Министерство образования и науки Донецкой Народной Республики

ГОУ ВПО «ДОНБАССКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ»

Сборник научных трудов

VII Республиканской конференции молодых ученых, аспирантов, студентов «Научно-технические достижения студентов, аспирантов, молодых ученых строительно-архитектурной отрасли» (22 апреля 2021 г.)

Том 1: Фундаментальные науки

Макеевка, 2021

С 34 Сборник научных трудов VII Республиканской конференции молодых ученых, аспирантов, студентов «Научно-технические достижения студентов, аспирантов, молодых ученых строительно-архитектурной отрасли» (22 апреля 2021 г.): В 4-х т. Т. 1: Фундаментальные науки. – Макеевка: ГОУ ВПО «ДонНАСА», 2021. – 276 с.

Сборник содержит 51 научную работу участников VII Республиканской конференции молодых ученых, аспирантов, студентов «Научно-технические достижения студентов, аспирантов, молодых ученых строительно-архитектурной отрасли».

УДК 5(063)
ББК 2я43

Печатается по решению Ученого совета ГОУ ВПО «ДОНБАССКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ», протокол №9 от 31.05.2021 г.

Сборник подготовлен по материалам VII Республиканской конференции молодых ученых, аспирантов, студентов «Научно-технические достижения студентов, аспирантов, молодых ученых строительно-архитектурной отрасли» (22 апреля 2021 г.), представленным на секциях: «Высшая математика», «Прикладная химия», «Физика и физическое материаловедение».

Редакционная коллегия:

Зайченко Н.М. – ректор академии, д.т.н., профессор;
Нездойминов В.И. – проректор по учебной работе, д.т.н., профессор;
Мущанов В.Ф. – проректор по научной работе, д.т.н., профессор;
Назим Я.В. – проректор по научно-педагогической работе и международным связям, к.т.н., доцент;
Левченко В.Н. – проректор по научно-педагогической и воспитательной работе, к.т.н., профессор;
Братчун В.И. – заведующий кафедрой автомобильных дорог и аэродромов; д.т.н., профессор;
Шажко Я.В. – заместитель директора по научной работе ГУ «Институт физики горных процессов», к.т.н.;
Шевченко О.Н. – заведующая кафедрой прикладной химии, к.х.н., доцент;
Фролова С.А. – заведующая кафедрой физики и физического материаловедения; к.х.н., доцент;
Котов Г.А. – заведующий кафедрой высшей математики, к.ф.-м.н.;
Улитин Г.М. – профессор кафедры высшей математики им. В.В. Пака ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», д.т.н., профессор;
Ищенко А.В. – доцент кафедры естествознания и безопасности жизнедеятельности ГО ВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли им. М. Туган-Барановского», к.х.н., доцент.

© ГОУ ВПО «ДОНБАССКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ», 2020

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ «ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА» 6

Злобин С.М., Сапронов И.В. ОБ ОДНОМ КЛАССЕ РЕШЕНИЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ В БАНАХОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ 6

Ельцына Т.В., Усков В.И. РАЗРЕШЕНИЕ ОДНОЙ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА 10

Андрющенко А.П., Омилаева Ю.Р., Прокопенко Е.В. ПРИМЕНЕНИЕ ПАКЕТА DEDUCTOR ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ МЕТОДИКИ ПРЕДСКАЗАТЕЛЬНОЙ АНАЛИТИКИ 15

Чураков И.П., Руссиян С.А. РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНОГО УГЛА НАКЛОНА БОРТА КАРЬЕРА 21

Полковников А.А., Жмыхова Т.В., Удовиченко З.В. ОЦЕНКА ТЕПЛОСЪЕМА С ГРУНТА С ПОМОЩЬЮ ДИСПЕРСИОННОГО АНАЛИЗА 27

Ваденин С.В., Прокопенко Е.В. РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ГОМОРИ ЦЕЛОЧИСЛЕННОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ В ПРИКЛАДНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ПАКЕТАХ 31

Шницар И.Н., Жмыхова Т.В. ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ ДЛЯ АНАЛИЗА СТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ 37

Масло С.В. ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА ABC-АНАЛИЗА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ПОСЕЩАЕМОСТИ СТУДЕНТАМИ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ 44

Кондратенко И.А., Веневитина С.С. ПРИМЕНЕНИЕ ИГРОВЫХ МОДЕЛЕЙ К РЕШЕНИЮ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ 50

Ляшко А.А., Руссиян С.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АППАРАТА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭПИДЕМИИ COVID-19 55

Голобородько Д.М., Савин А.И. ЛИНЕЙНЫЕ РЕКУРРЕНТНЫЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ 62

Деменюк А.Д., Ковалёв И.Н., Лесной В.И. ИСТЕЧЕНИЕ ЖИДКОСТИ ПРИ ПЕРЕМЕННОМ НАПОРЕ 68

Андронаки И.А., Галибина Н.А. РЕШЕНИЕ ДВУХ ЗАДАЧ ПЛАТЁЖНОГО БАЛАНСА 74

Демина Е.А., Фомина Т.А. ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ ПРИ РЕШЕНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗАДАЧ В ПРАКТИКЕ МЕНЕДЖЕРА .. 79

Мартусь И.С., Галибина Н.А. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ В ЗАДАЧАХ О РАВНОВЕСИИ 84

Рассказов Н.В., Шитов А.А. ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСВЕЛЛА 90

Родзин М.А., Чудина Е.Ю. ЗАДАЧА О ЖЕЛОБЕ 95

Уздемиров И.П., Чудина Е.Ю. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПАССАЖИРОПОТОКА 101

Babkova V.V., Zagoruiko T.I., Satsura E.I. LAND MONITORING IN THE SANITARY PROTECTION ZONE OF AN INDUSTRIAL ENTERPRISE 106
Keller O. A., Zagoruiko T. I., Satsura E. I. RECLAMATION OF THE TERRITORY OF CLOSED LANDFILLS FOR CONSTRUCTION AND HOUSEHOLD WASTE 111
Golda A.A., Zagoruiko T.I., Borodina A.V. SUBSTANTIATION OF THE NEED FOR LAND ALLOTMENT ON THE TERMS OF EASEMENTS FUNCTIONING AND MAINTENANCE OF A DRAMA THEATER IN THE DONETSK CITY .. 118
Remneva I.S., Zagoruyko T.I., Stetsenko E.P. EXPERT ASSESSMENT OF RESIDENTIAL REAL ESTATE ON THE EXAMPLE OF COTTAGE DEVELOPMENT..... 124
Titenko V.A., Zagoruiko T.I., Borodina A.V. LAND MANAGEMENT PROJECT FOR THE ALLOTMENT OF A LAND PLOT FOR THE ENTERPRISE OPERATION ON THE EXAMPLE OF TOCHMASH 132
Шатилова В.А., Спирина Н.М. МАТЕМАТИКА В АРХИТЕКТУРЕ 135
Мачула М.Е., Осипова Л.В. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ. МЕТОДЫ ИХ РЕШЕНИЯ..... 140
Жукова Е.-М.Ю., Осипова Л.В. ФОРМУЛА ТАППЕРА И ЕЕ ВОЗМОЖНОСТИ В АРХИТЕКТУРЕ 146
СЕКЦИЯ «ФИЗИКА И ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ» 151
Хархордин Е.В., Асланов П.В., Несова А.В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА СОСТОЯНИЕ КОНСТРУКЦИИ ПОДРАБАТЫВАЕМЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ МЕТОДОМ РАДАРНОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ..... 151
Куренной А.И., Николов А.Ю., Фролова С.А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ АКТИВНОСТИ В ПЕРЕОХЛАЖДЕННЫХ СПЛАВАХ СИСТЕМЫ Sn-Bi 156
Петухов Н.А., Подлесный В.Д., Сорока В.А., Тимченко В.И. СВЯЗЬ СПЕКТРОВ СВЕТОДИОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ С ОСВЕЩЕННОСТЬЮ..... 163
Нетименко М.И., Лумпиева Т.П. ЛЕКЦИОННЫЕ ДЕМОНСТРАЦИИ СВОИМИ РУКАМИ 170
Михайлов Н.В., Тараш В.Н. ПРИМЕНЕНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ..... 176
Калеушко Д.Р., Нурдинова Н.А., Бадекин М.Ю. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И ВНЕДРЕНИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ПОЛИГРАФИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО 182
Зозуля М.А., Кулагин Т.С., Ивахненко Н.Н. АНАЛИЗ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ 189
Шевченко А.Д., Покинтелица Е.А. ИЗУЧЕНИЕ СВЕТОВЫХ ЯВЛЕНИЙ ПО ФОТОГРАФИЯМ..... 192
Рябуха М.М., Покинтелица Е.А. ЗАКОНЫ КЕПЛЕРА..... 197
Туманян Р.Р., Покинтелица Е.А. ВАЖНЕЙШИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ В МИРЕ ЗВЁЗД. ЭВОЛЮЦИЯ ЗВЁЗД..... 200
Куренной А.И., Соболь О.В. АВТОМОБИЛЬНАЯ ГАЗОЗАПРАВОЧНАЯ СТАНЦИЯ (АГЗС), ГАЗОБАЛОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ 204

Слободянюк А.А., Соболь О.В. РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА И ИНФРАСТРУКТУРЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ..... 209
Елагина В.А., Покинтелица Е.А. ШУМОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ. ВЛИЯНИЕ ШУМА НА ВОСПРИЯТИЕ ИНФОРМАЦИИ 215
Бумага И.А., Соболь О.В. МЕЖДУНАРОДНАЯ БАЗА SCOPUS – КРУПНЕЙШИЙ ИНСТРУМЕНТ ОПЕРАТИВНОГО, УДОБНОГО И РЕЗУЛЬТАТИВНОГО ПОИСКА НАУЧНЫХ РАБОТ 220
Шиптенко А.С., Щебетовская Н.В. ИСКРИВЛЕНИЕ ПРОСТРАНСТВА И ВРЕМЕНИ 228
СЕКЦИЯ «ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ» 233
Пономарёва М.С., Шевченко О.Н. ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛА 233
Новичков А.Ю., Шевченко О.Н. ОТКРЫТИЯ ХИМИКОВ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ЕГИПЕТСКИХ ПИРАМИД 238
Василенко Е.А., Ташкинов Ю.А. ВОЗМОЖНОСТИ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНОЙ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ..... 243
Шиптенко А.С., Сохина С.И. ЧТО ТАКОЕ ГРАФЕН И КАК ОН МОЖЕТ ИЗМЕНИТЬ НАШУ ЖИЗНЬ 248
Саламатин Д.В., Демяненко И.В. ГОТОВНОСТЬ БУДУЩЕГО ИНЖЕНЕРА-СТРОИТЕЛЯ К ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ЗАДАЧАМ 253
Болбат В.В., Шевченко О.Н. БИОТОПЛИВО 258
Поветкина А.А., Муконина Е.В. ОКРАСКА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ БЕТОНА И ГИПСА В ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ 262
Гаевой Д.Д., Шевченко О.Н. ДАРМОВАЯ ЭНЕРГИЯ 265
Круть Т.Э., Муконина Е.В. ТАЯНИЕ ЛЕДНИКОВ КАК ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА 269
Осташко Б.И., Демяненко И.В. ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВО ВРЕМЯ ПРЕПОДАВАНИЯ ХИМИИ 274

СЕКЦИЯ «ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА»

УДК 517.922

Злобин С.М.,
студ. группы АХ2-201-ОБ, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ»
Руководитель: к.ф.-м.н., доцент Сапронов И.В.,
заведующий кафедрой математики,
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ»

ОБ ОДНОМ КЛАССЕ РЕШЕНИЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ В БАНАХОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Аннотация. При рассмотрении некоторых вопросов математического моделирования механизмов и систем возникают задачи, требующие решения дифференциальных уравнений в некоторых банаховых пространствах с весом. Это связано с расширяющимся объемом приложений в настоящее время, поэтому данная тематика остается актуальной и представляет большой интерес.

Ключевые слова: нормированное пространство с весом, операторный пучок, матричное уравнение, ограниченные в норме функции.

Рассматривается дифференциальное уравнение вида

$$C_0 x^{2q}\left[\frac{1}{x^q}[x^q\vartheta]'\right] + C_1 x^q\left[\frac{1}{x^q}[x^q\vartheta]\right] + C_2\int_0^x [x^q\vartheta]dx = 0 \qquad (1)$$

в $M_{q,\upsilon}^{2,-q}$, где операторы C_0, C_1 и C_2 имеет вид

$$C_0 = \begin{pmatrix}1 & 1\\ 0 & 1\end{pmatrix},\ \ C_1 = \begin{pmatrix}1 & 1\\ 2 & 0\end{pmatrix},\ \ C_2 = \begin{pmatrix}-1 & -1\\ -1 & 0\end{pmatrix}.$$

Введем операторный пучок

$$B(\upsilon) = -C_0\upsilon + C_1 - \frac{1}{\upsilon}C_2. \qquad (2)$$

Нетрудно убедиться, что характеристическому числу $\upsilon = -1$, соответствует собственный вектор $e_0 = (1,-1)^T$ и присоединенный вектор $e_1 = (1,-1)^T$. Это означает, что

$$B(-1)e_0 = 0;$$

$$B'(-1)e_0 + B(-1)e_1 = 0;$$

или

$$(C_0 + C_1 + C_2)e_0 = 0;$$

$$(-C_0 + C_2)e_0 + (C_0 + C_1 + C_2)e_1 = 0;$$

или

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} e_0 = 0, \text{ следовательно } e_0 = (1, -1)^T.$$

$$\begin{pmatrix} -2 & -2 \\ -1 & -1 \end{pmatrix} e_0 + \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} e_1 = 0, \text{ значит } e_1 = (1, -1)^T.$$

1. Решение уравнения (1) будем искать в виде

$$\vartheta_1(x) = \frac{1}{x^q} e^{-\int_x^\delta \frac{dt}{t^q}} e_0. \tag{3}$$

Подставляя (3) в (1), получаем

$$C_0 x^{2q} \left[\frac{1}{x^q} \left[q x^{q-1} \frac{1}{x^q} e^{-\int_x^\delta \frac{dt}{t^q}} e_0 + x^q \left\{ -q x^{-q-1} e^{-\int \frac{dt}{t^q}} e_0 + \frac{1}{x^{2q}} e^{-\int \frac{dt}{t^q}} e_0 \right\} \right] \right] +$$

$$+ C_1 x^q \frac{1}{x^q} e^{-\int_x^\delta \frac{dt}{t^q}} e_0 + C_2 e^{-\int_x^\delta \frac{dt}{t^q}} e_0 = e^{-\int_x^\delta \frac{dt}{t^q}} e_0 [C_0 + C_1 + C_2] e_0 = 0.$$

Следовательно, (3) является решением уравнения (1).

2. Решение уравнения (1) будем искать в виде

$$\vartheta_2(x) = \frac{1}{x^q} e^{-\int_x^\delta \frac{dt}{t^q}} \left[e_1 + e_0 \int_x^\delta \frac{dt}{t^q} \right]. \tag{4}$$

Подставляя (4) в (1), получаем

$$C_0 q x^{q-1} e^{-\int_x^\delta \frac{dt}{t^q}} \left[e_1 + e_0 \int_x^\delta \frac{dt}{t^q} \right] - C_0 q x^{q-1} e^{-\int_x^\delta \frac{dt}{t^q}} \left[e_1 + e_0 \int_x^\delta \frac{dt}{t^q} \right] +$$

$$+ C_0 e^{-\int \frac{dt}{t^q}} \left[e_1 + e_0 \int_x^\delta \frac{dt}{t^q} \right] - C_0 e^{-\int \frac{dt}{t^q}} e_0 + C_1 e^{-\int_x^\delta \frac{dt}{t^q}} \left[e_1 + e_0 \int_x^\delta \frac{dt}{t^q} \right] +$$

$$+C_2\left(e^{-\int_x^{\delta}\frac{dt}{t^q}}e_1+e^{-\int_x^{\delta}\frac{dt}{t^q}}\int_x^{\delta}\frac{dt}{t^q}e_0+e^{-\int_x^{\delta}\frac{dt}{t^q}}e_0\right)=$$

$$=e^{-\int\frac{dt}{t^q}}(C_0+C_1+C_2)e_0+e^{-\int\frac{dt}{t^q}}[(C_0+C_1+C_2)e_1+(-C_0+C_2)e_0]=0.$$

Следовательно, $\vartheta_2(x)$ является решением уравнения (1).

Литература

1. Sato T. Sur l´equation integrale // J. Math. Soc. Japan. 1953. V. 5. № 2. – P. 145-153.

2. Takesada T. On the singular point of integral equations of Volterra type // J. Math. Soc. Japan. 1955. V. 7. № 2. – P. 123-136.

3. Панов Л.И. Об интегральных уравнениях с ядрами, имеющими неинтегрируемую особенность произвольного порядка // ДАН Тадж. ССР. 1967. – Т. 10. № 6. – С. 3-7.

4. Магницкий Н.А. О существовании многопараметрических семейств решений интегрального уравнения Вольтерра I-го рода // ДАН СССР. 1977. Т. 235. № 4. – С. 772-774.

5. Магницкий Н.А. Многопараметрические семейства решений интегральных уравнений Вольтерра // ДАН СССР. 1978. – Т. 240. № 2. – С. 268-271.

6. Магницкий Н.А. Линейные интегральные уравнения Вольтерра I и III рода // Журнал выч. мат. и мат. физ. 1979. – Т. 19. № 4. – С. 970-988.

7. Крейн С.Г., Сапронов И.В. О полноте системы решений интегрального уравнения Вольтерра с особенностью //Докл. РАН. 1997. – Т. 355. № 4. – С. 450-452.

8. Крейн С.Г., Сапронов И.В. Об интегральных уравнениях Вольтерра с особенностями // УМН. 1995. – Т. 50. Вып. 4. – С. 140.

9. Krein S.G. Singular integral Volterra equations // Abstracts. International Congress of Mathematics. Zurich. 3-11 August. 1994. – P. 125.

10. Krein S.G., Sapronov I.V. One class of solutions of Volterra equation with regular singularity // Укр. мат. ж. 1997. – Т. 49. № 3. – С. 424-432.

Злобин Сергей Михайлович, студент группы АХ2-201-ОБ, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», 394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8.

Научный руководитель:

Сапронов Иван Васильевич, кандидат физико-математических наук, доцент; заведующий кафедрой математики, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», 394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8.

e-mail: vglta311@mail.ru.

УДК 517.925, 517.927, 517.98

Ельцына Т.В.,
студ. группы ЭП2-201-ОБ, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова»
Руководитель: к.ф.-м.н. Усков В.И.,
ст. преподаватель кафедры математики
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова»

РАЗРЕШЕНИЕ ОДНОЙ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА

Аннотация. В настоящей работе исследуется система дифференциальных уравнений второго порядка с краевыми условиями на искомую функцию. Задача сводится к уравнению с необратимым оператором, действующим в банаховом пространстве. Этот оператор обладает свойством иметь 0 нормальным собственным числом. За счет него уравнение расщепляется на уравнения в подпространствах. Тем самым, исходная система заменяется равносильной системой алгебро-интегральных уравнений. Определены условия, при которых решение уравнения существует.

Ключевые слова: дифференциальное уравнение, второй порядок, 0-нормальное собственное число, равносильная замена, решение.

Введение. Исследуется задача для системы дифференциальных уравнений второго порядка:

$$\frac{d^2u_1}{dx^2} - \gamma^2 u_1(x) + 2\alpha\frac{du_2}{dx} = f_1(u_1(x), u_2(x)), \tag{1}$$

$$2\beta\frac{du_1}{dx} + \frac{d^2u_2}{dx^2} - \gamma^2 u_2(x) = f_2(u_1(x), u_2(x)), \tag{2}$$

$$u_1(0) = u_1(2\pi/\gamma),\ \ u_2(0) = u_2(2\pi/\gamma), \tag{3}$$

где $f_1(\xi,\eta)$, $f_2(\xi,\eta)$ – линейные, дважды непрерывно дифференцируемые функции по совокупности переменных, α,β – заданные постоянные, $\gamma > 0$, $\gamma^2 = -\alpha\beta > 0$, $x \in \mathbb{X} = [0; 2\pi/\gamma]$.

Уравнениями и системами дифференциальных уравнений второго порядка описывается работа схемы электронного триода с обратной связью [1] (уравнение Рэлея), считывание информации с диска [2, стр. 172] и т.д.

В настоящей работе система сводится к операторному уравнению вида $A^2u(x) = f(x)$ с вырожденным оператором при искомой функции $u(x)$. Оператор A обладает свойством иметь 0 нормальным собственным числом (далее, 0-NEV). Благодаря этому свойству, система разрешается относительно $u(x)$; получены условия существования решения.

1. Решение линейного уравнения с квадратом вырожденного оператора. Рассматривается уравнение

$$A^2v = w, \tag{4}$$

где A – линейный оператор: $E \to E$, где E – банахово пространство. Оператор A обладает свойством 0-NEV [3], v – искомый элемент из $E \cap \operatorname{dom} A^2$, w – заданный элемент из E.

Рассматривается случай: $\dim \operatorname{Ker} A = 2$, элементы e_1, e_2 ядра оператора A не имеют присоединенных элементов, т.е. корневое подпространство $N = \operatorname{Ker} A$. Обозначим P – проектор на N, Q – проектор на инвариантное подпространство M, дополнительное к N. Базис в N ортонормируется введением скалярного произведения

$$< \begin{pmatrix} v_1(x) \\ v_2(x) \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} w_1(x) \\ w_2(x) \end{pmatrix} >= v_1(x)w_1(x) + \frac{\alpha^2}{\gamma^2} v_2(x)w_2(x).$$

Обозначим $\tilde{A}$ сужение оператора A на $M \cap \operatorname{dom} A^2$. Вводится полуобратный оператор H: $M \to M \cap \operatorname{dom} A^2$ формулой

$$H = \left(\tilde{A}^{-1}\right)^2 Q. \tag{5}$$

Применение свойства 0-NEV влечет следующее утверждение.

Лемма 1. Уравнение (1) равносильно системе

$$v = Hw + z, \ \ \forall z \in \operatorname{Ker} A,$$

$$< Pw, e_j >= 0, \;\; j = 1,2. \tag{6}$$

Замечание 1. Равенства (6) – это условие разрешимости, корректности уравнения (4).

2. О квадрате матрично-дифференциального оператора. Рассматривается линейный оператор

$$A = \mathbb{A} = \begin{pmatrix} \dfrac{d}{dx} & \alpha \\ \beta & \dfrac{d}{dx} \end{pmatrix}$$

с областью определения

$$\operatorname{dom} A = \left\{ y(x) = \begin{pmatrix} y_1(x) \\ y_2(x) \end{pmatrix} : y_i(x) \in C^1(\mathbb{X}), y_i(0) = y_i\left(\frac{2\pi}{\gamma}\right), i = 1,2 \right\},$$

действующий в банаховом пространстве

$$E = \left\{ y(x) = \begin{pmatrix} y_1(x) \\ y_2(x) \end{pmatrix} : y_i(x) \in C(\mathbb{X}), \qquad i = 1,2 \right\}.$$

Этот оператор исследован в работе [4]: установлено, что он обладает свойством 0-NEV; при этом доказано следующее утверждение.

Лемма 2. *Элементы ядра оператора* $\mathbb{A}$ *не имеют присоединенных элементов.*

Вычисления показывают следующее. Квадрат оператора $\mathbb{A}$ равен

$$\mathbb{A}^2 = \begin{pmatrix} \dfrac{d^2}{dx^2} - \gamma^2 & 2\alpha \dfrac{d}{dx} \\ 2\beta \dfrac{d}{dx} & \dfrac{d^2}{dx^2} - \gamma^2 \end{pmatrix}, \tag{7}$$

причем

$$\operatorname{dom} \mathbb{A}^2 = \left\{ y(x) = \begin{pmatrix} y_1(x) \\ y_2(x) \end{pmatrix} : y_i(x) \in C^2(\mathbb{X}), y_i(0) = y_i\left(\frac{2\pi}{\gamma}\right), i = 1,2 \right\}.$$

Применив лемму 2 и формулу (5), получим оператор

$$H = \begin{pmatrix} H_{11} & H_{12} \\ H_{21} & H_{22} \end{pmatrix},$$

с элементами

$$H_{11}(x) = J_1(x) - \frac{\gamma}{2\pi} J_2(x), \qquad H_{12}(x) = \frac{\gamma}{\beta} J_3(x) + \frac{\alpha}{2\pi} J_4(x), \tag{8}$$

$$H_{21}(x) = \frac{\beta}{\alpha} H_{12}(x), \qquad H_{22}(x) = H_{11}(x),$$

где

$$J_1(x) = \int_x^{\frac{2\pi}{\gamma}} \int_s^{\frac{2\pi}{\gamma}} (\cdot)\cos(\gamma(x - s_1))ds_1 ds\,, J_2(x) = \int_0^{\frac{2\pi}{\gamma}} \int_s^{\frac{2\pi}{\gamma}} (\cdot)\cos(\gamma(x - s_1))s ds_1 ds,$$

$$J_3(x) = \int_x^{\frac{2\pi}{\gamma}} \int_s^{\frac{2\pi}{\gamma}} (\cdot)\sin(\gamma(x - s_1))ds_1 ds\,, J_4(x) = \int_0^{\frac{2\pi}{\gamma}} \int_s^{\frac{2\pi}{\gamma}} (\cdot)\sin(\gamma(x - s_1))s ds_1 ds.$$

3. Разрешение системы (1)-(3). Далее, исследуется задача (1)-(3), где $f_1(\xi, \eta)$, $f_2(\xi, \eta)$ – линейные, дважды непрерывно дифференцируемые функции по совокупности переменных, α, β – заданные постоянные, $\gamma > 0$,

$$\gamma^2 = -\alpha\beta > 0, x \in \mathbb{X}.$$

Под решением системы (1)-(3) подразумеваются функции $u_1(x)$, $u_2(x)$, дважды непрерывно дифференцируемые на $x \in \mathbb{X}$ и удовлетворяющие (1)-(3) при каждом $x \in \mathbb{X}$.

Задача (1)-(3) – это задача вида

$$A^2 u(x) = f(u_1(x), u_2(x)) = f(x), \qquad u(0) = u(2\pi/\gamma)$$

с оператором $A^2 = \mathbb{A}^2$, определяемым формулой (7), искомой вектор-функцией $u(x) = (u_1(x); u_2(x))^T$ и заданной вектор-функцией $f(x) = (f_1(x); f_2(x))^T$.

Применив лемму 1, где условия (6) – это равенства (после умножения на 2π)

$$\begin{aligned} &\int_0^{2\pi/\gamma} (\gamma f_1(s)\cos(\gamma s) + \alpha f_2(s)\sin(\gamma s))ds = 0, \\ &\int_0^{2\pi/\gamma} (\gamma f_1(s)\sin(\gamma s) - \alpha f_2(s)\cos(\gamma s))ds = 0, \end{aligned} \tag{9}$$

получим следующий результат.

Теорема. Решение задачи (1)-(3) существует при выполнении условий (9). Она равносильна системе

$$u_1(x) = \sum_{i=1}^{2} H_{1i}(x) f_i(u_1, u_2) + c_1(x)\cos(\gamma x) + c_2(x)\sin(\gamma x),$$

$$u_2(x) = \sum_{i=1}^{2} H_{2i}(x) f_i(u_1, u_2) + \frac{\gamma}{\alpha} c_1(x)\sin(\gamma x) - \frac{\gamma}{\alpha} c_2(x)\cos(\gamma x),$$

где операторы $H_{ij}(x)$ определяются по формулам (8), $c_1(x), c_2(x)$ – произвольные дважды непрерывно дифференцируемые функции на $\mathbb{X}$.

Литература

1. Стокер Дж. Нелинейные колебания в механических и электрических схемах. – Москва: Изд-во иностр. литературы, 1952. – 264 с.

2. Дорф. Р., Бишоп Р. Современные системы управления. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. – 832 с.

3. Гохберг И.Ц., Крейн М.Г. Введение в теорию линейных несамосопряженных операторов. – М.: Наука, 1965. – 448 с.

4. Зубова С.П. О свойствах вырожденности некоторого матричного дифференциального оператора и их применение // С.П. Зубова, Е.В. Раецкая, В.И. Усков. – Проблемы математического анализа. – 2021. – В печати.

Ельцына Татьяна Владимировна, студентка группы ЭП2-201-ОБ, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», 394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8.

Научный руководитель:

Усков Владимир Игоревич, кандидат физико-математических наук, старший преподаватель кафедры математики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», 394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8.

e-mail: vum1@yandex.ru.

УДК 622.14, 681.332

Андрющенко А.П., Омилаева Ю.Р.,
студ. группы ПИнф-19у, ГОУ ВПО «ДонАУиГС»
Руководитель: к.т.н., доцент Прокопенко Е.В.,
доцент кафедры прикладной математики,
ГОУ ВПО «ДонНТУ»,

ПРИМЕНЕНИЕ ПАКЕТА DEDUCTOR ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ МЕТОДИКИ ПРЕДСКАЗАТЕЛЬНОЙ АНАЛИТИКИ

Аннотация. Рассмотрены возможности применения аналитического пакета Deductor для изучения методики предсказательной аналитики.

Данная методика основана на применении нейросетей как универсальных аппроксиматоров, которые позволяют строить сложные нелинейные регрессионные модели типа «черный ящик».

Ключевые слова: предсказательная аналитика, пакет DEDUCTOR, нейронная сеть.

Постановка проблемы. Предсказательная аналитика (также называемая прогнозной или предиктивной) – комплекс методов и алгоритмов, использующихся в статистическом анализе данных. Основная задача, решаемая предсказательной аналитикой – прогнозирование последующего поведения определенных объектов и субъектов с целью решения задач принятия оптимального решения. В процессе обработки и статистического анализа данных выделяются факторы, которые приводят к получению новой (спрогнозированной) информации. Предсказательная аналитика – совокупность методов статистического анализа, которые разрабатываются для извлечения новой информации из текущих и исторических данных. Полученная информация используется для прогнозирования бизнес-процессов, тенденций и моделей

поведения, благодаря чему компания может заранее узнать о будущих событиях и на основе этих знаний скорректировать бизнес-стратегию. В основе предсказательной аналитики лежит автоматический поиск связей, аномалий и закономерностей между различными факторами. Для формирования прогнозной модели используется большой набор статистических методов моделирования, интеллектуальный анализ данных, машинное обучение, нейронные сети и другие механизмы. Предсказательный анализ незаменим, когда компании необходимо обнаружить неочевидные закономерности, произвести сегментацию товаров или клиентов в маркетинговых целях, построить прогноз продаж или изменений клиентской базы.

В данной статье на примере конкретной задачи создание модели для оценки стоимости недвижимости рассматривается прогнозирование с помощью нейронной сети. Особенностью процесса оценки стоимости объекта имущества является его рыночный характер. Это означает, что процесс оценки объекта не ограничивается учетом одних только затрат на создание или приобретение оцениваемого объекта собственности - необходим учет совокупности рыночных факторов, экономических особенностей оцениваемого объекта, а также макроэкономического и микроэкономического окружения. Кроме того, рынок недвижимости очень динамичный, поэтому требуется периодическая переоценка объектов собственности.

Рассмотрим данный механизм предсказательной аналитики на примере таблицы продаж стоимости квартир на вторичном рынке жилья города Донецка в нескольких районах города.

Каждая квартира характеризуется следующими свойствами:

- Количество комнат (1-3);
- Признак этажности (первый/последний или нет);
- Площадь общая, м^2;
- Площадь жилая, м^2;
- Площадь кухни, м^2;
- Наличие агентства – продается объект напрямую или через агентство;

- Состояние квартиры – экспертная оценка по шкале от 2 до 5 (2 – нуждается в ремонте, 5 – отличное состояние квартиры);
- Тип планировки;
- Район – географическая принадлежность.

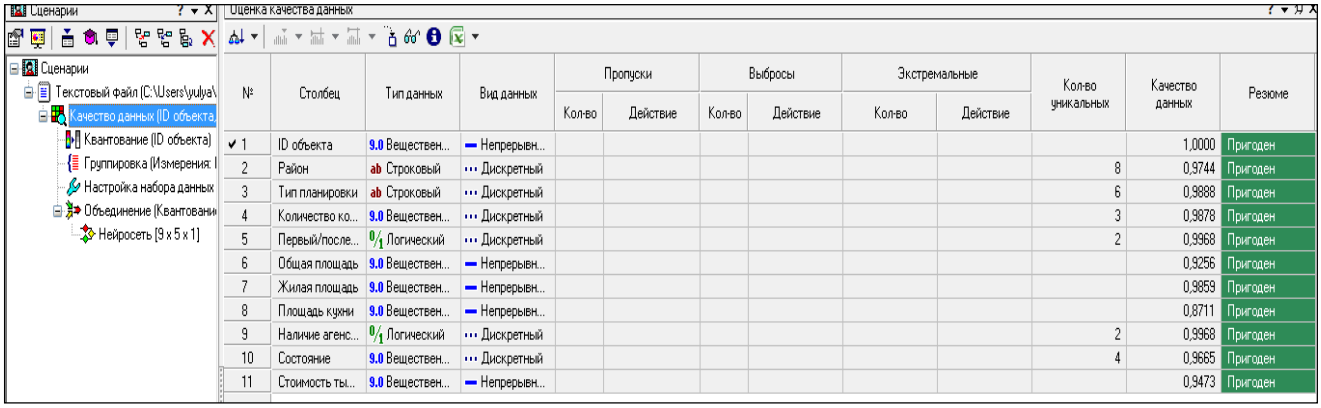
Результирующий признак – стоимость квартиры в тыс. рублей.

На рис. 1 показана таблица исходных данных, сформированная в среде ECEL.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	ID объекта	Район	Тип планировки	Количество комнат	Первый/последний	Общая площадь	Жилая площадь	Площадь кухни	Наличие агенства	Состояние	Стоимость т.руб
2	1	Киевский	Студия	3	True	70	45	7	True	4	1564
3	2	Куйбышевский	Гостинка	1	False	66	40	7	False	5	1446
4	3	Петровский	Малосемейка	2	True	60	35	6	True	2	5155
5	4	Кировский	Свободная планировка	2	False	32	20	12	False	4	5166
6	5	Пролетарский	Смежные комнаты	3	True	60	30	14	True	2	1467
7	6	Ленинский	Изолированные комнаты	2	False	64	33	7	False	3	7623
8	7	Ворошиловский	Малосемейка	2	True	40	28	8	True	4	4632
9	8	Калининский	Смежные комнаты	4	False	50	35	9	False	2	5655
10	9	Кировский	Студия	1	True	55	38	5	True	3	4315
11	10	Куйбышевский	Изолированные комнаты	4	False	53	40	10	False	4	3554
12	11	Ленинский	Гостинка	1	True	61	47	7	True	1	2354
13	12	Киевский	Смежные комнаты	3	False	64	49	6	False	2	6541
14	13	Калининский	Малосемейка	2	True	63	50	8	True	4	2466
15	14	Петровский	Гостинка	1	False	44	20	9	False	3	6211
16	15	Кировский	Свободная планировка	3	True	48	20	10	True	5	3654

Рис. 1. Исходное условие задачи

Для оценки качества нейросетевой модели можно использовать прием перекрестной проверки (cross-validation). Перекрёстная проверка - метод оценки аналитической модели и её поведения на независимых данных. При оценке модели имеющиеся в наличии данные разбиваются на k частей. Затем на k–1 частях данных производится обучение модели, а оставшаяся часть данных используется для тестирования. В результате получается оценка эффективности выбранной модели с наиболее равномерным использованием имеющихся данных. Пример такой оценки показан на рис. 2.



№	Столбец	Тип данных	Вид данных	Пропуски		Выбросы		Экстремальные		Кол-во уникальных	Качество данных	Резюме
				Кол-во	Действие	Кол-во	Действие	Кол-во	Действие			
✔ 1	ID объекта	9.0 Веществен...	Непрерывн...								1,0000	Пригоден
2	Район	ab Строковый	Дискретный							8	0,9744	Пригоден
3	Тип планировки	ab Строковый	Дискретный							6	0,9888	Пригоден
4	Количество ко...	9.0 Веществен...	Дискретный							3	0,9878	Пригоден
5	Первый/после...	0/1 Логический	Дискретный							2	0,9968	Пригоден
6	Общая площадь	9.0 Веществен...	Непрерывн...								0,9256	Пригоден
7	Жилая площадь	9.0 Веществен...	Непрерывн...								0,9859	Пригоден
8	Площадь кухни	9.0 Веществен...	Непрерывн...								0,8711	Пригоден
9	Наличие агенс...	0/1 Логический	Дискретный							2	0,9968	Пригоден
10	Состояние	9.0 Веществен...	Дискретный							4	0,9665	Пригоден
11	Стоимость ты...	9.0 Веществен...	Непрерывн...								0,9473	Пригоден

Рис. 2. Перекрестная проверка модели

Для определения ошибки принято делать десятиблочную перекрестную проверку. Данные случайным образом разделяются на 10 блоков, в каждом из которых классы наблюдений представлены приблизительно так же, как и в исходном множестве. Затем модель обучается на 9/10 данных и тестируется на оставшейся 1/10 части. Полученные 10 значений ошибки усредняются, и результат рассматривается как общая ошибка модели. Для того, чтобы заложить эту логику в сценарий необходимо разделить выборку на 10 примерно равных частей. Это делается при помощи нескольких узлов: «Квантование», «Группировка», «Настройка набора данных», «Слияние с узлом». Все этапы построения показаны на рис. 3 в виде сценария.

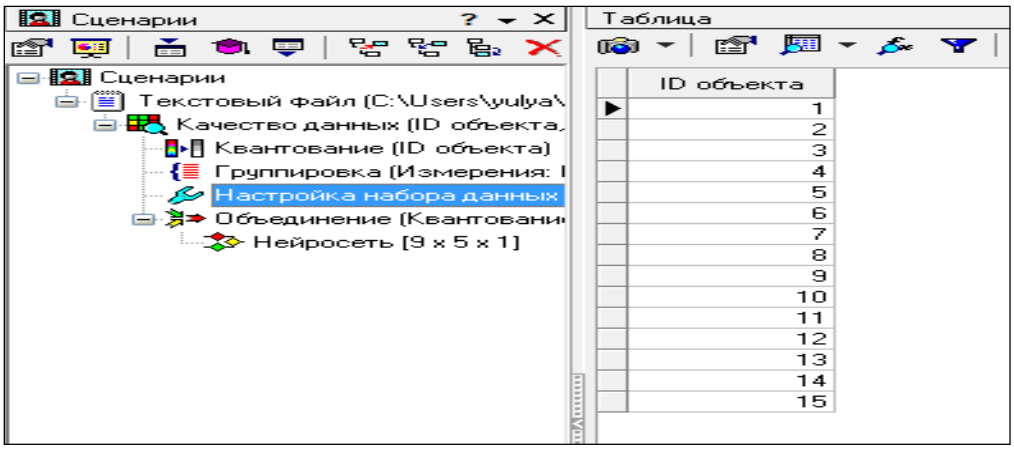


Рис. 3. Фрагмент сценария для определения ошибок

Теперь все готово к построению модели нейросети.

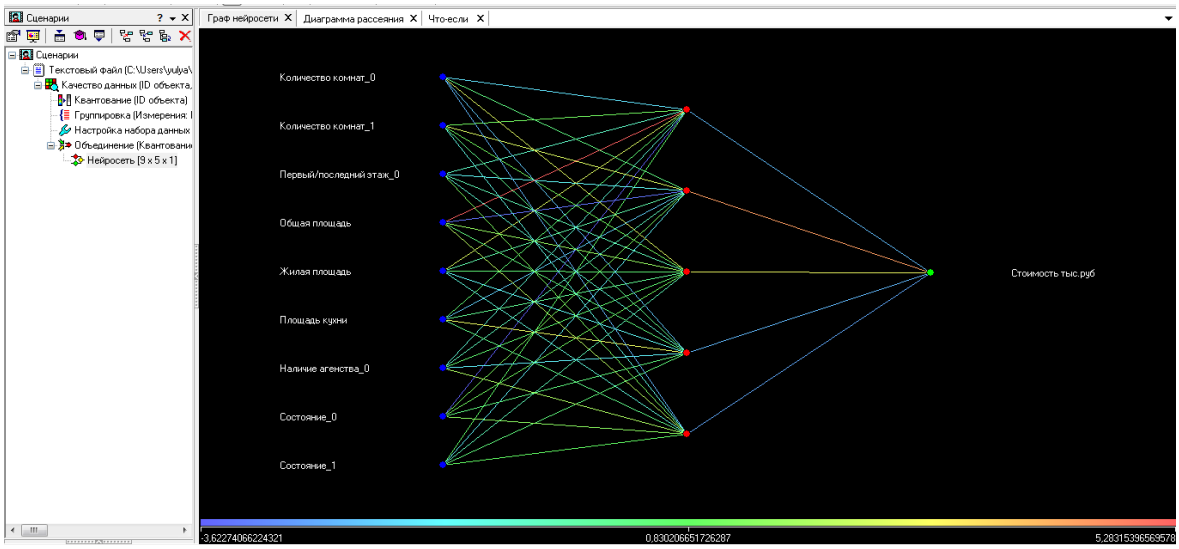


Рис. 4. Построение нейросети со всеми ее нейронами и синаптичекими связями

Диаграмма рассеяния показывает качество регрессионной модели. Большая масса точек сосредоточена вблизи линии идеальных значений, поэтому можно сказать, что модель обучилась хорошо. Таким образом строятся нейросетевые модели для каждого из 10 блоков. В результате, на основе лучшей модели, прогнозируется стоимость конкретного объекта недвижимости и выводится сценарий по прогнозу нейронной сети. На рис. 5 показан фрагмент окончательного сценария прогноза.

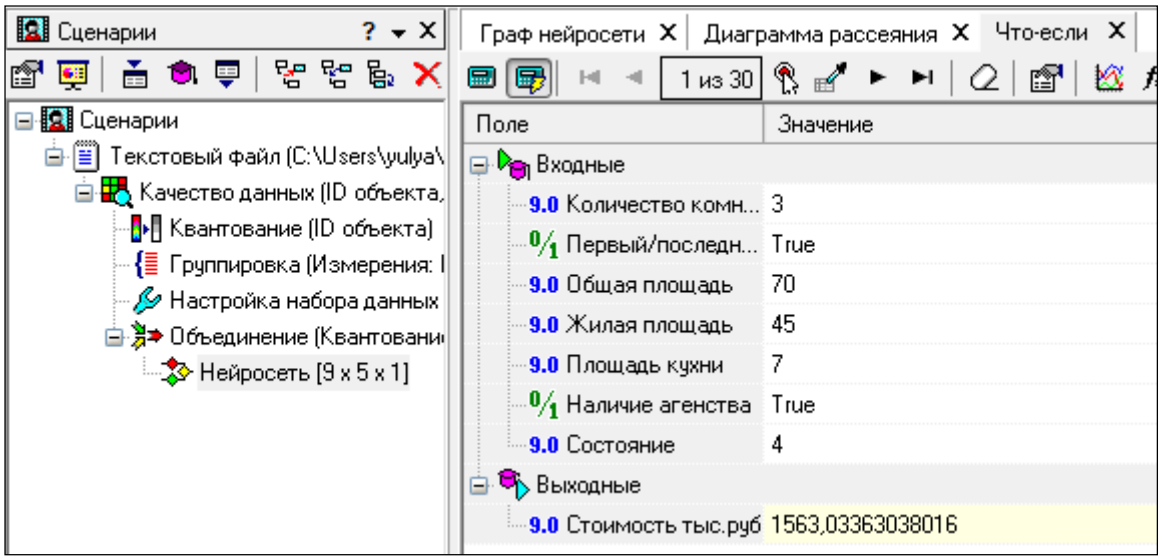


Рис. 5. Прогноз нейронной сети по недвижимости

Выводы. Применение в учебном процессе аналитической платформы DEDUCTOR значительно повысит не только качество преподавания дисциплины, но и качество работы студентов при выполнении индивидуальных заданий.

Литература

1. Просветов Г.И. (МГУ им. М.В. Ломоносова). Дерево решений [Электронный ресурс] / Г.И. Просветов. – СПб, 2008. – Режим доступа: http://www.elitarium.ru/2008/04/09/derevo_reshenijj.html (дата обращения: 11.04.2021).

2. Деревянко В.А. Поиск ассоциативных правил при интеллектуальном анализе данных [Электрон. ресурс] / В.А. Деревянко. – 2009. – Режим доступа:

http://www.rammus.ru/products/arda/article_lam_translatio (дата обращения: 11.04.2021).

3. Хлебникова А.И. Лабораторный практикум на тему «Базовые подходы использования аналитических систем на примере Deductor Studio Academic» по дисциплинам «Анализ данных», «Экономико-математические модели и методы» // А.И. Хлебникова, Т.М. Катаева, А.В. Катаев. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2014. – 36 с.

Андрющенко Анна Петровна, студентка группы ПИнф-19у, ГОУ ВПО «Донецкая академия управления и государственной службы при Главе Донецкой Народной Республики», 83015, ДНР, г. Донецк, ул. Челюскинцев, 163а.

Омилаева Юлия Руслановна, студентка группы ПИнф-19у, ГОУ ВПО «Донецкая академия управления и государственной службы при Главе Донецкой Народной Республики», 83015, ДНР, г. Донецк, ул. Челюскинцев, 163а.

