например, салоны красоты являются важной частью жизни многих людей, особенно девушек. Поэтому на сегодняшний день практически каждая коммерческая организация по предоставлению услуг имеет систему записи на прием. Ведь это очень удобно клиентам.

Приложение было разработано с помощью *C#*, *MS SQL Server*, *ADO.NET*, *Windows Forms*. Имеет несколько форм разного значения.

При запуске приложения будет открыто главное окно (рисунок 1) с названием салона красоты в розовых оттенках, на котором пользователю предоставляется выбор просмотреть цены на услуги салона красоты или сразу записаться к мастеру. А также в главном меню реализована возможность авторизации.

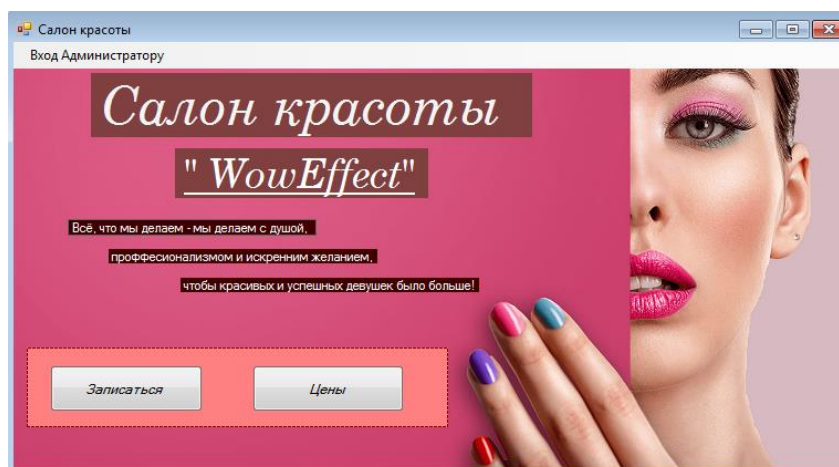


Рисунок 1 – Главная страница

В приложении реализованы возможности двух уровней доступа: администратор и менеджер. Менеджерам доступны возможности по просмотру услуг и цен на них, возможность вносить информацию в журнал записи клиентов на услуги. Клиенты могут быть не зарегистрированы, для записи достаточно указать имя клиента и его номер телефона. Администратору дополнительно предоставляются возможности по добавлению, удалению и изменению информации о сотрудниках, услугах и клиентах.

Е. В. Якубенко, А. В. Клименко
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ТОТАЛИЗАТОРА НА СКАЧКАХ И БЕГАХ ЛОШАДЕЙ «HORSEBET»

Ставки на спорт пользуются огромной популярностью среди людей. Это связано с тем, что тотализатор делает спортивное событие увлекательнее и повышает интерес к наблюдению, добавляет азарт и дает возможность игроку заработать. Таким образом, веб-приложение является очень актуальной и востребованной темой в современном обществе. Целью данной работы являлось создание сайта по организации тотализатора на скачках и бегах лошадей.

Для разработки серверной части тотализатора была использована платформы ASP.NET Core – технология от компании Microsoft, предназначенная для создания различного рода веб-приложений. ASP.NET Core состоит из платформы для обработки HTTP-запросов, группы основных инфраструктур для создания приложений и вспомогательных служебных инфраструктур. Для системы управления базой данных был выбран Microsoft SQL Server. Entity Framework Core позволяет работать с базами данных, но представляет собой более высокий уровень абстракции: Entity Framework Core позволяет абстрагироваться от самой базы данных и ее таблиц и работать с данными независимо от типа хранилища [1].

В веб-приложении добавлена авторизация по JWT токену и реализована возможность различного уровня доступа к данным: уровень администратора и пользователя. Администратор может добавлять лошадей, создавать забеги и проводить их. Пользователю доступен просмотр данных о забегах и лошадях, предоставлена возможность для произведения ставок. Коэффициенты на лошадь в забеге постоянно обновляются, в зависимости от суммы денег, которые ставят пользователи.