Научный руководитель:

Прокопенко Елена Васильевна, кандидат технических наук, доцент; доцент кафедры прикладной математики, ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», 83001, г. Донецк, ул. Артема, 58.

e-mail: prokopenko1515@rambler.ru.

УДК 624.13

Чураков И.П.,
студ. группы Мс-20, ГОУВПО «ДОННТУ»
Руководитель: к.т.н., доцент Руссиян С.А.,
доцент кафедры высшей математики,
ГОУВПО «ДонНТУ»

РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНОГО УГЛА НАКЛОНА БОРТА КАРЬЕРА

Аннотация. Представлена математическая модель вычисления оптимального угла наклона борта карьера и выполнен расчёт его устойчивости.

Ключевые слова: предупреждение оползней на карьерах, устойчивость борта карьера, оптимальный угол откоса отступа.

Введение. Математика – универсальный язык для описания процессов и явлений различной природы, без владения которым невозможно решать современные инженерные задачи, в том числе и в горном деле. С позиций этого подхода качество математической подготовки будущего инженера характеризуется его математической компетентностью как комплексом усвоенных математических знаний и методов математической деятельности.

Маркшейдерское дело (маркшейдерия) – отрасль горной науки и техники, занимающаяся измерениями на поверхности и в недрах Земли при разведке и эксплуатации месторождений полезных ископаемых и строительстве горных предприятий. Маркшейдерское дело как инженерная дисциплина в своем развитии широко аккумулирует положения таких фундаментальных наук, как математика, физика, механика, и т. д.

Маркшейдер – это специалист, работающий в сфере разведки месторождений и добычи полезных ископаемых, а также в строительстве. Он проводит пространственный и геометрический анализ подземных грунтов, а

затем на их основе готовит подробные планы и карты для дальнейшего освоения или строительства подземных сооружений. Именно от точности расчетов маркшейдера, как правило, зависит скорость и качество работы проходчиков и строителей [1].

Одним из примеров применения математики в маркшейдерском деле является расчет устойчивости борта карьера.

Постановка задачи. Выполнить расчёт устойчивости борта карьера.

Результаты. Одной из основных мер предупреждения оползней на карьерах является соблюдение в процессе горных работ устойчивости бортов карьера (разреза). Устойчивость борта зависит от угла наклона борта α. Существует несколько методов такого расчета в зависимости от степени изученности учитываемых факторов: сцепления и угла внутреннего трения пород по наиболее слабым поверхностям, способности пород к набуханию, гигроскопического и гидродинамического давления и т. д.

В простейшем методе расчета принимаются во внимание сцепление, угол внутреннего трения и плотность (объемный вес) породы. Этот метод включает два этапа: построение поверхности скольжения и определение устойчивости откоса [2].

1. Строится вертикальный разрез откоса борта разреза – контур *ABDE* (рис. 1). Примем следующие исходные данные: H = 354 м; $\alpha = 36^0$; коэффициент обводнения k = 0,4; γ = 2,1 *т/м*^{3}; $C = 18$ *т/м*^{2}; $\varphi = 26^0$; k_1 = 0,2; k_2 = 0,5.

2. Рассчитывается высота вертикальной трещины отрыва

$$H_{90} = \frac{2C}{\gamma} ctg\left(45^0 - \frac{\varphi}{2}\right). \qquad (1)$$

3. Параллельно линии *DE* на расстоянии H_{90} проводится линия *KF*, а из точки *D* на линию *KF* опускается перпендикуляр *DK*.

4. От точки *D* откладывается *a* – ширина призмы возможного обрушения откоса уступа.

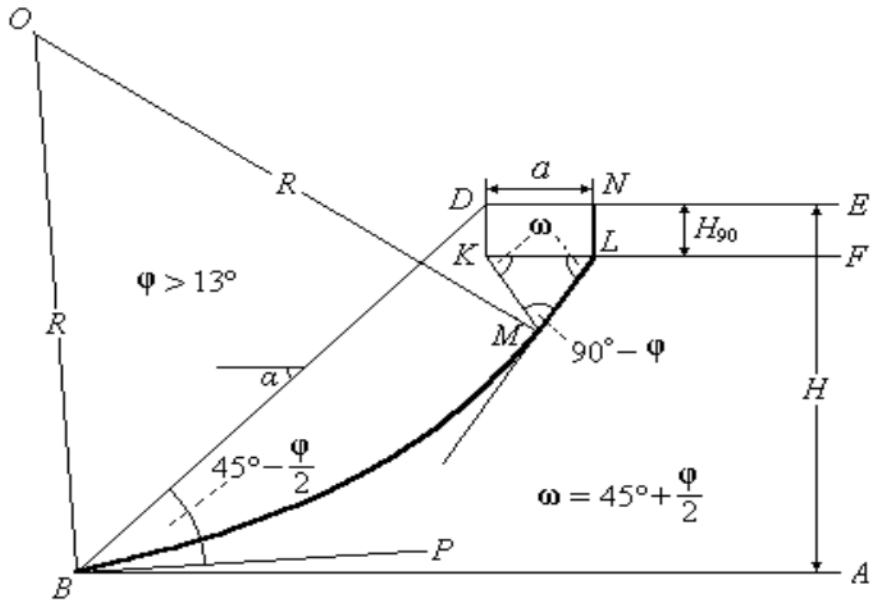


Рис. 1. Вертикальный разрез откоса борта разреза (обозначения: H – высота уступа, α – угол откоса уступа, φ – угол внутреннего трения породы)

Согласно [2] определяем значение отношения $\left(\frac{a}{H}\right)$, соответствующее углу внутреннего трения $\varphi = 26^0; \alpha = 36^0$:

$$\left(\frac{a}{H}\right)_{k=0,2} = 0,092\,; \left(\frac{a}{H}\right)_{k=0,5} = 0,067\,.$$

Вычисляем среднее значение комплекса $\left(\frac{a}{H}\right)$, соответствующее исходному коэффициенту обводнения k = 0,4:

$$\left(\frac{a}{H}\right)_{k=0,4} = \left(\frac{a}{H}\right)_{k=0,5} + \frac{\left(\frac{a}{H}\right)_{k=0,5} - \left(\frac{a}{H}\right)_{k=0,2}}{k_2 - k_1}\left(k - k_2\right) = 0,067 + \frac{0,067 - 0,092}{0,5 - 0,2}(0,4 - 0,5) =$$

$$= 0,075.$$

Ширина призмы возможного обрушения составит

$$a = H\left(\frac{a}{H}\right)_{k=0,4} = 354 \cdot 0,075 \approx 26,7\,м.$$

5. Из точки *N* опускается перпендикуляр на линию *KF*. Из *K* на прямой *KF* и из точки *L* на той же прямой во встречных направлениях под углом $45^0 + \frac{\varphi}{2}$ к линии *KF* проводятся линии *KM* и *LM* до пересечения в точке *M*.

6. Из нижней точки откоса *B* под углом $45^0 + \frac{\varphi}{2}$ к линии откоса проводится линия *BP*.

7. В точках *B* и *M* к линиям *BP* и *LM* соответственно восстанавливаются перпендикуляры до пересечения в точке *O*, являющейся центром окружности.

8. Построив дугу окружностью радиусом *R* = *OB* = *OM* между точками *B* и *M*, получаем вертикальный след поверхности скольжения *NLMB*.

Объем пород, ограниченный поверхностью скольжения и поверхностью откоса, т.е. объем пород в контуре *BDNLMB*, называется призмой возможного обрушения:

$$\left(\frac{a}{H}\right)_{k=0,2} = 0,092$$

Для определения устойчивости борта карьера с заданным коэффициентом запаса полученный контур призмы обрушения изображается отдельно (рис. 2).

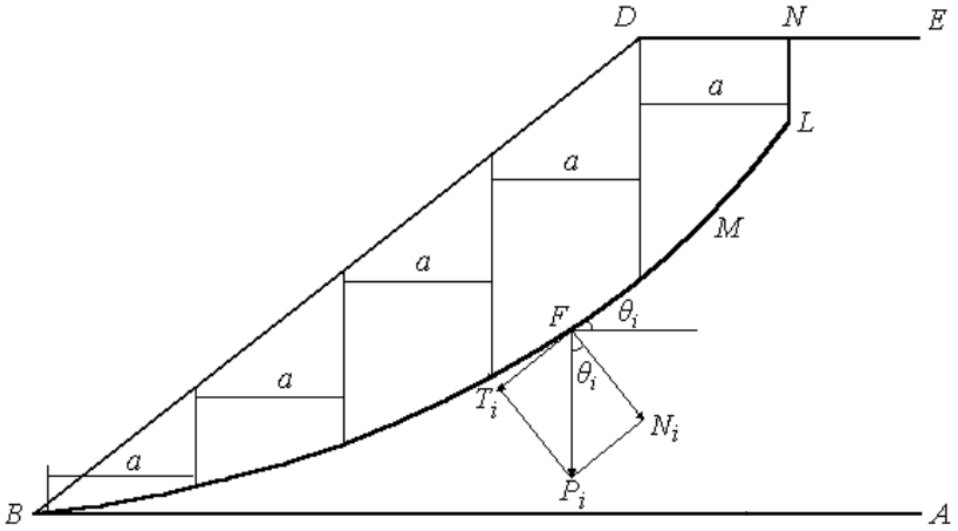


Рис. 2. Контур призмы обрушения

Призма обрушения делится на отдельные блоки равной ширины *a*. Определяются площади S_i, блоков и веса P_i пород в каждом блоке

$$P_i = 1 \cdot S_i \cdot \gamma_i, \qquad (2)$$

где 1 – это единичная мощность для каждого блока.

В каждом блоке определяются нормальные N_i и касательные T_i составляющие веса P_i по формулам:

$$N_i \cdot \cos\theta_i \; ; \qquad (3)$$

$$T_i = P_i \cdot \sin\theta_i \; , \qquad (4)$$

где θ_i – углы наклона поверхности скольжения в точках F_i .

Фактический коэффициент запаса устойчивости определяется по формуле

$$n = \frac{tg\varphi \sum N_i + CL}{\sum T_i} . \qquad (5)$$

где φ – угол внутреннего трения; L – длина криволинейной части контура призмы обрушения *NLMB*; $\sum N_i$ – сумма нормальных составляющих силы веса отдельных блоков в тоннах; $\sum T_i$ – сумма касательных составляющих силы веса отдельных блоков в тоннах.

В случае, когда *n* меньше заданного оптимального значения коэффициента запаса устойчивости, то углы наклона уступа α уменьшаются и расчет устойчивости борта производится второй раз.

Если вычисленное значение *n* окажется больше оптимального, то угол α можно увеличить с целью уменьшения объема вскрыши.

Для определения предельных параметров уступов величина коэффициента запаса устойчивости должна составлять не менее 1,5, так как в этом случае наиболее напряженная поверхность скольжения практически полностью располагается в зоне влияния процессов выветривания, разуплотнения и буровзрывных работ, проводимых в разрезе.

Вывод. С увеличением глубины карьера устойчивость его бортов приобретает определяющее значение. При неправильном определении углов увеличивается опасность обрушения бортов карьера. С другой стороны,

нерациональное уменьшение углов откоса отступа вызывает необходимость в дополнительных горных работах по разносу бортов карьера.

Представленная математическая модель (1-5) позволяет устранить данное инженерное противоречие и оптимально рассчитать угол наклона борта карьера.

Литература

1. Аммосова, М.С. Профессиональная направленность обучения математике студентов горных факультетов вузов как средство формирования их математической компетентности. Диссертация на соискание учёной степени кандидата педагогических наук, по специальности 13.00.02 [Электронный ресурс]. – 2009. – Режим доступа: http://www.dslib.net/teoria-vospitania/professionalnaja-napravlennost-obuchenija-matematike-studentov-gornyh-fakultetov.html (дата обращения 07.05.2021).

2. Посыльный, Ю.В. Маркшейдерия: методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе студентов / Ю. В. Посыльный, В.Е. Цымбалова // Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М. И. Платова. - Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2017. – 66 с.

Чураков Иван Павлович, студент группы Мс-20, ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», 83001, г. Донецк, ул. Артема, 58.

Научный руководитель:

Руссиян Станислав Анатольевич, кандидат технических наук, доцент; доцент кафедры «Высшая математика» им. В.В. Пака, ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», 83001, г. Донецк, ул. Артема, 58.

e-mail: st_russ@mail.ru.

УДК 519.233.4

Полковников А.А.,
магистрант группы ТГВм-51, ГОУ ВПО «ДОННАСА»
Руководители: к.ф.-м.н., доцент Жмыхова Т.В.,
доцент кафедры высшей математики ГОУ ВПО «ДОННАСА»;
к.т.н., доцент Удовиченко З.В.,
доцент кафедры теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции
ГОУ ВПО «ДОННАСА»

ОЦЕНКА ТЕПЛОСЪЕМА С ГРУНТА С ПОМОЩЬЮ ДИСПЕРСИОННОГО АНАЛИЗА

Аннотация. В данной статье проведен дисперсионный анализ при оценке теплосъема с грунта в зависимости от его состава и состояния.

Ключевые слова: дисперсионный анализ, теплосъем с грунта, состав грунта, состояние грунта.

Введение. В последние десятилетия наблюдается значительный интерес к применению в системах теплоснабжения теплонасосных установок, в частности геотермальных. Количество полезно извлекаемого тепла из грунта в значительной степени зависит от его теплофизических свойств. Такие термические характеристики верхнего слоя грунта, как объемная теплоемкость и теплопроводность в значительной степени зависят от рядов факторов, в том числе от состава и состояния грунта. Аккумулирующие свойства и теплопроводность грунта тем выше, чем больше содержание в нем воды, чем больше доля минеральных компонентов и чем меньше количество пор [1].

В практической деятельности, различных областях науки и техники мы часто сталкиваемся с необходимостью выявить и оценить влияние отдельных

факторов на изменчивость какого-то признака, значения которого могут быть получены из опыта в виде некоторой случайной величины X [2]. Дисперсионный анализ дает возможность установить оказывает ли влияние состав или состояние грунта, или их взаимодействие на изменчивость теплосъема с грунта.

Постановка задачи. При анализе зависимости теплосъема с грунта от двух факторов: состав грунта (фактор A) и состояние грунта (фактор B), которые варьируются на двух уровнях, были получены результаты, приведенные в таблице 1 [1]. Методом двухфакторного дисперсионного анализа при уровне значимости $\alpha = 0{,}05$ проверить существенность влияния на теплосъем с грунта:

а) состава грунта;

б) состояния грунта;

в) взаимодействия этих двух факторов.

Таблица 1. Результаты исследования

	B_1			B_2		
A_1	10	12	15	15	18	20
A_2	20	23	25	25	27	30

Результаты. Последовательность проведения двухфакторного дисперсионного анализа осуществляется в соответствии с [3].

Этап 1. Формулировка гипотез. Выдвигаются три пары гипотез:

1. Для фактора A:

H_0: $m_{1++} = m_{2++} = m_{a++} = m_x$,

Н_1: не все m_{i++}, $i = \overline{1, a}$ равны.

2. Для фактора B:

H_0: $m_{+1+} = m_{+2+} = m_{+b+} = m_x$,

H_1: не все m_{+j+}, $j = \overline{1, b}$ равны.

3. Для взаимодействия факторов A и B:

H_0: $m_{11+} = m_{12+} = m_{ab+} = m_x$,

H_1: не все m_{ij+}, $i = \overline{1, a}$, $j = \overline{1, b}$ равны.

Этап 2. Проверка однородности дисперсий в группах. Результаты вычислений несмещенных оценок средних и дисперсий признака представлены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты вычислений несмещенных оценок средних и дисперсий признака

	m^*_{ij+}		S^2_{ij}	
	B_1	B_2	B_1	B_2
A_1	12,33	17,67	6,33	6,33
A_2	22,67	27,33	6,33	6,33

С помощью критерия Кохрена была установлена однородность вычисленных оценок дисперсий.

Этап 3. Нахождение сумм квадратов отклонений и вычисление статистических критериев.

Этап 4. Нахождение критических значений. При заданном уровне значимости α, используя таблицу F-распределения [3], определяют критические значения, как квантили распределения Фишера:

Этап 5. По результатам этапов 1-4 полученные значения можно занести в ANOVA таблицу (таблицу 3).

Таблица 3. ANOVA таблица для двух факторов с взаимодействием

Источник вариации	*SS*	*DF*	*MS*	$F_{расч}$	$F_{крит}$
Фактор *A*	300,00	1	300,00	47,37	5,32
Фактор *B*	75,00	1	75,00	11,84	5,32
Взаимодействие *AB*	0,33	1	0,33	0,05	5,32
Внутригрупповая	50,67	8	6,33		
Общая	426,00	11			

Выводы. На основании табл. ANOVA можно сделать следующие выводы:

а) Так как $F^A_{расч} = 47{,}37 > 5{,}32 = F^A_{крит}$, то гипотеза H_0 при уровне значимости $\alpha = 0{,}05$ принимается, т.е. состав грунта оказывает существенное влияние на теплосъем с грунта с вероятностью 0,95.

б) Так как $F^{\text{B}}_{расч} = 11{,}84 > 5{,}32 = F^{\text{B}}_{крит}$, то гипотеза H_0 при уровне значимости $\alpha = 0{,}05$ принимается, т.е. состояние грунта оказывает существенное влияние на теплосъем с грунта с вероятностью 0,95.

в) Так как $F_{расч}^{AB} = 0{,}05 < 5{,}32 = F_{крит}^{AB}$, то гипотеза H_0 при уровне значимости $\alpha = 0{,}05$ отвергается, т.е. состав и состояние грунта не оказывают существенного влияния на теплосъем с грунта с вероятностью 0,95.

Литература

1. Инструкция по проектированию установки с тепловыми насосами VITOCAL 300/350 [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://geocomfort.ru/images/PDF/Teplovie%20nasosy/Proektirovanie/Proektirovanie_Viessmann.pdf (дата обращения : 20.03.2021).

2. Юденков В.А. Дисперсионный анализ / В.А. Юденков – Минск: Бизнесофсет, 2013. – 76 с.

3. Симогин А.А. Специальные разделы высшей математики. Практикум по математической статистике: учеб.-метод. пособие / А.А. Симогин. – Макеевка: ГОУ ВПО «ДонНАСА», 2020. – 320 с.

Полковников Алексей Андреевич, магистрант группы ТГВм-51, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

Научные руководители:

Жмыхова Татьяна Владимировна, кандидат физико-математических наук, доцент; доцент кафедры высшей математики и информатики, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: t.v.zhmykhova@donnasa.ru.

Удовиченко Злата Викторовна, кандидат технических наук, доцент; доцент кафедры теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: z.v.udovichenko@donnasa.ru.

УДК 622.14+681.332

Ваденин С.В.,
студ. группы ПМК18, ГОУ ВПО «ДонНТУ»
Руководитель: к.т.н., доцент Прокопенко Е.В.,
доцент кафедры прикладной математики,
ГОУ ВПО «ДонНТУ»

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ГОМОРИ ЦЕЛОЧИСЛЕННОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ В ПРИКЛАДНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ПАКЕТАХ

Аннотация. Рассмотрены возможности применения математических пакетов для решения задач целочисленного программирования, а именно, метода Гомори. Данный метод очень трудоемкий для вычисления и применение прикладных пакетов значительно упрощает вычисления.

Ключевые слова: метод Гомори, пакет MATHCAD, целочисленное программирование.

Постановка проблемы. В настоящее время появилась возможность решения задач целочисленного программирования без составления компьютерных программ на языках программирования. Причиной этого является разработка специальных математических программ – математических систем. В научных исследованиях и в вузах на занятиях больше всего применяются следующие математические системы: MathCAD, MATLAB, Mathematika. С применением математических систем учебный процесс становится более интересным, студенты понимают содержание занятия быстрее, глубже. В последнее время оптимизационные задачи часто решают в математической системе MATHCAD и специальных пакетах для линейного программирования. При этом используют разные подходы: одни применяют

внутренний язык MATHCAD, другие пытаются реализовать численный математический алгоритм.

В данной статье на примере конкретной задачи целочисленнного программирования рассмотрены этапы решения задачи в специализированном пакете simplex_gomory и пакете MATHCAD.

Данный пакет simplex_gomory представляет собой программу для решения целочисленных задач линейного программирования. Программа сама приводит задачу к каноническому виду, и производить ее итеративное решение с помощью пересчета симплекс-таблицы. В случае получения не целочисленного оптимального плана, применяется метод Гомори. Имеется возможно решить задачу как на максимум, так и на минимум. Выводится подробный отчет решения задачи. Имеется три режима решения задач: 1) автоматический; 2) пошаговый; 3) ручной. В первом режиме программа сама выбирает разрешающий столбец и строку, которые обеспечивают максимальное возрастание или уменьшение целевой функции. А также автоматически пересчитывает все таблицы. В случае получения не целочисленного оптимального плана, программа добавляет новое ограничение (отсечение) и пересчитывает таблицу. Это повторяется до тех пор, как будет не найдено целое решение. В пошаговом режиме, каждая пересчитанная таблица выводится на экран. Этот режим удобен для просмотра промежуточных результатов решения задачи. Разрешающий столбец и строку, в данном режиме, программа тоже выбирает сама. А также автоматически добавляется новое ограничение, если оптимальный план не целочисленный. В ручном режиме пользователь сам выбирает разрешающую строку и столбец.

Рассмотрим пошаговое решение задачи методом Гомори.

Метод Гомори – алгоритм, который используется для решения целочисленных задач линейного программирования. Алгоритм включает в себя:

1. Основная задача без учёта требования целочисленности решается симплекс-методом. Если полученное оптимальное решение целочисленно, то задача решена.

2. Составляется дополнительное ограничение Гомори для основной переменной, которая в оптимальном плане первого этапа не целое и имеет максимальную дробную часть

$$\sum_{i=1}^{n} \{a_{ij}\} x_j \geq \{b_i\}.$$

Здесь $\{a\}$ – дробная часть числа a. После составления ограничения оно вводится в систему линейных ограничений, и задача решается заново при исходных ограничениях и дополнительном ограничении двойственным симплекс-методом. Если получено целочисленное решение, задача решена. В противном случае необходимо повторить второй этап.

Решение задачи ЦП

$f = 3x_1 + 3x_2 \to \max$

При ограничениях

$$\begin{cases} x_1 + 3x_2 \geq 6 \\ 3x_1 + 2x_2 \leq 36 \\ x_2 \leq 13 \end{cases}$$

$x_1, x_2 \geq 0 - \textit{целые}$

Приведем задачу к каноническому методу

$f = 3x_1 + 3x_2 \to \max$

$$\begin{cases} x_1 + 3x_2 - x_3 + x_4 = 0 \\ 3x_1 + 2x_2 + x_5 = 36 \\ x_2 + x_6 = 13 \end{cases}$$

$x_1, x_2 \geq 0 - \textit{целые}$

Рис. 1. Исходное условие задачи

Создаем новую задачу в программе simplex_gomory. На рис. 2 представлен фрагмент окна ввода исходных данных для решения задачи.

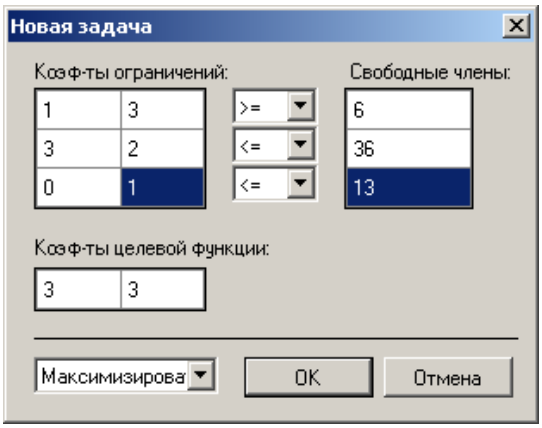


Рис. 2. Окно вода исходных данных

После ввода и нажатия кнопки «ОК» получается следующая симплекс-таблица (рис. 3).

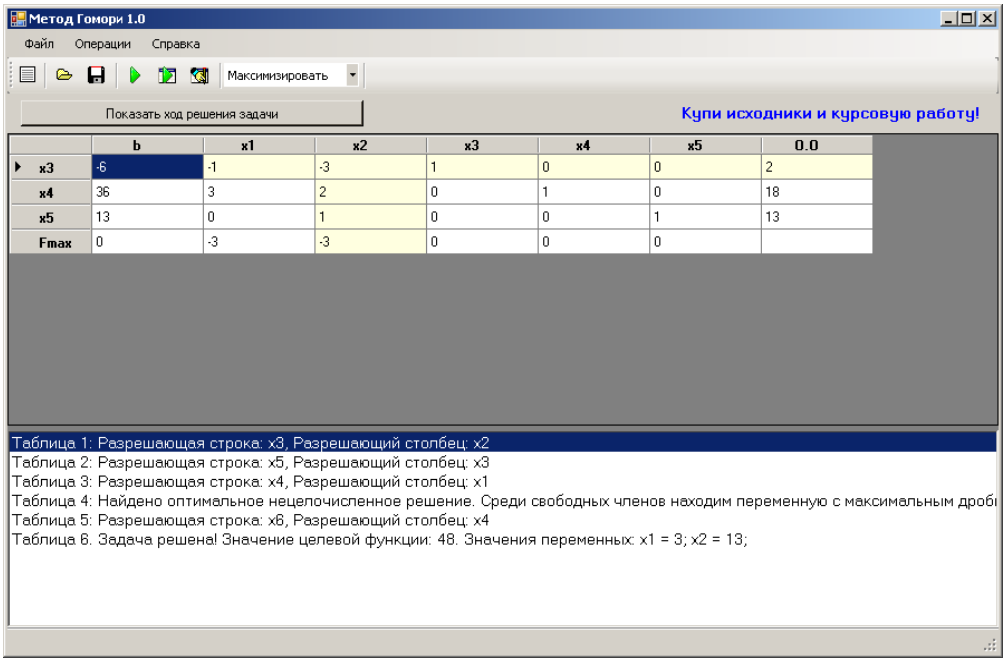


Рис. 3. Первоначальный вид исходной симплекс-таблицы

И во время автоматического решения задачи выводятся все пересчитанные таблицы и подробный отчет решения (рис. 4).

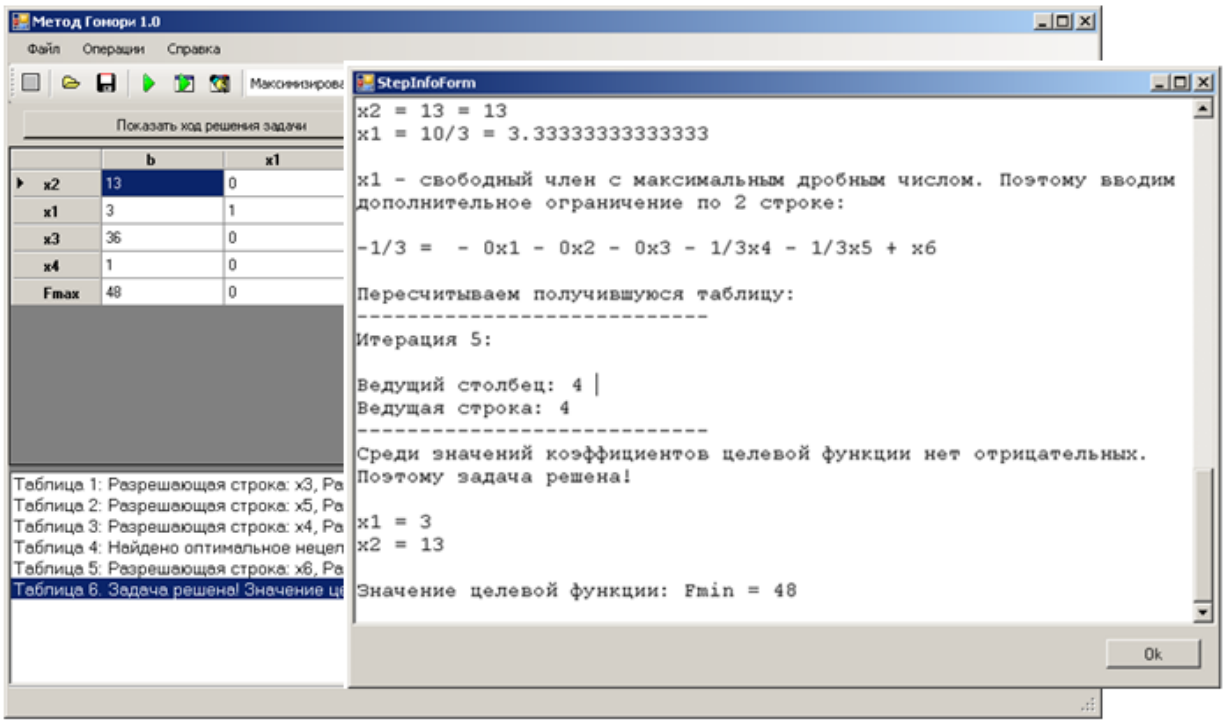


Рис. 4. Заключительный вид симплекс-таблицы и отчет решения

Также данная задача была реализована в пакете MATHCAD. На рис. 5 показаны диалоговые окна пошагового решения данной задачи. Результаты вычисления оказались одинаковыми.

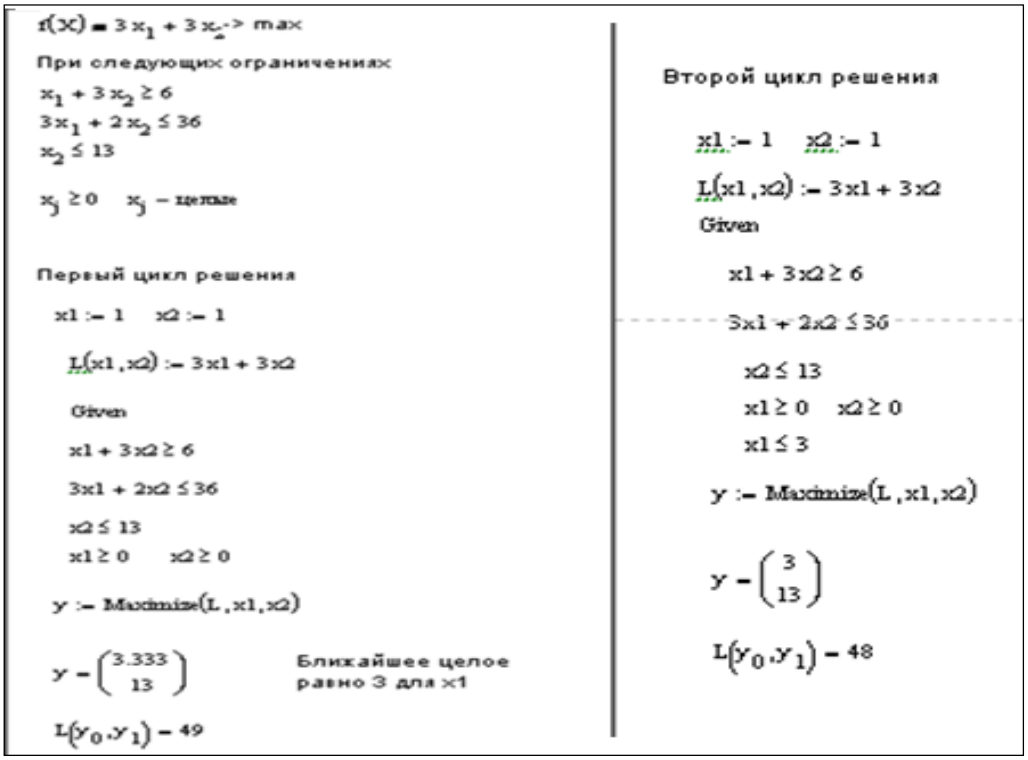


Рис. 5. Заключительный вид решения в пакете MATHCAD

Выводы. Применение в учебном процессе пакетов прикладных программ значительно повысит не только качество преподавания дисциплины, но и качество работы студентов при выполнении индивидуальных заданий.

Литература

1. Бурименко Ю.И. Оптимизационные методы и модели с решением Б-91 задач на компьютере. Часть II: учеб. пособ. [для высших учебных заведений] / Ю.И. Бурименко, Л.В. Галан, А.Ю. Щуровская. – Одесса, 2017. – 88 с.

2. Методические указания и варианты заданий для самостоятельной работы студентов направлений подготовки «математика», «прикладная математика» / Г. А. Ефимова, Е. М. Страхов. – Одесса : «Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова», 2015. – 40 с.

3. Гарькина И. А. Из опыта математического моделирования при решении прикладных задач // И. А. Гарькина , А. М. Данилов , С. А. Пылайкин / Альманах современной науки и образования. – 2014. – № 2 (81). – С. 35–37.

Ваденин Сергей Витальевич, студент группы ПМК-18, ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», 83001, г. Донецк, ул. Артема, 58.

Научный руководитель:

Прокопенко Елена Васильевна, кандидат технических наук, доцент; доцент кафедры прикладной математики, ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», 83001, г. Донецк, ул. Артема, 58.

e-mail: prokopenko1515@rambler.ru.

УДК 519.23

Шницар И.Н.,
магистрант группы 101501 АФМ-А, ГОУ ВПО «ДонНУ»
Руководитель: к.ф.-м.н., доцент Жмыхова Т.В.,
доцент кафедры высшей математики
ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ ДЛЯ АНАЛИЗА СТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Аннотация. В работе сделаны выводы, опирающиеся на проведенные статистические расчеты и процедуры о целесообразности применения методов непараметрической статистики для анализа строительной деятельности.

Ключевые слова: непараметрические критерии, однородность, строительство.

Введение. В современной статистике можно выделить пять основных направлений развития: непараметрика, робастность, бутстреп, интервальная статистика, а также статистика нечисловой природы.

Непараметрика является одним из наиболее популярных направлений математической статистики. При исследовании реальной статистики не всегда корректно априорное предположение о принадлежности данных к стандартным видам функции распределения. К тому же, предположение может быть ошибочным, что может привести к неверным выводам, или данных может не хватать для построения параметрической модели. Таким образом, возникает необходимость в использовании непараметрических методов.

Непараметрические методы [1] оценивания используют только выборку и не требуют никаких априорных предположений или каких-либо специальных условий, что является несомненным плюсом непараметрического подхода.

Актуальность исследования. Статистика строительства является отраслью экономической статистики, которая изучает количественные стороны явлений и процессов социально-экономического характера, происходящих в области строительного производства и связанных с капитальными вложениями в строительство, модернизацию, расширение, техническое переоснащение основных фондов, при конкретных условиях времени и места, для определения присущих данным явлениям закономерностей и тенденций развития.

Цель исследования. Проведение статистического анализа строительной отрасли Российской Федерации (далее РФ) с использованием методов классической и современной статистик для оценки состояния и уровня развития, динамики отрасли.

Научная значимость результатов исследования заключается в формировании научных представлений в области прикладной математики и информатики. Данная работа раскрывает сущность, и механизмы одного из разделов современной математической статистики – непараметрика, что служит направлением для дальнейших научных исследований.

Постановка задачи. На территории Российской Федерации проводится сбор данных, касающийся деятельности в области строительства, для создания оперативной статистической сводки.

Статистика строительства является отраслью экономической статистики, которая изучает количественные стороны явлений и процессов социально-экономического характера, происходящих в области строительного производства и связанных с капитальными вложениями в строительство, модернизацию, расширение, техническое переоснащение основных фондов, при конкретных условиях времени и места, для определения присущих данным явлениям закономерностей и тенденций развития.

Применяя совокупность методов современной и классической прикладной статистики, определим тенденции развития строительной отрасли РФ, оценим ее динамику, выявим диспропорции и противоречия, спрогнозируем дальнейшее развитие.

Результаты. В соответствии с данными на одно домохозяйство в РФ приходится примерно 1,1% жилых единиц. Обеспеченность жильем составляет 25,8 кв. м на человека, что ниже, чем в развитых странах. При этом отношение инвестиций в жилищное строительство к ВВП составляет 2,2%, что также ниже показателей развитых стран. Среднее значение данного показателя за последние 10 лет составило 2,5% от ВВП. Максимальное значение показателя – 2,9% от ВВП – было зафиксировано в 2008 году. Для достижения ежегодного ввода жилья в 120,7 млн. кв. м этот показатель должен вырасти до 3%.

Зачастую при составлении годовых отчетностей приходится иметь дело с выборками наблюдений случайной величины, имеющие неравномерное распределение в пространстве наблюдений, подобный фактор ограничивает применение большинство параметрических критериев [2]. В такой ситуации целесообразно применять методы непараметрической статистики.

Используя методы непараметрики, проведен анализ статистики «Количество введенных в эксплуатацию жилых зданий на территории РФ» [3] на однородность данных Центрального, Дальневосточного и Северо-Западного федеральных округов, которые имеют наибольший процент ввода сооружений.

Так как число выборок $k > 2$, для реализации поставленной задачи были использованы критерии Краскала – Уоллиса, а также Джонкхиера – Терпстра в пакете IBM SPSS Statistics (рис. 1).

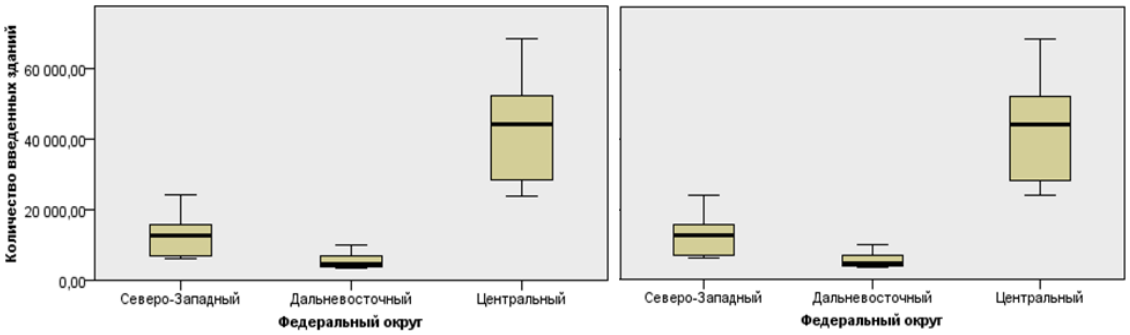


Рис. 1. Реализация критериев Краскала-Уоллиса и Джонкхиера-Терпстра

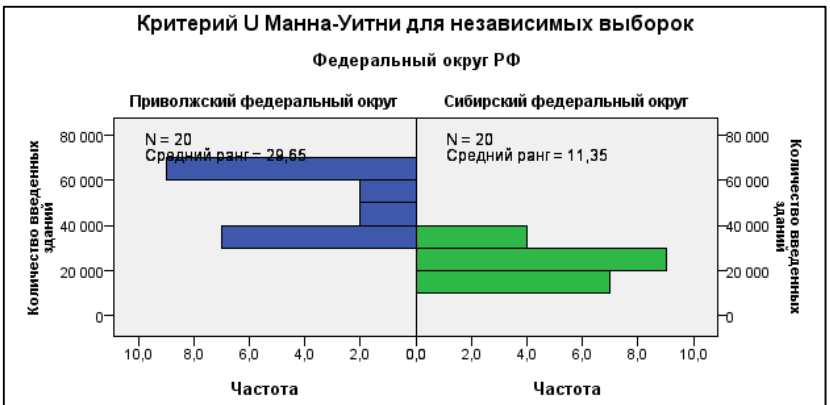
При этом для достоверности полученных результатов в обоих случаях статистические выборки были скорректированы на наличие связей. (Рис. 2.)

Всего N	60
Статистика критерия	47,489
Степени свободы	2
Асимптотическая знч. (2-сторонний критерий)	,000

Всего N	60
Статистика критерия	840,000
Стандартная ошибка	73,711
Стандартизованная статистика критерия	3,256
Асимптотическая знч. (2-сторонний критерий)	,001

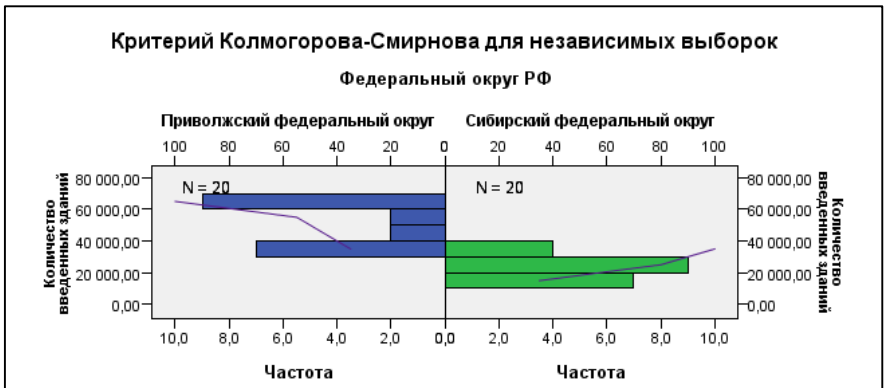
Рис. 2. Результат по критериям Краскала-Уоллиса и Джонкхиера-Терпстра

Применялись критерии Манна – Уитни (рис. 3) и Колмогорова – Смирнова (рис. 4) для исследований Приволжского и Сибирского федеральных округов РФ [4].



Всего N	40
U Манна-Уитни	17,000
W Вилкоксона	227,000
Статистика критерия	17,000
Стандартная ошибка	36,968
Стандартизованная статистика критерия	-4,950
Асимптотическая знч. (2-сторонний критерий)	,000
Точная знч. (2-сторонний критерий)	,000

Рис. 3. Критерий Манна-Уитни



Всего N		40
Наибольшие экстремальные расхождения	Абсолютное	,800
	Положительное	,000
	Отрицательное	-,800
Статистика критерия		2,530
Асимптотическая знч. (2-сторонний критерий)		,000

Рис. 4. Критерий Колмогорова-Смирнова

Исходя из результатов, полученных двумя статистическими критериями, делаем вывод, что нулевые гипотезы о распределении количества введенных в эксплуатацию зданий является одинаковым для Приволжского и Сибирского федеральных округов РФ.

Выводы. Таким образом, преимущество методов современной статистики перед классической заключается в том, что в непараметрических постановках выдвигается единственное требование: чтобы функции распределения являлись непрерывными, а в случае с параметрическими на данные накладываются весьма жесткие требования – функции распределения должны относиться к определенному параметрическому семейству.

Проанализировав статистические данные строительной деятельности, а именно ввод в эксплуатацию жилых зданий в округах Центральной, Северо-Западной и Дальневосточной России, используя критерии непараметрики, Джонкхиера-Терпстра [5], [6] и Краскала-Уоллиса, получили результаты, не

противоречащие друг другу, т.е. в обоих случаях нулевая гипотеза отклоняется, сравниваемые показатели не имеют существенных различий между собой.

В случае применения критериев Манна-Уитни и Колмогорова-Смирнова можно сделать вывод, что показатели Приволжского и Сибирского федеральных округов РФ однородны относительно друг друга [7].

Было выявлено, что динамика показателей отрасли строительства имеет нестабильный характер: наблюдается снижение темпов роста объема работ, снижение темпов роста в отрасли жилищного строительства, высокие темпы снижения реконструкции и строительства объектов социально-культурного назначения. Вместе с тем следует подчеркнуть, что основные проблемы развития строительной отрасли связаны с низкой активностью появления частных строительных организаций, уменьшением инвестиций в строительные объекты, а также отсутствием возможностей реализации социальных проектов с долгим сроком окупаемости для частного бизнеса.

Практическая реализация исследования искомой статистики методами параметрической статистики отсутствует в связи с невозможностью их применения ввиду несоответствия с имеющимися требованиями критериев.

Литература

1. Шуленин В.П. Математическая статистика. Непараметрическая статистика: учебник / В.П. Шуленин. – Томск: НТЛ, 2012. – 388 с.

2. Шуленин В.П. Математическая статистика. Параметрическая статистика: учебник / В.П. Шуленин. – Томск: НТЛ, 2012. – 540 с.

3. Федеральная государственная служба статистики: официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.gks.ru (дата обращения: 25.03.21).

4. Шницар И.Н. Непараметрические методы проверки статистических гипотез / И.Н. Шницар, Т.В. Жмыхова // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО Донецкий национальный университет. – Донецк: ДонНУ, 2020. – Т.1: Естественные науки. – №12. – С. 196-200.

5. Шницар И.Н. Анализ строительной отрасли современными статистическими методами / И.Н. Шницар, Т.В. Жмыхова // Молодежная наука: вызовы и перспективы: материалы III Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (Макеевка, 6 апр. 2020 г.). – Макеевка: ГОУ ВПО Донбасская аграрная академия. 2020. – Т.3. – С. 174-178.

6. Шницар И.Н. Современные методы статистического исследования в строительной отрасли И.Н. Шницар, Т.В. Жмыхова // Прикладная математика и информатика современные исследования в области естественных и технических наук: VI Международная научно-практическая конференция (школа-семинар) молодых ученых (Тольятти, 23-25 апр. 2020 г.). – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2020. – С. 127-131.

7. Шницар И.Н. Классические и современные методы статистического исследования в строительной отрасли / И.Н. Шницар, Т.В. Жмыхова // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО Донецкий национальный университет. – Донецк: ДонНУ. 2021. – Т.1: Естественные науки. – №13. – С. 247-251.

Шницар Ирина Николаевна, магистрант группы 101501 АФМ-А, ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», 283001, г. Донецк, ул. Университетская, 24.

Научный руководитель:

Жмыхова Татьяна Владимировна, кандидат физико-математических наук, доцент; доцент кафедры высшей математики и информатики ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: zhmykhovatanya@mail.ru.