Литература

1 Фриман, А. ASP .NET Core 3 с примерами на C# для профессионалов, 8-е издание / А. Фриман. – СПб. : ООО «Диалектика», 2021. – 1184 с.

А. И. Ямром, С. В. Киргинцева
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

РАЗРАБОТКА BACKEND-ЧАСТИ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ «MEETUP-API» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ NODE.JS И EXPRESS

Проблема коммуникации в современном мире была наиболее глубоко изучена в период массового перехода корпораций на дистанционный режим работы. Крайне важно поддерживать связь сотрудников в рамках одного проекта, при этом не создавать загруженности в рабочем графике, то есть рабочие совещания онлайн должны проходить

в удобное для всех время, при этом требуя присутствия всех участников проекта. Однако в силу человеческого фактора, работники могут забывать о назначенных общих или персональных онлайн-совещаниях, что пагубно сказывается на эффективности создания проекта.

Разработано приложение «Meetup-API», с помощью которого представляется возможным учесть все назначенные совещания в онлайн или офлайн форматах. Проект написан на языке программирования JavaScript, который компилируется в машинный код с помощью платформы Node.js [1]. В качестве базы данных для хранения записей встреч и пользователей использовалась реляционная база данных PostgreSQL [2], а маршрутизация HTTP-запросов стала возможна благодаря фреймворку Express.js [3]. Также была сгенерирована интерактивная документация с возможностью инициирования запросов внутри самой документации с помощью библиотеки Swagger [4].

Литература

1 Руководство по Node.js, часть 1: общие сведения и начало работы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/ruvds/blog/422893/>. – Дата доступа: 15.03.2021.

2 PostgreSQL, Блог SkillFactory [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://blog.skillfactory.ru/glossary/postgresql/>. – Дата доступа: 15.03.2021.

3 Веб-фреймворк Express (Node.js/JavaScript), MDN web docs [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://developer.mozilla.org/ru/docs/Learn/Server-side/Express_Nodejs. – Дата доступа: 15.03.2021.

4 Руководство Swagger UI, Starkovden [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://starkovden.github.io/swagger-ui-tutorial.html>. – Дата доступа: 15.03.2021.

СОДЕРЖАНИЕ

АНАЛИТИЧЕСКИЕ И ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В МАТЕМАТИКЕ

Дифференциальные уравнения, математический анализ и численные методы

<i>Каландия Е. И.</i> О системе двух нелинейных интегродифференциальных уравнений.....	3
<i>Козубанова Д. С., Казимиров Г. Н.</i> О совпадении модулей гладкости на некотором классе функций.....	4
<i>Кругликов И. В.</i> Один из алгоритмических подходов к вычислению производной от любой элементарной функции.....	5

Теория вероятностей и математическая статистика, теория массового обслуживания

<i>Андреюшкина Н. С.</i> Статистическое исследование взаимодействия курсов сельскохозяйственных культур.....	7
<i>Ануфриева В. А.</i> О марковских сетях массового обслуживания с доходом или вознаграждением.....	8
<i>Аракчеева А. В.</i> Моделирование временного ряда данных численности населения Республики Беларусь.....	9
<i>Гаврилькова Е. В.</i> Статистическое исследование взаимодействия валютных курсов.....	10
<i>Гапонов Д. С.</i> Сети массового обслуживания с повторными вызовами в асимптотическом случае большого числа заявок.....	12
<i>Грамотеев П. Д.</i> Исследование динамики некоторых криптовалют.....	13
<i>Дайнеко А. А., Якубович О. В.</i> Статистический анализ показателей доходностей курсов иностранных валют по отношению к белорусскому рублю.....	14
<i>Доценко В. М., Якубович О. В.</i> Статистический анализ показателей забитых и пропущенных мячей футбольных команд из топ-4 лиг Европы.....	15
<i>Евмененко С. Ю.</i> Стационарное распределение ВСМР сетей с экспоненциальным ограничением на время пребывания заявок.....	16
<i>Елистратов Д. А., Малинковский Ю. В.</i> Стационарное распределение открытой трёх-узловой цепи.....	17