УДК 622.14, 681.332

Масло С.В.,
старший преподаватель кафедры информационных технологий
ГОУ ВПО «ДонАУиГС»

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА ABC-АНАЛИЗА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ПОСЕЩАЕМОСТИ СТУДЕНТАМИ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

Аннотация. Рассмотрены возможности применения аналитического пакета Deductor для исследования проблемы посещаемости студентами учебных занятий.

Ключевые слова: ABC-анализ данных, визуализация, аналитический пакет Deductor.

Постановка проблемы. ABC-анализ – метод, позволяющий классифицировать ресурсы фирмы по степени их важности. Этот анализ является одним из методов рационализации и может применяться в сфере деятельности любого предприятия. В его основе лежит принцип Парето – 20% всех товаров дают 80% оборота. По отношению к ABC-анализу правило Парето может прозвучать так: надёжный контроль 20% позиций позволяет на 80% контролировать систему, будь то запасы сырья и комплектующих, либо продуктовый ряд предприятия и т.п.

Цель ABC анализа – простое, удобное и наглядное ранжирование любых ресурсов с точки зрения их вклада в прибыль или продажи. Благодаря такому ранжированию можно правильно расставить приоритеты деятельности, сфокусировать использование ограниченных ресурсов компании (трудовые, временные, инвестиции и т.д.), выявить излишнее использование ресурсов и предпринять своевременные корректирующие меры.

В данной статье рассматривается применение ABC-анализа для изучения проблемы посещаемости студентами учебных занятий, и выявлении слабых и сильных групп в учебном процессе.

Порядок проведения ABC-анализа.

1. Определяем цель анализа.

2. Определяем действия по итогам анализа (что будем делать с полученными результатами?).

3. Выбираем объект анализа (что будем анализировать?) и параметр анализа (по какому признаку будем анализировать?).

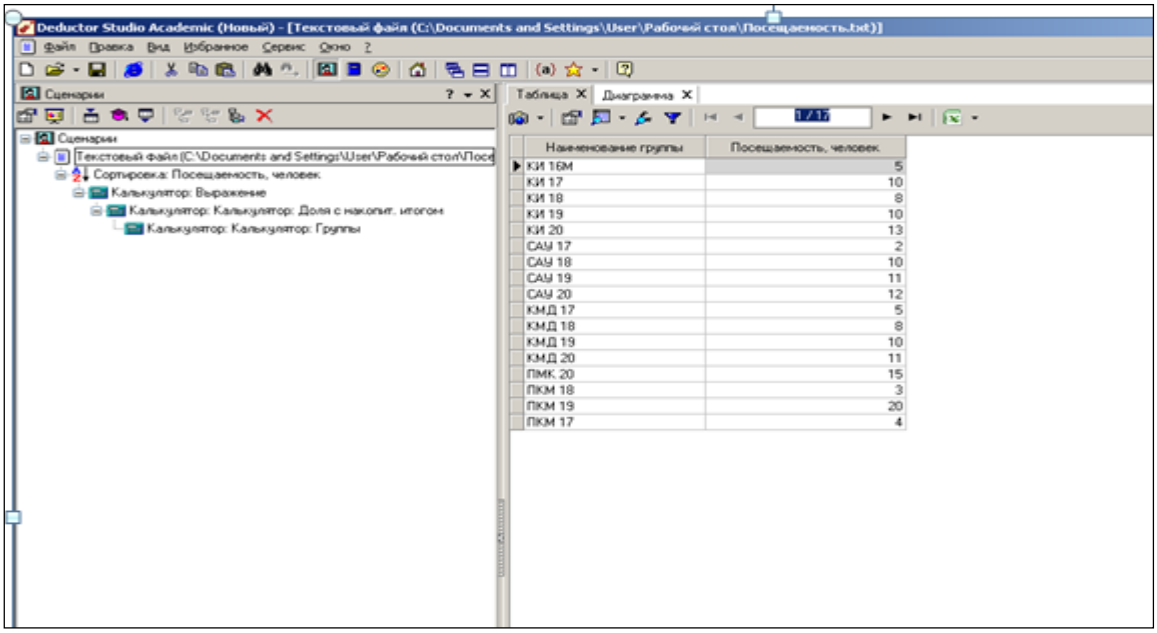
Обычно объектами ABC анализа являются поставщики, товарные группы, товарные категории, товарные позиции. В нашем случае объектами являются группы студентов. Каждый из этих объектов имеет разное количество посещаемости студентов на учебных занятиях.

4. Составляем рейтинговый список объектов по убыванию значения параметра.

5. Рассчитываем долю параметра от общей суммы параметров с накопительным итогом. Доля с накопительным итогом высчитывается путём прибавления параметра к сумме предыдущих параметров.

6. Выделяем группы A, B и C: присваиваем значения групп выбранным объектам. Методов выделения групп существует порядка десяти, наиболее применимы из них: эмпирический метод, метод суммы и метод касательных. В эмпирическом методе разделение происходит в классической пропорции 80/15/5. В методе суммы складывается доля объектов и их совокупная доля в результате — таким образом значение суммы находится в диапазоне от 0 до 200%. Группы выделяют так: группа A — 100%, B — 45%, C — остальное. Достоинства метода — большая гибкость. Самым гибким методом является метод касательных, в котором к кривой ABC проводится касательная, отделяя сначала группу A, а затем C.

На рис. 1 показано окно сценария с вводом исходных данных.



Наименование группы	Посещаемость, человек
КИ 16М	5
КИ 17	10
КИ 18	8
КИ 19	10
КИ 20	13
САУ 17	2
САУ 18	10
САУ 19	11
САУ 20	12
КМД 17	5
КМД 18	8
КМД 19	10
КМД 20	11
ПМК 20	15
ПКМ 18	3
ПКМ 19	20
ПКМ 17	4

Рис. 1. Таблица исходных данных

На рис. 2 показано окно распределения групп студентов зависимости от посещаемости.

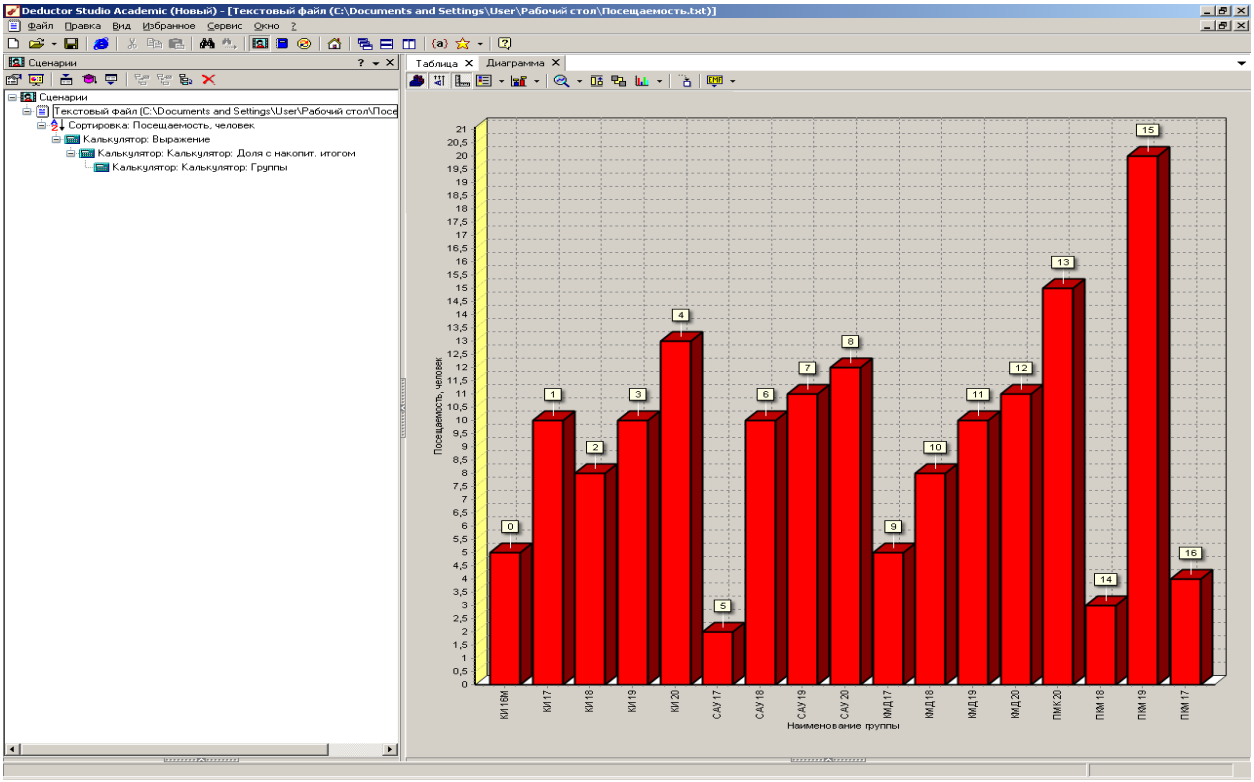


Рис. 2. Распределение групп студентов.

Следующим этапом анализа является распределение групп студентов по группам ABC-анализа, руководствуясь следующим правилом:

- Группа A – наиболее значимые в структуре успевающие группы.

С учетом выбранного параметра анализа в данную группу войдут группы – лидеры посещаемости, сумма долей с накопительным итогом которых составляет первые 50% в общей сумме посещаемости;

- Группа В –группы студентов, менее успевающие по степени важности, сумма долей с накопительным итогом которых составляет от 50 до 80 % от общей суммы посещаемости;

- Группа С – наименее важные группы студентов, которые являются претендентами на исключение из списка студентов. Сумма их долей с накопительным итогом составляет от 80 до 100%. Для реализации данного распределения необходимо:

1. Определить долю объема посещаемости каждой группы товаров от общего объема посещаемости всех групп. Рекомендуется результаты расчетов представить в процентах, округляя их в данных единицах измерения до целого числа. 2. Определить долю объема посещаемости по группам с накопительным итогом.

3. Упорядочить группы студентов в порядке убывания по показателю доли с накопительным итогом.

4. Присвоить определенной группе студентов вид группы в соответствии с правилом распределения.

На рис. 3, 4 и 5 показаны сценарии выполнения определенных этапов.

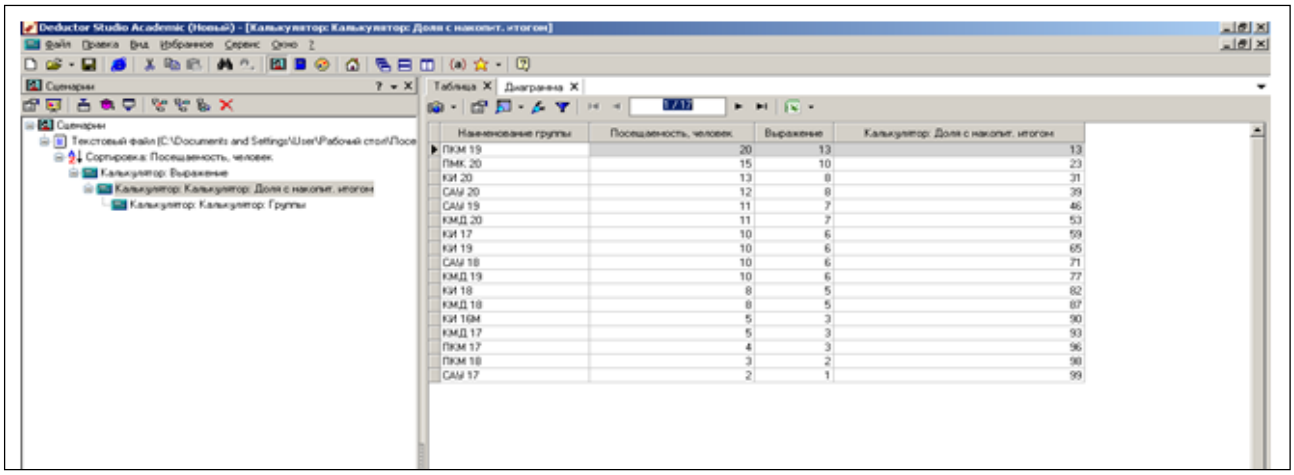


Рис. 3. Окно сценария калькулятора доли с накопительным итогом

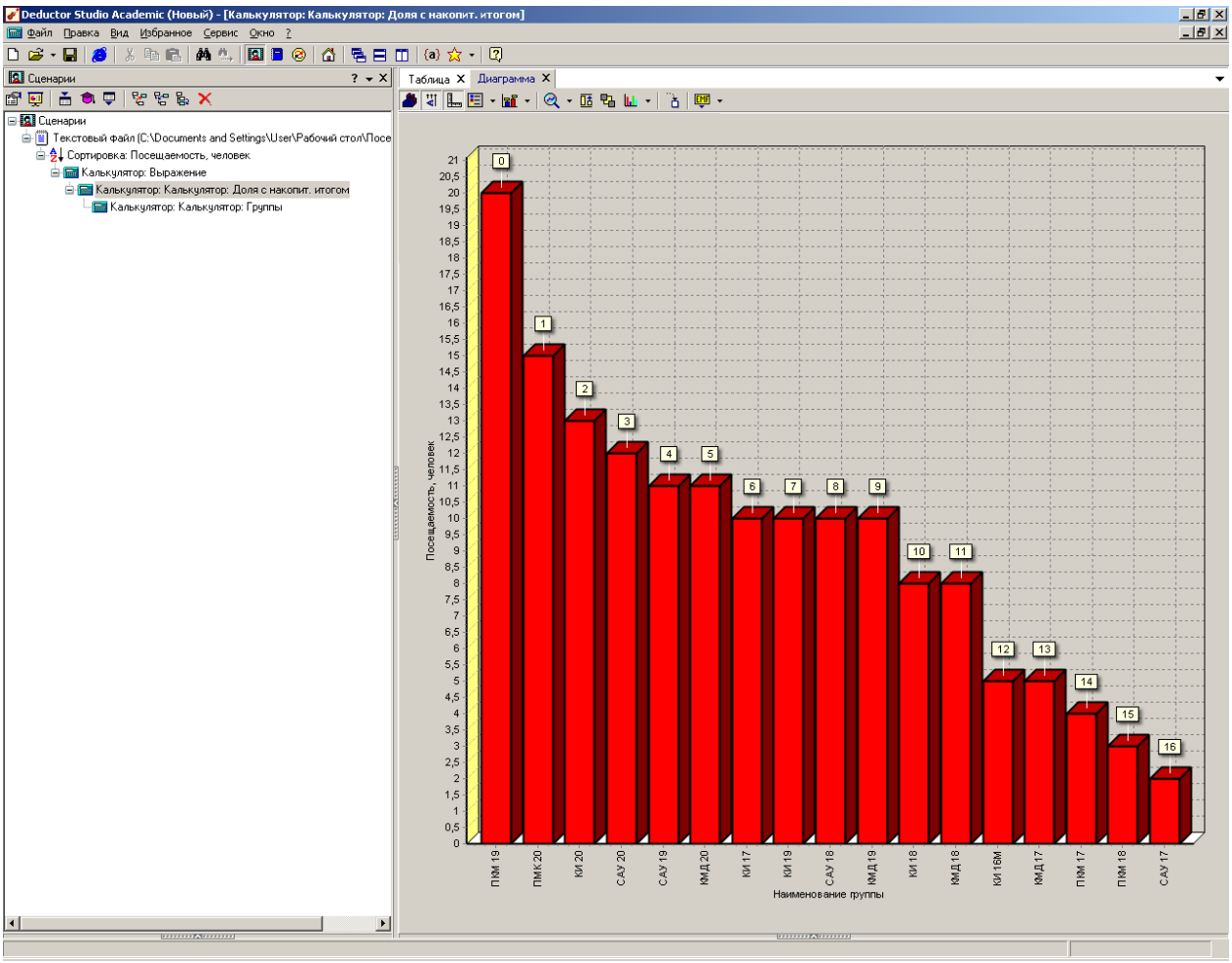


Рис. 4. Построения диаграммы распределения по убыванию

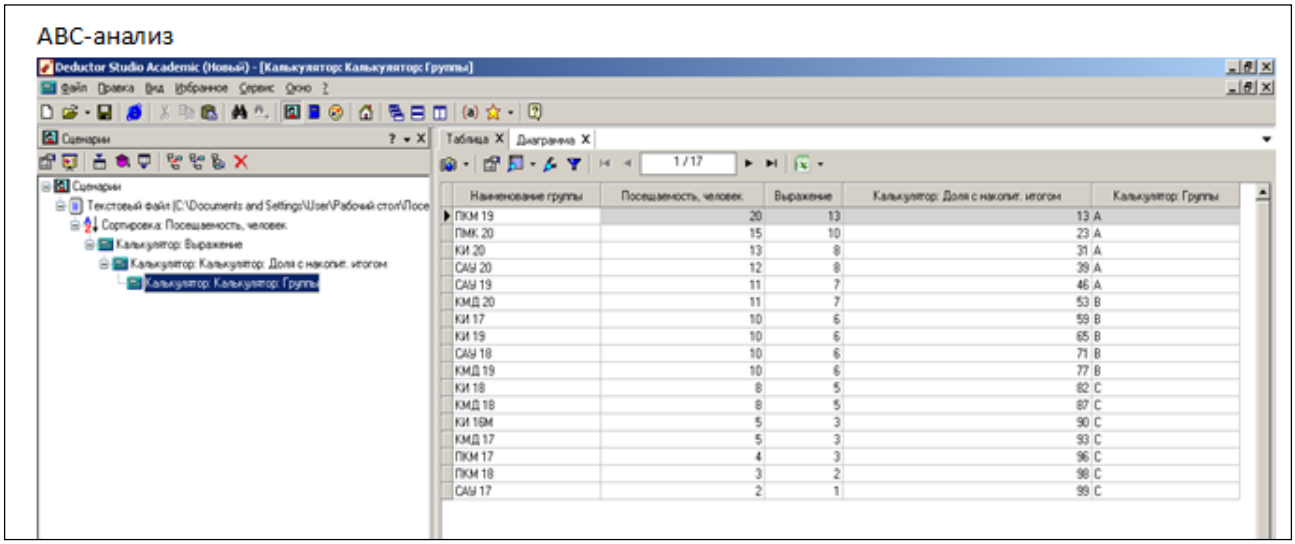


Рис. 5. Итоговый сценарий распределения групп по АВС-анализу

Выводы. В результате применения АВС-анализа можно проследить тенденцию посещаемости студенческих групп учебных занятий. Применение в учебном процессе аналитической платформы DEDUCTOR значительно повысит

не только качество преподавания дисциплины, но и качество работы студентов при выполнении индивидуальных заданий.

Литература

1. Рудый Д. Анализ ассортимента и стабильности продаж с использованием ABC- и XYZ-анализа // Управление продажами. – Июнь 2006.

2. Стерлигова А.Н. Управление запасами широкой номенклатуры: с чего начать? // Логинфо. - №12. – 2003. – с. 50-55. – №1. – 2004.

3. Фишер А. Методы выделения групп в ABC-XYZ анализе // Логистика и Управление. – №1. – 2008.

4. Катаева Т.М. Лабораторный практикум на тему «Методы анализа данных при разработке ассортиментной политики предприятия» по дисциплинам «Анализ данных», «Логистика», «Маркетинг» // Т.М. Катаева, А.В. Катаев, А.И. Хлебникова. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2014. – 33 с.

Масло Светлана Владимировна, старший преподаватель кафедры информационных технологий ГОУ ВПО «Донецкая академия управления и государственной службы при Главе Донецкой Народной Республики», 83015, ДНР, г. Донецк, ул. Челюскинцев, 163а.

e-mail: svmas@mail.ru

УДК 517.8 (075)

Кондратенко И.А.,
студ. группы РЭ2-201-ОБ, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ»
Руководитель: к.ф.-м.н., доцент Веневитина С.С.,
доцент кафедры математики,
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ»

ПРИМЕНЕНИЕ ИГРОВЫХ МОДЕЛЕЙ К РЕШЕНИЮ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ

Аннотация. Задача планирования реализации товара рассматривается как игровая модель и решается сведением матричной игры к задаче линейного программирования.

Ключевые слова. Платежная матрица, оптимальная стратегия, двойственная задача, оптимальное решение.

Строительный магазин может завезти для реализации стеновые панели для внутренней отделки трех видов A_1, A_2, A_3. Прибыль магазина зависит от спроса на стройматериалы, который, предположительно, может иметь три состояния B_1, B_2, B_3 и не прогнозируется. Требуется определить оптимальные пропорции в закупке стройматериалов таким образом, чтобы максимизировать среднюю величину прибыли при условии, что матрица прибыли имеет вид:

Таблица 1.

Состояние спроса / Вид товара	B_1	B_2	B_3
A_1	20	15	10
A_2	16	12	14
A_3	13	18	15

Эту задачу можно рассматривать как матричную игру (3×3), где игра магазина A против спроса B задана платежной матрицей (табл. 1).

Найдем нижнюю и верхнюю цены игры. Для этого припишем справа от строк платежной матрицы минимальные элементы каждой строки, а снизу от столбцов платежной матрицы максимальные элементы каждого столбца:

$$\begin{array}{cc} \begin{pmatrix} 20 & 15 & 10 \\ 16 & 12 & 14 \\ 13 & 18 & 15 \end{pmatrix} & \begin{matrix} 10 \\ 12 \\ 13 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 20 & 18 & 15 \end{matrix} & \end{array}$$

Нижняя цена игры находится по формуле (см. [1]): $\alpha = \max\limits_{1\le i\le 3}\min\limits_{1\le j\le 3} a_{ij} = \max\limits_{1\le i\le 3}\{10;12;13\} = 13$.

Верхняя цена игры: $\beta = \min\limits_{1\le j\le 3}\max\limits_{1\le i\le 3} a_{ij} = \min\limits_{1\le j\le 3}\{20;18;15\} = 15$.

Так как $\alpha \ne \beta$, то седловой точки нет. В этом случае, решение игры нужно искать в смешанных стратегиях:

$$S_A^* = (p_1, p_2, p_3) \text{ и } S_B^* = (q_1, q_2, q_3), \tag{1}$$

где p_i и q_j – вероятности применения соответствующих чистых стратегий, и

$$p_1 + p_2 + p_3 = 1; \quad q_1 + q_2 + q_3 = 1. \tag{2}$$

Для оптимальной стратегии S_A^* все средние выигрыши должны быть не меньше цены игры ν, поэтому получаем систему неравенств:

$$\begin{cases} 20p_1 + 16p_2 + 13p_3 \ge \nu \\ 15p_1 + 12p_2 + 18p_3 \ge \nu \\ 10p_1 + 14p_2 + 15p_3 \ge \nu \end{cases} \tag{3}$$

Разделим все неравенства системы (3) и равенства (2) на ν, обозначим $\frac{p_i}{\nu} = x_i$, и получим стандартную задачу линейного программирования:

Найти неотрицательные переменные x_1, x_2, x_3, минимизирующие функцию

$$L(X) = x_1 + x_2 + x_3 \to \min \tag{4}$$

при ограничениях

$$\begin{cases} 20x_1+16x_2+13x_3 \geq 1 \\ 15x_1+12x_2+18x_3 \geq 1 \\ 10x_1+14x_2+15x_3 \geq 1 \end{cases} \quad (5)$$

Составим *двойственную задачу* к задаче (4) - (5):

Найти неотрицательные переменные y_1, y_2, y_3, максимизирующие функцию

$$L(Y) = y_1 + y_2 + y_3 \to \max \quad (6)$$

при ограничениях

$$\begin{cases} 20y_1+15y_2+19y_3 \leq 1 \\ 16y_1+12y_2+14y_3 \leq 1 \\ 13y_1+18y_2+15y_3 \leq 1 \end{cases} \quad (7)$$

Поскольку в двойственной задаче ограничения имеют вид « ≤ », то ее решать проще (не нужно вводить искусственные переменные). Оптимальное решение исходной задачи можно будет непосредственно получить из данных симплексной таблицы для оптимального решения двойственной задачи. Приведем двойственную задачу к каноническому виду

$$\begin{cases} 20y_1+15y_2+19y_3+y_4 = 1 \\ 16y_1+12y_2+14y_3+y_5 = 1 \\ 13y_1+18y_2+15y_3+y_6 = 1 \end{cases}$$

и составим симплексную таблицу

Таблица 2.

С	Б	f	-1	-1	-1	0	0	0	$\sum$	$\frac{f_i}{h_{is}}$
			y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6		
0	y_4	1	[20]	15	19	1	0	0	47	$\frac{1}{20} \leftarrow \min$
0	y_5	1	16	12	14	0	1	0	44	1/16
0	y_6	1	13	18	15	0	0	1	48	1/13
$L(Y_0)=0$			-1 *	-1	-1	0	0	0	-3	
1	y_1	$\frac{1}{20}$	1	$\frac{15}{20}$	$\frac{10}{20}$	$\frac{1}{20}$	0	0	$\frac{47}{20}$	$\frac{1}{10}$

С	Б	f	-1	-1	-1	0	0	0	$\sum$	$\frac{f_i}{h_{is}}$
			y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6		
0	y_5	$\frac{4}{20}$	0	0	$\left[\frac{120}{20}\right]$	$-\frac{16}{20}$	1	0	$\frac{128}{20}$	$\frac{1}{30} \leftarrow \min$
0	y_6	$\frac{7}{20}$	0	$\frac{165}{20}$	$\frac{170}{20}$	$-\frac{13}{20}$	0	1	$\frac{349}{20}$	$\frac{7}{170}$
$L(Y_1) = 1/20$			0	$-\frac{5}{20}$	$-\frac{10}{20}$ *	$\frac{1}{20}$	0	0	$-\frac{13}{20}$	
1	y_1	$\frac{4}{120}$	1	$\frac{90}{120}$	0	$\frac{14}{120}$	$\frac{-10}{120}$	0		
1	y_3	$\frac{4}{120}$	0	0	1	$\frac{-16}{120}$	$\frac{20}{120}$	0	$\frac{128}{120}$	–
0	y_6	$\frac{8}{120}$	0	$\frac{990}{120}$	0	$\left[\frac{58}{120}\right]$	$\frac{-170}{120}$	1	$\frac{1006}{120}$	$\frac{4}{29} \leftarrow \min$
$L(Y_2) = 8/120$			0	$-\frac{3}{120}$	0	$\frac{-2}{120}$ *	$\frac{10}{120}$	0	$\frac{-14}{120}$	
1	y_1	$\frac{1}{58}$	1	$\frac{-72}{58}$	0	0	$\frac{15}{58}$	$\frac{-14}{58}$	$\frac{-12}{58}$	
1	y_3	$\frac{3}{58}$	0	$\frac{132}{58}$	1	0	$\frac{-13}{58}$	$\frac{16}{58}$	$\frac{196}{58}$	
0	y_4	$\frac{8}{58}$	0	$\frac{990}{58}$	0	1	$\frac{-170}{58}$	$\frac{120}{58}$	$\frac{1006}{58}$	
$L(Y_3) = 4/58$			0	$\frac{2}{58}$	0	0	$\frac{2}{58}$	$\frac{2}{58}$	$\frac{10}{58}$	

Так как в последней строке симплексной таблице нет отрицательных оценок, то полученное решение является оптимальным решением задачи (6)–(7):

$$L_{опт} = L\left(\frac{1}{58}; 0; \frac{3}{58}\right) = \frac{4}{58}.$$

Значения x_i исходной задачи линейного программирования (4) – (5), в соответствии с теоремами двойственности (см. [2]), находятся в последней строке симплексной таблицы для двойственной задачи под неосновными переменными. Таким образом, получаем: $X_{опт} = \left(0; \frac{2}{58}; \frac{2}{58}\right)$, при этом $L_{опт}(X) = L_{опт}(Y) = \frac{4}{58}$.

Вернемся к игровой модели. Цена игры $v = \frac{1}{L_{опт}(X)} = \frac{1}{L_{опт}(Y)} = \frac{58}{4} = 14,5$.

Вероятности применения чистых стратегий игрока A находим по формулам $p_i = v \cdot x_i$: $p_1 = 0$, $p_2 = 0,5$, $p_3 = 0,5$. Таким образом, оптимальная стратегия игрока A: $S_A^* = (0;\ 0,5;\ 0,5)$.

Аналогично находится оптимальная стратегия игрока B: $S_B^* = (0,25;\ 0;\ 0,75)$

Вывод: строительный магазин должен завезти для реализации по 50% стеновых панелей вида A_2 и A_3, а от закупки панелей вида A_1 следует отказаться. Оптимальный спрос в 25% находится в состоянии B_1 и в 75% – в состоянии B_3.

Литература

1. Сапронов, И.В. Теория игр [Текст] : учеб. пособие / И.В. Сапронов, Е.О. Уточкина, Е.В. Раецкая ; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО «ВГЛТА». – Воронеж, 2013. – 204 с.

2. Математические методы и модели исследования операций [Текст] : учеб. для студ. вузов / под ред. В.А. Колемаева. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2008. – 592 с.

Кондратенко Иван Александрович, студент группы РЭ2-201-ОБ, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», 394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8.

Научный руководитель:

Веневитина Светлана Семеновна, кандидат физико-математических наук, доцент; доцент кафедры математики ФБГОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», 394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8.

e-mail: svetven64@mail.ru.

УДК 519.62

Ляшко А.А.,
студент группы БСс-20, ГГФ, ГОУ ВПО «ДонНТУ»
Руководитель: к.т.н., доцент Руссиян С.А.,
доцент кафедры высшей математики,
ГОУ ВПО «ДонНТУ»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АППАРАТА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭПИДЕМИИ COVID-19

Аннотация. Рассмотрено применение математического аппарата при решении задач по оценке динамики распространения и краткосрочному прогнозированию эпидемии коронавируса в ДНР.

Ключевые слова: вирусы, прогнозирование, математический аппарат, эпидемия, число заболевших, трансмиссивность.

Введение. Вирусы (лат. *virus* – яд) – мельчайшие возбудители инфекционных болезней. В отличие от бактерий, которых ещё в 1676 году описал основатель научной микроскопии Антони ван Левенгук, вирусы в световой микроскоп видны не были.

История открытия вирусов связана с заболеванием листьев табака (некротические пятна), резко снижавших урожай. В 1886 году немецкий агроном Адольф Майер доказал, что «мозаичное заболевание табака», как он окрестил эту напасть, легко передаётся с соком растения, а значит, тут замешан инфекционный агент.

Открытие вирусов принадлежит русскому учёному Дмитрию Иосифовичу Ивановскому, который показал, что возбудитель этой болезни имеет очень

малые размеры и не задерживается на бактериальных фильтрах, являющихся непреодолимым препятствием для мельчайших бактерий.

Методы прогнозирования инфекционной заболеваемости активно развиваются с начала XX века [1]. В последние годы число работ на эту тему стремительно растёт. Создано огромное количество техник прогнозирования.

В данной работе для моделирования распространения коронавируса COVID-19 в ДНР применяются дискретные логистические уравнения, описывающее рост численности заболевших.

Постановка задачи. Проверить работоспособность математического аппарата по оценке динамики распространения эпидемии коронавируса в ДНР и выполнить краткосрочное прогнозирование.

Результаты. Имеющаяся информация об особенностях новой коронавирусной инфекции COVID-19 и то, как люди её воспринимают и действуют, должны служить базой для построения модели.

В статье для описания распространения эпидемии в ДНР используются дискретные логистические уравнения. Впервые логистическое уравнение в дифференциальной форме применил бельгийский математик Пьер Ферхюльст в 1845 году [5] для моделирования роста населения.

Для прогнозирования распространения COVID-19 необходима модель, учитывающая следующие обстоятельства: во-первых, наличие длительного инкубационного периода, во время которого носитель инфекции заразен для окружающих, а во-вторых, изолирование выявленных носителей инфекции, которые в результате становятся условно незаразными [2].

Ключевым является разделение всех заболевших на две группы: выявленных и затем изолированных носителей инфекции (N_D) и тех, которые остаются невыявленными в силу не прошедшего у них инкубационного периода и продолжают распространять заболевание в популяции (N_A). Общее число заболевших (N_T) на некоторую дату d_i равно сумме выявленных и невыявленных носителей инфекции на ту же дату [2]:

$$N_T\left(d_i\right)=N_D\left(d_i\right)+N_A\left(d_i\right). \qquad (1)$$

Средний инкубационный период заболевания равен шести дням, (по разным источникам, от 5,1 до 6,4 дня). Поэтому, в среднем, каждый заболевший спустя шесть дней после инфицирования обращается за помощью и изолируется, т.е. общее число выявленных носителей инфекции на дату d_i равно общему числу заболевших шестью днями ранее:

$$N_D\left(d_i\right)=N_T\left(d_i-6\right). \qquad (2)$$

Каждый день число инфицированных возрастает. Болезнь разносят невыявленные носители инфекции с некоторой скоростью, которую характеризует параметр, называемый трансмиссивностью (R_0). Численно параметр равен среднему числу людей, которое заражает один человек до изоляции, и зависит от плотности и поведения населения на разных этапах развития эпидемии. При R_0 меньше 1.0 эпидемия затухает, и наоборот.

В среднем невыявленный больной распространяет инфекцию в течение шести дней. Это значит, что в день он заражает $R_0/6$ человек. Кроме того, число повторных случаев заражения COVID-19 незначительно. На миллионы заболевших приходится лишь несколько десятков случаев повторного заболевания. Поэтому будем считать, что у переболевших вырабатывается стойкий иммунитет, исключающий повторную возможность их инфицирования. Тогда общее число заразившихся на дату d_i равно сумме общего числа заражённых днём ранее и числа новых заражённых, которое пропорционально числу ещё невыявленных заражённых с учётом трансмиссивности болезни и доли уже ранее заразившегося населения:

$$N_T\left(d_i\right)=N_T\left(d_i-1\right)+\frac{R_0}{6}\cdot N_A\left(d_i-1\right)\cdot\left(1-\frac{N_T\left(d_i-1\right)}{N_P}\right), \qquad (3)$$

где N_P – общее население страны или города.

На момент начала эпидемии (дату d_0) $N_A(d_0)=1$, $N_T(d_0)=1$, а $N_D(d_0)=0$. Таким образом, для каждого последующего дня можно рассчитать общее число заражённых по уравнению (3), общее число уже выявленных больных по уравнению (2), а затем и общее число невыявленных заражённых согласно (1).

Отметим, что данные уравнения представлены в дискретной, а не дифференциальной форме, что позволяет использовать рекуррентные вычисления. Заметим, что доля бессимптомных носителей в популяции с течением времени не изменяется, а их наличие учитывается неявным образом величиной коэффициента R_0. При этом в случае изменения поведения населения с даты d_1 (например, из-за введения или пересмотра карантинных мер) параметр R_0 меняет с этой даты своё значение, становясь R_1. Если далее поведение снова изменяется, то появляется пара d_2 и R_2 и т.д.

Применим модель для анализа параметров распространения инфекции в Донецкой Народной Республике.

По данным Главного управления статистики ДНР, по состоянию на 1 января 2021 года составляет N_P = 2244419 постоянных жителей [3].

29 марта 2020 года был госпитализирован, а позже, 31 марта, в ДНР зарегистрирован первый случай заболевания коронавирусной инфекцией [4]. Следовательно, началом эпидемии будем считать d_0 = 29.03.2020.

С целью корректного определения трансмиссивности, как одного из ключевых показателей математической модели распространения коронавируса, целесообразно рассмотреть общее число заразившихся N_T (3) как функцию от R_0. Для проверки соответствия модели экспериментальным данным был проведён корреляционно-регрессионный анализ и вычислено значение коэффициента детерминации (R^2). Чем ближе R^2 к 1.0, тем лучше модель описывает экспериментальные данные. Соответственно, параметр трансмиссивности R_0 математической модели (1) – (3) определяется из условия:

$$R^2 \to 1. \qquad (4)$$

На рисунке 1 представлена графическая интерпретация распространения инфекции в ДНР с апреля 2020 г. (на 01.04.2020 г. зарегистрирован 1 случай заболевания коронавирусом, рис. 1а) по март 2021 г. (рис. 1б), – которая говорит о работоспособности предложенной модели. Считается что при R^2>0,8 модель работает хорошо, а в нашем случае R^2=0,966 для апреля 2020 г. и R^2=0,988 для марта 2021 г.

При этом показатель трансмиссивности с апреля 2020г. (R_0=1,39,) по март 2021 г. (R_0=1,04) снизился более чем на 25%. Тем не менее, величина всё ещё больше единицы, что означает продолжение ускоренного распространение коронавируса среди граждан Республики.

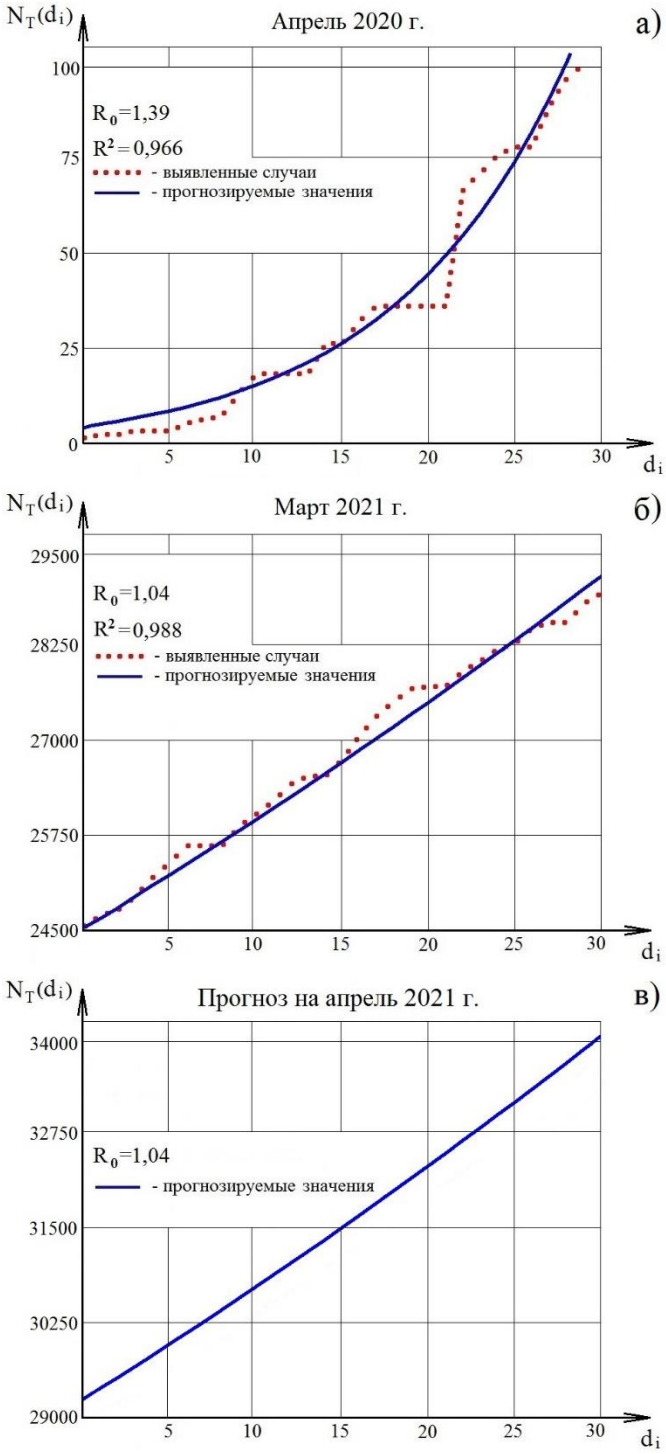


Рис. 1. Общее число выявленных (а, б) и прогнозируемых (в) случаев коронавирусной инфекции в ДНР

Прогноз общего числа выявленных больных COVID-19 на апрель 2021 г. приведён на рисунке 1в. При прогнозировании предполагалось, что показатель трансмиссивности останется на уровне марта 2021 г. (R_0=1,04).

Выводы. Представленная математическая модель позволяет учитывать важнейшие параметры, влияющие на динамику распространения эпидемии COVID-19:

- даты проникновения вируса;
- численность населения Республики;
- наличие инкубационного периода у заболевания, когда носитель остаётся невыявленным и продолжает распространять заболевание;
- скорость, с которой носитель инфекции распространяет заболевание;
- изменение поведения населения, в следствии пересмотра карантинных мер, изменения погоды, наличия праздников и т.д.

Подобные математические модели служат основой, в первую очередь, для расчёта необходимых ресурсов здравоохранения и принятия управленческих решений с целью минимизации негативных последствий, вызванных эпидемией.

Литература

1. Kermack W. O. A Contribution to the Mathematical Theory of Epidemics / W. O. Kermack and A. G. McKendrick // Proc. R. Soc. Lond. A August 1, 1927.

2. Ильин С. О. Оценка эффективности карантинных мер: что дает математическое моделирование? [Электронный ресурс] // Наука и жизнь, 29 апреля 2020. – Режим доступа: https://www.nkj.ru/open/38644/ (дата обращения 07.05.2021).

3. Главное управление статистики ДНР, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://glavstat.govdnr.ru/ (дата обращения 07.05.2021).

4. 31 марта в Донецкой Народной Республике зарегистрирован первый случай заболевания коронавирусной инфекцией [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://dnronline.su/2020/03/31/v-dnr-vyyavlen-pervyj-sluchaj-koronavirusa-patsient-gospitalizirovan-minzdrav/ (дата обращения 07.05.2021).

5. Verhulst P.F. Mathematical researches into the law of population growth increase. Nouveaux Mémoires de l'Académie Royale des Sciences et Belles-Lettres de Bruxelles. 1845. Vol. 18. Pp. 1–42.

Ляшко Александр Андреевич, студент группы БСс-20, ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», 83001, г. Донецк, ул. Артема, 58.

Научный руководитель:

Руссиян Станислав Анатольевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Высшая математика им. В.В. Пака», ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», 83001, г. Донецк, ул. Артема, 58.

e-mail: st_russ@mail.ru.

УДК 51-7

Голобородько Д.М.,
студ. группы КИ-20а, ГОУ ВПО ДонНТУ
Руководитель: Савин А.И.,
ассистент кафедры «Высшая математика им. В.В.Пака»,
ГОУ ВПО ДонНТУ

ЛИНЕЙНЫЕ РЕКУРРЕНТНЫЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

Аннотация. Рассмотрены линейные рекуррентные последовательности. Показано, что базис линейной рекуррентной последовательности второго порядка составляют две геометрические прогрессии со знаменателями, равными корням характеристического уравнения этой рекуррентной последовательности.

Ключевые слова: линейные рекуррентные последовательности, характеристическое уравнение, геометрическая прогрессия.

Введение. Последовательностью элементов заданного множества A называют закон, по которому каждому натуральному числу n сопоставляется элемент u_n множества A. Например, на множестве натуральных чисел последовательность квадратов натуральных чисел задается простым правилом, каждому n сопоставляется n^2.

Другой способ задания последовательности – с помощью указания связи между некоторыми её членами. Так можно задать, например, арифметическую и геометрическую прогрессию: разность для арифметической прогрессии (отношение – для геометрической) между любыми двумя соседними членами последовательности u_{n+1} и u_n есть величина постоянная, равная d – разности арифметической прогрессии (q – знаменателю геометрической прогрессии). В таком способе задания могут участвовать и более двух членов последовательности.

Постановка задачи. Пусть дана последовательность

$$u_1, u_2, ..., u_n, ... \tag{1}$$

Если существует натуральное число k и числа $a_1, a_2, ..., a_k$, такие, что, начиная с некоторого номера n и для всех следующих номеров,

$$u_{n+k} = a_1 u_{n+k-1} + a_2 u_{n+k-2} ... + a_k u_n, \quad (n \geq m \geq 1) \tag{2}$$

то последовательность (1) называется линейной рекуррентной последовательностью порядка k, а соотношение (2) – рекуррентным уравнением порядка k.

Результаты. Рассмотрение рекуррентных последовательностей начнём с геометрической прогрессии. Пусть дана геометрическая прогрессия

$$u_1 = a,\ u_2 = aq,\ u_3 = aq^2, \ldots,\ u_n = aq^{n-1}, \ldots; \tag{3}$$

для неё уравнение (2) примет вид:

$$u_{n+1} = qu_n. \tag{4}$$

Здесь $k = 1$ и $a_1 = q$. Таким образом, геометрическая прогрессия является рекуррентной последовательностью первого порядка.

Арифметическая прогрессия также является линейной рекуррентной последовательностью. В этом случае $u_{n+1} = u_n + d$, $u_{n+2} = u_{n+1} + d$ и $u_{n+2} - u_{n+1} = u_{n+1} - u_n$, или $u_{n+2} = 2u_{n+1} - u_n$. Следовательно, арифметическая прогрессия является линейной рекуррентной последовательностью второго порядка.

В качестве следующего примера рассмотрим последовательность квадратов натуральных чисел:

$$u_1 = 1^2,\ u_2 = 2^2, \ldots,\ u_n = n^2, \ldots \tag{5}$$

Здесь $u_{n+1} = (n+1)^2 = n^2 + 2n + 1$ и, следовательно, $u_{n+1} = u_n + 2n + 1$ и $u_{n+2} = u_{n+1} + 2n + 3$. Тогда $u_{n+2} - u_{n+1} = u_{n+1} - u_n + 2$, или

$$u_{n+2} = 2u_{n+1} - u_n + 2. \tag{6}$$

Увеличивая в равенстве (6) n на единицу, получаем

$$u_{n+3} = 2u_{n+2} - u_{n+1} + 2; \tag{7}$$

откуда (вычитая (6) из (7)) $u_{n+3} - u_{n+2} = 2u_{n+2} - 3u_{n+1} + u_n$, или

$$u_{n+3} = 3u_{n+2} - 3u_{n+1} + u_n .$$

Следовательно, последовательность (5) есть рекуррентная последовательность третьего порядка. Подобным же образом можно убедиться в том, что последовательность кубов натуральных чисел является рекуррентной последовательностью четвёртого порядка. Члены её удовлетворяют уравнению

$$u_{n+4} = 4u_{n+3} - 6u_{n+2} + 4u_{n+1} - u_n .$$

Рассмотрим последовательность, каждый последующий член которой равен сумме двух предыдущих:

$$u_{n+2} = u_{n+1} + u_n ,\ u_1 = u_2 = 1. \qquad (8)$$

Последовательность эта называется последовательностью Фибоначчи, а члены её – числами Фибоначчи. Уравнение (8) показывает, что последовательность Фибоначчи есть рекуррентная последовательностью второго порядка.

В случае простейших рекуррентных последовательностей, например, арифметической и геометрической прогрессий, последовательности квадратов или кубов натуральных чисел, возможно найти любой член последовательности, не прибегая к вычислению предшествующих членов. Для получения такой же формулы для последовательности Фибоначчи необходимо исследовать структуру членов последовательности, то есть получить формулу, позволяющую вычислять любой член этой последовательности.

Прежде всего заметим, что рекуррентная последовательность порядка k однозначно определяется заданием первых k её членов: $u_1, u_2, ..., u_k$. В частности, последовательность второго порядка

$$u_{n+2} = a_1 u_{n+1} + a_2 u_n \qquad (9)$$

однозначно определяется заданием первых двух её членов u_1 и u_2. Выбирая их различными способами, возможно получить бесконечное множество различных последовательностей, удовлетворяющих уравнению (9).

Покажем, что для полного решения рекуррентного уравнения второго прядка достаточно найти две удовлетворяющие ему последовательности. Пусть последовательности $\{x_n\}$ и $\{y_n\}$ удовлетворяют уравнению (9), то есть

$$\begin{cases} x_{n+2} = a_1 x_{n+1} + a_2 x_n, \\ y_{n+2} = a_1 y_{n+1} + a_2 y_n. \end{cases} \tag{10}$$

Возьмём произвольные числа A и B. Умножив первое уравнение системы (10) на A, второе – на B, и прибавив их, получим равенство:

$$Ax_{n+2} + By_{n+2} = a_1(Ax_{n+1} + By_{n+1}) + a_2(Ax_n + By_n).$$

Из него следует, что последовательность $\{t_n : t_n = Ax_n + By_n\}$, которая получается из последовательностей $\{x_n\}$ и $\{y_n\}$ также удовлетворяют уравнению (9).

Пусть теперь $\{u_n\}$ – какая-либо последовательность, удовлетворяющая уравнению (9). Придадим числам A и B такие значения, чтобы первые два члена последовательности $\{t_n\}$ совпали с первыми двумя членами последовательности $\{u_n\}$, то есть чтобы выполнялись уравнения:

$$\begin{cases} Ax_1 + By_1 = u_1, \\ Ax_2 + By_2 = u_2. \end{cases} \tag{11}$$

Система (11) имеет единственное решение, если главный определитель не равен нулю. В этом случае:

$$u_n = Ax_n + By_n. \tag{12}$$

Последовательности $\{x_n\}$, $\{y_n\}$ через которые по формуле (12) выражаются члены любой последовательности, удовлетворяющей уравнению (9), называются базисом рекуррентного уравнения.

Покажем теперь, что при некоторых условиях можно найти базис уравнения (9), состоящий из двух геометрических прогрессий с различными знаменателями. С этой целью выясним, при каких условиях некоторая геометрическая прогрессия $x_n = q^{n-1}$, $n \in N$ удовлетворяет уравнению (9). Подставим $x_n = q^{n-1}$ в уравнение (9):

$$q^{n+1} = a_1 q^n + a_2 q^{n-1},$$

откуда

$$q^2 = a_1 q + a_2 . \qquad (13)$$

Таким образом, геометрическая прогрессия только тогда может удовлетворять рекуррентному уравнению (9), когда знаменатель прогрессии q удовлетворяет квадратному уравнению (13). Уравнение (13) называется характеристическим уравнением рекуррентного уравнения (9).

Допустим, что корни характеристического уравнения различны:

$$q_1 = \alpha, q_2 = \beta, \ \alpha \neq \beta .$$

Тогда получим две геометрические прогрессии, удовлетворяющие уравнению (9). Эти две последовательности образуют базис уравнения (9), так как система (11) в этом случае имеет единственное решение (главный определитель этой системы $\Delta = \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ \alpha & \beta \end{vmatrix} = \beta - \alpha \neq 0$). Таким образом, для всякой последовательности $\{u_n\}$, удовлетворяющей уравнению (9), можно подобрать такие числа A, B, что при любом $n \in N$:

$$u_n = A\alpha^{n-1} + B\beta^{n-1} . \qquad (14)$$

Аналогично рассуждая, можно покачать, что базис рекуррентного уравнения порядка k составляют k удовлетворяющих ему последовательностей, что для всякого рекуррентного уравнения (2), для которого соответствующее характеристическое уравнение

$$q^k = a_1 q^{k-1} + a_2 q^{k-2} + ... + a_k$$

имеет различные корни: $q_1 = \alpha, q_2 = \beta, ..., q_k = \gamma$, существует базис, образованный k геометрическими прогрессиями со знаменателями $\alpha, \beta, ..., \gamma$. Иными словами, для членов любой последовательности $\{u_n\}$, удовлетворяющей уравнению (2), существует k чисел: $A, B, ..., C$ таких, что

$$u_n = A\alpha^{n-1} + B\beta^{n-1} + ... + C\gamma^{n-1} .$$

Получим общий член последовательности Фибоначчи. Характеристическое уравнение имеет вид: $q^2 - q - 1 = 0$. Откуда $\alpha = \frac{1+\sqrt{5}}{2}$, $\beta = \frac{1-\sqrt{5}}{2}$. Поэтому общий член последовательности Фибоначчи можно записать так: $u_n = A\alpha^{n-1} + B\beta^{n-1}$. Чтобы найти неизвестные коэффициенты A и B, положим $n = 1$ и $n = 2$; получим:

$$\begin{cases} u_1 = 1 = A + B, \\ u_2 = 1 = A\alpha + B\beta. \end{cases}$$

Решая систему, найдём $A = \frac{\sqrt{5}+1}{2\sqrt{5}}$, $B = \frac{\sqrt{5}-1}{2\sqrt{5}}$, и, следовательно,

$$u_n = \frac{1}{\sqrt{5}}\left(\left(\frac{1+\sqrt{5}}{2}\right)^n - \left(\frac{1-\sqrt{5}}{2}\right)^n\right).$$

Это и есть общее выражение для чисел Фибоначчи.

Литература

1. Маркушевич А.И. Возвратные последовательности. – Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1950.

2. Ильин В.А. Линейная алгебра // В.А. Ильин, Э.Г. Позняк. – М. Наука. Физматлит, 1999. – 296 с.

3. Султанов А.Я. Дополнительные вопросы алгебры. Рекуррентные последовательности. – Пенза, 2011. – 48 с.

Голобородько Дмитрий Михайлович, студент группы КИ-20а, ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», 83001, г. Донецк, ул. Артема, 58.

Научный руководитель:

Савин Александр Иванович, ассистент кафедры «Высшая математика им. В.В. Пака», ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», 83001, г. Донецк, ул. Артема, 58.

e-mail: savin.donntu@mail.ru.

УДК 532.52

Деменюк А.Д.,
студ. группы ВВ-52а, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководители: к. ф.-м.н., доцент Ковалёв И.Н.,
доцент кафедры высшей математики, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
к.т.н., доцент Лесной В.И.,
доцент кафедры ВВиОВР, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ИСТЕЧЕНИЕ ЖИДКОСТИ ПРИ ПЕРЕМЕННОМ НАПОРЕ

Аннотация. Построена математическая модель задачи. Рассмотрены три вида ёмкостей, для которых найдено время истечения жидкости.

Ключевые слова: жидкость, поперечное сечение, объём, эмпирический коэффициент расхода, дифференциальное уравнение.

Введение. Для решения задачи об истечении жидкости из сосуда использован закон Торичелли.

Постановка задачи. Рассмотрим сосуд, площадь поперечного сечения которого функция высоты $\Omega = \Omega(h)$, наполненный жидкостью до уровня H (рис. 1). В дне сосуда имеется отверстие площадью ω, через которое жидкость вытекает. Нужно определить время t, за которое уровень жидкости понизится от начального положения H до произвольного h и время T полного опорожнения сосуда.

Будем считать, что скорость изменения количества объёма жидкости (объём жидкости, вытекающий из отверстия в единицу времени) является известной функцией $Q=Q(h)$ от уровня жидкости в сосуде. В гидравлике данный параметр называется расходом и измеряется в [м^3/с].

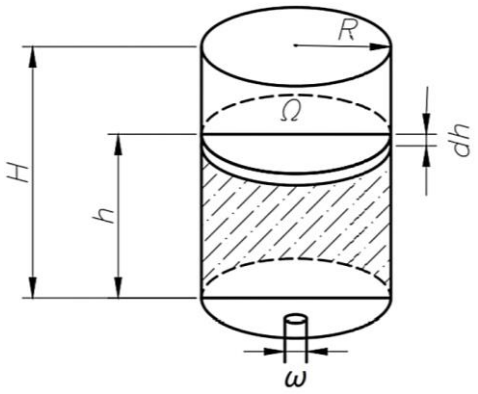


Рис. 1. Сосуд с отверстием, из которого происходит истечение жидкости при переменном напоре

Уровень жидкости в сосуде в момент времени t равен h. За промежуток времени dt (от t до $t+\Delta t$) из сосуда вытечет объём жидкости dW, равный $Q(h)$:

$$Q(h) = \frac{d\mathcal{W}}{dt} \quad => \; d\mathcal{W} = Q(h) \cdot dt \tag{1}$$

$$\text{м}^3 = \frac{\text{м}^3}{\text{с}} \cdot \text{с};$$

Этот объем жидкости может быть вычислен иначе. Вследствие утечки уровень h жидкости в сосуде понизится на величину dh. Т.е. вытечет объём жидкости dW, который можно вычислить как объём цилиндра с площадью основания $\Omega(h)$ и высотой dh, тогда

$$d\mathcal{W} = -\Omega(h) \cdot dh \tag{2}$$

Приравняем оба выражения и составит дифференциальное уравнение

$$Q(h) \cdot dt = -\Omega(h) \cdot dh \tag{3}$$

Полученное дифференциальное уравнение – уравнение с разделяющимися переменными. Разделим переменные получим:

$$dt = -\frac{\Omega(h)dh}{Q(h)} \tag{4}$$

Так как истечение жидкости происходит через малое отверстие площади ω, то по закону Торичелли

$$Q = \mu\omega\sqrt{2gh}, \tag{5}$$

где μ – эмпирический коэффициент расхода, его значение находим по таблице в зависимости от параметров жидкости и отверстия; g – ускорение силы тяжести.

Подставляя значение Q в формулу (4), получим:

$$t = \frac{1}{\omega\mu\sqrt{2g}} \int_{h1}^{h2} \frac{\Omega(h)}{\sqrt{h}} dh \qquad (6)$$

В случае полного опорожнения, время T вычислим по формуле:

$$T = \frac{1}{\omega\mu\sqrt{2g}} \int_{0}^{\mathrm{H}} \frac{\Omega(h)}{\sqrt{h}} dh \qquad (7)$$

Полученные формулы (6) и (7) универсальны для каждого сосуда. Для решения соответствующих задач нужно будет найти зависимость площади поперечного сечения Ω от глубины воды в сосуде h. Рассмотрим некоторые виды задач.

Пример 1. Круглый цилиндрический бак, расположен вертикально, радиус R, высота H наполнен водой. Определить время опорожнения бака через круглое отверстие радиуса $\omega/2$ в дне бака.

Решение.

Площадь поперечного сечения постоянна и равна , площадь отверстия $\pi(\omega/2\ )^2$, подставим данные в формулу (7):

$$T = \frac{\pi R^2 4}{\pi\Omega^2\mu\sqrt{2g}} \int_0^H \frac{dh}{vh} = \frac{4R^2}{\omega^2\mu\sqrt{2g}} \cdot \left(2\sqrt{h}\right)\Big|_0^H = \frac{8R^2\sqrt{H}}{\omega^2\mu\sqrt{2g}}.$$

При R = 1,0 м, H = 4,0 м, $\omega = 0{,}1$м; коэффициент расхода $\mu = 0{,}62$ (для воды) получим

$$T = \frac{8 \cdot 1\sqrt{4}}{(0{,}1)^2 \cdot 0{,}62\sqrt{19{,}62}} \approx 582{,}61 \text{ (с)}.$$

Пример 2. В дне полусферы радиусом R = 50 см имеется отверстие площадь сечения которого ω = 0,2 см2. Определить время T, за которое вода вытечет из полусферы.

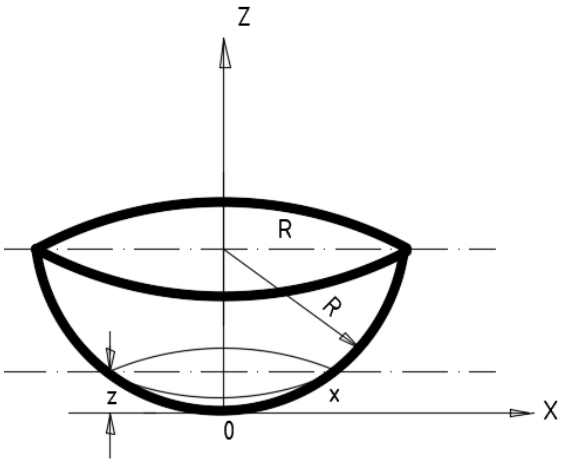


Рис. 2. К примеру 2

Решение.

$$T = \frac{1}{\mu\omega\sqrt{2g}}\int_0^R \frac{\Omega(z)dz}{\sqrt{z}};$$

$$\Omega(z) = \pi x^2;$$

$$x^2 = R^2 - (R-z)^2 = R^2 - R^2 - 2Rz - z^2 = \pi(2Rz - z^2);$$

$$T = \frac{1}{\mu\omega\sqrt{2g}}\int_0^R \frac{\pi(2Rz - z^2)dz}{\sqrt{z}};$$

$$T = \frac{\pi}{0{,}62\cdot 0{,}2\cdot 10^{-4}\cdot 4{,}429}\left[\int_0^R 2Rz^{\frac{1}{2}}dz - \int_0^R z^{\frac{3}{2}}dz\right] = 17478c.\,(4{,}855ч)$$

Пример 3. Определить время опорожнения железнодорожной цистерны длины l и диаметра d через сливной патрубок в нижней части цистерны, площадь поперечного сечения патрубка – ω.

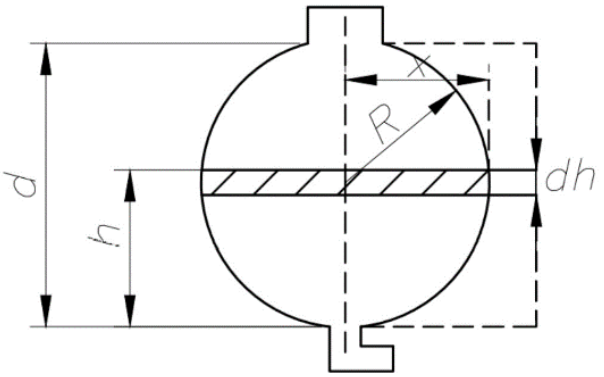


Рис.3. К примеру 3

Тогда подставим исходные данные и выражение для *S(h)*, получим

$$T = \frac{2l}{\omega\mu\sqrt{2g}}\int_0^d \frac{\sqrt{(2R-h)}}{\sqrt{h}}dh = \frac{2l}{\omega\mu\sqrt{2g}}\int_0^d \sqrt{(2R-h)}\,dh.$$

Вычислим отдельно интеграл:

$$\int_0^d \sqrt{(2R-h)}dh = \begin{bmatrix} 2R-h=t, t_{\text{н}} = 2R-0 = 2R \\ -dh = dt, t_{\text{в}} = 2R-d = 2R-2R = 0 \end{bmatrix} =$$

$$= \int_{2R}^{0} \sqrt{t}(-dt) = -\int_{2R}^{0} t^{\frac{1}{2}}dt = \int_{0}^{2R} t^{\frac{1}{2}}dt = \left(\frac{2t^{\frac{3}{2}}}{3}\right)\Bigg|_0^{\frac{2}{2}} = \frac{2}{3}\left((2R)^{\frac{3}{1}} - 0\right) =$$

$$= \frac{2}{3}\sqrt{(2R)^3} = \frac{2}{3}2R\sqrt{2R}.$$

Подставим значение определенного интеграла в выражение для *T*:

$$T = \frac{2l}{\omega\mu\sqrt{2g}} \cdot \frac{4R\sqrt{2R}}{3} = \frac{8lR\sqrt{2R}}{3\omega\mu\sqrt{2g}}.$$

Принимаем *l*=12м, *R*=1,5м, $\omega = 0{,}01$м, коэффициент расхода $\mu = 0{,}6$ (керосин). Получим

$$T = \frac{8 \cdot 12 \cdot 1{,}5\sqrt{3}}{3 \cdot 0{,}01 \cdot 0{,}6\sqrt{19{,}62}} \approx 3128{,}25 \text{ (с)}.$$

Выводы:

- метод определения времени опорожнения емкостей очень удобен для практического использования, так получена «рабочая» формула для вычислений;

- для её применения фактически нужно определить площадь поперечного сечения как функцию Ω(h);

- с расчетами, поясненными выше, приходится сталкиваться, например, при подсчете времени наполнения и опорожнения камер судоходных шлюзов, а также водохранилищ. В случае водохранилищ Ω≠const, в связи с чем задача расчета несколько усложняется;

- в практике встречаются случаи, когда при истечении жидкости из отверстия оба уровня жидкости (и верховой, и низовой) оказываются переменными. Такого рода задачи решаются аналогично задачам, поясненным выше.

Литература

1. Чугаев Р.Р. Гидравлика. Энергия. Ленинградское отделение, 1975. – 600 с.

2. Улитин Г. М. Краткий курс высшей математики. Донецк, 2018. – 298 с.

Деменюк Аделина Денисовна, студентка группы ВВ-52а, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка. ул. Державина, 2.

Ковалёв Игорь Николаевич, кандидат физико-математических наук, доцент; доцент кафедры высшей математики, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка. ул. Державина, 2.

Лесной Вячеслав Иванович, кандидат технических наук, доцент; доцент кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка. ул. Державина, 2.

e-mail: i.n.kovalyov@donnasa.ru.

УДК 51-7

Андронаки И.А.,
студ. группы ИСИ-5а, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: к.пед.н. Галибина Н.А.,
доцент кафедры высшей математики,
ГОУ ВПО «ДонНАСА»

РЕШЕНИЕ ДВУХ ЗАДАЧ ПЛАТЁЖНОГО БАЛАНСА

Аннотация. Рассмотрены две задачи, связанные с платёжным балансом. Построены математические модели в виде дифференциальных уравнений этих задач. Получены их точные решения.

Ключевые слова: дифференциальное уравнение, математическая модель, задача платёжного баланса, равновесный рынок.

Введение. Чтобы не потерпеть убытки в случае недостатка или избытка товаров или услуг, необходимо построить такие математические модели, в которых спрос совпадает с объёмом производства предлагаемых товара или услуги. Такие задачи называют в экономическом анализе задачами пладёжного баланса. В данной статье рассмотрены и решены две такие задачи, касающиеся сбалансировки расходов на производство и равновесного рынка в целом.

Постановка задачи. Рассмотрим сначала экономическую систему с постоянными правительственными расходами, равными G_0, а также спросом $D(t)$, где t – время. Необходимо сбалансировать экономику таким образом, чтобы спрос совпадал с предложением, если существует запаздывание q, связанное с построением новых заводов, фабрик и т.п.

Далее будет составлена математическая модель равновесного рынка в предположении, что спрос и предложение определяются только ценой, а остальные влияния настолько незначительны, что ими можно пренебречь.

Результаты. Введём следующие обозначения:

G_0 – правительственные расходы;

t – время;

$D(t)$ – спрос;

$Y(t)$ – объём производства;

s – предельная склонность к сбережению;

$I(t)$ – уровень капиталовложений.

Чтобы сбалансировать экономику, при наличии запаздывания, необходимо составлять планы на будущее и строить производство так, чтобы удовлетворить прогнозируемый спрос, полагая

$$D(t) = (1-s)Y(t-q) + I(t) + G_0, \tag{1}$$

где $s > 0$.

Будем предполагать, что в уравнении (1) время q капиталовложений существенно не изменяется, т.е.

$$I(t-q) = I(t).$$

Теперь, если мы учтём, что

$$Y(t-q) = Y(t) - qY'(t) + \alpha(q)q^2,$$

где $\alpha(q)$ ограничена при $q \to 0$, то получим уравнение

$$(1-s)qY'(t) = -sY(t-q) + I(t) + G_0 \tag{2}$$

для всех $t \in R$.

Следует отметить, что $I(t)$ не является константой, хотя и не изменяется существенно за временной период q.

Далее, капиталовложения зависят от общей тенденции развития производства. Одной из возможных стратегий в области капиталовложения является «принцип акселератора», согласно которому желательно, чтобы выполнялось следующее равенство:

$$I(t) \equiv aY'(t),$$

где $a > 0$.

В силу запаздывания это тождество выполняться не будет, но будет приближённо выполняться, если

$$I'(t) = b(aY'(t) - I(t)), \tag{3}$$

где $b > 0$.

Найдя из равенства (2) $I'(t)$ и приравняв эту функцию к правой части равенства (3), получим дифференциальное уравнение второго порядка:

$$(1-s)qy'' + (s - ba + (1-s)qb)y' + sby = 0,$$

где $y = Y - G_0 / s$.

В этом случае разность между объёмом производства и постоянной величиной G_0 / s удовлетворяет дифференциальному уравнению:

$$y'' + 2ky' + \omega_0^2 y = 0,$$

где $k = \dfrac{s - ab + (1-s)qb}{2r(1-s)}$, $\omega_0^2 = \dfrac{sb}{q(1-s)}$.

Решение этого дифференциального уравнения имеет вид:

1) $y = C_1 e^{(-k+\sqrt{k^2-\omega_0^2})t} + C_2 e^{(-k-\sqrt{k^2-\omega_0^2})t}$ при $k^2 - \omega_0^2 > 0$;

2) $y = C_1 e^{-kt} + C_2 t e^{-kt}$ при $k = \pm\omega_0^2$;

3) $y = e^{-kt}(C_1 \cos\sqrt{\omega_0^2 - k^2}t + \sin\sqrt{\omega_0^2 - k^2}t)$ при $k^2 - \omega_0^2 < 0$.

Теперь рассмотрим равновесный рынок в предположении, что спрос s и предложение q определяются только ценой $p(t)$. При увеличении цены предложение будет расти. Вместе с тем предложение положительно реагирует на скорость изменения цены $p'(t)$ и на темп роста цены $p''(t)$ в предположении, что $p(t)$ – дважды непрерывно дифференцируемая функция. Таким образом, получаем уравнение предложения:

$$q(t) = ap'' + bp' + cp + q_0,$$

где a, b, c – положительные коэффициенты пропорциональности, q_0 – начальное предложение.

Далее, увеличение цены уменьшает спрос. Скорость роста цены также влияет на интерес к товару. Однако если скорость роста цены увеличивается, то это подогревает интерес к товару. Получаем следующее уравнение спроса:

$$s(t) = ap'' - \beta p' - \gamma p + s_0,$$

где α, β, γ – положительные коэффициенты пропорциональности, s_0 – начальный спрос.

Условие равновесия рынка приводит к уравнению:

$$ap'' + bp' + cp + q_0 = ap'' - \beta p' - \gamma p + s_0$$

или

$$(a-\alpha)p'' - (b+\beta)p' + (c+\gamma)p - s_0 - q_0 = 0.$$

Последнее уравнение является линейным дифференциальным уравнением второго порядка с постоянными коэффициентами.

Решим это уравнение для частного случая, когда функции предложения и спроса имеют следующие зависимости от цены:

$$q(t) = 4p'' + p' + 3p + 3$$

и

$$s(t) = 3p'' - p' - 2p + 18.$$

Используя равновесное состояние рынка, получим дифференциальное уравнение

$$4p'' + p' + 3p + 3 = 3p'' - p' - 2p + 18$$

или

$$p'' + 2p' + 5p = 15.$$

Общее решение последнего уравнения имеет вид:

$$p(t) = e^{-t}(c_1 \sin 2t - c_2 \cos 2t) + 3.$$

Если же задать начальные условия, например:

$$p_0 = p(0) = 2, \quad q_0 = q(0) = 30$$

то можно однозначно определить постоянные $c_1, c_2 : c_1 = -2, c_1 = 1$.

В итоге получаем:

$$p(t) = e^{-t}(-2\sin 2t + \cos 2t) + 3.$$

Заметим, что $\lim p(t) = 3$ т.е. все интегральные кривые общего решения имеют горизонтальную асимптоту $p = 3$, совершая вокруг неё колебания.

Это означает, что все цены стремятся к установившейся цене $p = 3$ с колебаниями около нее, причем амплитуда этих колебаний со временем затухает.

Вывод. Итак, в статье получены решения двух задач, связанных с платёжным балансом. Получение решений таких задач и близких к ним по содержанию позволяет уменьшить предполагаемые расходы, существенно не влияя на общее качество. Конечно, на практике производство не может моментально реагировать на изменения спроса. Но, тем не менее, даже исследование приближённых математических моделей экономический процессов позволяет в достаточной степени сбалансировать экономику.

Литература

1. Муратова Т.В. Дифференциальные уравнения: учебник и практикум / Т.В. Муратова – Москва : Издательство Юрайт, 2019. – 435 с.

2. Бор М.З., Пятенко В.В. Менеджмент банков: организация, стратегия, планирование. – М: ИКЦ "ДИС", 1997. – 288 с.

Андронаки Илья Александрович, студент группы ИСИ-5а, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

Научный руководитель:

Галибина Надежда Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры высшей математики ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: galibina@donnasa.ru.

УДК 51-7

Демина Е.А.,
студентка группы ТД-19А
ГО ВПО «ДонНУЭТ им. Михаила Туган-Барановского»
Руководитель: к.ф.-м.н., доцент Фомина Т.А.,
доцент кафедры высшей и прикладной математики
ГО ВПО «ДонНУЭТ»им. М. Туган-Барановского»

ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ ПРИ РЕШЕНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗАДАЧ В ПРАКТИКЕ МЕНЕДЖЕРА

Аннотация. Рассмотрено применение высшей математики при решении задач в различных областях.

Ключевые слова: нанотехнологии, высшая математика, компьютеризация матрицы, вектора.

Введение. Ускорение научно-технического прогресса предопределяет повышенные требования к квалификационным характеристикам менеджеров сегодняшнего века нанотехнологий и компьютеризации. Использование экономико-математических моделей и применение математического аппарата при решении задач менеджмента является одним из основных требований. И оно оправдано, так как математика выступает как в качестве аналитического инструмента и орудия количественного расчёта, так и в качестве метода точного исследования и средством предельно чёткой формулировки понятий и проблем. Сама практическая деятельность менеджера очень тесно связана со знаниями высшей математики, так как ежедневно перед ним встаёт ряд задач, которые можно решить только с помощью этой точной науки [1, 2].

Исследованием проблемы использования математики в экономике и менеджменте занимались такие учёные как А. Курно, «Исследование математических принципов теории богатства», Г. Госсен, «Развитие законов общественного обмена и вытекающих отсюда правил общественной торговли», Л. Вальрас, «Элементы чистой политической экономии или теория общественного богатства», В. Парето, «Учебник политической экономии», У. Джевонс, «Теория политической экономии» и др. [2].

Постановка задачи. Рассмотрение практических задач в практике менеджера, в решении которых необходимо применение знаний из области высшей математики.

Результаты. Понятие матрицы и основанный на нём раздел математики – матричная алгебра – имеют чрезвычайно важное значение для экономистов. Объясняется это тем, что значительная часть математических моделей экономических объектов и процессов записывается в достаточно простой, а главное – компактной матричной форме [3].

Пример 1. Обувная фабрика выпускает три вида обуви кроссовки, туфли и сапоги. Предприятие использует сырьё двух типов: S_1 и S_2. Нормы расхода сырья даны как элементы матрицы A:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 4 \\ 5 & 3 \end{pmatrix}.$$

План выпуска продукции задан матрицей-строкой B = (110 50 100), стоимость единицы каждого типа сырья (ден. ед.) – матрицей-столбцом

$$C = \begin{pmatrix} 40 \\ 60 \end{pmatrix}.$$

Определить затраты сырья, необходимые для планового выпуска продукции, и общую стоимость сырья.

Решение. Пусть матрица-строка R будет показывать затраты первого и второго сырья на каждый вид продукции, тогда

$$R = B \cdot A = \begin{pmatrix} 110 & 50 & 100 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 4 \\ 5 & 3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 710 & 720 \end{pmatrix}.$$

Пусть S – общая стоимость сырья, тогда:

$$S = R \cdot C = \begin{pmatrix} 710 & 720 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 40 \\ 60 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 71600 \end{pmatrix}.$$

Ответ. Затраты первого вида сырья составляют S_1 = 710 ден. ед., затраты второго вида сырья составляют S_2 = 720 ден. ед. Общая стоимость сырья двух видов составляет 71600 ден. ед. [3].

В менеджменте также проводятся вычисления с применением векторной алгебры.

Пример 2. Предприятие выпускает ежесуточно четыре вида изделий: S_1, S_2, S_3, S_4. Их основные экономико-производственные показатели приведены в таблице 1.

Определить требуется следующие ежесуточные показатели: P – расход сырья, T – затраты рабочего времени, S – стоимость выпускаемой продукции.

Таблица 1. Экономико-производственные показатели продукции.

Вид изделия, № п/п	Количество изделий, ед.	Расход сырья, кг	Норма времени изготовления, ч/изд.	Цена изделия ден. ед./изд.
S_1	30	6	8	35
S_2	40	4	12	45
S_3	20	2	5	20
S_4	50	5	17	55

Решение. Составим четыре вектора, характеризующие весь производственный цикл, исходя из таблицы 1.

$\bar{a}$ = (30, 40, 20, 50) – вектор ассортимента,

$\bar{c}$ = (6, 4, 2, 5) – вектор расхода сырья,

$\bar{t}$ = (8, 12, 5, 17) – вектор затрат рабочего времени,

$\overline{p}$ = (35, 45, 20, 55) – ценовой вектор.

Следовательно, искомые ежесуточные показатели, будут представлять собой величины, соответствующие скалярным произведениям вектора ассортимента $\overline{a}$ и трёх других векторов $\overline{c}$, $\overline{t}$, $\overline{p}$:

P= $\overline{ac}$=((30*6)+(40*4)+(20*2)+(50*5)) = 630 (кг)

T= $\overline{at}$=((30*8)+(40*12)+(20*5)+(50*17)) = 1670 (ч)

S= $\overline{ap}$=((30*35)+(40*45)+(20*20)+(50*55)) = 6000 (ден. ед.)

Ответ. Ежесуточные показатели составляют: расход сырья P = 630 кг, затраты рабочего времени T = 1670 часов, стоимость выпускаемой продукции S = 6000 ден. ед. [2].

Выводы. Таким образом, можно сделать следующий вывод. Развитие предпринимательства, сопровождающегося быстрым совершенствованием науки о рыночном управлении предприятиями и производством, обусловило становление научного менеджмента. Многие из учёных-экономистов считают, что менеджмент стоит на самом последнем месте по глубине проникновения в нём математических знаний, так как содержит знания описательного характера, являясь общественной наукой. Однако, в связи с потребностями практики при решении производственных задач, требуется применение более точных расчётов и количественных методов исследования. Математический аппарат широко применяется в менеджменте, благодаря которому осуществляется финансовое регулирование, автоматизация производственных и управленческих процессов, оптимизация производства и бизнеса, разработка, моделирование и решение прикладных задач [4].

Литература

1. Жулидова В. Ю. Использование высшей математики в менеджменте [Текст] / В. Ю. Жулидова // Российский экономический университет имени Георгия Валентиновича Плеханова. – 2017. - №18. – 5 С.

2. Грицко У. А. Высшая математика в менеджменте [Текст] / У. А. Грицко // Сибирский Федеральный университет. – 2015. - №4. – 3 С.

3. Высшая математика для экономистов: Учебн. пособие для вузов / Н. Ш. Кремер, Б. А. Путко, И. М. Тришин, М. Н. Фридман; под ред. проф. Н. Ш. Кремера . – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1997. – 439 с.

4. Место и роль математики в менеджменте и экономике [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://referat.ru/referat/mesto-i-rol-matematiki-v-menedjmente-i-ekonomike-478435/9 (дата обращения: 07.05.2021).

Демина Екатерина Алексеевна, студентка группы ТД-19А ГО ВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского», 83050, г. Донецк, ул. Щорса, 31.

Научный руководитель:

Фомина Тамара Александровна, кандидат физико-математических наук, доцент; доцент кафедры высшей и прикладной математики ГО ВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского», 83050, г. Донецк, ул. Щорса, 31.

e-mail: shatal@bk.ru.

УДК 51-7

Мартусь И.С.,
студ. группы ПГС-74а, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: к.пед.н. Галибина Н.А.,
доцент кафедры высшей математики,
ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ В ЗАДАЧАХ О РАВНОВЕСИИ

Аннотация. Рассмотрены две задачи, связанные с расчетами удержания грузов в равновесии и перемещении их с помощью лебёдки. Получены их точные решения.

Ключевые слова: дифференциальное уравнение, математическая модель, задача о равновесии, статика, динамика.

Введение. Одной из важнейших задач в строительстве является упрощение условий транспортировки строительных материалов, которая при обычных обстоятельствах вызывает большие затраты ресурсов. В качестве примера можно рассмотреть процесс подъёма и перемещения тяжёлых грузов. В этой статье будут рассмотрены две задачи, связанные с расчетами удержания грузов в равновесии и перемещении их с помощью лебёдки.

Постановка задачи. Рассмотрим цилиндрический барабан, через который перекинут канат, прилегающий к этому барабану по некоторой дуге *AB*. Дуга в свою очередь соответствует центральному углу (углу обхвата) ω (см. рис. 1). Пусть, далее, к концу *A* каната приложена сила S_0, а к концу *B* – сила S_1. Требуется найти наибольшую силу S_1, которая при наличии трения может быть уравновешена силой S_0.

Результаты. Чтобы решить эту задачу, для начала исследуем, как распределится S вдоль части AB каната в момент начала скольжения.

Поскольку в точках A и B натяжение равно S_0 и S_1 соответственно, то это натяжение не может быть постоянным.

Выберем произвольную точку M на дуге AB, положение которой определяется углом $\theta = \angle AOM$.

Определим, какие силы действуют на элемент дуги MM' каната, отвечающий центральному углу $d\theta$.

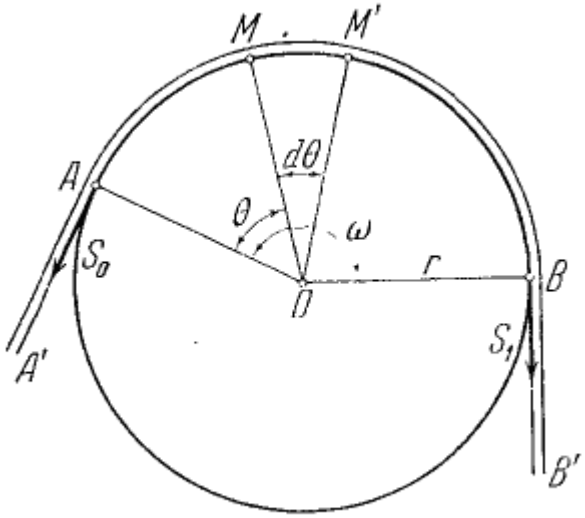


Рис. 1

В точке М действует натяжение $S = S(\theta)$, а в точке M' – натяжение $S + dS$ (см. рис. 2). Обе эти силы направлены по касательным к окружности барабана. Чтобы определить силу трения на рассматриваемом элементе MM', нужно вычислить нормальную силу dN, прижимающую этот элемент к поверхности барабана. Она слагается из радиальных составляющих обоих натяжение, так что имеет место равенство:

$$dN = \sin\frac{d\theta}{2} + (S + dS)\sin\frac{d\theta}{2}.$$

В этом соотношении произведение

$$dS\sin\frac{d\theta}{2}$$

при достаточно малом θ можно отбросить как бесконечно малое высшего порядка, а $\sin\frac{d\theta}{2}$ – заменить на эквивалентную функцию $\frac{d\theta}{2}$.

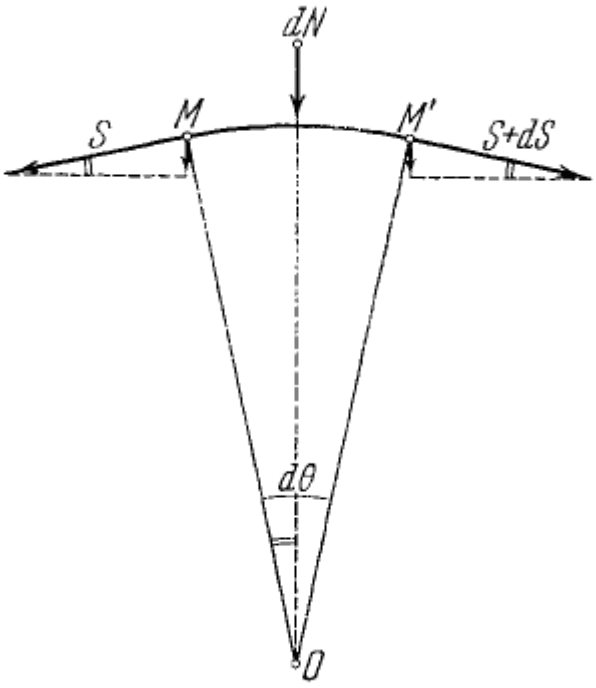


Рис. 2

Получаем окончательное уравнение:

$$dN = Sd\theta.$$

Далее, поскольку сила трения с коэффициентом μ пропорциональна нормальной силе, то последнее равенство примет вид:

$$dR = \mu dN = \mu Sd\theta.$$

По условию задачи сила dR вместе с натяжением S в точке M уравновешивает натяжение $S + dS$ в точке M'.

Следовательно,

$$dS = \mu Sd\theta.$$

Получаем простейшее дифференциальное уравнение с разделяющимися переменными. Решим это уравнение. Для этого разделим обе его части на S:

$$\frac{dS}{S} = \mu d\theta.$$

Интегрируя обе части этого уравнения, получаем, что

$$\ln|S| = \mu\theta + C,$$

где C – любое действительное число.

Далее, поскольку S равно S_0 при θ=0, то

$$C = \ln|S_0|,$$

поэтому

$$\ln|S| = \mu\theta + \ln|S_0|$$

или

$$S = S_0 e^{\mu\theta}.$$

Если же $\theta = \omega,$ то

$$S = S_0 e^{\mu\omega}.$$

Теперь рассмотрим другую задачу. На цилиндрический барабан накинут трос, который под действием свободного веса соскальзывает с него. Определим, за какое время трос соскользнёт вниз, если в начальный момент с одной стороны висело L_1 метра троса, а с другой стороны – L_2 метра.

Обозначим вес одного погонного метра троса через P. Очевидно, что к центру тяжести троса приложена сила

$$F = (x - (L_1 + L_2))P,$$

где x – длина большей части цепи в метрах, свисающей через промежуток времени t.

Масса троса равна $\frac{(L_1 + L_2)P}{g}$, а его ускорение – $\frac{d^2x}{dt^2}$. Получаем дифференциальное уравнение второго порядка с постоянными коэффициентами

$$P \cdot \frac{L_1 + L_2}{g} \cdot \frac{d^2x}{dt^2} = (2x - L_1 - L_2)P.$$

или

$$\frac{d^2x}{dt^2} - \frac{2g}{L_1 + L_2}x = -g. \qquad (1)$$

Это линейное дифференциальное уравнение второго порядка с постоянными коэффициентами. Будем искать его решение в виде:

$$x_{он} = x_{оо} + x_{чн},$$

где $x_{оо}$ – общее решение однородного уравнения

$$\frac{d^2x}{dt^2} - \frac{2g}{L_1 + L_2}x = 0, \qquad (2)$$

$x_{чн}$ – некоторое частное решение неоднородного уравнения (1).

Чтобы решить уравнение (2), необходимо записать характеристическое уравнение. Имеем:

$$\lambda^2 - \frac{2g}{L_1 + L_2} = 0, \qquad (3)$$

откуда

$$\lambda = \pm\sqrt{\frac{2g}{L_1 + L_2}}.$$

Тогда общее решение уравнения (2) будет иметь вид:

$$x = C_1 e^{\sqrt{\frac{2g}{L_1+L_2}}t} + C_2 e^{-\sqrt{\frac{2g}{L_1+L_2}}t},$$

где C_1, C_2 – любые действительные числа.

Одним из частных решений уравнения (1), очевидно, является

$$x_{чн} = \frac{L_1 + L_2}{2}.$$

Поэтому общее решение уравнения (2) имеет вид:

$$x = C_1 e^{\sqrt{\frac{2g}{L_1+L_2}}t} + C_2 e^{-\sqrt{\frac{2g}{L_1+L_2}}t} + \frac{L_1 + L_2}{2},$$

где C_1, C_2 – любые действительные числа.

Если $L_1 = 10$, а $L_2 = 8$, то из общего решения с учётом начальных условий получаем, что трос соскользнёт приблизительно через 2,76 с.

Вывод. Итак, в статье получены решения двух задач механики о равновесии и движении троса. Эти решения дают возможность смоделировать процесс поднятия строительных грузов с помощью троса. Решённая задача может иметь широкое применение для исследования процессов и явлений в механике и машиностроения.

Литература

1. Муратова Т.В. Дифференциальные уравнения: учебник и практикум / Т.В. Муратова – Москва : Издательство Юрайт, 2019. – 435 с.

2. Борисовский В.В. Краткий курс физики: учебное пособие для студентов всех форм обучения технических направлений / В.В. Борисовский – Рубцовск, 2013. – 67 с.

Мартусь Игорь Сергеевич, студент группы ПГС-74а, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

Научный руководитель:

Галибина Надежда Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры высшей математики ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: galibina@donnasa.ru.

УДК 536.2

Рассказов Н.В.,
студ. группы ПТМу-38б, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: к.ф.-м.н., доцент Шитов А.А.,
доцент кафедры высшей математики, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСВЕЛЛА

Аннотация. Рассмотрен закон Максвелла для распределения молекул идеального газа по скоростям и связь его с теорией вероятностей.

Ключевые слова: идеальный газ, распределение Максвелла, теория вероятностей.

Введение. Для описания систем многих частиц не подходит динамический метод (механический), т.к. надо задать для каждой частицы скорость в начальный момент времени и уравнение движения. Так, например, в 1 см^3 воздуха находится $2{,}7\cdot10^{19}$ молекул. Записать для каждой молекулы скорости и уравнения невозможно. К тому же весь этот массив информации надо где-то хранить и обрабатывать.

Для описания таких систем многих частиц используют статистический метод – он использует обобщенную информацию о совокупности частиц. В этом методе при описании закономерностей поведения большого числа частиц исходят из молекулярных представлений. В 1859 г. Д. Максвелл, используя теорию вероятностей и ряд физических предположений, получил, что устанавливающееся в условиях термодинамического равновесия распределение молекул по скоростям подчиняется определенному статистическому закону.

Постановка задачи. Рассмотрим идеальный газ, состоящий из очень большого числа N тождественных молекул, находящихся в состоянии беспорядочного теплового движения при определенной температуре T.

Предполагается, что силовые поля, действующие на газ, отсутствуют.

Нельзя ставить вопрос: сколько молекул обладает определенной скоростью. Дело в том, что, хоть число молекул очень велико в любом даже малом объеме, но количество значений скорости сколь угодно велико, и может случиться, что ни одна молекула не обладает заданной скоростью. Задачу о распределении молекул по скоростям следует сформулировать следующим образом. Какова вероятность того, что x-составляющая скорости молекулы лежит между V_x и $V_x + dV_x$, а остальные две составляющие могут быть какими угодно? Ясно, что эта вероятность должна быть пропорциональна ширине рассматриваемого скоростного интервала dV_x, а коэффициент пропорциональности зависит от V_x. Обозначим эту вероятность через $\varphi(V_x)dV_x$. Величина $\varphi(V_x)$ также называется функцией распределения. Однако она характеризует распределение молекул не по полной скорости V, а только по ее проекции V_x на ось X. Величина $f(V)$ имеет смысл объемной (трехмерной), функции распределения в пространстве скоростей, величина $\varphi(V_x)$ – одномерной (линейной), функции распределения в том же пространстве.

Назовем ради краткости попадания молекулы в скоростные интервалы $(V_x, V_x + dV_x)$, $(V_y, V_y + dV_y)$, $(V_z, V_z + dV_z)$ событиями A, B, C соответственно. Максвелл предположил, что события A , B , C независимы. Тогда вероятность $f(V)dV$ того, что молекула попадает в элемент объема скоростного пространства $dV = dV_x dV_y dV_z$ можно определить по теореме умножения вероятностей для независимых событий. Таким образом, функция распределения имеет вид $f(V) = \varphi(V_x)\,\varphi(V_y)\,\varphi(V_z)$.