<i>Жихарко М. Ф.</i> Исследование цепи Маркова с доходами.....	19
<i>Корниенко А. Г.</i> Корреляционно-регрессионный анализ показателей уровня жизни населения по странам СНГ.....	20
<i>Кулакевич С. А.</i> Статистический анализ доходностей акций авиастроительных компаний.....	21
<i>Мармузович Д. А.</i> Статистические свойства оценки семивариограммы.....	22
<i>Маюрникова А. В., Якубович О. В.</i> Статистический анализ показателей рентабельности активов и собственного капитала банков Республики Беларусь.....	23
<i>Мисюченко Е. М.</i> Вариограммный анализ случайных процессов.....	24
<i>Орехво Д. В.</i> Регрессионный анализ показателей учреждений дошкольного образования Республики Беларусь.....	25
<i>Поварго М. В.</i> Сетевая вероятностная модель колл-центра с повторными вызовами.....	26
<i>Пронская А. К.</i> Применение кластерного анализа для классификации многомерных наблюдений.....	28
<i>Свириденко П. Ю.</i> Статистический анализ содержания нитрат- и нитрит-ионов в плодоовощной продукции хозяйств Гомельской области.....	29
<i>Севостьян Д. Н.</i> Первые два момента робастной оценки семивариограммы.....	30
<i>Сидоркина И. С.</i> Сравнительный анализ динамики доходностей акций пищевой промышленности и сетей ресторанов быстрого питания.....	31
<i>Щерба Д. М.</i> Критерий Фридмана как метод выявления отклика на воздействие.....	32
<i>Якубчик Е. А.</i> Моделирование и оптимизация систем массового обслуживания с неоднородными потоками.....	33
<i>Ярош В. С., Малинковский Ю. В.</i> Исследование одной сети с тремя узлами.....	34

Алгебра и геометрия

<i>Артёменко Н. В., Кисилюк Е. В.</i> О нильпотентной π -длине конечной группы, факторизуемой π -разрешимыми взаимно перестановочными подгруппами.....	36
<i>Балычев С. В.</i> Относительные \mathcal{P}_2 -формации конечных групп.....	37

<i>Беняш-Кривец В. В., Новикова В. Ю.</i> О справедливости альтернативы Титса для некоторых обобщенных тетраэдральных групп.....	38
<i>Коранчук А. Г.</i> Об одном примере насыщенной формации конечных групп.....	39
<i>Ленденкова С. И.</i> О слабо Р-субнормальной максимальной подгруппе конечной группы.....	40
<i>Федосов Д. А.</i> Применение системы компьютерной алгебры GAP при изучении графов групп.....	41

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ

<i>Бабий А. А., Бакун Т. О.</i> Применение компьютерных технологий при проектировании строительных крепежных элементов.....	43
<i>Багрушин В. П.</i> Математическое моделирование задачи о контактом взаимодействии цилиндров из функционально-градиентных материалов.....	44
<i>Богданович А. И.</i> Автоматизация оценки технического состояния моторвагонного подвижного состава	45
<i>Бондарчук Е. В.</i> Компьютерное моделирование электрических потерь в городских распределительных сетях напряжением 10 кВ.....	46
<i>Будько А. В., Станиславович Е. А.</i> Реализация метода конечных элементов при создании средств обеспечения эффективного функционирования транспортной логистики.....	47
<i>Василюк А. С.</i> Технологии распознавания образов и объектов в Python с помощью Keras.....	48
<i>Горбунова М. Ю.</i> Реализация расчёта математической модели о действии сосредоточенной силы на анизотропную полуплоскость.....	49
<i>Демьянчук О. В.</i> Моделирование сдвига железнодорожного состава с зазорами в межвагонных соединениях.....	50
<i>Доброгост П. В., Зур И. А.</i> Программный комплекс САТАBASIS для моделирования физических свойств наноразмерных углеродных пленок методом молекулярной динамики...	51
<i>Карась О. В.</i> Алгоритмы построения трехмерных моделей на основе КТ-снимков.....	52

<i>Карась О. В.</i> Методика и соответствующие программные средства для построения поверхности черепа человека на основе анализа КТ-изображений.....	53
<i>Киргинцева С. В., Можаровский В. В.</i> Алгоритм расчета напряжений зубьев зубчатых колес из композиционных и функционально-градиентных материалов (ФГМ).....	54
<i>Киргинцева С. В., Можаровский В. В.</i> Реализация расчета гидравлического удара для слоистых труб из композитов.....	55
<i>Клочко П. В., Вань Сюеминь.</i> Проектирование элементов инжектора с использованием конечно-элементного анализа.....	56
<i>Клочко У. В.</i> Трёхмерное моделирование в курсе начертательной геометрии.....	57
<i>Колодко А. С., Андреевец Ю. А.</i> Моделирование гидропривода намоточного устройства автоматической линии в программе LMS IMAGINE.LAB AMESIM.....	59
<i>Корнодуд А. Д., Сукач Е. И.</i> Об одном подходе к оценке надежности графовых структур.....	60
<i>Кулыба А. И., Жогаль С. И.</i> Достаточное условие потенциальности уравнения Колмогорова–Фоккера–Планка для неавтономных квазилинейных систем.....	61
<i>Кулыба А. И., Жогаль С. И.</i> Исследование неавтономных квазилинейных систем, подверженных флуктуациям частоты колебаний.....	62
<i>Маркова М. В.</i> Колебания трёхслойной пластины, возбуждаемые повторной ритмичной нагрузкой.....	63
<i>Медведева М. А.</i> Влияние числа PR на динамику турбулентного свободно-конвективного течения.....	64
<i>Михальцов О. А., Дорощенко А. В.</i> Компьютерное моделирование электрофизических свойств нанокompозитов со сферическими включениями.....	65
<i>Назаров Г. А., Борисевич Я. Р.</i> Моделирование динамического поведения шлицевого соединения с использованием прикладных программ конечно-элементного анализа.....	66
<i>Нахват Д. В., Ольховик М. Ю.</i> Проектирование элементов конструкций карданных валов с использованием инструментальных средств компьютерного моделирования.....	67
<i>Редько А. В.</i> Моделирование влияния погодных условий на работу систем электроснабжения.....	68

<i>Рубанов К. В.</i> Исследование возможности применения приложения REAL TIME VOICE CLONING для генерации песен.....	69
<i>Русов Д. П.</i> Конечно-элементное моделирование деформирования рамы тележки дизель-поезда.....	70
<i>Рывоненко И. С.</i> Математическое моделирование расчета колебаний и собственных частот трубопровода из композита.....	71
<i>Станиславович Е. А., Будько А. В.</i> Оптимизация автомобильных компонентов с использованием параллельных высокопроизводительных вычислений на базе кластерных систем.....	72
<i>Тимошенко Е. С., Жадан М. И.</i> Математическое моделирование движения планет.....	73
<i>Тунчис И. А., Вильчик А. Д.</i> Оптимизация элементов конструкции карданного вала для автомобилей БелАЗ в компьютерном сопровождении.....	75
<i>Федоренко С. Н., Поминдеев А. Ю.</i> Анализ напряженно-деформированного состояния сэндвич-панели с усилителями под действием статической нагрузки.....	76
<i>Шафаревич Ю. В., Страусов А. К.</i> Моделирование структуры нанокластеров золота методом молекулярной динамики.....	77
<i>Якимук А. В., Туз И. С.</i> Разработка специализированных средств для обучения работе с нейронными сетями.....	78
<i>Яссер Хатем Наджи Аль-Аджели.</i> Анализ математической модели в системах радиочастотной идентификации RFID и NFC...	79