Результаты. Максвелл установил вид функций распределений $f(V)$ и $\varphi(V_x)$:

$$\varphi(V_x) = \left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{\frac{1}{2}} \exp\left(-\frac{mV_x^2}{2kT}\right), \qquad (1)$$

$$f(V)=\left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{\frac{3}{2}}\exp\left(-\frac{mV^2}{2kT}\right), \qquad (2)$$

где m – масса молекулы, k – постоянная Больцмана.

Формулы (1) и (2) и есть Максвелловский закон распределения скоростей. Эти формулы применимы не только к газам, но и к жидкостям, и к твердым телам во всех случаях, когда еще можно пользоваться классическим способом описания движения.

График функции $\varphi(V_x)$ представлен на рисунке 1. Качественно вид функции (1), изображенной на рис. 1, совпадает с нормальным законом распределения Гаусса, описывающим распределение ошибок измерений случайной величины. Функция распределения $\varphi(V_x)$ определяет относительное число молекул $\frac{\Delta N}{N}$, скорости которых лежат в интервале $(V_x, V_x + dV_x)$.

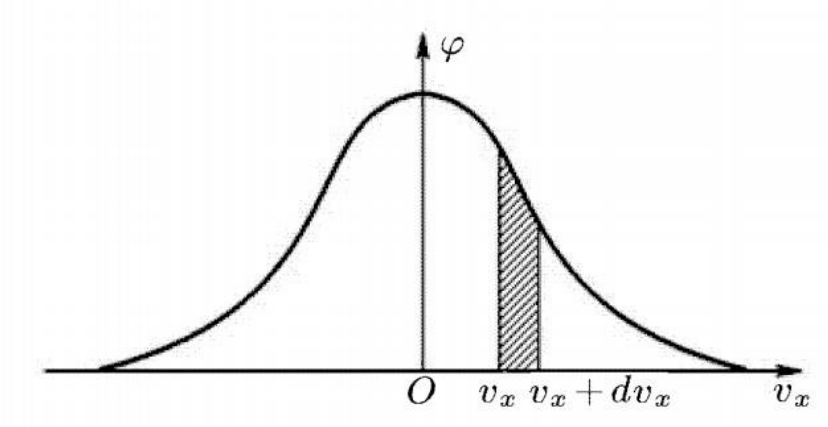


Рис. 1. Одномерная функция распределения $\varphi(V_x)$ в пространстве скоростей

Площадь элементарной полоски, заштрихованной на рисунке, дает вероятность того, что x-составляющая скорости молекулы лежит внутри интервала $(V_x, V_x + dV_x)$, а умноженная на N, она дает вероятное число молекул со скоростями в том же интервале.

Функции (1) и (2) нормированы условиями

$$\int_{-\infty}^{\infty}\varphi(V_x)dV_x = 1; \qquad \int_{-\infty}^{\infty} f(V)dV = 1. \qquad (3)$$

Интегрирование в пределах от $-\infty$ до ∞ не означает, что в газе есть молекулы с бесконечно большими скоростями. В действительности при достаточно больших скоростях формулы (1) и (2) становятся неприменимыми. Кинетическая энергия молекулы не может превосходить кинетической энергии всего газа. Интегрирование в бесконечных пределах следует рассматривать только как вычислительный прием. Он возможен потому, что молекул со скоростями, удовлетворяющими $\frac{mV_x^2}{kT} >> 1$ очень мало, и такие молекулы практически не вносят сколько-нибудь заметного вклада в нормировочный интеграл.

Ввиду принципиальной важности распределения Максвелла для статистической физики оно было подвергнуто тщательной экспериментальной проверке. Непосредственно проверить распределение Максвелла молекул по скоростям в объеме газа невозможно, поскольку направления движения молекул в объеме распределены случайно, и никакими прямыми методами нельзя осуществить регистрацию их движений и распределений по скоростям. Поэтому в опытах используются молекулярные пучки. Справедливость Максвелловского распределения весьма точно была проверена экспериментально Истерманом и Штерном путем измерения отклонения пучка атомов цезия.

Выводы. Молекулы газа при своем движении постоянно сталкиваются. Скорость каждой молекулы при столкновении изменяется. Она может возрастать и убывать. Однако среднеквадратичная скорость остается неизменной. Это объясняется тем, что в газе, находящемся при определенной температуре, устанавливается некоторое стационарное, не меняющееся со временем распределение молекул по скоростям, которое подчиняется определенному статистическому закону (распределение Максвелла). Скорость отдельной молекулы с течением времени может меняться, однако доля молекул со скоростями в некотором интервале скоростей остается неизменной.

Распределение Максвелла лежит в основании кинетической теории газов, которая объясняет многие фундаментальные свойства газов, включая давление и

диффузию. Распределение Максвелла также применимо для электронных процессов переноса и других явлений. Распределение Максвелла применимо к множеству свойств индивидуальных молекул в газе. Оно может также применяться к распределению энергий молекул в газе, скоростей, импульсов, и модуля импульсов молекул. Также оно может быть выражено как дискретное распределение по множеству дискретных уровней энергии, или как непрерывное распределение по некоторому континууму энергии.

Литература

1. Сивухин Д. В. Общий курс физики: Учеб. пособие: Для вузов. В 5 т. Т. II. Термодинамика и молекулярная физика. / Д. В. Сивухин – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 544 с.

Рассказов Никита Вадимович, студент группы ПТМу-38б, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

Научный руководитель:

Шитов Анатолий Анатольевич, к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедры высшей математики и информатики, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: a.a.shitov@donnasa.ru.

УДК 51-7

Родзин М.А.,
студ. группы АД-26, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: к.пед.н. Чудина Е.Ю.,
доцент кафедры высшей математики
ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ЗАДАЧА О ЖЕЛОБЕ

Аннотация. Рассмотрена задача нахождения параметров желоба, сечение которого представляет собой часть правильного $2n$-угольника.

Ключевые слова: желоб, правильный n-угольник, сечение желоба.

Введение. При выборе параметров водосточного желоба ориентируются на пропускную способность, которая напрямую зависит от площади его сечения. Нахождение способа производства, обеспечивающего наибольшую площадь сечения при наименьшем периметре (длин сторон), является актуальной задачей строительства.

Постановка задачи. Найдём наиболее оптимальные параметры сечения желоба, обеспечивающие наибольшую пропускную способность и отсутствие выплеска жидкости при наименьшей длине линии, описывающей сечение желоба. Рассмотрим альтернативные решения, вычислим их эффективность.

Результаты. Как известно ещё из исследований древнегреческого математика Зенодора [1], фигурой, заключающей наибольшую площадь при наименьшем периметре, является круг. Логично предположить, что и наилучшее сечение – сегмент круга, дуга которого является самим желобом, а хорда – максимальным уровнем жидкости в желобе (рис. 1).

Можно показать, что наибольшая наполняемость желоба достигается в случае, если хорда должна равняется его ширине, т.е. диаметру, а центральный

угол α будет равен π. Сечение примет вид полуокружности, длина дуги которой будет равна $l = \pi r$. Площадь сечения полукруглого желоба равняется $S = \frac{\pi r^2}{2}$.

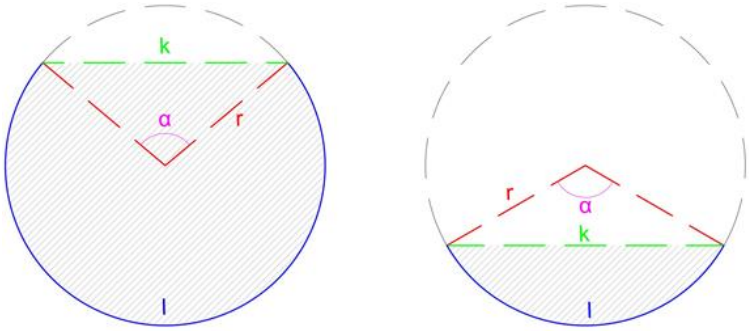


Рис. 1. Сечение круглого желоба, l – длина линии сечения желоба, r – радиус желоба, α – центральный угол

Задача нахождения наибольшей площади сечения желоба нередко рассматривается в литературе [3]. Как правило, рассматривается желоб с сечением в форме равнобедренной трапеции.

Мы рассмотрим задачу построения сечения желоба при помощи ломаной линии (как части правильного $2n$-угольника) (рис. 2):

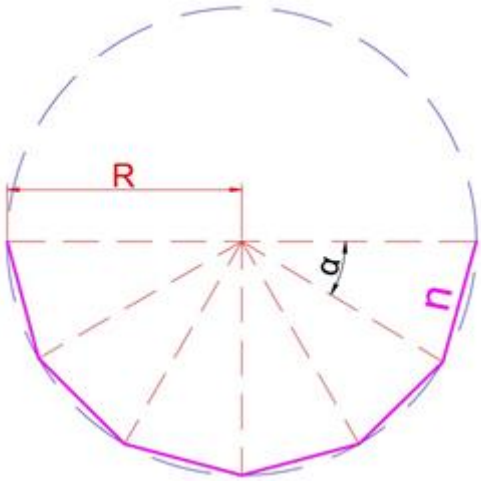


Рис. 2. Сечение желоба, описанного ломаной, R – радиус, n – количество звеньев ломаной, α – угол при вершине треугольника

Форму, наиболее приближенную к кругу, состоящую из ломаной линии, имеет правильный m-угольник [2]. Т.к. при $m \to \infty$ его площадь будет максимально приближена к площади круга, можно считать часть правильного

многоугольника, разделённого пополам диаметром желоба, идеальным сечением желоба из ломаной линии. Приведём примеры построения желоба с сечением в форме части правильного $2n$-угольника (рис. 3):

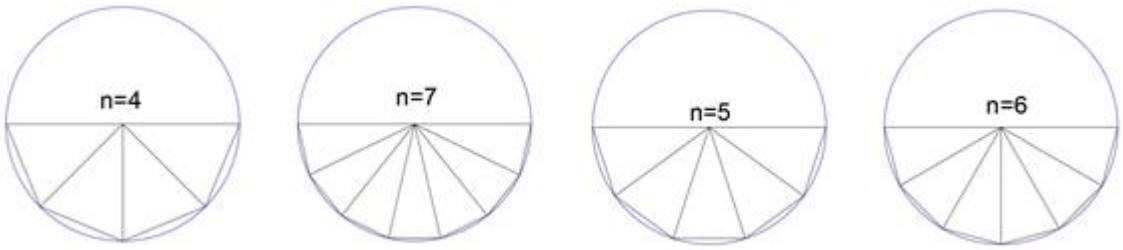


Рис. 3. Варианты построения сечения желоба с помощью ломаной, состоящей из равных отрезков

Для расчета параметров таких сечений используем следующие формулы:

$$\alpha = \frac{180°}{n};$$

$$R = \frac{a}{2\sin\frac{\pi}{2n}};$$

$$S = \frac{nR^2}{2}\sin\frac{\pi}{n};$$

$$S = \frac{na^2}{4}\operatorname{ctg}\frac{\pi}{2n}.$$

Таблица 1 наглядно демонстрирует процент от максимально возможной занимаемой площади (площади дуги полуокружности) при длине кривой или ломаной l=100 ед.

Табл. 1. Отношение площади сечения желоба, описанного ломаной, к максимально возможной площади сечения желоба

Вид сечения	R	S	% от максимальной S
Ломаная линия n=3	33,33333333	1443,375673	90,68999277
Ломаная линия n=4	32,66407412	1508,883476	94,80597057
Ломаная линия n=5	32,36067977	1538,841769	96,68830608
Ломаная линия n=6	32,19752754	1555,02117	97,70488812
Ломаная линия n=7	32,09970862	1564,745096	98,31586056
Ломаная линия n=8	32,0364431	1571,043591	98,71160682

Вид сечения	R	S	% от максимальной S
Ломаная линия n=9	31,99316935	1575,356061	98,98256736
Ломаная линия n=10	31,96226611	1578,437879	99,17620373
Дуга α=180°	31,83099	1591,549	100

Как мы видим, сечение в виде ломаной линии (как части правильного $2n$-угольника) показывает более чем удовлетворительные результаты по отношению площади сечения желоба к максимально возможной занимаемой площади. Поэтому его можно считать достойной альтернативой сечению в виде дуги полуокружности.

Так, при количестве звеньев ломаной, равном 4, отклонение от максимально возможной площади сечения желоба составляет около 5%. И хотя сечения с количеством звеньев более 5 (n>5) нецелесообразно использовать для производства водосточного желоба, они могут быть крайне полезны при выполнении работ в больших масштабах, когда нет возможности создать сечение в виде полуокружности. Например, в решении таких задач строительства.

Требуется спроектировать сечение канала площадью S >14200 ед.^{2}, шириной канала k<250 ед., с использованием минимального количества бетонных плит (звеньев), длина которых равна 80 ед.

Решение.

1. Примем n=4, рассчитаем площадь при длине звена a=80 ед.:

$$S = \frac{na^2}{4}\operatorname{ctg}\frac{\pi}{2n};$$

$$S = \frac{4 \cdot 6400}{4}\operatorname{ctg}\frac{\pi}{8} \approx 15450{,}9668 \text{ ед.}^2$$

$$S = 15450{,}9668 \text{ ед.}^2 > 14200 \text{ ед.}^2$$

– условие S >14200 ед.^{2} выполнено.

2. Вычислим ширину канала k:

$$k = 2R;$$

$$R = \frac{a}{2\sin\frac{\pi}{2n}};$$

$$R = \frac{80}{2\sin\frac{\pi}{8}} = \frac{40}{\sin\frac{\pi}{8}} \approx 104{,}52504 \text{ ед.};$$

$$k = 2 \cdot 104.52504 = 209{,}05007 \text{ ед.};$$

$$209{,}05007 \text{ ед.} < 250 \text{ ед.}$$

– условие k<250 ед. выполнено.

Результаты вычислений и построений приведены на рис. 4.

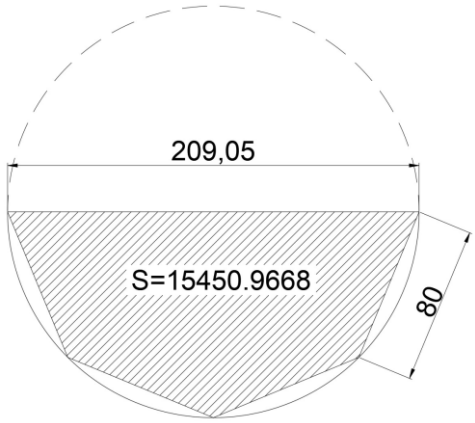


Рис. 4. Параметры канала из бетонных плит

Выводы. Рассмотренные сечения желоба, являющиеся частью правильного $2n$-угольника, являются лучшим решением для построения желоба. Благодаря легко изменяемым параметрам обеспечивается большая вариативность и гибкость при решении практических задач строительства.

Литература.

1. Об изопериметрических фигурах. Зенодор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://mathemlib.ru/books/item/f00/s00/z0000040/st004.shtml (Дата обращения: 19.04.2021).

2. Жуков А.В. О числе π / А. В. Жуков. – М.: МЦНМО, 2002. – 32с.

3. Перельман Я.И. Занимательная алгебра / Я.И. Перельман. – Москва: Наука, 1967 – 200 с.

Родзин Михаил Александрович, студент группы АД-26, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

Научный руководитель:

Чудина Екатерина Юрьевна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры высшей математики, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: eka-chudina@ya.ru.

УДК 519-7, 519.2, 51-7

Уздемиров И.П.,
студ. группы АД-26, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: к.пед.н. Чудина Е.Ю.,
доцент кафедры высшей математики
ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПАССАЖИРОПОТОКА

Аннотация. Рассмотрена модель прогнозирования объема пассажиропотока между городами РФ.

Ключевые слова: гравитационная формула, метод наименьших квадратов, пассажиропоток, регулярные рейсы.

Введение. Прогнозирование объема пассажирских потоков является важнейшей задачей развития транспортной системы. Кроме прогнозирования пассажиропотоков действующих путей сообщения, актуальной задачей является также расчет возможного пассажиропотока новых транспортных потоков.

Пассажиропоток – это количество пассажиров, которые осуществляют проезд по определенному маршруту или направлению в определенный период времени [1]. На практике пассажиропоток рассчитывается как произведение числа транспортных средств, вместимости транспортных средств и коэффициента загруженности транспортных средств.

Постановка задачи. Трудность представляет получение объективных данных, поскольку для этого требуется комплексное изучение пассажиропотоков городского, пригородного и междугороднего транспорта. Как правило, чаще применяется выборочное исследование загруженности транспортных потоков с помощью опросов, талонного метода и визуального контроля. Пассажиропоток зависит от численности населения, его занятости,

расстояния между пунктами, возрастного состава населения и многих других факторов [2, 3]. Нами была рассмотрена задача прогнозирования пассажиропотока на основании имеющихся статистических данных.

Результаты. Была рассмотрена гравитационная модель прогнозирования пассажиропотока, предложенная М.И. Загорданом и Ф.П. Кравцом [4]. Они предложили модель объема пассажиропотока описать зависимостью:

$$\Pi_{ij} = \alpha_{ij} \frac{y_i y_j}{r_{ij}^2},$$

где Π_{ij} – пассажиропоток между пунктами i, j; y_i – население i-ого пункта, y_j – население j-ого пункта, r_{ij} – расстояние между пунктами i, j, α_{ij} – коэффициент пропорциональности. Данная зависимость носит название гравитационной формулы.

В рамках данной работы была поставлена задача на основании статистических данных построить зависимость пассажиропотока для фиксированного населенного пункта. За основу были взяты данные о работе аэропорта «Пулково» за 2019 г. [5], табл. 1.

Таблица 1. Статистические данные аэропорта Пулково за 2019 г.

Город	Пассажиропоток, чел.
Москва	5 051 518
Симферополь	653 844
Сочи	567 827
Калининград	511 520
Екатеринбург	417 011
Краснодар	409 758
Новосибирск	382 849
Ростов-на-Дону	308 118
Мурманск	306 564

Поскольку один из населенных пунктов фиксирован, тогда годовой пассажиропоток аэропорта можно описать зависимостью

$$\Pi_i = \alpha \frac{y_0 y_i}{r_i^2},$$

где Π_i – пассажиропоток между пунктом i и аэропортом; y_i – население i-ого пункта, y_0 – население фиксированного населенного пункта, r_i – расстояние между пунктом i и аэропортом, α – коэффициент пропорциональности.

Необходимо подобрать параметр α таким образом, чтобы минимизировать сумму квадратов отклонений статистических данных от прогнозных значений. Введем функцию:

$$S = \sum_{i=0}^{n} \left(\Pi_i - \alpha \frac{y_0 y_i}{r_i^2} \right)^2 ;$$

$$S = \sum_{i=0}^{n} \Pi_i^2 - 2\alpha y_1 \sum_{i=0}^{n} \Pi_i \frac{y_i}{r_i^2} + \alpha^2 y_0^2 \sum_{i=0}^{n} \frac{y_i^2}{r_i^4}.$$

Задача свелась к нахождению минимума функции S:

$$S \to min.$$

$$S'_\alpha = 2y_0 \sum_{i=0}^{n} \Pi_i \frac{y_i}{r_i^2} + 2\alpha\, y_0^2 \sum_{i=0}^{n} \frac{y_i^2}{r_i^4}.$$

Имеем критическую точку

$$\alpha = \frac{\sum \frac{\Pi_i y_i}{r_i^2}}{y_0 \cdot \sum \frac{y_i^2}{r_i^4}},$$

которая является точкой минимума функции суммы квадратов отклонений S.

Используя статистические данные работы аэропорта «Пулково» и данные о населении населенных пунктов и расстояний до них (табл. 2), была получена точечная оценка коэффициента пропорциональности $\alpha = 0{,}037$.

Таблица 2. Данные о населении, расстояниях между населенными пунктами и годовом пассажиропотоке за 2019 г.

Город	Пассажиропоток, чел.	Расстояние, км	Население, чел.
С.-Петербург			5 384 342
Москва	5 051 518	708	12 655 050
Симферополь	653 844	2 146	362 301
Сочи	567 827	2 312	443 562
Калининград	511 520	969	489 359
Екатеринбург	417 011	2228	1 493 749

Город	Пассажиропоток, чел.	Расстояние, км	Население, чел.
Краснодар	409 758	2 065	932 629
Новосибирск	382 849	3 856	1 625 631
Ростов-на-Дону	308 118	1 716	1 137 904
Мурманск	306 564	1 345	287 847

Таким образом, годовой пассажиропоток аэропорта «Пулково» можно описать зависимостью

$$\Pi_i = 0{,}037 \cdot \frac{y_0 y_i}{r_i^2}.$$

Используя эту зависимость, вычислим теоретический объем пассажиропотока между Санкт-Петербургом и Нижним Новгородом. Население Нижнего Новгорода составляет 1 271 767 чел., расстояние между Санкт-Петербургом и Нижним Новгородом составляет 1 125 км:

$$\Pi_{\text{Н.Н.}} = 0{,}037 \cdot \frac{5\,384\,342 \cdot 1\,271\,767}{1125^2} \approx 20\,210\ (\text{чел.}).$$

Выводы. Гравитационная формула пассажиропотока учитывает основные факторы, которые влияют на активность передвижения населения. На основании статистических данных был получен коэффициент пропорциональности для описания объема внутреннего пассажиропотока между аэропортом «Пулково», Санкт-Петербург, и крупными городскими центрами Российской Федерации. Полученная зависимость может быть использована для прогнозирования годового пассажиропотока между Санкт-Петербургом и другими городами Российской Федерации и установления целесообразности открытия новых авиалиний.

Литература

1. Определение потребности пассажиров в поездках [Электронный ресурс] // Электронный архив Донецкого национального технического университета (г. Донецк). – Режим доступа: http://ea.donntu.org:8080/bitstream/123456789/27698/4/%D0%9F%D0%9F_%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F_3.pdf (дата обращения: 08.04.2021).

2. Дубинина В.Г. Прогнозирование пассажирских перевозок на основе обработки временных рядов поездках [Электронный ресурс] // Электронная библиотека по теме: «Разработка системы поддержки принятия решений управления пассажирскими авиаперевозками» (г. Донецк). – Режим доступа: http://masters.donntu.org/2006/kita/kornev/library/l1.htm (дата обращения: 08.04.2021).

3. Бушуев Н.С.. Анализ динамики пассажиропотока поездов «Сапсан» и авиационного транспорта на линии «Москва–Санкт-Петербург» до 2025 г. [Электронный ресурс] //, Н.С. Бушуев, Д.О. Шульман, К.М. Сагайдак. БРНИ. 2019. №1. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-dinamiki-passazhiropotoka-poezdov-sapsan-i-aviatsionnogo-transporta-na-linii-moskva-sankt-peterburg-do-2025-g (дата обращения: 08.04.2021).

4. Загордан М.И. Пассажирские перевозки, ч. 1 // М.И. Загордан, Ф.П. Кравец. – М.: Транспечать, 1931. – 258 с.

5. Показатели аэропорта «Пулково» [Электронный ресурс] // Аэропорт Пулково, Санкт-Петербург. – Режим доступа: https://pulkovoairport.ru/about/performance/ (дата обращения: 08.04.2021).

Уздемиров Илья Павлович, студент группы АД-26, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

Научный руководитель:

Чудина Екатерина Юрьевна, кандидат педагогических наук; доцент кафедры высшей математики, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: eka-chudina@ya.ru.

UDC 51-7, 66.974.434; 504.06

Babkova V.V.,
Student of the group GC mag-6,
SEI HPE “DonNACEA”
Research Supervisors: Zagoruiko T.I.,
Ass. Prof. of the Foreign Languages and Higher School Pedagogy Department
SEI HPE “DonNACEA”;
Satsura E.I.,
Assistant of the Department of Land Management and Cadastres,
SEI HPE “DonNACEA”

LAND MONITORING IN THE SANITARY PROTECTION ZONE OF AN INDUSTRIAL ENTERPRISE

Abstract: The problems of study and implementation of rapid detection of changes in the quality of urban land for the purpose of timely detection of changes and their assessment, prediction, prevention and elimination of the consequences of negative processes are considered.

Keywords: monitoring, sanitary protection zone, emissions, coking chemistry, land, land plot.

Introduction. The relevance of the research is justified, its scientific novelty and practical value are formulated, and the general characteristics of the work are given.

The purpose of the study is to study and implement rapid detection of changes in the quality of urban land; timely identification of changes and their assessment, prediction, prevention and elimination of the consequences of negative processes [1].

The physical and geographical description of the work area is considered, as well as the analysis of the wind rose relative to the most exposed areas of the coke plant, residential and public buildings has been made. The analysis of the legal framework

regulating lend monitoring within the sanitary protection zone has been carried out. The goal and tasks of the study are finally formulated.

The project for monitoring the land areas of the sanitary protection zone of Makeyevsky coke plant is compiled. At the first stage the purpose of the plant workshops and the principle of their operation, as well as the products produced by the enterprise are considered. The second stage, based on the company emissions, was devoted to establishment of a minimum sanitary protection zone of the plant. Based on the study, the sanitary protection zone of the enterprise includes residential and public-business buildings, as well as recreational areas. This is a prerequisite for eliminating the negative processes of the plant's influence. The third stage is land monitoring of the plant influence zone. In this area, the following indicators of processes that negatively affect the soil were identified: dehumidification, land erosion, industrial pollution and man-made acidification. In this regard, the paper presents a number of recommendations aimed at improving the state of the soil. The final stage in the preparation of the project for monitoring the damaged land is the introduction of recommendations and proposals to eliminate the negative effects of the coke plant. The proposal has also been made as for changing the purpose of the designated use of the land of the sanitary protection zone of the plant. The advantage of this proposal is that the land will be functionally used for other purposes, and therefore the change in the purpose of the land will not significantly affect the income of the city from this territory.

The work also deals with the implementation of geodetic works. There is a discrepancy in the actual position of the borders of Makeyevsky coke plant and the neighboring territory of the glass plant, in connection with which they have been specified. From the points of the theodolite progression, the angles and lengths of the lines were measured by an electronic total station when watched at the turning points of the existing fence. Line length and angles are measured using an electronic total station. The calculated coordinates have been compared with the coordinates of 1978 [2].

The initial data for processing a closed progression are the directional angle α_h of the initial side of Makeyevka - I the coordinates X_h, Y_h of the initial point of Makeyevka, the measured angles β_i and the line lengths d_i.

1. Angles connection

The angular misclosure f_β is calculated by formula (1).

$$f_\beta = \sum \beta_i - \sum \beta_T \qquad (1)$$

where: $\sum \beta_{\beta i} = \beta 1_1 + \beta 2_2 + \ldots \beta_{+\,\beta i} + \ldots + \beta_{\beta n\ is\ the}$ sum of the measured angles;

$\sum \beta t_{\mathrm{T}} = 180° * (n - 2)$ - theoretical sum of internal angles;

$\sum \beta t_{\mathrm{T}} = 180° * (n + 2)$ is the theoretical sum of the external angles.

2. Calculating and connection of coordinate increments

1. The increment the coordinates $\Delta X\ and\ \Delta Y$ is determined by formulas (2) rounded off to 0.01 m:

$$\left.\begin{aligned} \Delta X_i &= d_i * cos\alpha_i; \\ \Delta Y_i &= d_i * sin\alpha_i \end{aligned}\right\} \qquad (2)$$

2. Due to unavoidable confusion in measuring angles and line lengths, there are misclosures $f_X\ and\ f_Y$ in coordinate increments, which are calculated using the formulas:

$$\left.\begin{aligned} f_X &= \sum \Delta X_i - \sum \Delta X_T; \\ f_Y &= \sum \Delta Y_i - \sum \Delta Y_T; \end{aligned}\right\} \qquad (3)$$

where: $\sum \Delta X_i, \sum \Delta Y_i$ are the sums of calculated increments;

$\sum \Delta X_T, \sum \Delta Y_T$ – theoretical sums of coordinate increments.

For a closed theodolite progression: $\sum \Delta X_T = 0, \sum \Delta Y_T = 0$.

In this connection: $f_X = \sum \Delta X_i;\ f_Y = \sum \Delta Y_i;$

3. Evaluation of the accuracy of calculating increments.

To estimate the accuracy, you need to calculate the absolute and relative misclosures.

Calculating the absolute misclosure:

$$f_{abs.} = \sqrt{f_X^2 + f_Y^2}. \qquad (4)$$

Calculate the relative misclosure:

$$f_{rel.} = \frac{f_{abs.}}{P} = \frac{1}{P/f_{abs.}} = \frac{1}{N} \qquad (5)$$

where: P is the length of the perimeter of the theodolite progression ($P = \sum d_i$).

If the condition is, $f_{rel.} \leq \frac{Less\ than\ 1}{Ton}$ ($\frac{1}{3000}$; $\frac{1}{2000}$; $\frac{1}{1000}$), then the calculated increments are obtained with sufficient accuracy.

4. Calculation of corrections in increments, according to the formula (6), rounded off to 0.0-1m.

$$\left.\begin{aligned} \delta_{X_i} &= \frac{-f_X}{P} d_i; \\ \delta_{Y_i} &= \frac{-f_Y}{P} d_i \end{aligned}\right\} \qquad (6)$$

Checkout Procedure: $\sum \delta_{X_i} = -f_X$; $\sum \delta_{Y_i} = -f_Y$.

5. Calculating corrected increments:

$$\left.\begin{aligned} \Delta X_i^{u} &= \Delta X_i + \delta_{X_i}; \\ \Delta Y_i^{u} &= \Delta Y_i + \delta_{Y_i} \end{aligned}\right\} \qquad (7)$$

Checkout Procedure: $\Delta X_i^{u} = \Delta X_T$; $\Delta Y_i^{u} = \Delta Y_T$

3. Calculating coordinates

$$\left.\begin{aligned} X_2 &= X_1 + \Delta X_1^{u};\ Y_2 = Y_1 + \Delta Y_1^{u}; \\ X_3 &= X_2 + \Delta X_2^{u};\ Y_3 = Y_2 + \Delta Y_2^{u} \end{aligned}\right\} \qquad (8)$$

Checkout Procedure: $X_1 = X_n + \Delta X_n^{u}$; $Y_1 = Y_n + \Delta Y_n^{u}$

The results of processing data when creating a closed theodolite progression are presented in Table 1.

Table 1. Calculation of the coordinates of a closed theodolite progression

Point	Inner angle	Direct. angle	Rumb		Line lengths	Increment of coordinates						Coordinates (SK-63)	
						Calculated values				Corrected values			
						ΔX		ΔY		ΔX	ΔY	X	Y
Makeyevka	119,13	198,13	Ю3	18,13	825,251	−783,66	6	−258,67	−1	−783,6	−258,68	5325876,000	7422929,000
I	108,24	269,49	Ю3	89,49	551,151	−1,76	4	−551,15	−1	−1,72	−551,16	5325092,400	7422670,320
II	117,22	332,27	С3	27,33	347,764	308,33	2	−160,85	0	308,35	−160,85	5325090,680	7422119,160
III	158,06	354,21	С3	5,39	896,543	892,19	6	−88,27	−1	892,25	−88,28	5325399,030	7421958,310
IV	128,34	45,47	СВ	45,47	500,062	348,73	3	358,4	−1	348,76	358,39	5326291,280	7421870,030
V	88,18	137,29		42,31	1036,681	−764,12	7	700,59	−1	−764,05	700,58	5326640,040	7422228,420
Makeyevka		198,16										5325875,990	7422929,000
						∑(+)	1549,25		358,4		1549,36	358,39	
						∑(-)	−1549,5		−1058,9		−785,32	−1058,97	P = 4157,452
						f_x=	−0,29	f_y=	0,05		−0,01	0	

fabs. = 0,29 м

$f_{rel.} = \frac{1}{14336} < \frac{1}{2000}$

The process of geodetic works, is affected by many different factors affect. In this connection, labor protection during field work has been taken into account as well. The analysis of harmful and dangerous factors during project implementation is made. Recommendations for reducing these factors are also provided.

References

1. Babkova V.V. Land Monitoring in Zones of Influence of Industrial Enterprises / V.V. Babkova. E.I. Satsura. – Electronic Collection of Articles Based on the Materials of the IV International Full-Time Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Students: Editorial Board: N.M. Zaichenko, V.I. Nezdoiminov, V.F. Muschanov, etc. – Makeyevka, SEI HPE “DonNACEA”, 2020. – 68 p.

2. Babkova V.V. Monitoring Lands of the Sanitary-Protective Zone of an Industrial Enterprise (on the example of CHAO “Makeyevcoks”) – Graduation Qualifying Work – Makeyevka, SEI HPE “DonNACEA”, 2020 [Electronic source] / http://donnasa.ru/?page_id=81441&lang=ru (accessed 24.04.2021).

Babkova Valeria Vadimovna, student of the group GC mag-6, SEI HPE “Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture”, 286123, Makeevka, Derzhavin str, 2.

Research Supervisors:

Zagoruiko Tamara Ivanovna, Ass. Prof. of the Department of Foreign Languages and Higher School Pedagogy, SEI HPE “Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture”, 286123, Makeevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: t.i.zagoruiko@donnasa.ru.

Satsura Ekaterina Igorevna, Assistant of the Department of Land Management and Cadastres, SEI HPE "Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture ", 286123, Makeyevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: ekaterina-belan@bk.ru.

UDK 51-7, 67.08; 332

Keller O. A.,
student of the group GC mag-6, SEI HPE «DonNACEA»
Research Supervisors: Zagoruiko T. I.,
Associate Professor of the Department of Foreign Languages
and Pedagogy of Higher School, SEI HPE «DonNACEA»;
Satsura E. I.,
Assistant of the Department of Land Management and Cadastres
SEI HPE «DOnNACEA»

RECLAMATION OF THE TERRITORY OF CLOSED LANDFILLS FOR CONSTRUCTION AND HOUSEHOLD WASTE

Abstract. The article explores the general concepts of land reclamation, its main tasks, stages and directions, the process of reclamation, as well as solutions for eliminating violations of sanitary norms and rules. Particular attention is paid to the reclamation of closed landfills for construction and household waste. Though, these ways and methods have long been known, they haven't been applied in the Donetsk region. This topic of the article is very relevant since there are a lot of unauthorized dumps on the above mentioned territory and this problem requires its consideration and solution.

Keywords: Reclamation, landfill, municipal solid waste, biological reclamation.

In the paper work, the general concepts of reclamation, its tasks, stages and directions, the process of reclamation, as well as practical solutions as for eliminating violations of sanitary norms and rules are studied.

The relevance of the research is justified, the purpose and practical value are formulated, and the general characteristics of the work are given.

The general analysis of the territory where the object is located is given. A comparative analysis of the legal framework of Ukraine and Russia is presented. After conducting a comparative analysis of the legal framework of Ukraine and Russia, it has been concluded that the volume of documents regulating the reclamation of disturbed land practically does not differ from each other. But it is noted that the reclamation project in Ukraine is more detailed and expanded than in Russia [1, 2, p. 137].

The information about the state of the landfill of solid household and construction waste is collected. It describes in detail and graphically shows where the object is located, what it borders on. The analysis and assessment of the impact factors of the landfill on the surrounding areas are also carried out. Recommendations and suggestions for reclamation of the landfill have been developed [4, c. 446].

Special attention is devoted to the development of graphic materials. The specified boundaries of the land plot in the town of Makeyevka, which is made on a scale of 1:1000 are specified. Geodetic survey is performed using an electronic total station, and then the coordinates of the points are calculated. All graphic materials are made on a scale of 1:10,000.

Most often, when performing topographic surveys create closed and open theodolite progression are created.

The initial data for the processing of the closed progression is the directional angle $\alpha_{\text{н}}$ of the initial side 1-2 coordinates $X_{\text{н}}$, $Y_{\text{н}}$ of the starting point 1, the measured angles β_i and the length of lines d_i (Pic. 1, a).

<u>A: Angle connection</u>

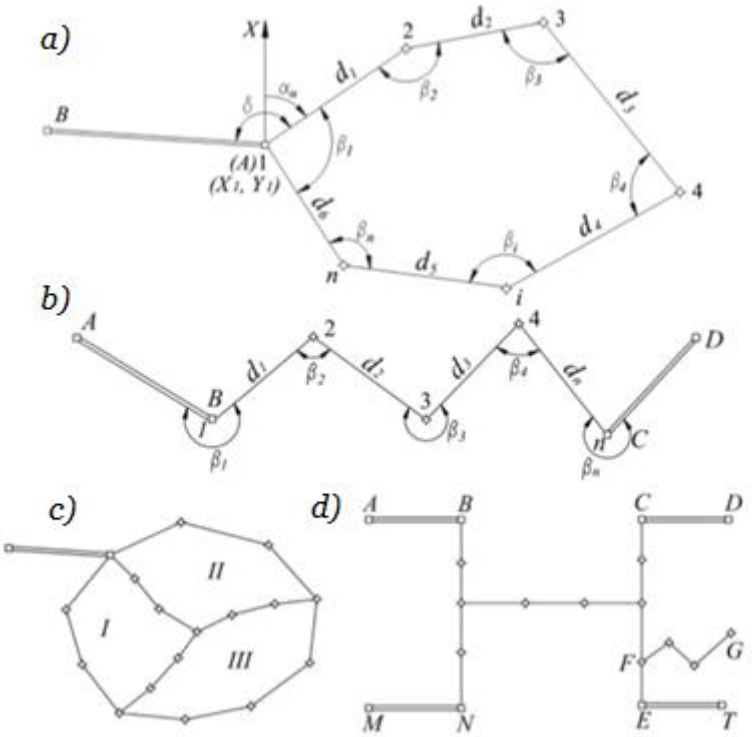
1. Calculate the angular misclosure f_β:

$$f_\beta = \sum \beta_i - \sum \beta_T, \tag{1}$$

where: $\sum \beta_i = \beta_1 + \beta_2 + \cdots + \beta_i + \cdots + \beta_n$ – the sum of the measured corners;

$\sum \beta_{\text{T}} = 180° * (n - 2)$ - theoretical amount of internal angles;

$\sum \beta_{\text{T}} = 180° * (n + 2)$ - theoretical amount of external corners.



Pic. 1. Sequence of calculations

2. If $f_\beta \leq f_{\beta доп} = \pm 1'\sqrt{n}$, then calculate the single-error correction:

$$\upsilon_{\beta_i} = \frac{-f_\beta}{n}. \tag{2}$$

3. Calculate corrected elevation:

$$\beta_i^{и} = \beta_i + \upsilon_{\beta_i} \tag{3}$$

4. Checkout procedure: $\sum \beta_i^{и} = \sum \beta_T$; $\sum \upsilon_{\beta_i} = -f_\beta$.

<u>B: Calculation and angle connection of coordinate increments.</u>

$$\left.\begin{aligned} \alpha_n = \alpha_{n-1} + 180° - \beta_i^{и} - etc.(right\ corners) \\ \alpha_n = \alpha_{n-1} + 180° + \beta_i^{и} - etc.(left\ corners) \end{aligned}\right\} \tag{4}$$

<u>C: Calculation and linkage of coordinate increments.</u>

1. The increment of the coordinates ΔX and ΔY is calculated using formulas with approximation to 0.01 m:

$$\left.\begin{aligned} \Delta X_i = d_i * cos\alpha_i; \\ \Delta Y_i = d_i * sin\alpha_i \end{aligned}\right\} \tag{5}$$

2. Due to the inevitable confusion of measurements of the angles and lengths of the lines, the f_X and f_Y of the increments of the coordinates are arising, which are calculated by the formulas:

$$\left.\begin{aligned} f_X &= \sum \Delta X_i - \sum \Delta X_T; \\ f_Y &= \sum \Delta Y_i - \sum \Delta Y_T; \end{aligned}\right\} \quad (6)$$

where: $\sum \Delta X_i, \sum \Delta Y_i$ – sums of calculated increments;

$\sum \Delta X_T, \sum \Delta Y_T$ – theoretical sums of calculation increments.

For a closed theodolite progression:

$$\sum \Delta X_T = 0, \sum \Delta Y_T = 0.$$

So:

$$f_X = \sum \Delta X_i;$$

$$f_Y = \sum \Delta Y_i;$$

3. Evaluation of accuracy of incremental increments.

Calculate the absolute misclosure:

$$f_{abs.} = \sqrt{f_X^2 + f_Y^2}. \quad (7)$$

Calculate relative misclosure:

$$f_{rel.} = \frac{f_{abs.}}{P} = \frac{1}{P/f_{abs.}} = \frac{1}{N}. \quad (8)$$

where P – the length of the perimeter of the theodolite progression ($P = \sum d_i$).

If $f_{rel.} \leq \frac{1}{\mathrm{T}}\left(\frac{1}{3000}; \frac{1}{2000}; \frac{1}{1000}\right)$, then the calculated increments are obtained with sufficient accuracy.

4. Calculate the single-error corrections in increment

$$\left.\begin{aligned} \delta_{X_i} &= \frac{-f_X}{P} d_i; \\ \delta_{Y_i} &= \frac{-f_Y}{P} d_i \end{aligned}\right\} \quad (9)$$

and round off to 0.01m.

Checkout procedure:

$$\sum \delta_{X_i} = -f_X; \sum \delta_{Y_i} = -f_Y.$$

5. Calculate the corrected increment:

$$\left.\begin{aligned} \Delta X_i^{u} &= \Delta \mathrm{X}_i + \delta_{X_i}; \\ \Delta Y_i^{u} &= \Delta \mathrm{Y}_i + \delta_{Y_i} \end{aligned}\right\}. \quad (10)$$

Checkout procedure:

$$\Delta X_i^{u} = \Delta \mathrm{X}_\mathrm{T}; \ \Delta Y_i^{u} = \Delta \mathrm{Y}_T.$$

D: Calculation of coordinates.

$$\left.\begin{array}{l} X_2 = X_1 + \Delta X_1^{u};\ Y_2 = Y_1 + \Delta Y_1^{u}; \\ X_3 = X_2 + \Delta X_2^{u};\ Y_3 = Y_2 + \Delta Y_2^{u} \end{array}\right\} \quad (11)$$

Checkout procedure:

$$X_1 = X_n + \Delta X_n^{u};\ Y_1 = Y_n + \Delta Y_n^{u}.\ [7]$$

The analysis of harmful and dangerous factors when performing field work is given and also measures for eliminating harmful and dangerous factors when working on a landfill are presented [5, c. 40].

After conducting the research, we can conclude, in fact, that reclamation includes 3 stages:

1. Preparatory (investment justification of measures for reclamation of disturbed land and development of working documentation);

2. Technical (implementation of the engineering and technical part of the land restoration project);

3. Biological (completing reclamation and including landscaping, forest construction, biological soil purification, agro-reclamation measures aimed at restoring the processes of soil formation) [3].

The experience of natural restoration should be taken into account when selecting the species of plants on the surface of disturbed land. In this regard, reclamation should begin with the study of the experience of the natural evolution of disturbed lands in order to find the most effective methods for optimizing modified geosystems in order to transform them into cultural landscapes.

But it can not be argued that the reclamation of landfills will solve the problem of waste storage in full. The solution to the problem can be the development and construction of a waste recycling or incineration plant [6, c. 685].

References

1. Derezko V.I. Recultivation of territories [Electronic source] / V.I. Derezko, E. A. Semenova / / CyberLeninka-scientific electronic library. – 2016. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/rekultivatsiya-territoriy (accessed 13.02.2020).

2. Zhidkov A. N. Recultivation of disturbed lands [Electronic source] / A. N. Zhidkov, L. L. Kozhenkov / Text of the scientific article: electronic / /

CyberLeninka-scientific electronic library. – 2019. – P. 135-145. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/rekultivatsiya-narushennyh-zemel (accessed 14.02.2020).

3. Ukraine. Laws. Land Code of Ukraine: Land Code: text with amendments and additions made by the Laws of Ukraine as of March 1, 2011: [adopted by the Verkhovna Rada of Ukraine on October 25, 2001]. - Kiev: Alerta, Pravovoe edinstvo, Center for Scientific Literature 2012. – 96 p.

4. Kuprienko P. S. Recultivation of closed landfills of solid waste [Electronic source] / P. S. Kuprienko, T. V. Ashikhmina, T. V. Ovchinnikova, M. I. Pinchuk / Text of the scientific article: electronic / / CyberLeninka-scientific electronic library. – 2017. – P. 445-447. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/rekultivatsiya-zakrytyh-poligonov-tbo (accessed 14.02.2020).

5. Lamikhova M. V. Land recultivation or unauthorized waste disposal [Electronic source] // Journal "Handbook of the Ecologist". – 2014. – No. 12. – p. 38-166. URL: https://www.profiz.ru/eco/12_2014/rekult/ (accessed: 13.02.2020).

6. Trifonova T. A. Problems of solid waste disposal at landfills [Electronic source] / T. A. Trifonova, N. V. Selivanova, L. A. Shirkin, O. G. Selivanov / Text of the scientific article: electronic / / CyberLeninka-scientific electronic library. – 2013. – P. 685-687. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-utilizatsii-tbo-na-poligonah (accessed 14.02.2020).

7. Engineering geodesy. Textbook / Lobov M.I., Solovey P.I., Perevaryukha A.N., Chirva A.S. – Makeevka: DonNASA, 2016. – 199 p.

Keller Olga Alekseevna, student of the group GC mag-6, State Educational Institution of Higher Education "Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture ", 286123, Makeyevka, Derzhavin str., 2.

Research Supervisors:

Zagoruiko Tamara Ivanovna, Associate Professor of the Department of Foreign Languages and Pedagogy of the Higher School, State Educational Institution

of Higher Education "Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture ", 286123, Makeyevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: t.i.zagoruiko@donnasa.ru.

Satsura Ekaterina Igorevna, Assistant of the Department of Land Management and Cadastres, State Educational Institution of Higher Education "Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture ", 286123, Makeyevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: ekaterina-belan@bk.ru.

UDC 51-7, 711.14, 711.558

Golda A.A.,
Student of the group ‘‘City Cadaster – 6’’, SEI HPE DonNACEA
Research supervisor: Zagoruiko T.I.,
Associate Professor, the Department of Foreign Languages and
Pedagogy of Higher School, SEI HPE “DonNACEA”;
Borodina A.V.,
Assistant of the Department of Land Management and Cadastres,
SEI HPE “DonNACEA”

SUBSTANTIATION OF THE NEED FOR LAND ALLOTMENT ON THE TERMS OF EASEMENTS FUNCTIONING AND MAINTENANCE OF A DRAMA THEATER IN THE DONETSK CITY

Annotation. This article examines the theoretical and practical application of the regulatory framework in the field of urban planning and land management, and it also shows one of the options for improving the existing historical development of the city. The authors focus on some topical issues of functioning objects of the type under consideration in modern conditions.

Keywords: land management, urban planning, land allocation, easement, objects of cultural and public services.

Introduction. The achievement of this goal is carried out by creating an urban planning and geodetic justification for the object under consideration, analyzing the current state of the territory, as well as proposing recommendations for reorganizing and improving the territory.

Formulation of the problem. In this paper, the process of allotment (and its features) of the land plot of the institution of culture and art in the conditions of modern functioning is considered.

Results. Theater buildings are ones of the most important objects of cultural and social life of the population of cities. The choice of the optimal size for functioning the theater's land plot is determined by the following factors: the planning and transport structure of the city, the nature of the development, landscaping and the number of institutions of this type in the city.

The location, size and composition of land plots for cultural, entertainment and leisure facilities are determined and they should not contradict the following requirements a number of state regulatory codes [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7].

All of the above standards apply to the design of new buildings and reconstruction of existing buildings and structures of cultural, entertainment and leisure facilities. According to these requirements, when designing theaters on a land plot, the following should be envisaged: areas in front of entrances and exits; temporary parking lots for spectators and theater workers; advertising spaces, small architectural forms; green spaces. According to the above norms, the area of the projected land plot is 7629.359 m2.

It should be noted that the theater building was built in 1961 [8]. The existing boundaries of the land plot of the theater were allocated on the basis of the State Act for permanent use. The land plot is located in the very center of the city in a dense historical development and surrounded by roads from all sides. The area of this site is 5958,000 m^2, [9] its boundaries include areas for accumulating spectators before the start of the performances, areas with green planting and only 10 parking places (today the estimated number of parking places should be 88). And here the question arises - why is there such a big difference between the current situation and the calculated figure? As indicated, the theater building was built in 1961. During the operation of the theater, the norms and requirements according to which the land plot was allocated for construction has come into conflict with modern ones. At the same time, the level of motorization has sharply increased, and as a result, the need for parking lots has grown too. These and other factors are prerequisites for the study and development of the territories adjacent to the theater. It is because of such cases that it is necessary to

develop proposals and recommendations for determining the parameters of land plots for the functioning of cultural and art institutions.

The conclusion in the study of these issues is the allotment of an additional land plot for a parking lot for the full functioning of a musical and drama theater on the basis of a land easement.

Geodetic design was carried out according to the land management project. It includes the analytical preparation of data for transferring the design points to the terrain in the most appropriate ways, ensuring the required accuracy of their position, and drawing up a layout drawing and a theodolite progression.

The angles and lengths of the lines in the course were measured with a Leica - TS06 plus tacheometer in one complete method. The list of coordinates calculation is given in Table 1. The coordinates of the starting points 33 and 34 are (5314428.271; 6246567.203) and (5313428.907; 6246656.836), the angles and lengths of the lines are known, the initial directional angle is $89^\circ 36' 16''$.

Table 1. Coordinate calculation sheet

№	Measured angles	Directional angles	Length	Increments							
				Calculated				Corrected			
				±	ΔX	±	ΔY	±	ΔX	±	Δ
33	$89^\circ 36' 20''$	$89^\circ 36' 16''$	89.645	+	0.626	+	89.643	+	0.636	+	89.633
34	$90^\circ 23' 48''$										
		$180^\circ 0' 0''$	90.165	-	90.615	+	0	-	90.595	-	0.01
3	$90^\circ 00' 04''$										
		$270^\circ 0' 0''$	49.778	-	0	-	49.825	-	0.01	-	49.825
4	$134^\circ 40' 22''$										
		$315^\circ 19' 42''$	56.612	+	40.265	-	39.797	+	40.273	-	39.797
5	$135^\circ 19' 46''$										
		$0^\circ 0' 0''$	49.670	+	49.67	+	0	+	49.68		0
33											

Continuation of table 1.

Table 2.

Coordinates CS-63		№
X	Y	
5314428.271	6246567.203	33
5313428.907	6246656.836	34
5314338.312	6246656.826	3
5314338.322	6246607.001	4
5314378.595	6246567.204	5
5314428.275	6246567.204	33

The increments of coordinates ΔX and ΔY are calculated by formula 1.

$$\Delta X_{34-3} = D_{34-3} * \cos\alpha_{34-3}$$
$$\Delta Y_{34-3} = D_{34-3} * \sin\alpha_{34-3}, \quad (1)$$

where D-line length, α-directional angle

To calculate the corrected increments ΔX_{cor} and ΔY_{cor}, we calculate the linear (f_x and f_y) and absolute (f_s) residuals using formula 2 and determine the corrections to the increments using formula 3.

$$f_x = \sum \Delta X;\ f_y = \sum \Delta Y;$$
$$f_s = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \quad (2)$$

$$\delta\Delta X_{34-3} = -D_{34-3} * \left(\frac{f_x}{P}\right),$$
$$\delta\Delta Y_{34-3} = -D_{34-3}\left(\frac{f_y}{P}\right), \quad (3)$$

where P is the sum of the lengths of all sides of the land plot.

The corrected increments are determined by Equation 4.

$$\Delta X_{34-3\,cor} = \Delta X_{34-3} + \delta\Delta X_{34-3},$$
$$\Delta Y_{34-3\,cor} = \Delta Y_{34-3} + \delta\Delta Y_{34-3} \quad (4)$$

To calculate the coordinates of the angles of rotation of the land plot, we used the formula (5):

$$X_3 = X_{34} + \Delta X_{34-3\,cor},$$
$$Y_3 = Y_{34} + \Delta Y_{34-3\,cor} \quad (5)$$

Checkout of the correctness of the calculations is to obtain the coordinates of the starting point 33.

Conclusion. The close connection of urban planning and land management aspects has a significant impact on the parameters of the land plot, and hence the conditions for its functioning. Therefore, when determining the boundaries of a land plot, a comprehensive account of the conditions and factors affecting it is necessary. It follows from this that the question of the optimal size of the land plot required for the operation of any building or structure lies at the junction of land and town planning legislation. The issues of using underground space are also topical, i.e. the idea of a multilevel inventory.

References

1. State Building Codes (SBC) V.2.2-16-2005 “Buildings and structures. Cultural, entertainment and leisure facilities".

2. State Building Codes (SBC) 360-92 ** “Urban planning. Planning and development of urban and rural settlements".

3. Amendment No. 4 State Building Codes (SBC) 360-92 ** “Urban planning. Planning and development of urban and rural settlements".

4. State Building Codes (SBC) V.2.2-9-99 "Public buildings and structures"

5. State Standard of Ukraine -N B V.1.1-27: 2010 "Construction climatology".

6. State Building Codes (SBC) V.2.2-17: 2006 "Accessibility of buildings and structures for people with limited mobility".

7. State Building Codes (SBC) V.2.3-15: 2007 “Transport facilities. Parking lots and garages for cars”.

8. The official site of the Donetsk Music and Drama Theater named after MM Brovun [Electronic resource]. – URL: http://muzdrama.ru/ (accessed 23.04.2021).

9. Public cadastral map of Ukraine [Electronic source]. – URL: https://map.land.gov.ua/ (accessed: 23.04.2021).

Golda Anzhelica Anleksandrovna, student of the group ‘‘City cadaster – 6’’, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin str., 2.

Research Supervisor:

Zagoruiko Tamara Ivanovna, Associate Professor, Department of Foreing Languages and Pedagogy of Higher School, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin str., 2.

Borodina Alla Vladimirovna, Assistant of the Department of Land Management and Cadastres, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: t.i.zagoruiko@donnasa.ru.

UDC 51-7, 332.6

Remneva I.S.,
student of the group GKmag-6, SEI HPE " DonNACEA"
Research Supervisors: Zagoruyko T.I.,
Ass. Prof., the Foreign Languages and Higher School Pedagogy Department,
SEI HPE "DonNACEA";
Stetsenko E.P.,
Assistant of the Department of Land Management and Cadastre,
SEI HPE "DonNACEA"

EXPERT ASSESSMENT OF RESIDENTIAL REAL ESTATE ON THE EXAMPLE OF COTTAGE DEVELOPMENT

Annotation. In the paper, methodological approaches to expert monetary assessment of land and real estate, description of the object of assessment, calculation of the market value of the property using the example of a cottage development, are dealt with. Workplace safety when evaluating real estate is also considered.

Keywords: expert assessment, residential real estate assessment, cottage development, monetary assessment, land and real estate assessment, property assessment, methodological approaches, real estate market analysis, locality, object of assessment, market value of the object, harmful and dangerous lighting factors.

The relevance of the paper is due to the fact that today there is an increasing need for a competent and objective assessment of real estate, since a competent evaluation contributes to the development of the economic well- being of the Republic. Today, the Donetsk People's Republic is characterized by many economic problems that have a direct impact on the process of determining the estimated value of residential real estate. On the territory of the DPR there is an active formation and development of the real estate market and an increasing number of individuals,

organizations and businesses are involved in real estate transactions. It should also be emphasized that the assessment of real estate is relevant now and will be relevant as long as there is a private property right. Special attention should be paid to cottage development, since there is a significant number of these objects on the territory of the DPR, which are practically not implemented in today's difficult economic conditions. To study the features of the market value determination process therefore, it is advisable to analyze and perform calculations in the conditions of the developed and stable real estate market, and the experience gained will allow to make further suggestions and recommendations on determining the estimated value of elite real estate on the territory of the DPR.

The object of research is a cottage located on the territory of the village "Nikolsky Lakes".

The subject of the research is determining the estimated value of a real estate object in modern conditions.

The purpose of the paper is to determine the market value of a cottage using various methodological approaches.

The tasks of the paper are the following:

- to study the legal framework for expert assessment of land and real estate;
- to determine the basic principles of residential real estate valuation;
- to identify the features of determining the estimated value in the process of using various methodological approaches;
- to perform analysis of the real estate market in the cottage village Nikolsky Lakes;
- to determine the market value of a cottage;
- to coordinate the evaluation results obtained in the course of determining the market value using several approaches.

The regulatory framework for monetary valuation of land and real estate, which is used for real estate valuation, has been studied; the principles of residential real estate valuation are given; methodological approaches to expert monetary valuation of property including a comparative approach, a revenue approach, and a cost approach

are considered. The purpose and the objectives of the study have been finally formulated.

Then object assessment is described, and characterized General information about the locality has also been collected, the real estate market in the Nikolsky Lakes cottage settlement has been analyzed. The best and most effective use of the assessment object has also been considered.

The market value of the real estate object is calculated using the example of cottage development. The choice and substantiation of the approaches used to determine the market value of the object are also made. The cost is calculated using comparative and revenue approaches. The market value of the object is determined using a comparative approach and revenue approach, the results of the assessment of residential real estate are brought into line.

To determine the value of the cottage, a methodological approach is applied, taking into account the ratio between the market value of the cottage and cottage improvements in the area of the location of the object of assessment.

After making adjustments for differences and taking into account the ratio between the market value of the cottage and various improvements, the median value of the ranked series of the obtained values of the cost of 1 m² of the cottage area is determined (without taking into account the minimum and maximum values).

The median value of the sale prices of 1 m² of the area of the estimated cottage-analogues is 54301.56 rubles. for 1 m². At the dollar exchange rate at the valuation date 08.04.2020 the sale price of 1 m² of similar cottages is 719.61 rubles.

Thus, the expected income from the sale of the cottage can be (with rounding):

$$54301.56 \times 300 \text{ m}^2 = 16{,}290{,}468 \text{ rubles} \quad (1.1),$$

where: 54301.56 RUB m² - the median value of the resulting series of prices (RUB / m²);

300 sq. m. m - the total area of the estimated cottage.

Determination of the market value of the object of valuation by the revenue approach.

1. Calculation of net annual operating income.

Potential gross income (PGI) depends on the area of the estimated object and the established rental rate and is calculated according to the formula (1.2):

PGI = R * S cottage, (1.2).

where PGI-potential gross income;

R - rental rate per 1 m² per year;

S of the cottage - the area of the house, m².

LDPE = 6,338. 64 rubles/ m² per year * 300 m² = 1,901,592 rubles.

2. Determination of the actual gross income.

Actual gross income (AGI) - differs from potential gross income by the amount of losses according to the formula (1.3):

AGI = PGI - VL, (1.3).

where AGI is the actual gross income;

PGI - potential gross income;

VL is the value of losses.

AGI = 1,901,592 rubles – 253,546 rubles. = 1,648,046 rubles.

3. Calculation the net operating income-it differs from the actual gross income by the amount of operating expenses (OR), calculated using the formula (1.4).

Operating expenses are divided into fixed and variable costs.

Permanent – property taxes, license fees, fees for issuing permits, payment for property insurance, payment for management services.

In this Report, the fixed expenses are the land tax.

To calculate the land tax (LT), we use the cadastral value of the object of assessment, it is equal to 10,000,000, and the tax rate, it is 0.3% of the cadastral value.

LT = 0.3% * 10,000,000 rubles = 30,000 rubles / year.

Variables - payment of utilities, staff salaries, payroll tax, security costs, annual expenses for the arrangement of the territory.

In this Report, the variable costs are utility bills.

Utility payments in cottage settlements of this class include:

- Payment for the supply of water, gas, light;
- Street area lighting;

- Implementation of the collection and removal of accumulated garbage;
- Maintenance of the road surface;
- Maintenance of public areas and their improvement;
- Payment for the protection of the territory.

Total utility payments (UP) are 108,000 rubles / year.

OE = LT + UP, (1.4).

where OE – operating expenses;

LT - land tax: 30,000 rubles / year;

UP - utility payments, 108,000 rubles / year.

OE = 30,000 rubles / year + 108,000 rubles / year = 138,000 rubles / year.

We calculate the net operating income (NOI) by the formula (1.5):

NOI = PGI - OE, (1.5).

where NOI is the net operating income for the year;

PGI - potential gross income;

OE - operating expenses.

NOI = 1,901,592 rubles / year – 138,000 rubles / year = 1,757,592 rubles/year.

4. Calculation of the capitalization rate (CR).

In the case of direct capitalization, the ratio between the current year's income and the sale price is analyzed in order to build the total capitalization rate, shown in Table 1.

Table 1. Plotting the overall bid based on market data

Analogue	*Net operating income (rent per year)*	*Sale price*	*Nominal total capitalization rate*
№ 1	*2 171 200*	18 400 000	*0,118*
№ 2	*1 794 000*	19 500 000	*0,092*
№ 3	*1 913 500*	21 500 000	*0,089*
№ 4	*1 537 000*	14 500 000	*0,106*
№ 5	*1 908 000*	15 900 000	*0,120*

CR = (0,118+0,092+0,089+0,106+0,12) / 5= 0,11 or 11% (1.6),

CR – capitalization rate.

5. Calculation of the value of the valuation object (CVOV).

CVOV = 1,757,592 rubles / 11 % = 15,978,109 rubles (1.7),

During the calculations, the following results were obtained:

- the cost of the object of assessment within the framework of the comparative methodological approach - 16,290,468 rubles, without value added tax (VAT);

- the cost of the object of assessment within the framework of the income methodological approach - 15,978,109 rubles, without VAT.

The error does not exceed – 10 %, which allows us to conclude that the data obtained is reliable.

The market value of the property, taking into account the specific weights (B) of each of the approaches, is determined by the following formula (1.7):

VPmarket = COAcomparative * MVPcomparative + COAincome * MVPincome, (1.8),

VPmarket - value of the property (market),

COAcomparative - the cost of the object of assessment in the framework of a comparative methodological approach;

MVPcomparative - the market value of the property, taking into account the specific weights (B) of the comparative approach;

COAincome - the cost of the object of assessment in the framework of the income methodological approach;

MVPincome - the market value of the property, taking into account the specific weights (B) of the income approach.

VPmarket = (16 290 468*0,6) + (15 978 109 * 0,4) = 16 165 524 RUB, without VAT.

Thus, as at 08 April 2020 market value the cottage with an area of 300 m² is located at: Moscow, Moscow oblast, Kaluga highway, the 56th (p. Voronovskoe) km, KP "Nikolsky Lake", str. Nicholas, D. 139, is:

16 165 524 rubles without VAT.

Conclusion. In accordance with the goals and objectives, the main theoretical and practical aspects of assessing the value of real estate objects have been studied, as well as the cost of a cottage with an area of 300 m².

We determined the estimated value of the property in modern conditions, and also determined the market value of the cottage using various methodological approaches. The estimated value of the cottage was determined using a revenue and comparative approach.

The error does not exceed – 10 %, which allows us to conclude about the reliability of the data obtained.

The final value of the estimated value is never the result of averaging, that is, it cannot be obtained by summing up all the evaluation results obtained using different approaches, and then dividing this amount by the number of approaches used.

References

1. Land Code of Ukraine No. 2768 of 25.10.2001. [document 2768-III, current, current version - revision of 16.01.2020, basis-340-IX.

2. The Law of Ukraine "On Land Assessment" of 13.01.2004 №1378. [document 1378-IV, current, current version-revision of 17.10.2019, basis-132-IX].

3. The Law of Ukraine "On the Assessment of Property, Property Rights and Professional Assessment Activity in Ukraine" dated July 12, 2001 no. 2658. [document 2658-III, current, current version - revision of 01.02.2020, base-157-IX].

4. "Methodology of Expert Monetary Assessment of Land Plots» approved by the Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 11.10.2002. No. 1531. [document 1531-2002-p, current version-revision of 10.12.2011, Foundation-1248-2011-P].

Remneva Irina Sergeevna, student of the group GKmag-6, State Educational Institution of Higher Professional Education "Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture", 286123, Makeyevka, Derzhavin str., 2.

Research Supervisors:

Zagoruyko Tamara Ivanovna, Ass. Prof. of State Educational Institution of Higher Professional Education "Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture", the Foreign Languages and Higher School Pedagogy Department. Scientific interests: teaching methods of foreign languages, lecturer's functions in a teaching process, students' education problems, State Educational Institution of Higher Education "Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture", 286123, Makeyevka, Derzhavin str., 2.

Stetsenko Elena Petrovna, Assistant of the Department of Land Management and Cadastre, State Educational Institution of Higher Education "Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture", 286123, Makeyevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: t.i.zagoruiko@donnasa.ru.

UDC 51-7, 332.21

Titenko V.A.,
student of the group ‘‘City Cadaster - 6’’, SEI HPE DonNACEA
Research supervisors: Zagoruiko T.I.,
Associate professor of the Department of Foreign Languages and
Pedagogy of Higher School, SEI HPE “DonNACEA”;
Borodina A.V.,
Assistant of the Department of Land Management
and Cadastres, SEI HPE “DonNACEA”

LAND MANAGEMENT PROJECT FOR THE ALLOTMENT OF A LAND PLOT FOR THE ENTERPRISE OPERATION ON THE EXAMPLE OF TOCHMASH

Annotation. In work the process of allocation of a land plot, which contains: collection, study and systematization of materials; development, drafting, review and approval of land management documentation; selvey gridstatioming on the terrain, conducting topographic and geodetic surveys.

Keywords: allotment of a land plot, land management project, geodetic work in land management, land plot.

Formulation of the problem. The work consists of the study and implementation of the procedure of allocating a land plot for the operation of an enterprise on the grounds of the Donetsk City Council.

The object of research, its subject and purpose are justified, as well as the relevance of this work.

Results. The general provisions of the procedure are considered. The legal framework regulating the use of land resources and industrial land is also discussed. The geographical position, climate, relief, hydrography of the city are described. The whole industry of the city of Donetsk is taken into consideration. Historically, the city is known as a large industrial center with enterprises of various structures and spheres

of activity. The convenient location of the city, good transport network, attraction of new technologies and ideas, investments– all these in a complex makes it possible for Donetsk to become a promising and rapidly developing modern business center of the international business community.

The process of land acquisition in accordance with the land code is paid attention to. Then the content of the allotment project has been studied, the initial land cadastral information has been processed and the procedure for registration of title documents for a land plot has been described.

The direct geodetic problem is to determine the coordinates of the end point B of the AB line by the known length of the dAB line, the directional angle αAB of the AB line and the coordinates XA, YA of the starting point A. You can write:

$$\Delta X = dAB \times \cos\alpha AB; \qquad (1)$$

$$\Delta Y = dAB \times \sin\alpha AB. \qquad (2)$$

Then we get the coordinates of point B from the expression:

$$XB = XA + \Delta XAB = XA + dAB \times \cos\alpha AB; \qquad (3)$$

$$YB = YA + \Delta YAB = YA + dAB \times \sin\alpha AB.$$

The geodetic survey of the plot has been performed and described. The theodolite traverse adjustment sheet, the list of staked angles, distances and coordinates of turning points, the list of angles, side lengths and coordinates of points of the land plot have been calculated.

All the labor protection requirements and standards for creating conditions at each workplace when performing office work are examined. Safety precautions in the production of land management work are also considered.

Conclusion. In the course of the work, in accordance with the goals and objectives, the land management project has been prepared for the allotment of land for the enterprise operation on the example of Tochmash, Donetsk.

In this paper, the procedure for allotment of a land plot has been studied. It consists of obtaining the permit for the development of the land management project; preparation and approval of the land management project; registration of the land plot in the cadaster; approval of the ownership of the land plot in the register.

To carry out the work on the allotment of the site of the Tochmash plant, a theodolite progression has been laid on its territory and near it.

During the work, the requirements of labor protection and standards for creating safe conditions at each workplace are taken into account. For violation of the requirements of labor protection, violators are brought to disciplinary, material, civil, administrative or criminal liability.

References

1. State Building Codes (SBC) 360-92 ** “Urban planning. Planning and development of urban and rural settlements".

2. State Standard of Ukraine -N B V.1.1-27: 2010 "Construction climatology".

3. Public cadastral map of Ukraine [Electronic source]. – URL: **https://map.land.gov.ua/** (accessed: 23.04.2021).

Titenko Victoria Anlexandrovna, Student of the group ‘‘City cadaster – 6’’, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin str., 2.

Research supervisors:

Zagoruiko Tamara Ivanovna, Associate Professor of the Department of Foreign Languages and Pedagogy of Higher School, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin str., 2.

Borodina Alla Vladimirovna, Assistant of the Department of Land Management and Cadastres, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: t.i.zagoruiko@donnasa.ru.

УДК 929.51

Шатилова В.А.,
студ. группы ЛА2-204-ОБ «ВГЛТУ»
Руководитель: Спирина Н.М.,
старший преподаватель кафедры математики «ВГЛТУ»

МАТЕМАТИКА В АРХИТЕКТУРЕ

Аннотация: рассмотрена взаимосвязь архитектуры и математики.

Ключевые слова: математика, архитектура, задачи, применение, строительство.

Все мы знаем, что математика встречается в нашей жизни на каждом шагу, в разных сферах жизнедеятельности человека, является «царицей наук». Конечно, многим этот предмет кажется непонятным и сложным. Но многие математические теории стали необходимы в нашей жизни. Например, она играет большую роль в такой сфере, как архитектура. Архитектура известна с древнейших времен, она сопровождает человека с момента его появление, ведь архитектура призвана создавать человеку необходимые для его жизни условия. Именно поэтому сегодня, в связи с возросшей ролью математики, огромное количество будущих инженеров, архитекторов и организаторов нуждаются в серьезной математической подготовке. В архитектуре при поиске и анализе всевозможных решений необходимо выбрать оптимальный вариант-для чего необходимо применить математические задачи, логические схемы, написанные в виде цифр, то есть представлять конструкцию в виде модели, используя методы теории математического моделирования.

Математика в архитектуре древних времён. Математика и архитектура развивались одновременно. В древности математика, как и архитектура, относилась к искусствам. С самых древних времён люди применяли какие-либо

математические знания. К примеру: В Древнем Египте люди, когда строили пирамиды, использовали математику, а еще в Древнем Вавилоне водопровод строился с помощью математических расчетов. В Вавилоне многие задачи в геометрии и арифметике появлялись из-за строительства каналов, амбаров и других общественных построек. В геометрии люди знали соотношения, связанные с пропорциональностью соответствующих сторон подобных треугольников.

Математика в древности применяла общенаучные способы; все знания математики - это набор эмпирических формул и правил. Учёные Азии внесли большой вклад в развитие математики. Они знали основные законы математики, которые были в то время известны, а также умели их применять. Азиаты знали, что такое транспортир и циркуль, применяемые в строительстве, способы построения окружности и квадрата с помощью транспортира и циркуля, а также знали, как определять длину гипотенузы прямоугольного треугольника. В математическом каноне «на полюсе солнечных часов» отмечено число пи. Все эти знания использовались в определении времени, площадей, а главное – в строительстве.

В Древнем Египте, Древней Греции, Индии и исламском мире здания, в том числе пирамиды, храмы, мечети, дворцы и мавзолеи, были изложены с особыми пропорциями по религиозным соображениям. В исламской архитектуре геометрические формы и геометрические плиточные узоры используются для украшения зданий как внутри, так и снаружи. Некоторые индуистские храмы имеют фрактальную структуру, где части напоминают целое, передавая сообщение о бесконечности в индуистской космологии. В китайской архитектуре тулу провинции Фуцзянь являются круговыми, общинными защитными сооружениям. В архитектуре эпохи Возрождения симметрия и пропорция были специально подчеркнуты такими архитекторами, как Леон Баттиста Альберти, Себастиано Серлио и Андреа Палладио, под влиянием архитектора Витрувиуса Де Рима и арифметики пифагорейцев из

Древней Греции. В конце девятнадцатого века Владимир Шухов в России и Антони Гауди в Барселоне впервые использовали гиперболоидные структуры.

Выдающийся архитектор XX века Ле Корбюзье писал в своих тезисах к «Архитектуре»: «Современные архитекторы больше не создают простых форм. Оперируя вычислениями, инженеры используют геометрические формы, которые удовлетворяют наше зрение геометрией и убеждают разум своей математической логикой... Главные проблемы современного строительства будут решены на основе геометрии».

Математика в архитектурных чертежах. Перед тем, как выстроить какое-либо сооружение, необходимо предварительно выполнить огромное количество расчетов, измерений. Примером выполнения и оформления строительных чертежей могут служить чертежи типовых проектов, разрабатываемые ведущими проектными организациями. При планировке здания руководствуются некоторыми правилами. При перенесении размеров земельного участка и проецировании здания архитектор пользуется признаками подобия фигур, т.е. он чертит объект не в натуральную величину, а пользуется масштабом, стандартное отношение которого 1:100. При планировке архитектор пользуется многими теоремами и аксиомами. Например, чтобы отложить несколько последовательно равных отрезков, используется знаменитая теорема Фалеса. Следующим этапом исследования является связь фракталов с архитектурным дизайном, поскольку она дает четкое указание на параметризацию. Фракталы – это геометрические формы, первоначально найденные в природе. Примером фрактала может быть молния, снежинка или папоротник. Фракталы могут служить вдохновением для нетривиальной геометрии в интересных пространственных формах. Благодаря вычислительным возможностям современных технологий фракталы можно рассматривать как вдохновленные природой алгоритмические записи сложного языка математики. Это дает новый взгляд для художников и архитекторов, так как в наши дни они могут быть вдохновлены «компьютеризированной» природой. Фракталы создают связь между простой записью геометрии и современным

параметрическим дизайном. В поисках фракталов в искусстве и архитектуре мы можем найти много примеров, которые часто встречаются в виде орнамента, например, на сводах.

Симметрия – царица архитектурного совершенства. Парфенон – один из красивейших произведений древнегреческой архитектуры. Архитектурные сооружения, созданные человеком, в большей своей части симметричны. Они приятны для глаза, их люди считают красивыми. Соблюдение симметрии является первым правилом архитектора при проектировании любого сооружения. Кроме симметрии в архитектуре можно рассматривать антисимметрию и диссимметрию.

Заключение. На протяжении многих лет математика меняла свое влияние на архитектуру и искусство. Еще с древних времен люди научились использовать математику в качестве вдохновения для создания различных архитектурных объектов и предметов искусств. С появлением новых технологий ее влияние стало только усиливаться. Памятники архитектуры, получившие широкую известность как образцы пропорциональности и гармонии, буквально пронизаны математикой, целочисленными расчетами и геометрией. Мы убедились в том, что математика помогает добиться прочности, удобства, красоты архитектурных сооружений. В ходе работы узнали много интересного о связи математики и архитектуры. Тема «Математика в архитектуре» актуальна, современна и имеет широкое применение.

Литература

1. Пучков, Н.П. Симметрия в архитектуре / Н.П. Пучков, Т.Ю. Забавникова //Междунар. науч.-практ. конф. «Симметрии : теоретические и методические аспекты», 10-15 сентября, 2018 г., Астрахань. – Астрахань, 2018. – С. 290-293.

2. Ле Корбюзье, Ш. Э. Архитектура XX века / Ш. Э. Ле Корбюзье ; пер. с фр. – 2-е изд. – М. : Прогресс, 1977. – 303 с.

3. Авдотьин Л.Н. Применение вычислительной техники и моделирования в архитектурном проектировании. – М.: Стройиздат, 1978. – 225 с.

4. Ван-дер-Варден Б.Л. Пробуждающаяся наука. Математика Древнего Египта, Вавилона и Греции. – М.: ГИФМЛ, 1959. – 460 с.

5. Даан-Дальмедико А. Пути и лабиринты: очерки по истории математики // А. Даан-Дальмедико, Ж. Пейффер. – М.: Мир, 1986. – 433 с.

Шатилова Вероника Алексеевна, студентка группы ЛА2-204-ОБ, «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова», 394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8.

Научный руководитель:

Спирина Надежда Михайловна, старший преподаватель кафедры математики, «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова», 394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8.

e-mail: nadspi@yandex.ru.

УДК 517.9

Мачула М.Е.,
обучающаяся «Республиканского архитектурно-строительного лицея-интерната» ГОУ ВПО «ДОННАСА»
Руководитель: Осипова Л.В.,
учитель математики высшей категории «Республиканского архитектурно-строительного лицея-интерната» ГОУ ВПО «ДОННАСА»

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ. МЕТОДЫ ИХ РЕШЕНИЯ

Аннотация. В работе анализируются функциональные уравнения и методы их решения. Приведены методы решения функциональных уравнений.

Ключевые слова: функциональные уравнения, интегральные уравнения, уравнения Коши.

Введение. Во время решения тренировочных заданий к РГЭ мне попалось уравнение, которое я решить не смогла. Как я узнала позже от учителя, это было функциональное уравнение.

Что же такое функциональные уравнения? И какие способы их решения существуют? Эти вопросы заинтересовали меня, и я решила провести исследование.

Функциональными уравнениями занимаются с давних пор, но этому курсу так и не нашлось достойного места в математических программах. А жаль, так как при поступлении в престижные ВУЗы, на олимпиадах, и в третьей части ЕГЭ такие задачи встречаются.

В настоящее время практически нет никаких пособий, обучающих решению функциональных уравнений. Поэтому ощущается потребность в пособии, которое на простых и конкретных примерах способно показать читателю со скромной математической подготовкой весь арсенал современных методов решения функциональных уравнений.

Цель работы – выяснить, что является функциональным уравнением их системами, найти способы решения и составить сборник задач для использования математическими классами.

Постановка задачи: поиск способов решения функциональных уравнений и их систем; решение функциональных уравнений; составление сборника.

Результаты. Функциональное уравнение – это уравнение, которое содержит одну или несколько неизвестных функций (с заданными областями определения и значений). Решить функциональное уравнение – это, значит, найти все функции, которые тождественно ему удовлетворяют. Термин функциональное уравнение обычно используется для уравнений, несводимых простыми способами к алгебраическим уравнениям. Эта несводимость чаще всего обусловлена тем, что аргументами неизвестной функции в уравнении являются не сами независимые переменные, а некоторые данные функции от них. Часто встречаются на различных математических соревнованиях.

Некоторые функциональные уравнения знакомы нам еще из школьного курса, это $f(x) = f(-x)$, $f(-x) = - f(x)$, $f(x+T) = f(x)$.

Многие функциональные уравнения не определяют конкретную функцию, а задают широкий класс функций, т. е. выражают свойство, характеризующее тот или иной класс функций. Например, функциональное уравнение $f(x+1) = f(x)$ характеризует класс функций, имеющих период 1, а уравнение $f(1+x) = f(1-x)$ – класс функций, симметричных относительно прямой $x = 1$, и т. д.

Рассмотрим простейшие функциональные уравнение и неравенства.

1. Пусть функция $y = f(x)$ возрастает на R. Решим:

а) уравнение $f(3x + 2) = f(4x^2 + x)$; б) неравенство $f(3x - 48) \leq f(-x^2 + x)$.

Решение.

а) $f(3x + 2) = f(4x^2 + x)$.

Есть такая теорема: если функция возрастает на промежутке X, то каждое своё значение она принимает, а единственной точке. Поэтому,

$$3x+2 = 4x^2 + x;$$

$$4x^2 - 2x - 2 = 0;$$

$$2x^2 - x - 1 = 0;$$

$$x_1 = 1 \text{ и } x_2 = -0{,}5$$

Ответ: $x_1=1$ и $x_2= -0{,}5$.

б) $f(3x - 48) \le f(-x^2 + x)$;

$$3x - 48 \le -x^2 + x;$$

$$x^2 + 2x - 48 \le 0;$$

$$x_1 = 6 \text{ и } x_2 = -8:$$

Ответ: [-8;6].

Решение функциональных уравнений методом подстановки: заменяя некоторые переменные функционального уравнения либо конкретными значениями, либо какими-либо другими выражениями пытаемся либо упростить это уравнение, либо привести его к такому виду, что дальнейшее решение станет очевидным. Особенность применяемого метода как раз и состоит в том, что в ряде случаев он позволяет отыскать решения в классе всевозможных функций.

1. Найдите все функции, определённые на множестве $(-\infty;1)\cup(1;+\infty)$, удовлетворяющие соотношению

$$(x-1)\cdot f\left(\frac{x+1}{x-1}\right) - f(x) = x.$$

Решение:

Придадим x значение $\frac{x+1}{x-1}$. Получим

$$\left(\frac{x+1}{x-1}-1\right)\cdot f\left(\frac{\frac{x+1}{x-1}+1}{\frac{x+1}{x-1}-1}\right) - f\left(\frac{x+1}{x-1}\right) = \frac{x+1}{x-1}$$

Отсюда

$$\frac{2}{x-1}\cdot f(x) - f\left(\frac{x+1}{x-1}\right) = \frac{x+1}{x-1}.$$

Получим систему

$$\begin{cases} (x-1)\cdot f\left(\frac{x+1}{x-1}\right) - f(x) = x, & (1) \\ \frac{2}{x-1}\cdot f(x) - f\left(\frac{x+1}{x-1}\right) = \frac{x+1}{x-1}. & (2) \end{cases}$$

Из уравнения (1) выразим $f\left(\frac{x+1}{x-1}\right)$ и подставим в уравнение (2).

$$f\left(\frac{x+1}{x-1}\right) = \frac{f(x)+x}{x-1};\ \frac{2}{x-1}\cdot f(x) - \frac{f(x)+x}{x-1} = \frac{x+1}{x-1};$$

отсюда

$$f(x)\left(\frac{2}{x-1} - \frac{1}{x-1}\right) = \frac{x}{x-1} + \frac{x+1}{x-1};\ f(x)\cdot\frac{1}{x-1} = \frac{2x+1}{x-1};\ f(x) = 2x+1.$$

Проверим, действительно ли функция f(x) удовлетворяет уравнению

$$(x-1)\cdot\left(2\cdot\frac{x+1}{x-1}+1\right) - 2x - 1 = x.\ 2x+2+x-1-2x-1 = x$$

$x=x$ – верно.

Ответ: $f(x) = 2x+1$.

4. Найдите все функции *f: R ◊ R*, которые при всех *x, y € R* удовлетворяют уравнению

$$f(x+y^2+2y+1) = y^4+4y^3+2xy^2+5y^2+4xy+2y+x^2+x+1. \qquad (3)$$

Решение: поскольку мы хотим получить значение *f(x)*, попробуем избавится от слагаемого y^2+2y+1 под знаком функции. Уравнение $y^2+2y+1=0$ имеет одно решение $y=-1$. Подставляя $y=-1$ в (3), получаем $f(x)=x^2-x+1$.

Ответ: $f(x)=x^2-x+1$.

Решение функциональных уравнений методом Коши.

1) Найдите функцию $f(x)$, определённую на множестве натуральных чисел, удовлетворяющую условию

$f(x+1) = f(x) + d$, где d – некоторое действительное число.

Решение:

Будем решать это уравнение по схеме, которая в математике называется методом Коши.

1. Найдём выражения для $x = 1, 2, 3, \ldots$ Получим

$$f(2) = f(1) + d,$$

$$f(3) = f(2) + d = f(1) + 2d, f(4) = f(3) + d = f(1) + 3d.$$

2. Этот «эксперимент» подсказывает, что $f(n) = f(1) + (n-1)d$, где $n \in N$.

3. Проверим, действительно ли выполняется равенство

$$f(x) = f(1) + (x-1)d,$$

где $n \in N$. Применим для доказательства метод математической индукции.

1. Проверим, выполняется ли равенство при x=1 : $f(1) = f(1)$ – верно.

2. Предположим, что равенство верно при $x = n-1$, где $n \geq 2,\ n \in N$, т.е. $f(n) = f(1) + (n-1)d$ – верно.

3. Докажем, что из этого следует равенство для x=n. Т.к. $f(x+1) = f(x) + d$, то при x=n получим $f(n+1) = f(n) + d$ или $f(n+1) = f(1) + (n-1)d + d$; $f(n+1) = f(1) + nd$.

Значит, равенство верно для любого натурального n. Таким образом, решением заданного функционального уравнения будет функция $f(x) = f(1) + (x-1)d$, где f(1) – произвольное число.

2) Найдите непрерывные функции $f(x)$, удовлетворяющие условию

$$f\left(\frac{x+y}{2}\right) = \frac{f(x)}{2} + \frac{f(y)}{2}. \qquad (4)$$

Решение:

Попробуем свести это уравнение к функциональному уравнению Коши $f(x+y) = f(x) + f(y)$ с непрерывным решением $f(x) = Cx$. Пусть y=0 , тогда

$$f\left(\frac{x}{2}\right) = \frac{f(x)}{2} + \frac{f(0)}{2}.$$

Так как $f(0)$ - постоянное число, обозначим его через C_1 и получим

$$f\left(\frac{x}{2}\right) = \frac{f(x)}{2} + \frac{C_1}{2}.$$

Придадим теперь x значение $x+y$. Получим $f\left(\frac{x+y}{2}\right) = \frac{f(x+y)}{2} + \frac{C_1}{2}$. Из уравнения (4)

$$f\left(\frac{x+y}{2}\right) = \frac{f(x)}{2} + \frac{f(y)}{2}.$$

Получим $\frac{f(x)}{2} + \frac{f(y)}{2} = \frac{f(x+y)}{2} + \frac{C_1}{2}$, или $f(x+y) = f(x) + f(y) - C_1$ (2).

Решением уравнения (1) является функция

$$y = C \cdot f(x).$$

Значит, решением уравнения (2) будет функция

$$y = C\,f(x) + C_1. .$$

Ответ: $C\,f(x) + C_1$.

Выводы. В данной работе были рассмотрены функциональные уравнения и некоторые способы их решения. Под функциональным уравнением в узком смысле слова понимают уравнения, в которых искомые функции связаны с известными функциями одного или нескольких переменных при помощи операции образования сложной функции. Функциональное уравнение можно также рассматривать как выражение свойства, характеризующего тот или иной класс функций.

Литература

1. Андреев А.А. Функциональные уравнения // А.А. Андреев, Ю.Н. Кузьмин, А.Н. Савин, И.Н. Саушкин. – Самара: В мире науки, 1999. – 46 с.

2. Бродский Я. С., Слипенко А. К. Функциональные уравнения. – К.: Вища школа. Головное издательство, 1983. – 96 с.

3. Ильин В.А. Методы решения функциональных уравнений // Соросовский образовательный журнал, 2001, № 2, с. 116 – 120.

4. Лихтарников Л.М. Элементарное введение в функциональные уравнения. – СПб.: Лань, 1997. – 160 с.

5. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. В 3-х томах: том 1. – М.: Наука, 1968, с. 157 – 162.

Мачула Мария Евгеньевна, учащаяся 11-Б класса «Республиканского архитектурно-строительного лицея-интерната» ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

Научный руководитель:

Осипова Людмила Владимировна, учитель математики высшей категории «Республиканского архитектурно-строительного лицея-интерната» ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: spaike095@gmail.com.

УДК-519.85

Жукова Е.-М.Ю.,
обучающаяся «Республиканского архитектурно-строительного
лицея-интерната» ГОУ ВПО «ДОННАСА»
Руководитель: Осипова Л.В.,
учитель математики высшей категории
«Республиканского архитектурно-строительного
лицея-интерната» ГОУ ВПО «ДОННАСА»

ФОРМУЛА ТАППЕРА И ЕЕ ВОЗМОЖНОСТИ В АРХИТЕКТУРЕ

Аннотация. Рассмотрена самореферентная формула Таппера и возможности ее применения при построении монохромных изображений.

Ключевые слова: формула Таппера, координатная плоскость, график, пиксельное изображение.

Введение. «Формула всего» становится не такой фантастикой, когда заходит речь о формуле Таппера. В 2001 году в издательстве SIGGRAPH Джон Таппер опубликовал некоторую самореферентную формулу, которая удивила многих математиков и научных деятелей [1].

Постановка задачи. Как учащейся архитектурно-строительного лицея, мне было интересно узнать о самореферентной формуле, с помощью которой можно выстраивать растровые монохромные изображения. Визуальная часть тесно связана с работой архитекторов и дизайнеров, вследствие чего я считаю необходимым изучать любые способы построения изображения. Столь удивительная вещь в математике, как формула Таппера, не может остаться без внимания, когда речь идет о построении разнообразных изображений.

Особенность формулы Таппера в том, что она изображает саму себя на координатной плоскости X и $У$. В промежутке от некоторого k до k+17 по оси y

и в промежутке от 0 до 106 по оси x будет изображена формула, имеющая следующий вид (Рис. 1):

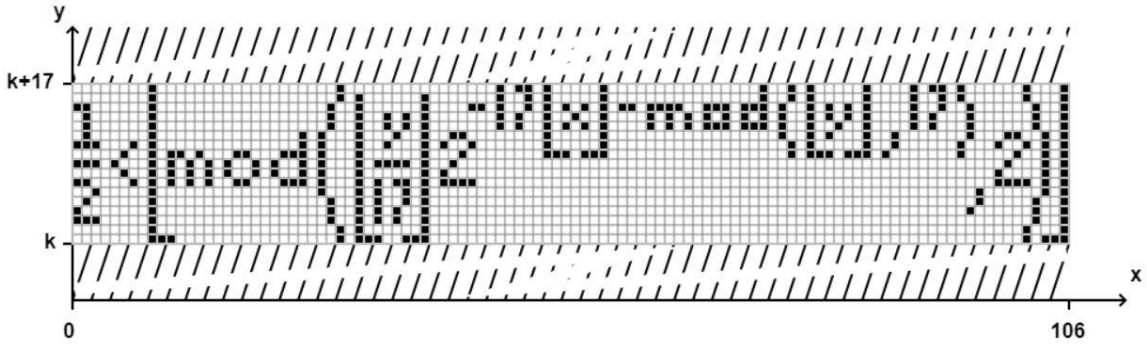


Рис. 1. Пиксельное изображение

При этом сама формула имеет вид неравенства, которое выглядит как:

$$\frac{1}{2} < \left\lfloor mod\left(\left\lfloor \frac{y}{17} \right\rfloor 2^{-17\lfloor x \rfloor - mod(\lfloor y \rfloor, 17)}, 2\right)\right\rfloor,$$

где $\lfloor . \rfloor$(Пол) – функция, округляющая целое число, не превосходя данное, другими словами – округление вниз, mod – остаток деления.

Возвращаясь к графику, эта формула говорит о том, что если существуют координатные оси X и $У$ и для каждой точки этой координатной плоскости возможно подставить координаты X и $У$ в данное неравенство, формула Таппера скажет, нужно ли окрашивать данную точку. Иными словами, неравенство говорит о том, какая часть плоскости должна быть окрашена [2].