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

<i>Katara C. A., Komrakov V. V.</i> Software architecture for determining the measurement error of the part dimensions by the optical method.....	81
<i>Балакин Д. В., Комраков В. В.</i> Автоматизированное рабочее место диспетчера транспортной организации.....	82
<i>Громов Н. С., Осипенко Н. Б.</i> Автоматизация внутренних процессов в логистических компаниях.....	83
<i>Дубоделов В. А.</i> Разработка приложения «Автоматизированная система администратора гостиницы».....	84
<i>Кишкурно М. В.</i> Структура веб-приложения для автоматизации деятельности цеха производства товарной целлюлозы ОАО «Светлогорский ЦКК».....	85

<i>Ковалёв А. В.</i> Моделирование течения жидкости в дросселирующем распределителе в программе КОМПАСFLOW.....	86
<i>Козик И. Д., Никитин С. К.</i> Устройство ориентации и навигации тележки мобильного робота при его перемещении по горизонтальной поверхности в заданном помещении.....	88
<i>Козунов А. Л.</i> Разработка системы контроля обеспечения бесперебойного производства.....	89
<i>Курбатский А. Е.</i> Разработка приложения «Автоматизация работы сервиса по ремонту видеокарт».....	90
<i>Ляшко В. А., Клименко А. В.</i> Разработка веб-приложения по учету питания и спортивных нагрузок «Calorie-Tracker».....	91
<i>Матюнин И. О.</i> База данных морфонологических явлений белорусского языка.....	92
<i>Михалевич В. Г.</i> Разработка веб-приложения для автоматизированного формирования расписания движения общественного транспорта.....	93
<i>Мозоль О. А.</i> Структура автоматизированной системы учёта сельскохозяйственной техники ОАО «ГЗЛиН».....	95
<i>Петрушина И. С.</i> Разработка системы автоматизации учета услуг туристического агентства ООО «Правильный отдых».....	96
<i>Ребиков И. Г.</i> Web-приложение для прохождения техобслуживания автомобилей.....	97
<i>Савков И. Д.</i> Разработка автоматизированной системы контроля маршрутизации изготовленных деталей на промышленном предприятии.....	98
<i>Семенчик О. В., Писпанен М. А.</i> Разработка серверной части и визуальных компонент приложения «Экран успеваемости»....	99
<i>Скибунов А. В., Кечко Е. П.</i> Разработка DATA LAKE и DATA WAREHOUSE с использованием сервисов AMAZON WEB SERVICES.....	101
<i>Уваров Н. И.</i> Система приложений «Транспорт по запросу» для улучшения и оптимизации работы общественного транспорта и маршрутного такси.....	102
<i>Цырибко М. С.</i> Разработка приложения для автоматизации работы автосалона.....	103

ПЕРВЫЕ ШАГИ В ИТ-СФЕРЕ

<i>Асипенко Р. В., Комракова Е. В.</i> Игровое приложение «Zombie attack» в жанре «Шутер» на платформе Unity.....	105
---	-----