При этом коэффициент k равняется числу 960 939 379 918 958 884 971 672 962 127 852 754 715 004 339 660 129 306 651 505 519 271 702 802 395 266 424 689 642 842 174 350 718 121 267 153 782 770 623 355 993 237 280 874 144 207 891 325 963 941 337 723 487 857 735 749 823 926 629 715 517 173 716 995 165 232 890 538 221 612 403 238 855 866 184 013 235 585 136 048 828 693 337 902 491 454 229 188 667 081 096 184 496 091 705 183 454 067 827 731 551 705 405 381 627 380 967 602 565 625 016 981 482 083 418 783 163 849 115 590 225 610 003 652 351 370 343 874 461 848 378 737 238 198 224 849 863 465 033 159 410 054 974 700 593 138 339 226 497 249 461 751 545 728 366 702 369 745 461 014 655 997 933 798 537 483 143 786 841 806 593 422 227 898 388 722 980 000 748 404 719 [4].

Для того чтобы увидеть формулу Таппера на графике, необходимо подняться по вертикальной оси на число k, игнорируя все то, что находится выше или ниже промежутка от k до k+17.

Но почему формулу Таппера называют «формулой всего»? Суть в том, что если пройтись вдоль оси y, то формула построит каждое возможное изображение из черных и белых пикселей размерами 106 x17. Любое возможное изображение, которое помещается на данный формат, есть на этом графике. Соответственно, на этом промежутке можно изобразить не только формулу Таппера, но и любую другую формулу, что поместится в данный прямоугольник, остается только определить на какой высоте.

Варианты изображения на данном промежутке зависят от значения числа k. То есть, если слегка изменить значение этого числа, то получится другое изображение (Рис. 2, 3):

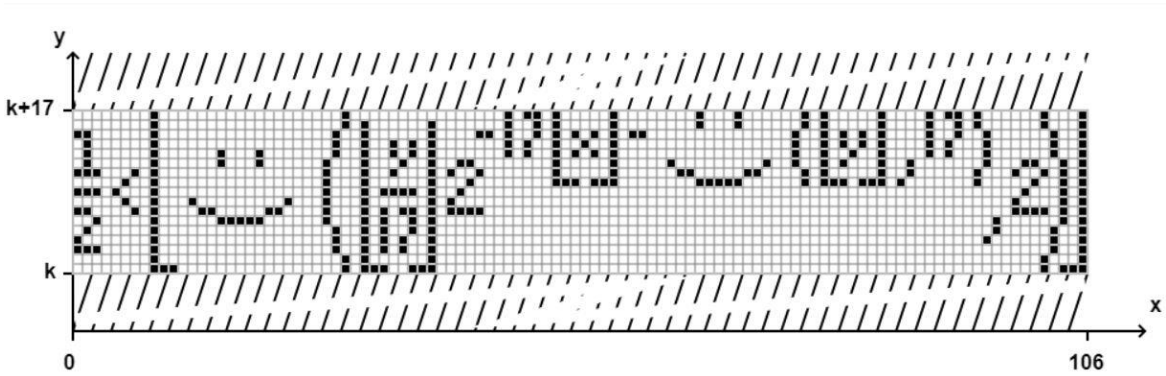


Рис. 2. Вариации, которые могут быть изображены в системе координат

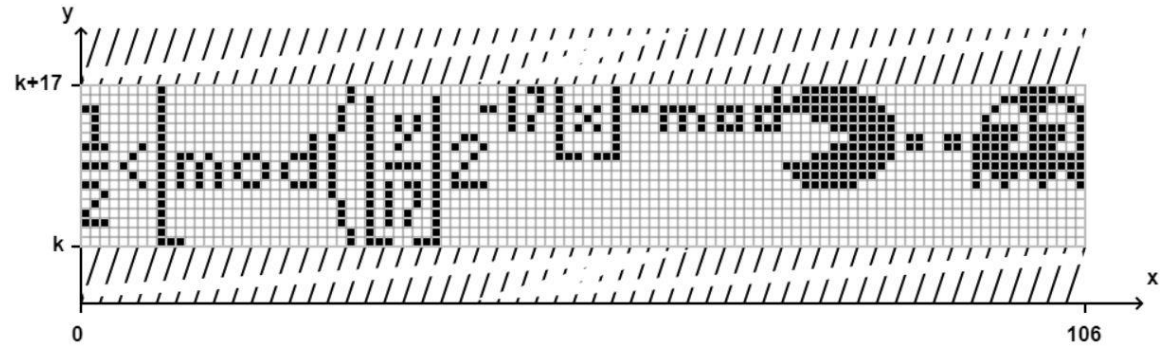


Рис. 3. Вариации, которые могут быть изображены в системе координат.

При этом из любого пиксельного изображения возможно высчитать число k. Для того чтобы вычислить k, необходимо начинать с нижнего левого угла изображения. Если в этом месте находится черный пиксель – пишется число 1,

далее – шаг вверх. Если там оказывается белый пиксель – пишется число 0. По такому принципу получается некоторое двоичное число. После завершения подсчета получившееся число необходимо перевести в десятичную систему и умножить на 17. Это вычисление поможет получить значение числа k, которое покажет местонахождение рисунка на графике [3].

Конечно, это не все нюансы данного алгоритма: например, я не упомянула о том, что при отрисовке может быть смещение по оси $У$, поскольку без этого картинка получается зеркальной, а так же, без указания смещения картинка из растра k может выйти за пределы изображения (точнее, часть картинки окажется внизу от нижней границы изображения), но это на мой взгляд, делает алгоритм интересным для изучения. Особенно интересно будет в том случае, если вы рискнете заняться константой k, собственноручно написав перекодировщик монохромного изображения размером 160 x 17 в растр k.

Результаты. Оригинальное изображение формулы Таппера выполняется на «холсте», после чего к странице подключается скрипт с данными желаемого изображения. Во время выполнения следующего скрипта, необходимо проследить за отсутствием переносов на веб-странице для того, чтобы работа прошла корректно.

В результате этих вычислений мы получаем готовые растровые изображения, которые отличаются от стандартного вида формулы Таппера, но при этом расположены на том же промежутке, что и она.

Помимо представленных изображений, формула Таппера принимает любое желаемое обличие, которое зависит лишь от цифры. Формула распространена в шифровании данных. Математический феномен формулы Таппера возможно реализовать не только на JavaScript, но и на Python [2]. Возможность применения формулы на двух наиболее распространенных языках программирования помогает экономить пространство на файловых носителях. Это происходит благодаря тому, что устройству гораздо проще хранить данное число и расшифровывать его при помощи формулы Таппера.

Заключение. В данной статье мною была изучена и продемонстрирована самореферентная формула Таппера, способная продемонстрировать надежность двумерного алгоритма построения графиков и изображений. Для реализации была написана программа, приводящая графическое изображение в числовую последовательность.

Литература

1. Люк, Д.Р. Экспериментальная математика в действии // Д.Р. Люк, В.Х. Молл. – Натик, Массачусетс: А. К. Петерс, 2006. – 289 с.

2. Формула Таппера и реализация алгоритма на Python [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habr.com/ru/post/416177/ (Дата обращения: 21.04.2021).

3. Self Referential Formula, Plot your name! [Электронный ресурс] // Learn to think. – Режим доступа: https://brilliant.org/discussions/thread/self-referential-formula-plot-your-name/ (дата обращения: 21.04.2021).

4. Tupper's Self-Referential Formula [Электронный ресурс] // WolframMathWorld. – Режим доступа: https://mathworld.wolfram.com/TuppersSelf-ReferentialFormula.html (дата обращения: 21.04.2021).

Жукова Ева-Мария Юрьевна, учащаяся 11-Б класса «Республиканского архитектурно-строительного лицея-интерната» ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

Научный руководитель:

Осипова Людмила Владимировна, учитель математики высшей категории «Республиканского архитектурно-строительного лицея-интерната» ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: spaike095@gmail.com

СЕКЦИЯ «ФИЗИКА И ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

УДК 520.8

Хархордин Е.В.,
студ. группы 4ТБ, ГОУ ВПО «ДонНУ»
Руководители: к.ф.-м.н., доцент Асланов П.В.,
и.о. заведующего кафедрой ФНПМЭ им. И.Л. Повха,
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»;
Несова А.В.,
инженер, ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА СОСТОЯНИЕ КОНСТРУКЦИИ ПОДРАБАТЫВАЕМЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ МЕТОДОМ РАДАРНОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ

Аннотация. В статье рассмотрен метод радиолокационной интерферометрии как один из способов для безопасного строительства зданий и сооружений на примере города Донецка.

Ключевые слова. мониторинг, здания, сооружения, радарная интерферометрия, деформация, дистанционное зондирование Земли, полезные ископаемые, добыча угля.

Введение. При проведении горных работ по добыче угля и других полезных ископаемых происходит оседание земной поверхности, и образуются зоны обрушения и сдвижения [1], при этом возникает риск повреждения и разрушения различных объектов на расположенных рядом территориях.

Постановка задачи. В настоящее время для получения полной картины об изменении земной поверхности актуально использовать различные современные подходы одними из таких есть, использование методов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Одним из методов является спутниковая радарная

интерферометрия – метод измерений, использующий эффект интерференции электромагнитных волн. Интерферометрическая обработка пар и серий снимков выполняется, в частности, с целью определения просадок земной поверхности и является одним из уникальных и перспективных направлений в использовании радарных снимков

Так как в Донецкой области есть множество угледобывающих предприятий, то рассмотренная проблема процессов сдвигов и проседания поверхности для нас весьма актуальна, а своевременное обнаружение и прогноз процессов оседания в их начальной стадии для предупреждения чрезвычайных ситуаций.

В центральном районе города Донецк уже были зафиксированы разрушения и трещины на постройках из-за тектонических разломов, которые связаны с геологическим строением территории Донбасса, и пустот (отработанных пространств шахт), оставшихся после столетнего периода добычи угля.

Начиная с весны 2020 г. Донецкий национальный университет получил свободный доступ к системе «ВЕГА-Science» ИКИ РАН г. Москва [2].

Это позволяет проводить наблюдения за состоянием территории и сооружений на территории города Донецка, используя архивы радиолокационных изображений и метод радарной интерферометрии после соответствующей обработки оптико-радарных композитов (ОРК) территории Ворошиловского района г. Донецка по двум и более датам (на рис. 1 представлен один из таких снимков).

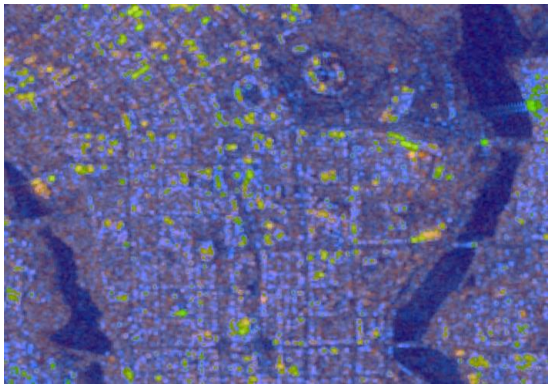
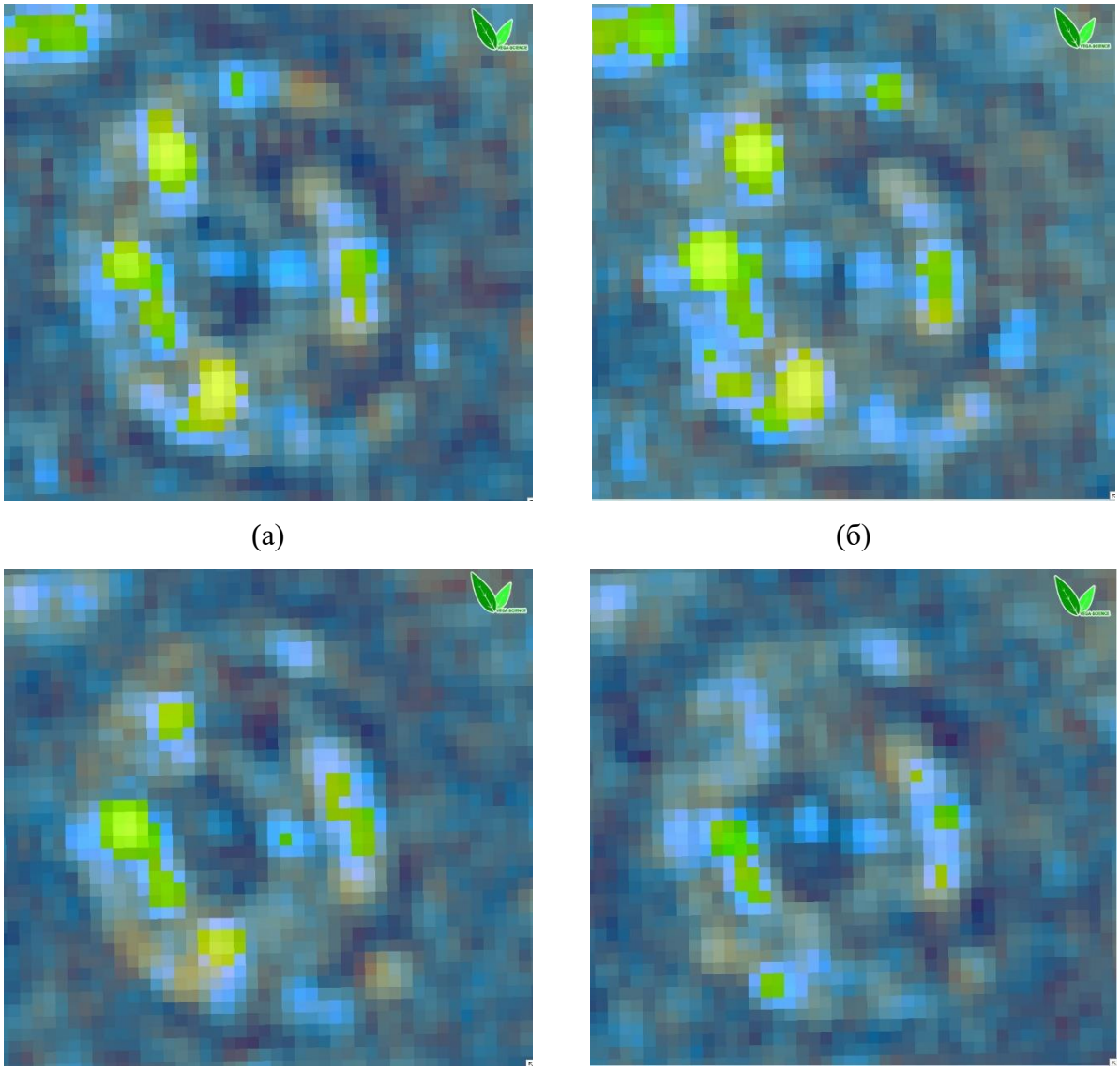


Рис. 1. ОРК Ворошиловского района г. Донецка на 28.01.2020

Результаты. Особенно интересен для изучения район стадиона «Донбасс Арена», где зафиксированы значительные деформации конструкций сооружения, как на уровне фундамента, как и на покрытии, а также на всех остальных уровнях [3]. Ниже на рис. 2 можно увидеть полученный оптико-радарный композит (ОРК) для района стадиона «Донбасс Арена».



(а) (б) (в) (г)

Рис. 2. ОРК в районе стадиона «Донбасс Арена» на 28.01.2020 (а), 03.02.2020 (б), 09.02.2020 (в) и 15.02.2020 (г)

Выводы. Метод радиолокационной интерферометрии помогает получать цифровые модели рельефа высокого разрешения, оценивать смещения, связанные с землетрясениями, магматической активностью, проводить

мониторинг смещений, определять состояние конструкции подрабатываемых зданий и сооружений.

На основе полученных данных можно производить не только оценку уже произошедших изменений поверхности, но и прогнозировать дальнейшее развитие процесса, величину и направление оседания, используя методы интерполяции данных и принимать своевременные меры для обеспечения безопасности промышленных объектов и населения.

Литература

1. Рыбникова Л.С., Рыбников П.А. Геофильтрационная модель массива горных пород в области влияния отрабатываемых и ликвидируемых рудников горноскладчатого Урала // Литосфера., 2013. – № 3. – С. 130-136.

2. Лупян Е.А., Прошин А.А., Бурцев М.А. и др. Опыт эксплуатации и развития центра коллективного пользования системами архивации, обработки и анализа спутниковых данных (ЦКП «ИКИ-Мониторинг») // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2019. – Т. 16. – №3. – С. 151-170.

3. Розенвассер Г.Р. Концепция мониторинга уникальных строительных объектов на примере футбольного стадиона «Донбасс Арена» в г. Донецке // Вестник Института гражданской защиты Донбасса, Выпуск 3 (7), 2016. – С. 26-35.

Хархордин Евгений Витальевич, студент группы 4ТБ, ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», 283001, г. Донецк, ул. Университетская, 24.

Научные руководители:

Асланов Петр Васильевич, кандидат физико-математических наук, доцент; исполняющий обязанности заведующего кафедрой физики неравновесных процессов, метрологии и экологии им. И.Л. Повха, ГОУ ВПО

«Донецкий национальный университет», 283001, г. Донецк, ул. Университетская, 24.

e-mail: aslanov.fnpme@gmail.com.

Несова Арина Владимировна, инженер, ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», 283001, г. Донецк, ул. Университетская, 24.

e-mail: arina.nesova@gmail.com.

УДК 532.781-548.1

Куренной А.И.,
Николов А.Ю.,
студ. группы ПТМ-38а, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель:
к.х.н., доцент Фролова С.А.,
зав. кафедрой физики и физического
материаловедения, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АКТИВНОСТИ В ПЕРЕОХЛАЖДЕННЫХ СПЛАВАХ СИСТЕМЫ Sn-Bi

Аннотация. Методами ЦТА и ДТА установлены метастабильные области в системе Sn-Bi. Рассчитаны активности компонентов в переохлажденных расплавах относительно линии ликвидуса на момент начала кристаллизации. Установлена корреляционная зависимость активностей по отношению к температурам ликвидуса в зависимости от концентрации компонентов.

Ключевые слова: активность, переохлаждение, диаграмма состояния, ликвидус, солидус.

Введение. Из известного уравнения Шредера следует, что температура замерзания разбавленного раствора в равновесных условиях зависит от состава, а также выражает изменение растворимости растворителя в зависимости от температуры [1, 2]. Однако для описания зависимости линии растворимости (линии ликвидуса) для реальных (неразбавленных бинарных сплавов) вводят понятие активности. Из жидкого раствора кристаллы растворителя начинают образовываться не только в равновесных условиях при температуре ликвидуса T_L , но и при температуре значительно ниже T_L , т.е. из метастабильного переохлажденного состояния [3].

Постановка задачи. Поскольку молекулы как растворителя, так и растворимого вещества могут обладать «активностью» не только при температурах ликвидуса, но и при температурах $T_{min} < T_L$, при которых начинается кристаллизация, возникла необходимость анализа термодинамической активности компонентов в переохлажденных рас плавах. В качестве примера нами выбрана система Sn-Bi.

Диаграмма состояния Sn-Bi [4] является диаграммой эвтектического типа с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии. Эвтектика соответствует составу Sn+57вес.%Bi. Предельная растворимость висмута в олове составляет $\approx$20 вес.%, а растворимость олова в висмуте $\approx$3,4 вес. %.

Предварительно экспериментально изучались предкристаллизационные переохлаждения сплавов диаграммы состояния олово-висмут. Эксперименты проводили на лабораторной установке совмещенного циклического (ЦТА) и дифференциального термического анализа (ДТА), описанного нами в работе [5]. Исследовали образцы в системе $Sn_{100-x}Bi_x$, где x=0(I); 5,1(II); 11,0(III); 20,0(IV); 25,1(V); 34,9(VI); 57,0 (эвтектика, VII), 74,8 (VIII), 90,2 (IX), 100 (X) вес.% Bi.

Всего испытано по три образца каждого состава. Сплавы готовили сплавлением компонентов (марки ОСЧ) соответствующего состава общей массой по 4г (на каждый образец) под вакуумом 10^{-2} Торр в кварцевых сосудиках Степанова. При сплавлении компонентов для полного растворения образцы выдерживали при температурах на 50К выше температуры ликвидуса в течение одного часа и перемешивали методом вращающегося волчка. В процессе термографических исследований образцы нагревали и охлаждали со скоростями 0,05-0,06 К/с, причем минимальную температуру для всех сплавов всегда поддерживали одинаковой (370К). Т.о. величина перегрева ΔT^+ составляла примерно 50К относительно соответствующей температуры ликвидуса ($\Delta T^+ = T - T_L, T \succ T_L$).На каждом образце записывали до 10 термоциклов нагревания-охлаждения в непрерывном режиме без отключения печи. Температуру измеряли ХА-термопарой, запаянной внутри сосудика, и записывали на диаграммную ленту с помощью потенциометра КСП-4 со шкалой

5 мВ. Достоверность полученных результатов подтверждалась их воспроизведением на основании многократного термоциклирования. За основу брали результаты термографирования после первых трех термоциклов.

Методом ЦТА по термограммам нагревания-охлаждения в координатах температура-время были определены температуры ликвидуса T_L каждого сплава, которые практически совпали с литературными данными [4]. Кроме того, фиксировались точки на границе растворимости α-твердого раствора с жидко-твердой областью, а также эвтектические точки. Анализ термограмм нагревания–охлаждения сплавов позволил установить ряд общих закономерностей кристаллизации сплавов. Во-первых, определены предкристаллизационные переохлаждения ΔT_L^- ($\Delta T_L^- = T_L - T_{min}$) относительно температур ликвидуса T_L для всех сплавов системы Sn-Bi (табл. 1). Во-вторых, зафиксирована неравновесная кристаллизация для всех сплавов относительно температур ликвидуса T_L при охлаждении до некоторой минимальной температуры T_{min} в области переохлаждения ($T_{min}<T_L$).

Величины T_L, T_{min} и ΔT_L^- занесены в табл. 1, откуда видно закономерное уменьшение переохлаждения ΔT_L^- сплавов по мере их приближения к эвтектическому составу.

Одновременно методом ДТА были определены тепловые эффекты ΔH_L^i кристаллизации сплавов относительно температур ликвидуса (табл. 1), которые были использованы для расчета активностей a_i компонентов i-го сплава на момент начала кристаллизации при температурах $T_{\min} < T_L$.

Таблица 1. Термодинамические характеристики сплавов: состав сплавов, температуры ликвидуса T_L, температуры начала кристаллизации T_{min}, переохлаждения ΔT_L^-, энтальпии плавления ΔH_L и активности a_i

№ п.п.	Сплавы, вес. %	T_L, К	T_{min}, К	ΔT_L^-, К	ΔH_L, кДж/моль	a_i
I	Sn	505	493	12	8,14	1,000
II	Sn + 5,1Bi	481	475	3	4,91	0,985
III	Sn + 11,0Bi	468	462	6	5,70	0,981
IV	Sn + 20,0Bi	463	452	9	5,35	0,967
V	Sn + 25,1Bi	460	449	11	3,86	0,976
VI	Sn + 34,9Bi	433	430	3	2,40	0,995
VII(Э)	Sn + 57,0Bi	413	405	8	8,38	0,953
VIII	Sn + 74,8Bi	474	468	6	4,23	0,986
IX	Sn + 90,2Bi	493	489	4	2,48	0,995
X	Bi	545	530	15	11,49	1,000

Для расчета активностей a_i взято за основу уравнение Шредера [6] :

$$\ln a_i = \frac{\Delta \overline{H}_L^i}{R}\left(\frac{1}{T_L} - \frac{1}{T}\right), \qquad (1)$$

где R – 8,31 Дж/моль·К; T_L - температура плавления растворителя; T – температура ликвидуса.

Величина $\Delta \overline{H}_L^i$ представляет собой дифференциальную энтальпию плавления i-го сплава, состоящую из теплоты $\Delta \acute{I}_{\hat{n}\grave{i}}^{\,\grave{a}}$ смешения компонентов и удельной теплоты ΔH_L^i плавления сплава, т.е. $\Delta \overline{H}_L^i = \Delta \acute{I}_{\hat{n}\grave{i}}^{\,\grave{a}} + \Delta H_L^i$. Энтальпия $\Delta \acute{I}_{\hat{n}\grave{i}}^{\,\grave{a}}$ смешения учитывается при сплавлении компонентов. Следовательно в уравнении (1) для кристаллизации уже приготовленного сплава должна учитываться лишь энтальпия плавления ΔH_L^i. Поэтому при кристаллизации энтальпией $\Delta H_{см}$ можно пренебречь, а уравнение (1) представить в следующем виде при условии начала кристаллизации при температуре T_{min}:

$$\ln a_i = \frac{\Delta H_L^i}{R}\left(\frac{1}{T_L} - \frac{1}{T_{\min}}\right), \qquad (2)$$

где ΔH_L^i – удельная теплота кристаллизации.

В табл. 1 сведены экспериментальные данные по таким параметрам как T_L, T_{min}, ΔT_L^- и ΔH_L^i для сплавов системы олово-висмут. Используя эти данные, были подсчитаны величины активностей a_i и построены графики зависимостей

активности a_i от концентрации второго компонента для сплавов системы Sn-Bi, которые совмещены с диаграммой состояния этой системы (рис. 1) .

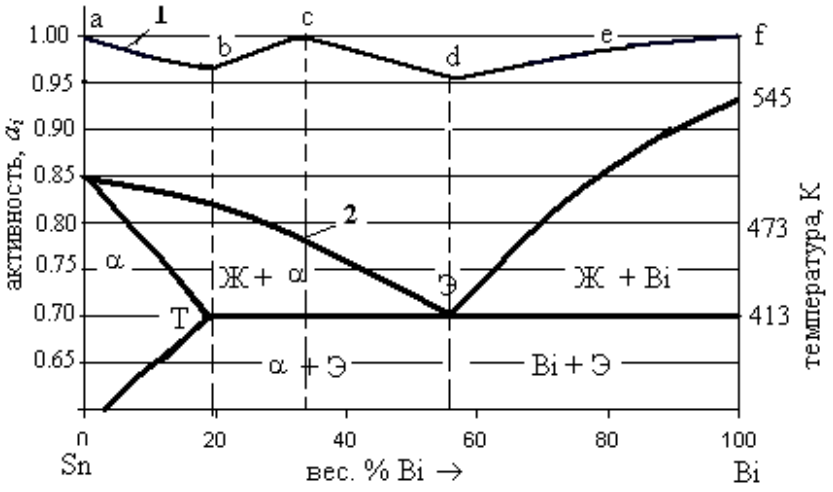


Рис. 1. График зависимости активности a_i (1) от концентрации второго компонента системы Sn-Bi и диаграмма состояния системы Sn-Bi (2)

Зависимость активности a_i от концентрации второго компонента представлена кривой *abcdef*. Из этого графика видно, что величина активности a_i уменьшается при увеличении концентрации второго компонента (висмута) в области твердых растворов с минимумом в точке *b*, приходящейся на тройную точку *T*, а затем увеличивается до максимального значения в точке *c*, приходящейся на концентрацию в средней точке *c* доэвтектического состава (Sn+34,9вес.%Bi) на отрезке *TЭ*. При дальнейшем увеличении концентрации висмута активность достигает минимального значения 0,953 в точке *d*, соответствующей эвтектическому составу (Sn+57вес.%Bi). В области заэвтектических сплавов при добавлении второго компонента (олова) и дальнейшем увеличении его концентрации величина активности уменьшается по пути *fed* до минимального значения в эвтектике.

Структура жидкой и жидко-твердой фаз переменного состава в системе Sn-Bi практически не изучена, за исключением чистых олова и висмута [7-9]. Для объяснения результатов работы обратимся к диаграмме состояния олово-висмут. Доэвтектическая область диаграммы состояния делится на две области: область твердых растворов и область эвтектических сплавов. Понижение активности на

участке *ab* приходится на область твердых растворов. По-видимому, это связано с тем, что в этой области происходит кристаллизация α-твердого раствора на основе олова. В заэвтектических сплавах происходит плавное уменьшение величины активности при приближении к эвтектическому составу, что, наверное, связано с выпадением относительно температуры ликвидус чистого висмута, в отличие от доэвтектических сплавов, где выпадает твердый раствор. Минимальное значение величины активности в эвтектическом сплаве связано с «подавлением» активностей обоих компонентов друг друга.

Выводы. Методом циклического и термического анализа проведены термографические исследования сплавов в системе олово-висмут. Определены предкристаллизационные переохлаждения для сплавов относительно температур ликвидус и установлено, что наибольшее ΔT_L^- у сплава Sn+25вес. % Bi. Используя уравнение Шредера, определены активности компонентов при температурах ликвидус T_L и температуре начала взрывной кристаллизации T_{min}. Установлено, что наибольшей активностью обладают сплавы Sn + 25,1вес.% Bi и Sn + 57,0вес.% Bi.

Литература

1. Вагнер К. Термодинамика сплавов. – М.: Изд-во литературы по черным и цветным металлам, 1957. – 305 с.

2. Жуховицкий А.А., Шварцман Л.А. Физическая химия. – М.: Мет., 1987. – 688 с.

3. Александров В.Д. Кинетика кристаллизации переохлажденных жидкостей и аморфных сред. –Донецк: «Донбасс». – 2011. – 591 с.

4. Хансен М. Структуры бинарных сплавов. – М.: Металлургиздат, 1941. – 1. – 320с.

5. Александров В.Д. Спосіб сумісного циклічного та диференційного термічного аналізу // В.Д. Александров, В.А. Постніков, С.В. Прокоф’єв. Патент на винахід. – 2008. – № 83721. – Бюл. № 15 від 11.08.2008 р.

6. Глазов В.М. Основы физической химии. Учебное пособие для ВТУЗов. – М.: Высшая школа, 1981. – 456 с.

7. Данилов В.И. Строение и кристаллизация жидкости. – Киев: АН УССР, 1956. – 424с.

8. Скрышевский А.Ф. Структурный анализ жидкостей и аморфных тел. – М.: Высшая школа, 1980. – 328с.

9. Дутчак Я.И. Рентгенография жидких металлов. – Львов: Вища школа, 1977. – 162 с.

Куренной Алексей Игоревич, студент группы ПТМ-38а, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

Николов Константин Юрьевич, студент группы ПТМ-38а, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

Фролова Светлана Александровна, кандидат химических наук, доцент; заведующая кафедрой физики и физического материаловедения, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: s.a.frolova@donnasa.ru.

УДК 628.93, 953.98.

Петухов Н.А.,
студент гр. ГК-10, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Подлесный В.Д.,
студент гр. РФ ГОУ ВПО «ДонНУ»
Научные руководители:
к. ф.-м. н., доцент Сорока В.А.,
доцент кафедры ФФМ ГОУ ВПО «ДонНАСА»,
к. ф.-м. н., доцент Тимченко В.И.,
доцент кафедры радиофизики и
инфокоммуникационных технологий ГОУ ВПО «ДонНУ»

СВЯЗЬ СПЕКТРОВ СВЕТОДИОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ С ОСВЕЩЕННОСТЬЮ

Аннотация. В данной работе рассматриваются вопросы о восприятии света человеком и проблемах фотометрирования освещенности стандартными измерительными приборами.

Ключевые слова: светотехника, спектральный состав светового потока.

Введение. С необходимостью эффективного использования электроэнергии для освещения различных объектов производства и быта сталкивается большое количество фирм и организаций, работающих в области светотехники. Это действительно актуально, так как энергетические затраты промышленности и населения непрерывно растут. В современном мире люди большую часть времени проводят в помещениях с искусственным освещением.

Постановка задачи. Большинство существующих светильников можно разделить на несколько принципиально разных групп тепловые лампы

накаливания, газоразрядные люминесцентные, твердотельные (на основе LED технологий) и т.д.

Каждую из перечисленных групп можно охарактеризовать многими отличительными признаками: конструкцией, содержанием материалов и сплавов, условиями формирования светового потока, спектральным составом, энергетической эффективностью и многое другое.

Источники света, в основе которых используются твердотельные светодиоды находят все большее применение. Характеристики новых светильников выходят в лидеры среди других традиционно используемых источников света. С появлением светодиодных систем освещения возник ряд вопросов, которые требуют определить правильные условия технической эксплуатации в электрических сетях.

Точная фотометрия излучающих устройств и последующая правильная интерпретация получаемых результатов представляют достаточно сложную задачу и требуют учета характеристик излучения. Важным является понимание способов фотометрирования световых потоков от светильников, изготовленных на основе светодиодных излучателей. В настоящее время она рассматривается как отдельная область радиометрии, в которой характеристика устройства, измеряющего излучение зависит от длины волны измеряемого излучения селективным образом, характерным для самого материала и конструктивных особенностей измерительного прибора. Фотометрическое действие источника излучения может быть измерено непосредственно фотометром, однако, большинство фотоприемников ориентировано на использование их с энергетическими излучающими системами. Поэтому, необходимо преобразовать энергетические параметры источника (такие как, номинальная мощность ламп накапливания в канделах) в фотометрические и наоборот.

Люксметры по принципиальной схеме являются наиболее простыми из всех фотометрических приборов. В принципе, показания люксметра, как и любого электроизмерительного прибора, обусловлены величиной тока,

протекающего через индикатор. спектральное распределение плотности потока излучения $f_\lambda(\lambda)$.

Результаты. Величина тока в люксметре $I(E)$ представляет собой достаточно сложную функциональную зависимость от спектрального состава излучения, падающего на прибор:

$$I(E) = \int_0^\infty f_\lambda(\lambda) \cdot \alpha(\lambda) \cdot g(\lambda) \cdot \varphi \cdot d\lambda \,. \qquad (1)$$

Для достаточно узкого оптического диапазона (видимая область спектра) и сравнительно небольшого интервала токов в измерительном приборе можно считать, что $\alpha(\lambda)$ и φ для различных источников света – величины постоянные. Величина тока в этом случае можно представить упрощенным выражением:

$$I(E) = C \cdot \int_{350}^{750} f_\lambda(\lambda) \cdot g(\lambda) \cdot d\lambda \,, \qquad (2)$$

где C – постоянная величина для данного прибора, а пределы интегрирования соответствуют видимому диапазону.

С точки зрения задачи, поставленной в данной работе, функциональная зависимость фотоэлектрических параметров материала фотоприемника $g(\lambda)$ мало связана с характеристиками источников излучения, каким можно считать видимую область спектра, тем более, если тип прибора не меняется. Однако надо иметь в виду, что характер спектральной зависимости $g(\lambda)$ для фотоприемников, изготовленных из разных материалов, по разным технологиям и различными конструкционными способами также меняется.

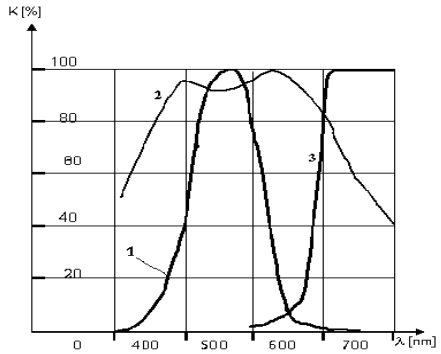


Рис. 1. Спектральная чувствительность стандартного наблюдателя (*1*), фотоприемника на основе Si (*2*) и GaAs (*3*) в видимой области спектра

На рис. 1 показана спектральная зависимость чувствительности *K* (в отн. ед.) стандартного наблюдателя (*1*) и нескольких фотоприемников, основе кремния (*2*) и арсенида галлия (*3*). Прибор для измерения освещенности (люксметр) имеет спектральную характеристику, совпадающую со спектральной характеристикой глаза стандартного наблюдателя (*1*). Как видно, спектральная чувствительность у кремния весьма близкая к характеристике стандартного наблюдателя функция и вполне резонно может быть использована для фотометрирования. И зрение, и функции $g(\lambda)$ используемых в фотометрах приемников неравномерны, обладая неоднородной чувствительностью по спектру. Этот эффект оказывает влияние на показания люксметра при измерениях освещенности от светильников с разными излучателями. В современной светотехнике в качестве искусственных излучателей чаще всего используются нагретое тело, электрическая дуга, люминофоры и т.д. Сегодня интенсивно разрабатываются светильники, в основе которых лежат рекомбинационные процессы в электрически неоднородных структурах; светодиоды и лазеры. Все эти источники имеют характерный для них спектральный состав излучения, который, надо контролировать. При попадании в помещение с искусственным освещением глаз человека настроен на функцию ночного видения, при этом максимум чувствительности смещается в коротковолновую область. Нами проведен сравнительный анализ измерения освещенности объектов от разных источников света. Установлено, что в показаниях стандартного люксметра не учитывается спектральное распределение света, которое важно для зрительного восприятия. Предлагается, что кроме интегрального светового потока необходимо контролировать освещенность объектов по соотношениям показаний люксметра для нескольких оптических интервалов. В длинноволновой части мощность излучения почти в 5 раз превосходит фиолетовую. что вполне соответствует законам теплового излучения., В представленном спектральном распределении не учтено поглощение света стеклянной колбой. Тем не менее, можно считать, что спектральные составы естественного излучения и света от традиционной лампы

накаливания близки в том смысле, что в «красной» области мощность излучения превосходит коротковолновую. При том спектральная зависимость не имеет никаких «особенностей». Ситуация со спектром излучения для светодиодных ламп с так называемым «белым светом» сильно осложняется и показана на рис.2.

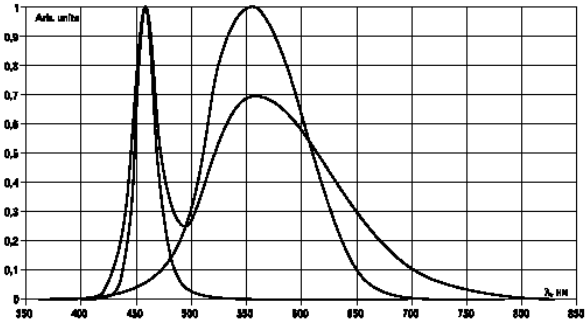


Рис. 2. Спектральное распределение излучения белого светодиода

Выделяется излучение при $\lambda \approx 460$нм, «провал» вблизи 500 нм – и мощная полоса в области максимальной чувствительности глаза.

Выводы. Учитывая особенности спектрального распределения мощности излучения трех разных источников света: естественного (Θ), лампы накаливания (w) и светодиода (led), выберем функции мощности излучения произвольной, но одинаковой величины, падающих на некоторую площадку. Здесь вся энергия излучения поглощается материалом приемника одного и того же прибора. Приведенные к одной мощности графики спектрального распределения энергии излучения перечисленных выше источников показаны на рис. 3.

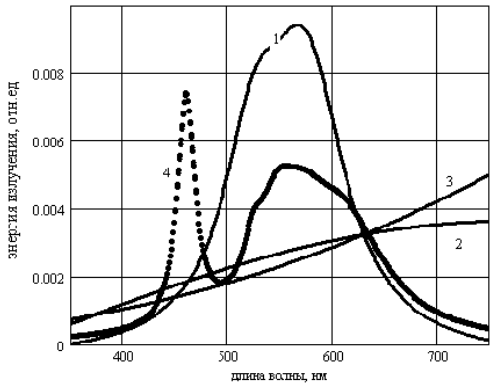


Рис. 3. Спектральное излучение одинаковой мощности от трех разных источников света: естественного (*2*), лампы накаливания (*3*) и светодиода (*4*) при постоянной чувствительности фотоприемника (*1*)

Величина токов, которая должна быть зарегистрирована индикатором одного и того же люксметра, получаемая после интегрирования по (2) равна:

– для естественного излучения $J_{\Theta} \approx 8{,}54$;

– для ламп накаливания $J_{w} \approx 5{,}26$;

- и для светодиода $J_{led} \approx 6{,}73$.

Таким образом, расчет показывает, что ток люксметра при освещении белым светодиодом меньше естественного излучения, но больше, чем для ламп накаливания. Однако, с помощью использования нейтрального светофильтра, токи для J_{Θ} и J_{w} легко уровнять, помня о близких характерах их спектральных зависимостей. Контроль излучения от светильников на основе светодиодов ближе к лампам накаливания по показаниям люксметра, требуют специального подхода. Применительно к светильникам на базе рассмотренных светодиодов это интервалы: $\lambda \approx$ 350–450 нм, $\lambda \approx$4 50–550 нм и $\lambda \approx$ 550–750 нм, которые, на практике, можно выделить фильтрами [1]. В указанных интервалах соотношение токов должно составлять 2×30×50. Для традиционных светильников с лампами накаливания это соотношение имеет вид – 2×40×70, а для СД – 2×50×80. Хотя, очевидно, в СД практически вся мощность фиолетовой части сосредоточена в узкой полосе и визуально это может восприниматься чрезвычайно ярким свечением – часто опасным для зрения. Предлагаемые диапазоны могут уточняться и быть изменены.

Литература

1. Носанов Н.И. Определение освещенности объектов современными светильниками // Н.И. Носанов, Т.И. Романова, В.И. Тимченко, В.А. Сорока. Способы и средства создания безопасных и здоровых условий труда в угольных шахтах, Макеевка: МакНИИ. 2011. – 2 (26). – С 96-104.

2. Карповский А.Ю. Расчет светоэнергетических характеристик излучателя однолучевого флоуриметра // А.Ю. Карповский, Д.Н. Кузнецов. – Вестник ДонНУ, Сер. Г: Технические науки. – 2020. – № 4. – С. 4-11.

Петухов Никита Андреевич, студент группы ГК-10, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

Подлесный Владимир Дмитриевич, студент группы РФ ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», 83055, г. Донецк, ул. Университетская, 24.

Научные руководители:

Сорока Валентина Афанасьевна, кандидат физико-математических наук, доцент; доцент кафедры ФФМ ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

Тимченко Владимир Иванович, кандидат физико-математических наук, доцент; доцент кафедры радиофизики и инфокоммуникационных технологий РФ, ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет» 83055, г. Донецк, ул. Университетская, 24.

e-mail: v.a.soroka@donnasa.ru.

УДК 053

Нетименко М.И.,
студ. группы БС–20, ГОУ ВПО «ДонНТУ»
Руководитель: Лумпиева Т.П.,
доцент кафедры физики ГОУ ВПО «ДонНТУ»

ЛЕКЦИОННЫЕ ДЕМОНСТРАЦИИ СВОИМИ РУКАМИ

Аннотация. В статье описаны лекционные демонстрации по физике, выполненные студентами. Демонстрации используются при изложении темы «Кинематика».

Ключевые слова: кинематика, лекционные демонстрации, поступательное и вращательное движение, декартова система координат.

Введение. Физика как учебная дисциплина изучает построенные в результате абстрагирования идеализированные, упрощённые схемы явлений или объектов, т. е. физические модели. Любая физическая модель имеет ограниченный характер и пригодна только для приближённого описания явления или объекта. Демонстрационный эксперимент всегда значительно сложнее тех закономерностей, которые он иллюстрирует, так как неизбежно сопровождается рядом побочных ненужных явлений. Поэтому при постановке демонстрации необходимо убрать или ослабить эти побочные явления так, чтобы аудитория не акцентировала на них своё внимание. В противном случае эксперимент даст отрицательный результат. Правильно поставленные демонстрации, сопровождаемые соответствующими пояснениями, дают возможность увидеть полную картину изучаемого физического явления, приучают к мысли, что эксперимент одновременно является как способом получения новых знаний, так и способом проверки новых научных теорий.

Постановка задачи. Одной из первостепенных задач кафедры физики является поддержание в рабочем состоянии и постоянное пополнение коллекции лекционных экспериментов. Кафедра физики имеет коллекцию, которая в основном сформировалась и пополнялась в конце двадцатого века. Количество имеющихся демонстраций на сегодняшний день является недостаточным. Естественно, что многие установки требуют модернизации, так как изменилась материально-техническая база. К сожалению, отсутствие финансирования делает затруднительным приобретение новых приборов. В связи с этим, необходимо вести работу по пополнению имеющейся коллекции демонстрационными экспериментами, которые не требуют сложной аппаратуры и могут быть созданы своими силами. Приведём описания некоторых установок, которые выполнены студентами первого курса.

Результаты. Лекционная демонстрация «Виды движения». В теме «Кинематика материальной точки» рассматривается два вида движения: поступательное и вращательное. Поступательное движение – это такое движение, при котором любая прямая, жёстко связанная с телом, перемещается, оставаясь параллельной самой себе. Вращательное движение – движение, при котором все точки абсолютно твёрдого тела движутся по окружностям, центры которых лежат на одной прямой. Эта прямая называется осью вращения. Окружности, по которым движутся точки тела, лежат в плоскостях, перпендикулярных этой оси [1].

Основной частью установки является небольшое велосипедное колесо, установленное на подставке. Колесо может свободно вращаться (рис. 1).

Для демонстрации поступательного движения используем небольшую пластмассовую коробку, в которой проделаны отверстия (рис. 2). В эти отверстия можно вставить деревянные палочки, располагающиеся перпендикулярно друг другу. Они имитируют прямые, связанные с телом. Если двигать коробку по столу, то палочки перемещаются параллельно самим себе – движение поступательное. Далее подвешиваем коробку на стержень, закреплённый на ободе колеса (рис. 1). Задаём вопрос: «Как теперь будет

двигаться коробка?». Большинство студентов считает, что движение будет вращательным. Приведём колесо во вращение и убеждаемся, что палочка, продетая через коробку, перемещается параллельно самой себе, значит – движение поступательное.

Для демонстрации вращательного движения на спицах колеса закреплены две яркие пластмассовые пробки. Приведём колесо во вращение и пронаблюдаем за движением спиц, на которые прикреплены пробки. При вращении колеса они не остаются параллельными самим себе. Это означает, что движение колеса не является поступательным. Далее наблюдаем за пробками и видим, что пробки-точки движутся по окружностям, центры которых лежат на одной оси. Следовательно, само колесо совершает вращательное движение.