<i>Березий П. И., Комракова Е. В.</i> Разработка игрового приложения «Drift challenge» в среде разработки Unity.....	106
<i>Бобр И. А., Новикова А. С.</i> Разработка игрового приложения «Little swappers» в жанре раннер на платформе Unity.....	107
<i>Бородин А. Д., Комракова Е. В.</i> Кроссплатформенность средствами Unity.....	108
<i>Братукин М. В., Тумелевич А. А.</i> Цифровизация учебных материалов для изучения состава прибора на военном факультете....	109
<i>Буцько А. В., Близнец И. В.</i> Реализация настольной игры «Pig game» на web-странице.....	110
<i>Васкевич К. Н., Комракова Е. В.</i> Игровое приложение «Monsters extermination» в жанре «Шутер» с использованием движка Unity.....	111
<i>Веровкин А. А., Комракова Е. В.</i> Разработка искусственного интеллекта для игры в жанре «Квест с элементами тактических RPG».....	112
<i>Вершицкая Д. В., Левчук Е. А.</i> Разработка прикладного решения для автоматизации работы администратора спортивного клуба...	113
<i>Вольский К. А.</i> Разработка адаптивного информационного сайта о компании BMW.....	114
<i>Говядкова П. Ю., Комракова Е. В.</i> Создание RTS игры на GAME MAKER STUDIO 2.....	115
<i>Голубев М. А., Комракова Е. В.</i> Разработка WEB API для хранения личных данных.....	117
<i>Гончар Д. А., Левчук Е. А.</i> Разработка требований для проектирования мобильного приложения личной электронной библиотеки.....	118
<i>Громыко В. В.</i> Разработка мессенджера с поддержкой LaTeX выражений.....	119
<i>Давидовский Д. Е., Комракова Е. В.</i> Разработка трехмерного игрового приложения NEVER GONNA CATCH US в среде разработки Unity.....	120
<i>Давыдов С. А., Карасёва Г. Л.</i> Разработка автоматизированной системы по формированию приложений к диплому студентов факультета математики и технологий программирования.....	121
<i>Долженок А. В., Осипенко Н. Б.</i> Разработка desktop-приложения «NichCom».....	122
<i>Ермолович С. Ю., Титова Л. К.</i> Первые шаги для успешного старта в мире информационных технологий.....	123

<i>Жевнов М. И., Киргинцева С. В.</i> Разработка 3D-модели механического паукообразного робота с использованием BLENDER и SUBSTANCE PAINTER.....	124
<i>Живица Ю. А., Комракова Е. В.</i> Разработка открытого мира в 2D-играх.....	125
<i>Заневский Е. К., Зубова Д. А.</i> Описание системы администрирования в салоне красоты.....	126
<i>Зубова Д. А., Заневский Е. К.</i> Концептуальная модель данных системы администрирования в салоне красоты.....	127
<i>Кадетов М. И., Кечко Е. П.</i> Разработка web-сайта для магазина стройматериалов.....	128
<i>Каландарова К. И., Комракова Е. В.</i> Игровое приложение в жанре раннер с использованием графического движка Unity...	129
<i>Карамелева Д. А., Комракова Е. В.</i> Расчет баланса очков и игровой валюты в игре «STARRY SKY».....	130
<i>Карпов П. И., Стефановский И. Л.</i> Игровое приложение в жанре roguelike с использованием графического движка Unity.....	131
<i>Ковалёв Р. В., Москалева М. В.</i> Разработка автоматизированной информационной системы сервисного центра по ремонту техники с использованием языка C#.....	132
<i>Кокашинская А. Д., Осипенко Н. Б.</i> Проектирование обучающего веб-сайта по английскому языку.....	133
<i>Колосовский Д. Ю., Комракова Е. В.</i> Паттерны проектирования в Unity.....	134
<i>Крук М. Д., Комракова Е. В.</i> Оптимизация логистики с использованием интеллектуального и масштабируемого WEB API.....	135
<i>Лебедева В. А., Карасёва Г. Л.</i> Разработка рекламно-информационного сайта музыкальной группы «ITZY».....	136
<i>Лицкевич Е. Ю., Хомбак А. В.</i> Разработка системы управления задачами.....	137
<i>Лопушко М. А.</i> Разработка нейронной сети для прогнозирования футбольных матчей.....	138
<i>Мирошниченко А. А.</i> Разработка базы данных для системы онлайн-бронирования мест в гостинице.....	140
<i>Михалевич В. Г.</i> Перспективы использования WebAssembly для создания высокопроизводительных web-приложений на примере расписания общественного транспорта.....	141
<i>Молочко Д. В., Киргинцева С. В.</i> Разработка интерфейса сайта «Онлайн-курсы» с использованием HTML, CSS, JS.....	142

<i>Оковицкий В. П.</i> Разработка клиентской части студенческой социальной сети.....	143
<i>Олейник К. А., Комракова Е. В.</i> Разработка графической части игрового приложения «Project iridium» с использованием Unreal Engine 5.....	144
<i>Пикулик А. Г., Москалева М. В.</i> Разработка веб-сервиса «Умный дом» с использованием ASP.NET Core.....	145
<i>Потапенко А. А., Жадан М. И.</i> О создании 2D-игры с использованием среды разработки Unity.....	146
<i>Рукша М. Д.</i> Программная реализация графических компонентов средствами Unity.....	147
<i>Рябов Е. И.</i> Использование блокчейна как распределенной базы данных.....	148
<i>Свиридов В. А.</i> Web-сервис для управления ARDUINO.....	149
<i>Семенчук Н. Д., Насуро А. А.</i> Программная реализация обучающего приложения для военного факультета средствами Unity.....	150
<i>Слепцов К. К., Кузьменкова Е. Ю.</i> Разработка web-сайта «Календарь встреч» с использованием HTML5, CSS3, React.....	151
<i>Смородин В. С., Вольский И. А.</i> Алгоритмы защиты информации для обеспечения безопасного хранения и передачи данных..	152
<i>Стромский В. А.</i> Система рекомендаций на основе графовой модели для электронного книжного магазина.....	153
<i>Ступень А. А., Комракова Е. В.</i> Базовое взаимодействие с объектами в VR в Unity.....	154
<i>Талатай В. А., Комракова Е. В.</i> Блокчейн и его применение.....	155
<i>Тетерич Н. Ю.</i> Разработка приложения по распознаванию оттенков серого цвета на изображениях.....	156
<i>Тиковенко Д. А.</i> Разработка клиентской части web-приложения «FORMULA 1».....	158
<i>Тороп Г. В., Близнец И. В.</i> Разработка клиентской части web-приложения.....	158
<i>Трухан А. В.</i> Сравнительный анализ алгоритмов случайной генерации ландшафтов.....	159
<i>Филонов Н. А., Комракова Е. В.</i> Создание реалистичной физики с использованием движка Unity.....	160
<i>Хвостов А. Г., Киргинцева С. В.</i> Разработка интерфейса игрового приложения «Fallen hero» с использованием Unity.....	161

<i>Холодная В. В.</i> Проектирование информационной системы для отдела продаж.....	163
<i>Хуторной М. В., Титова Л. К.</i> Вступление в мир IT: первые шаги в динамично развивающейся отрасли.....	164
<i>Черкасов А. К., Комракова Е. В.</i> Разработка стилистики и сюжета 2D-игры.....	165
<i>Шумилов Д. Г., Комракова Е. В.</i> Разработка мобильных приложений для iOS и Android.....	166
<i>Щербакова Е. С., Москалева М. В.</i> Разработка дизайна автоматизированной информационной системы салона красоты.....	167
<i>Якубенко Е. В., Клименко А. В.</i> Разработка веб-приложения по организации тотализатора на скачках и бегах лошадей «HorseBet».....	168
<i>Яром А. И., Кургинцева С. В.</i> Разработка backend-части веб-приложения «Meetup-API» с использованием NODE.JS и EXPRESS.....	169

Научное издание

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

Материалы XXVI Республиканской научной конференции
студентов и аспирантов
(Гомель, 20–22 марта 2023 года)

В двух частях

Часть 1

Ответственный за выпуск *С. В. Киргинцева*

Подписано в печать 22.05.2023. Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Ризография. Усл. печ. л. 10,70. Уч.-изд. л. 11,69.
Тираж 10 экз. Заказ 265.

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, 246028, Гомель.