Рис. 1. Общий вид установки

Рис. 2. Коробка и деревянные палочки, имитирующие прямые

Демонстрация внедрена в учебный процесс, используется при чтении лекций по теме «Кинематика материальной точки и поступательного движения твёрдого тела».

Лекционная демонстрация «Декартова система координат». Положение тела в пространстве всегда указывается относительно других тел. Тело, относительно которого рассматривается движение, называется телом отсчёта. Чтобы определить положение исследуемого тела, с телом отсчёта жёстко связывают систему координат, снабжённую часами. Совокупность тела отсчёта, связанной с ним системы координат и часов, отсчитывающих время, называется системой отсчёта [1]. Наиболее распространённой является прямоугольная

система координат, которую называют декартовой (по имени французского математика Рене Декарта). Прямоугольная система координат в пространстве образуется тремя взаимно перпендикулярными осями координат *Ox*, *Oy* и *Oz*. Ось *Ox* называется осью абсцисс, ось *Oy* – осью ординат, ось *Oz* – осью аппликат. Оси пересекаются в точке, которая называется началом координат. Каждая ось рассматривается как числовая прямая, то есть имеет положительное направление. Единицы измерения на всех осях должны быть одинаковыми.

Для изготовления модели были использованы строительные гвозди и алюминиевые вязальные спицы. Предварительно три гвоздя при помощи сварки соединили так, чтобы они образовывали между собой прямые углы. На четвёртый гвоздь крепится материальная точка, координаты которой определяются, поэтому его положение произвольно (рис. 3). На спицах при помощи изоляционной ленты сделана разметка, играющая роль координат. Один конец спиц обрезан, внутри они полые, поэтому легко надеваются на направляющие. Роль материальной точки играет яркий шарик. Он надевается на четвёртый гвоздь со спицей, на которой нет разметки (рис. 3).

С помощью резинок опускаем перпендикуляры на соответствующие оси и определяем координаты. Резинки можно закрепить, для этого к концам резинок пришиты крючки. На шарике и осях имеются петли (рис. 3).

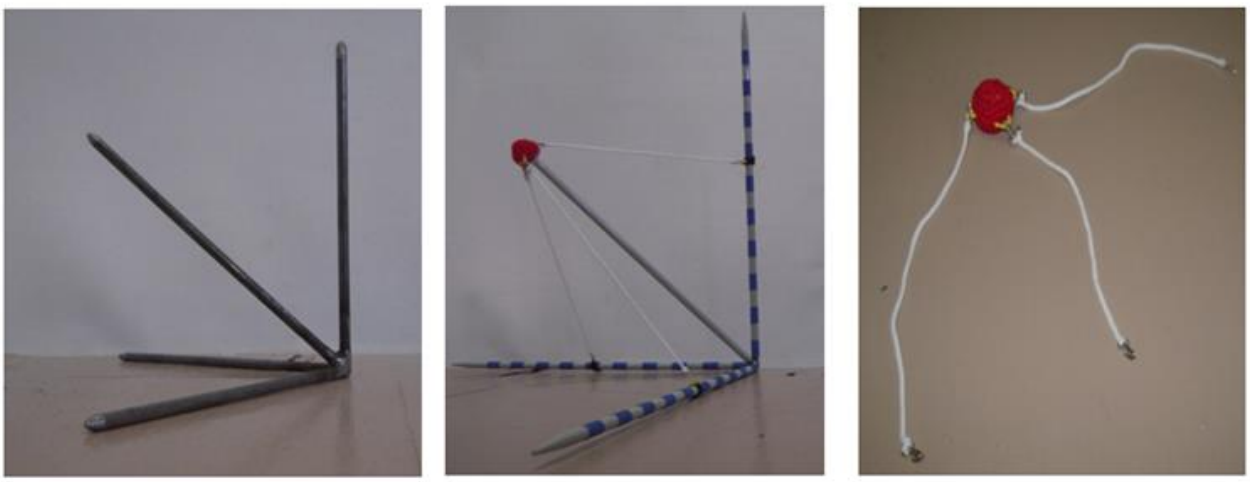


Рис. 3. Модель декартовой системы координат

Координатам приписывается положительное значение длины отрезков, если основание перпендикуляров оказывается на положительной части оси. Если основание перпендикуляра оказывается на отрицательной части оси. то координаты берутся со знаком минус.

Положение материальной точки можно задавать с помощью направленного отрезка, который называется радиус-вектором. Радиус-вектор $\vec{r}$ – это вектор, проведённый из начала координат в точку, где находится тело (рис. 4).

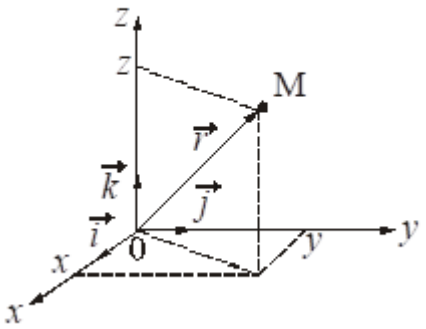


Рис. 4

Радиус-вектором в данном случае является четвёртая спица. Радиус-вектор можно описать, указав три его проекции на соответствующие оси.

$$\vec{r} = \vec{i}x + \vec{j}y + \vec{k}z,$$

где $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$ – единичные векторы (орты).

Данную модель можно использовать не только при рассмотрении темы «Кинематика», но и в молекулярной физике при введении понятий степеней свободы молекул.

Выводы. 1. Лекционные демонстрации наглядно представляют физические явления основных разделов физики, позволяют студентам лучше понять и усвоить учебный материал.

2. Использование демонстраций, разработанных авторами, позволяет доступно изложить особенности некоторых сложных понятий и процессов.

Литература

1. Волков, А. Ф. Курс физики [Электронный ресурс] : учеб. пособие для обучающихся образоват. учреждений высш. проф. образования. В 2 т. Т. 1 : Физические основы механики. Молекулярная физика и термодинамика. Электростатика. Постоянный электрический ток. Электромагнетизм / А. Ф. Волков, Т. П. Лумпиева ; ГОУВПО «ДОННТУ». – Изд. 2-е, испр. и доп. – Электрон. дан. (1 файл). – Донецк : ДОННТУ, 2019. – 100-летию ДонНТУ посвящается. – Режим доступа: http://ed.donntu.org/books/19/cd9104.pdf (дата обращения: 11.03.2021).

Нетименко Максим Игоревич, студент группы БС-20, ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», 83001, г. Донецк, ул. Артема, 58.

Научный руководитель:

Лумпиева Таисия Петровна, доцент кафедры физики, ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», 83001, г. Донецк, ул. Артема, 58.

e-mail: lumpieva@mail.ru.

УДК 620.3, 624.05

Михайлов Н.В.,
студ. группы ИТМ-20б, ГОУ ВПО «ДонНТУ»
Руководитель: Тараш В.Н.,
ст. преподаватель кафедры физики
ГОУ ВПО «ДонНТУ»

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Аннотация. Рассмотрены вопросы применения нанотехнологий в строительстве, достижения в сфере наноматериалов, перспективы развития нанотехнологий.

Ключевые слова: нанотехнологии, наносталь, нанобетон, новые материалы.

Введение. Одной из отраслей, в которой нанотехнологии развиваются достаточно интенсивно, является строительная промышленность. Основные разработки в этом секторе должны быть направлены на создание новых, более прочных, легких и дешевых строительных материалов и улучшение существующих материалов: металлоконструкций и бетона.

Постановка задачи. Выполнить обзор литературы по теме «Применение нанотехнологий в строительстве».

Теоретический обзор. Нанотехнология – это способ производства и использования материи с заданной атомной структурой, совокупность процессов, позволяющих создавать материалы, устройства и технические системы, функционирование которых определяется наноструктурой. Исследования ведутся в области наноструктурной модификации традиционных и новых строительных материалов: стали и других металлов, керамики и стекла, полимеров, цементов и бетонов, а также композитных материалов.

Наука о нанотехнологиях весьма молода, хотя сами агрегаты и объекты, имеющие наноразмеры, существовали на Земле столько же, сколько существует на планете жизнь. Так, было доказано, что исключительные механические свойства таких биоматериалов, как кости или раковины моллюсков, объясняются присутствием нанокристаллов соединений кальция.

Например, нанокомпозитный по своей сути материал раковин моллюсков, называемых морскими ушками, состоит из наноразмерных частиц карбоната кальция, связанных между собой клеящим составом на основе смеси белков. Этот тип наноструктур обеспечивает чрезвычайно высокую прочность и ударную вязкость, которой отличаются раковины моллюсков благодаря взаимосвязанным наноблокам карбоната кальция, обеспечивающим блокирование трещин и рассеивание энергии.

В области применения нанотехнологий уже достигнут определенный прогресс. Применение наноматериалов с высокими физико-механическими характеристиками открывает новые возможности для проектирования и строительства.

Недавно появившийся на рынке новый материал нанобетон принципиально мало чем отличается от обычных бетонных смесей. В его составе также есть минеральное вяжущее вещество, заполнитель и вода, только в качестве пластификаторов применяются наноинициаторы, представляющие собой микроскопические полые трубки в несколько атомарных слоев углеродных полимеров. Диаметр этих нанотрубок – всего несколько микрон, но их прочность больше ста гигапаскалей. Кроме того, их достоинством является невосприимчивость к щелочам и кислотам. Нанобетон устойчив к высоким температурам, свои характеристики он сохраняет при температуре до 800°С. Использование в бетоне наноинициаторов улучшает физико-механические характеристики материала, повышая прочность на 150%, а морозоустойчивость – на 50%. Нанотрубки, находящиеся в структуре облицовочных плиток из нанобетона, выделяют под воздействием кислорода атомарный кислород, имеющий бактерицидные свойства.

Изменение физической структуры нанобетона резко снижает потребность вяжущего составляющего в воде, это позволяет в шесть раз уменьшить вес бетонных конструкций и вероятность появления трещин. Внутреннее молекулярное армирование снижает потребность в армировании бетонной конструкции.

В области красок появился инновационный материал, разработанный на основе нанотехнологий – фасадная силикатная краска с уникальными свойствами. Впервые она была представлена на выставке в Кельне в апреле 2005 года. Материал с наноструктурой обеспечивает высокую адгезию покрытия не только к минеральным подложкам, но и к органическим основаниям. Благодаря чрезвычайно маленькому размеру частиц покрытие также достигает высокой прочности и устойчивости к внешним воздействиям, в том числе к влажному истиранию.

Комбинация пигментных наполнителей в сочетании с наноструктурной поверхностью имеет решающее значение для фотокаталитического эффекта покрытия – грязь на поверхности покрытия разлагается при воздействии света. Сочетание наноструктуры и светостойких пигментов обеспечивает как высокую насыщенность цвета, так и общую стойкость краски к ультрафиолетовому излучению, благодаря чему фасады зданий и сооружений сохраняют свой первоначальный вид в течение длительного времени. Коэффициент влагопоглощения составляет 0,09 кг/м^2, что гарантирует защиту от дождя. Это свойство очень популярно в российских климатических условиях. Благодаря высокой проницаемости для углекислого газа, который необходим для процессов тления извести, известковые штукатурки и старые каменные растворы закаляются и сохраняются.

На основе биохимического метода создана технология синтеза наночастиц серебра. Наночастицы серебра обладают широким спектром антимикробной (биоцидной) активности, что позволяет производить широкий спектр продуктов с высокой бактерицидной и вирусной активностью. Они могут использоваться для модификации традиционных материалов и производства новых материалов.

Наночастицы серебра синтезируются в водных и органических растворах, наносятся на поверхность и входят в структуру материалов, придавая им антимикробные свойства. Антимикробный эффект цветных покрытий с наночастицами серебра был подтвержден в естественных тестах. В лабораторных условиях организовано мелкосерийное производство растворов наночастиц серебра, налажено производство биоцидных красок. Противомикробные краски с наночастицами серебра безопаснее и дешевле производить по сравнению с аналогичными продуктами с добавками производных полигексаметилена гуанидина, поэтому в настоящее время для достижения высокого бактерицидного эффекта широко используются краски с наночастицами серебра.

При изменении металлического сплава на наноуровне, ученые из Института Технологий Черных Металлов (GIFT) в Южной Корее создали новый материал «сплав наностали», который имеет прочность стали и легкость титанового сплава. Изготовлен он из смеси стали, алюминия, углерода, марганца и никеля. Новый сплав обещает быть недорогим и доступным из-за его компонентов. В результате этого исследования, могут быть разработаны более крепкие, легкие и пластичные виды стальных соединений, что должно решить вековую проблему хрупких интерметаллических (химическое соединение 2-х и более металлов) соединительных сплавов.

Сегодня самые прогрессивные достижения – это синтез новых форм углерода: фуллерена (C_{60}) и углеродных нанотрубок. Фуллерены и углеродные нанотрубки находят растущее применение в строительной сфере. На базе фуллеренсодержащих веществ создаются тканые материалы специального назначения (ленты, полотна, паруса, канаты, сверхпрочные нити) на основе полимерных молекул, модифицированные фуллеренами. Могут быть созданы бетонополимеры повышенной прочности и влагостойкости. Полимерные, керамические и металлические углеродные нанокомпозиты представляют собой новый класс материалов, обладающих уникальными свойствами и перспективами широкого применения в различных областях науки и техники.

Еще один материал, улучшенный с помощью нонотехнологий – аэрогель. Являясь твердым материалом, он на 99,8% состоит из воздуха и при этом способен выдерживать вес, превышающий его собственный в 4000 раз. Аэрогели огнеупорны, воздухопроницаемы, способны впитывать воду или масло, могут, в зависимости от материала изготовления, служить электрическим проводником или не менее эффективным изоляционным материалом. Их главный недостаток – чрезмерно малая пластичность, то есть аэрогели очень хрупкие. Они выдерживают давление, но не удар. Сочетание же графена и углеродных нанотрубок позволило получить углеродный аэрогель, лишенный недостатков аэрогелей только из графена или только из нанотрубок. Новый композитный материал помимо обычных для всех аэрогелей свойств – чрезвычайно низкой плотности, твердости и низкой теплопроводности – обладает также высокой эластичностью (способностью восстанавливать форму после многократных сжатий и растяжений) и прекрасной способностью абсорбировать органические жидкости. Аэрогели применяются в строительстве и в промышленности в качестве теплоизолирующих и теплоудерживающих материалов для теплоизоляции стальных трубопроводов, различного оборудования с высоко- и низкотемпературными процессами, зданий и других объектов.

Выводы. В настоящее время планируются и проводятся теоретические и экспериментальные исследования. Они направленные на разработку методов наноструктурного модифицирования материалов и разработку технологических процессов получения различных видов материалов с улучшенными физическими характеристиками**.**

Пока фактическое использования нанотехнологий в строительстве является довольно ограниченным, их доля еще достаточно мала – менее 1% в общем объеме материалов строительного сектора. Инновационные идеи в большинстве своем ориентированы на поверхностные эффекты, а не на формирование новых структур строительных материалов. Тем не менее, достижения фундаментальных исследований в области нанотехнологий постепенно находят свой путь в строительную отрасль, а наноматериалы со

своими высокими физико-механическими характеристиками открывает новые возможности для проектирования и строительства.

Литература

1. Балабанов, В.И. Нанотехнология. Наука будущего. – М.: Издательский дом «Эксмо», 2007. – 247 с.

2. Азаренков, Н.А. Основы нанотехнологий и наноматериалов / Н.А. Азаренков, А.А. Веревкин, Г.П. Ковтун // Учебное пособие. – Харьков // Учебник. 2007. – 69 с.

3. Головин, Ю.И. Введение в нанотехнику. – М. : Машиностроение, 2007. – 493 стр.

4. Мальцева, П.П. Нанотехнологии. Наноматериалы. Наносистемная техника. Мировые достижения – 2008 год: сборник / под ред. П. П. Мальцева. - М.: Техносфера, 2008. – 432 с.

5. Старостин, В. В. Материалы и методы нанотехнологии: учебное пособие / В.В. Старостин ; под общ. ред. Л. Н. Петрикеева. – М.: Бином. Лабораторий знаний, 2008. – 431 с.

Михайлов Николай Вячеславович, студент группы ИТМ-20б, ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», 83001, г. Донецк, ул. Артема, 58.

Научный руководитель:

Тараш Валентина Николаевна, старший преподаватель кафедры физики ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», 83001, г. Донецк, ул. Артема, 58.

e-mail: Valentinant_2008@mail.ru

УДК 620.3

Калеушко Д.Р., Нурдинова Н.А.,
обучающиеся Учреждения дополнительного образования
«Донецкой Республиканской Малой Академии Наук учащейся молодежи»
Руководитель: Бадекин М.Ю.,
руководитель секции «Фундаментальная физика»
Учреждения дополнительного образования
«Донецкой Республиканской Малой Академии Наук учащейся молодежи»

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И ВНЕДРЕНИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ПОЛИГРАФИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Аннотация. Рассмотрено применение нанотехнологий в человеческой деятельности.

Ключевые слова: нанотехнологии, полиграфия, полимеры, композиты, наночастицы.

Введение. Конец прошлого века ознаменовался вступлением человеческой цивилизации в эпоху нанотехнологий, которая в будущем способна существенно изменить мир. Развитие нанотехнологий и внедрение их результатов в технические науки будет сосредоточено преимущественно на направлениях: разработка новых экономически выгодных методов синтеза наноматериалов и регистрации величины наночастиц; создание новых наноматериалов для промышленности и других отраслей народного хозяйства; внедрение наноматериалов в информационные технологии, составной частью которых является полиграфия и электроника.

Постановка задачи. Анализ исторических этапов научно-технического развития, привел к рождению и становлению нанотехнологий, показывает, что этот научно-техническое направление и в дальнейшем будет определять технологический прогресс во многих сферах человеческой деятельности.

Проектирование новых производств печатно-упаковочной отрасли должно учитывать эти новейшие достижения. С другой стороны, необходимо внедрять соответствующие образовательные программы в высшие учебные заведения и организовывать учебный процесс с учетом актуальности этого направления.

Результаты. Нанотехнологией называется междисциплинарная область науки, изучающая закономерности физико-химических процессов в пространственных участках нанометровых размеров с целью управления отдельными атомами, молекулами, молекулярными системами при создании новых наноструктурированных материалов со специальными физическими, химическими и биологическими свойствами.

Тенденции внедрения нанотехнологий в смежные с полиграфией отрасли, такие как производство бумаги, полимерных материалов, лакокрасочных композиций дают основания полагать, что достижения нанонауки смогут быть реализованы в информационных и в частности новых печатно-коммуникативных технологиях. На современном этапе с применением нанотехнологий разработано большое количество ноу-хау в полиграфическом и упаковочном производстве.

Сейчас появились новые термины - такие, как «нанопечать». Специалисты известной компьютерной компании совместно с учеными из Цюрихского технологического университета объявили о создании новой технологии печати с использованием наночастиц.

Компания Toppan Printing заявила о своих планах по использованию нанотекстов для обеспечения еще одного уровня безопасности для своей голографической технологии «Crystagram». Голографическая печать «нанотексты» использует электронные лучи для нанесения символов, в 30 раз меньше, чем это возможно с помощью технологии «микротекст». С разделением примерно 100 нанометров теперь стало возможным печатать более 20 голографических знаков на пространстве шириной в человеческий волос (около 80 микрон). Следует отметить, что остается не ясным, является ли эта технология собственно печатной и могут тиражироваться «нанотексты» при однократном

использовании экспозиции электронными пучками. Голограммы давно начали использовать как эффективный метод для предотвращения фальсификации различных вещей, начиная с ценных бумаг и заканчивая кредитными карточками и роскошными марочными товарами. Новый сверхтонкий эмульсионный тонер разработали инженеры исследовательского центра в Канаде. Получать частицы тонера строго заданного размера и формы, обеспечивая четкие изображения и высокую надежность печати, позволяет технология эмульсионной агрегации. Технология эмульсионной агрегации основывается на нанотехнологических разработках.

Поведение частиц EA-тонера, малых по размеру и однородных по составу, является более предсказуемой, чем частиц в составе обычного тонера, изготовленного по традиционной технологии механической пульверизации пластиковых частиц. Кроме того, новый тонер менее энергоемкий. Еще один плюс такой технологии – это «всеядность» в материалах для печати. Наноматериалы перспективны для формирования структурированных покрытий, в том числе и полимерных наполнениях. Нанодисперсии, содержащие оксиды цинка и серебра, оксиды индия, используются американской фирмой «Air Products» для производства покрытий, красок, адгезивов и композиционных материалов. Учитывая, что эти вещества, в частности оксиды индия и олова, способные оказывать электроактивности свойств, можно считать эти покрытия и краски функциональными элементами устройств. Наноразмерные наполнители вводили итальянские исследователи в порошковые краски для образования антикоррозионных покрытий на стали, алюминии и его сплавах, меди и его сплавах. Этот слой значительно увеличивает устойчивость валиков, а также облегчает их чистку, благодаря чему можно значительно ограничить количество употребляемых химических средств.

Название Lototec происходит от эффекта, возникающего на валике – вода создает каплю, похожую на каплю, возникающая как лепесток лотоса. Оболочка Lototec не дает химикатам возможности проникать внутрь резинового слоя, из которого сделан увлажняющий валик. Это значительно улучшает процесс мытья

валиков и дает экономию моющих средств; практически их требуется незначительное количество. Цилиндр с оболочкой Lototec достаточно протереть, чтобы очистить поверхность. Технология Werodamp LT также эффективно защищает цилиндр от эмульсии краски воды, оказывает на него деструктивное влияние. Фирма Swedev AB (Швеция) - мировой лидер по производству ножей-ракелей для флексо- и глубокой печати, использует специально изготовленные стальные полосы. Их мелкозернистая структура отличается повышенным содержанием равномерно распределенных карбидных включений. Преимущества (в дополнение к повышенному качеству печати) - замедленный износ, меньшее количество металлической крошки, пониженное трение и не столь сильные последствия при образовании царапин. Здесь считают, что с развитием нанотехнологий функциональных покрытий станет больше. Разработаны сверхтвердые наноалмазные композиты инструментального назначения. Получение поликристаллов и композитов на основе алмазных порошков с твердостью по Виккерсу HV более 50 ГПа имеет большое практическое значение. Использование нанотехнологий в производстве бумаги имеет уже долгую историю. Первая система с применением технологии наночастиц в бумажной отрасли определена более 20 лет с целью улучшить формирования бумажного полотна. Сейчас эта технология постепенно превращается в систему управления качественными показателями бумаги как в процессе самого бумажного производства, так и в процессе дальнейшей переработки бумаги в готовые изделия и в полиграфии.

Стабильных показателей блеска печатных оттисков удалось достичь с использованием бразильского каолина вследствие увеличения пористости покровного слоя и оптимизации скорости закрепления печатной краски. Основой дальнейших успехов бумагоделательной отрасли является улучшение и разнообразие свойств целлюлозы – это в значительной степени достигнуто благодаря успехами нанотехнологий. Создать бумагу, прочность которой на разрыв превышает прочность стали, удалось благодаря совместным усилиям ученых из Швеции и Японии. Для получения бумаги ученые использовали те же

исходные ингредиенты, которые применяются для производства обычной бумаги, в частности древесную целлюлозу. Однако им удалось изобрести альтернативный способ ее переработки, не разрушая целлюлозных нановолокон, образующих структуру древесины.

Еще в 2004 году ученым удалось открыть новый материал толщиной в один атом – графен. С тех пор проводят экспериментальные исследования по применению изобретенного материала. Технологический университет Сиднея представил новый тип графеновой нанобумаги, в 10 раз крепче стальной лист аналогичной толщины. Нанобумага состоит из произведенного и специальным образом спрессованного графита. За счет сверхплотного размещения атомов вещества материал получает феноменальную прочность. С другой стороны, новинку вполне можно утилизировать. Для получения графеновой бумаги обычный графит измельчают, очищают, используя специальную химическую ванну, перестраивает атомную структуру графита, и прессуют графеновые слои на тонкие листы. По словам австралийских разработчиков, полученные нанобумаги имеют исключительную температурную и электрическую проводимость, а также необычные механические свойства - прочность и одновременно гибкость. Китайским ученым удалось обнаружить еще одно свойство графена – антибактериальное. На основе оксида графена ученые создали антибактериальный бумагу.

Во время эксперимента на листах этой бумаги попытались вырастить бактерии и клетки человеческого организма. Бактерии вырастить не удалось, поскольку они теряли способность к размножению, а вот клетки человека оставались здоровыми. Итак, в результате эксперимента стало известно, что созданная бумага способна бороться с болезненными бактериями. Изобретатели считают, что антибактериальную бумагу можно безопасно использовать для производства антибактериальных бинтов, упаковки для продуктов. Нанобумаги с высокими прочностными характеристиками и антибактериальными свойствами могут найти применение и в банкнотном производстве. Исследователи университета Арканзаса разработали бумагу с нановолокна. И

хотя его так же можно складывать, мять, резать, остальные свойства мало напоминают о привычном целлюлозном продукте. Используя метод гидротермального нагрева, учёные под руководством профессора Райана Тяня создали длинные нанонити из диоксида титана, а затем из них сделали плоские мембраны. Проведенные испытания бумаги позволили очертить возможную область его применения. Бумагу можно использовать в военном обмундировании как огнеупорный материал, для фильтрации жидкостей, для дозирования лекарственных препаратов и даже для разложения опасных веществ – от обычных загрязнителей среды до химического оружия. Все эти функции возможны благодаря химической инертности и огнестойкости – материал выдерживает температуру до 700°С. По мнению специалистов, нанотехнологии помогут сделать рабочие поверхности бумагоделательных машин чище, улучшат взаимодействие между печатными красками и бумагой, сократят использование химикатов.

Выводы. Итак, нанотехнологии охватывают множество различных звеньев в полиграфии. Они играют также важную роль в развитии упаковочной индустрии. В ближайшие пять лет ожидается существенный рост в области нанотехнологий в упаковочной отрасли. Сейчас постоянно растут требования к безопасности и качеству продуктов питания в соответствии с мировыми стандартами. Использование нанотехнологий в области пищевых упаковок гарантирует лучшие механические, барьерные и антимикробные свойства, а также внедрение датчиков слежения и мониторинга за продуктами во время перевозки и хранения. По результатам исследований, активные технологии в упаковке продуктов питания займут наибольшую долю рынка, тогда как наибольший рост предполагается в сегменте умных упаковок.

Литература

1. Давыдов А.А. Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua. В преддверии нанообщества // СОЦИС. – 2007. – № 3. – С.119–125.

2. Гулинкина О. Нанотехнологии в упаковочной отрасли (часть 1-я) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://article.unipack.ru/20762/ (дата обращения 17.04.2021).

3. Нанотехнологии против подделок [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://gizmod.ru/2007/02/09/nanotexnologii_protiv_poddelok/ (дата обращения 17.04.2021).

4. Порошковая металлургия в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rosfirm.ru/poroshkovayametallurgiya-1704 (дата обращения 17.04.2021).

5. Технические характеристики WESTLAND LotoTec , Валики для печати [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://pechatnick.com/catalog/item.phtml?cid=156& (дата обращения 17.04.2021).

6. ВИП-Системы. Персональная страница фирмы на сайте PolygraphExpo.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.cpb.ru/Firm/FiNews.asp?n=52&FirmId=201 (дата обращения 17.04.2021).

Калеушко Диана Русановна, обучающаяся Учреждения дополнительного образования «Донецкой Республиканской Малой Академии Наук учащейся молодежи», г. Донецк, пр. Б. Хмельницкого,106.

Нурдинова Наталья Адилжановна, обучающаяся Учреждения дополнительного образования «Донецкой Республиканской Малой Академии Наук учащейся молодежи», г. Донецк, пр. Б. Хмельницкого,106.

Научный руководитель:

Бадекин Максим Юрьевич, руководитель секции «Фундаментальная физика» Учреждения дополнительного образования «Донецкой Республиканской Малой Академии Наук учащейся молодежи», г. Донецк, пр. Б. Хмельницкого,106.

e-mail: korund2002@list.ru.

УДК 004.942

Зозуля М.А., Кулагин Т.С.,
обучающиеся Учреждения дополнительного образования
«Донецкой Республиканской
Малой Академии Наук учащейся молодежи»
Руководитель: Ивахненко Н.Н.,
руководитель секции «Математика»
Учреждения дополнительного образования
«Донецкой Республиканской
Малой Академии Наук учащейся молодежи»

АНАЛИЗ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Аннотация. Предложена математическая модель определения временного и остаточно напряженного состояния.

Ключевые слова: титановые сплавы, фазовый состав, структура, остаточные напряжения.

Введение. Титановые сплавы широко используются в различных отраслях народного хозяйства. При их изготовлении часто применяют технологии локального нагрева, при которых в материале происходят полиморфные превращения и, соответственно, меняется фазовый состав, что вызывает появление остаточных напряжений. Вопросам исследования фазового состава титановых сплавов посвящены работы [2-4]. Подавляющее большинство этих работ – экспериментальные.

Постановка задачи. Исследование и оптимизация влияния продолжительности локального нагрева тонкой оболочки вращения, изготовленной из титанового сплава, на распределение фазового состава и остаточных напряжений, возникающих при этом.

Результаты. На фазовый состав материала во время локального нагрева влияет температура и степень неравновесности исходной структуры материала (отклонение фазового состава от термодинамически равновесных показателей). В материалах, которые в исходном состоянии имеют неравновесное (метастабильное) фазовое состояние, на конечное пространственное распределение его существенно влияет продолжительность локального нагрева. Фазовый состав материала релаксирует со временем к своему равновесному состоянию даже при температурах, которые являются меньше температуры равновесных фазовых превращений [1].

Ограничимся случаем, когда материал оболочки в исходном состоянии имеет равномерный неравновесный фазовый состав. Оптимизация режима нагрева осуществляется по критерию минимальной продолжительности нагрева, увеличение которого практически не влияет на распределение фазового состава и соответствующих остаточных напряжений (параметрическая оптимизация процесса).

Рассмотрим математическую модель определения временного и остаточно напряженного состояния тонкой осесимметричной оболочки при локальном кольцевом осесимметричном нагреве. Методика основывается на известной математической теории оптимального локального нагрева оболочек, построенная на результатах экспериментальных исследований [2].

Предложенная модель позволяет определить фазовый состав и соответствующее остаточное напряженное состояние оболочки с учетом полиморфных преобразований и релаксационных свойств материала. Так как продолжительность локального нагрева является ограниченная во времени, то в ее пределах всегда можно выбрать ту, которая является "оптимальной" по энергозатратам и уровнем остаточных напряжений.

Выводы. Использование предложенной методики рационального подбора по продолжительности схем локального нагрева позволяет действенно влиять на фазовый состав зоны нагрева и уменьшать неоднородность их распределения, от которого зависит значение и распределение остаточных напряжений в оболочках

и таким образом улучшить эксплуатационные свойства тонкостенных оболочечных конструкций.

Литература

1. Григолюк Э.И. Оптимизация нагрева оболочек и пластин // Э.И. Григолюк, Я.С. Подстригач, Я.И. Бурак. – К.: Наук. думка, 1979. – 364 с.

2. Ильин А.А. Объемные изменения, происходящие в (α-β) титановых сплавах при полиморфном превращении // А.А. Ильин, М.Ю. Коллеров, В.В. Засыпкин, В.И. Майстров. – Металловедение и термическая обработка. – 1986. – № 1. – С. 52-55.

3. Budz S. Optimization of local heating for a spherical shell made of titanium alloy BT-23 // S. Budz, W. Astashkin, I. Budz, I. Chupyk. – Archives of mechanics. – 1998. – Vol. 50, No 1. – P. 113-126.

4. Monkawa M. Analyses of structural and stress changes during quenching and low-temperature-temping of steels // M. Monkawa, S. Nagaki, T. Inine. – The Journal of Society Material Science. – 1980. – Vol. 29, No 327. – P. 1173-1179.

Зозуля Михаил Алексеевич, обучающийся Учреждения дополнительного образования «Донецкой Республиканской Малой Академии Наук учащейся молодежи», г. Донецк, пр. Б. Хмельницкого, 106.

Кулагин Тимур Сергеевич, обучающийся Учреждения дополнительного образования «Донецкой Республиканской Малой Академии Наук учащейся молодежи», г. Донецк, пр. Б. Хмельницкого, 106.

Научный руководитель:

Ивахненко Наталья Николаевна, руководитель секции «Математика» Учреждения дополнительного образования «Донецкой Республиканской Малой Академии Наук учащейся молодежи», г. Донецк, пр. Б. Хмельницкого, 106.

e-mail: yulduz19.77@mail.ru.

УДК 535.32

Шевченко А.Д.,
студ. группы МСО-5а, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: к.т.н. Покинтелица Е.А.,
доцент кафедры «Физика и физическое материаловедение»
ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ИЗУЧЕНИЕ СВЕТОВЫХ ЯВЛЕНИЙ ПО ФОТОГРАФИЯМ

Аннотация. Произведено наблюдение и изучение световых явлений по фотографиям. Приводится объяснение исследуемых явлений, постановка экспериментов.

Ключевые слова: световые явления, эксперимент.

Введение. Данная тема актуальна в любой сфере, так как значение света в нашей жизни велико. Невозможно представить мир без солнечных лучей. Помимо того, что лучи дают нам свет и согревают в холодную пору, они способствуют осуществлению жизненно необходимых процессов во многих организмах. Свет является неотъемлемой частью жизни всего живого на планете – животных, растений и человека.

Солнечный свет играет огромную роль в жизни человека. Благодаря ему мы можем ориентироваться в пространстве, используя зрение. Свет дает нам возможность познавать окружающий нас мир, контролировать и координировать движения. Солнечный свет способствует синтезу витамина «D» в нашем организме, который отвечает за усвоение кальция и фосфора. Настроение человека также зависит от солнечных лучей. Недостаток света приводит к ухудшению состояния организма, апатии и упадку сил. Нервная система человека формируется и развивается только в условиях достаточного количества солнечного света. Также свет помогает избавиться от инфекционных

заболеваний – это его защитная функция. Он способен убивать некоторые грибки и бактерии, расположенные на нашей коже. Он помогает нашему организму вырабатывать необходимое количество гемоглобина. При попадании солнечных лучей на кожу, мышцы приходят в тонус, который продуктивно влияет на весь организм.

Солнечная энергия используется как в обычной повседневной жизни, так и в промышленности. В быту многие люди используют солнечную энергию для того, чтобы подогреть воду, отопить дом. В промышленности солнечный свет преобразуют в электричество. Большинство электростанций работают по принципу направления энергии Солнца зеркалами. Зеркала, поворачиваются вслед за солнцем, направляя лучи на емкость с теплоприемником, например, водой. Вода после испарения превращается в пар, крутящий генератор. А генератор вырабатывает электричество.

Транспорт также способен приходить в движение при помощи Солнечной энергии – электромобили и космические аппараты заряжаются при помощи света.

Постановка задачи. Провести изучение световых явлений по фотографиям.

Результаты. Рассмотрим некоторые явления, которые легко описываются согласно представлениям о свете.

После дождя на небе можно увидеть красивое явление природы – радугу. Но ненадолго, дождь прекращается, радуга тускнеет, и постепенно исчезает.

Радуга – это непрерывный спектр солнечного света, образованный разложением света в каплях дождя как в призмах. Из дождевых капель под разными углами преломления выходят широкие разноцветные световые пучки.

Семь цветов радуги объясняются тем, что пучок белого света является сложным, состоящим из семи основных цветов: красного, оранжевого, желтого, зеленого, голубого, синего и фиолетового.

Опишем получение радуги физическим способом.

а) приборы и материалы, которые понадобятся в эксперименте: лазерная указка, лист белой бумаги, стеклянная кювета, щель в магнитном держателе, стакан с водой, экран.

Наливаем в стеклянную кювету воду и ставим на лист белой бумаги. Включаем лазерную указку как обычный светодиод, светящий белым светом. Направляем свет от указки через щель на угол кюветы с водой. За кюветой поставим белый экран. На экране увидим радужный полукруг. Можно увидеть, что снаружи полукруг красного цвета, изнутри – сине-фиолетового. Это объясняется тем, что при преломлении на двух поверхностях, находящихся под углом друг к другу, лучи разного цвета преломляются под разным углом, в результате чего расходятся.

б) приборы и материалы: лазерная указка, лист белой бумаги, стеклянная кювета, щель в магнитном держателе, зеркало, стакан с водой, экран.

В кювету вставляем под тупым углом плоское зеркало. Наливаем в стеклянную кювету воду и ставим на лист белой бумаги. Включаем лазерную указку как обычный светодиод, светящий белым светом. Направляем свет от указки на зеркало в воде. Если сверху смотреть на зеркало, мы увидим радужные линии.

в) приборы и материалы: белый светодиод, блок питания, лист белой бумаги, щель в магнитном держателе, дифракционная решетка из набора в магнитном держателе, экран.

Разложить белый свет в спектр можно с помощью дифракционной решетки. Дифракционную решетку прикрепили к магнитному держателю. Рядом с держателем расположили держатель с щелью. Включили на максимум светодиод и направили его свет на дифракционную решетку через щель. На экране за дифракционной решеткой появляется несколько размытых тусклых радужных полос. На фотографии их практически не заметно. Поэтому посмотрим через решетку на диод со стороны экрана. За решеткой ясно видны цветные пятна от красного до фиолетового снизу вверх. Если посмотреть через

дифракционную решетку на любой яркий источник белого света, например, лампу, мы увидим яркие радужные области.

Перечислим световые феномены в фотографиях:

1. Инверсионные следы самолетов. Самолетные выхлопы и вихревые потоки на больших высотах превращают частицы льда в воду. Длинные белые полосы высоко в небе не что иное, как капельки воды, находящиеся во взвешенном состоянии.

2. Северное сияние. Северное сияние не что иное, как столкновение в верхних слоях атмосферы солнечных лучей с заряженными частицами газов магнитного поля Земли.

3. Звездные следы. Наглядная демонстрация вращения Земли. Это явление незаметно невооруженным глазом. Чтобы получить такую фотографию, необходимо поставить фотоаппарат на длинную выдержку. На снимке только единственная Полярная звезда, расположенная практически над осью Земли, остается почти недвижимой.

4. Мираж. Очень распространенное атмосферное явление. Его можно наблюдать не только в пустыне, но и на автомобильной дороге в знойную жару. Образуется это явление в результате преломления солнечного света через «линзу», образованную слоями более холодного (у поверхности земли) и теплого (располагающегося выше) воздуха. Эта своеобразная линза отражает объекты, располагающиеся над линией горизонта, в данном случае небо.

5. Зодиакальный свет. Зодиакальный свет очень часто маскирует лунный свет и искусственный свет городов. В тихую безлунную ночь на природе вероятность того, что вы увидите зодиакальный свет, достаточно высока. Это явление наблюдается в результате отражения солнечных лучей от частиц космической пыли, окружающей Землю.

6. Ореол. Солнечные лучи отражаются от кристалликов льда, расположенных под углом 22° по отношению к Солнцу в высотных облаках. Различное положение кристалликов льда может вызывать модификации ореола.

В морозные дни может наблюдаться эффект «алмазная пыль», в этом случае солнечные лучи многократно отражаются от кристалликов льда.

7. Сумеречные лучи. Солнечные лучи заходящего солнца, проходящие сквозь бреши в облаках, образуют четко заметные отдельные пучки солнечного света.

Вывод. В результате выполнения работы были изучены, описаны, и экспериментально подтверждены световые явления, возникающие в атмосфере земли: отражение света от водной поверхности, радуга, ореол, мираж и др.

Литература

1. Мякишев Г.Я. Физика: Оптика. Квантовая физика. 11 кл.: Учеб. для углубленного изучения физики / Г.Я. Мякишев, А.З. Синяков – М.: Дрофа, 2001. 464 с.

2. Тарасов Л.В. Беседы о преломлении света/ Л.В. Тарасов, А.Н. Тарасова – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1982.176 с.

3. Майер В.В. Свет в оптически неоднородной среде: учебные исследования / В.В. Майер – М.: Физматлит, 2007. – 232 с.

Шевченко Анастасия Дмитриевна, студентка группы МСО-5а, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

Научный руководитель:

Покинтелица Елена Анатольевна, канд. техн. наук, доцент кафедры «Физика и физическое материаловедение» ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: o.a.pokyntelytsia@donnasa.ru

УДК 51-7

Рябуха М.М.,
студ. группы ЭУН-5а, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: к.т.н. Покинтелица Е.А.,
доцент кафедры «Физика и физическое материаловедение»
ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ЗАКОНЫ КЕПЛЕРА

Аннотация. Рассмотрены три закона Кеплера, а также сделаны выводы о том, как повлияли научные исследования Иоганна Кеплера на дальнейшую судьбу астрономии.

Ключевые слова: Солнечная система, движение планет по орбитам.

Введение. Долгое время считалось, что небесные тела движутся по круговым орбитам. Однако в XVII в. выяснилось, что на самом деле орбиты небесных тел отличаются от окружностей. Это открытие принадлежит Иоганну Кеплеру (1571-1630).

Всю свою сознательную жизнь Кеплер пытался доказать, что Солнечная система представляет собой некое мистическое произведение искусства. Сначала он пытался связать ее устройство с пятью правильными многогранниками классической древнегреческой геометрии (правильный многогранник – объемная фигура, все грани которой представляют собой равные между собой правильные многоугольники).

Иоганн Кеплер изучал движение Марса вокруг Солнца и установил три закона движения планет.

Постановка задачи. Изучить законы Кеплера. Сделать выводы об их применимости.

Результаты. *Первый закон Кеплера* (*закон эллипсов*): каждая планета обращается вокруг Солнца по эллипсу, в одном из фокусов которого находится Солнце.

Историческое значение первого закона Кеплера трудно переоценить. До него астрономы считали, что планеты движутся исключительно по круговым орбитам, а если это не укладывалось в рамки наблюдений – главное круговое движение дополнялось малыми кругами, которые планеты описывали вокруг точек основной круговой орбиты.

В Солнечной системе все планеты за исключением Плутона движутся по орбитам, которые близки к круговым.

Второй закон Кеплера (*закон площадей*): при невозмущенном движении (в задаче двух тел) радиус-вектор r, характеризующий положение движущегося тела относительно неподвижного центрального тела, всегда лежит в неизменной плоскости орбиты и за равные промежутки времени описывает равновеликие площади:

$$r^2 \frac{d\theta}{dt} = const$$

где θ – истинная аномалия, т. е. угол между направлениями из центра Солнца на планету и на перицентр её орбиты. Второй закон Кеплера отражает закон сохранения момента импульса.

Третий закон Кеплера (*гармонический закон*): квадраты периодов обращения планет вокруг Солнца относятся как кубы больших полуосей орбит планет.

Если большие полуоси орбит двух планет, обращающихся вокруг Солнца, будут a_1 и a_2, а периоды обращений T_1 и T_2, то третий закон Кеплера можно записать в виде:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}.$$

Как и первые два, третий закон Кеплера применим не только к движению планет, но и к движению их естественных и искусственных спутников.

Выводы. Кеплер в своих законах дает объяснение и определение неоднородного перемещения космических тел. Кроме того, благодаря этим законам стало возможным установление положения объектов. Также, с их помощью можно рассчитать массу тел.

Благодаря обладанию знаний о закономерностях движения, стал возможным запуск космических ракет, а значит, сделан огромный шаг в направлении изучения Вселенной.

Безусловно, Кеплер внёс огромный вклад в астрономию Его во всех смыслах можно назвать удивительным человеком. В то время, когда он жил никто не представлял Вселенную так, как он. Благодаря его труду сформировалась планетарная астрономия. Можно сказать, открылось окно во Вселенную, где то, что мы видим, мы можем измерить.

Литература

1. Левитан Е.П. Астрономия: учебник для 11 классов общеобраз. учреждений / Е.П. Левитан. – М.: Просвещение, 1994. – 207 с.

2. Воронцов-Вельяминов Б.А. Астрономия: учебник для 11 класса общеобраз. учебных заведений / Б.А. Воронцов-Вельяминов, Е.К. Страут. – М.: Просвещение, 1983. – 143 с.

3. Порфирьев В.В. Астрономия: учебник для 11 класса общеобраз. учреждений / В.В. Порфирьев. – М.: Просвещение, 2003. – 175 с.

Рябуха Маргарита Михайловна, студентка группы ЭУН-5а, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

Научный руководитель:

Покинтелица Елена Анатольевна, канд. техн. наук, доцент кафедры «Физика и физическое материаловедение» ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: o.a.pokyntelytsia@donnasa.ru

УДК 524.3

Туманян Р.Р.,
студ. группы ЭУН-5а, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: к.т.н. Покинтелица Е.А.,
доцент кафедры «Физика и физическое материаловедение»
ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ВАЖНЕЙШИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ В МИРЕ ЗВЁЗД. ЭВОЛЮЦИЯ ЗВЁЗД

Аннотация. Рассмотрены важнейшие закономерности в мире звезд и их эволюция.

Ключевые слова: звезды разных типов, сверхгиганты и карлики, светимость звезд.

Введение. Существуют одиночные, двойные, кратные звезды, сменные звезды разных типов, сверхгиганты и карлики. Все они разнообразнейших размеров, светимостей, температур и плотностей. Не создают ли они хаос физических характеристик? Оказывается, нет. Обобщая добытые данные о звездах, установили ряд закономерностей между ними.

Постановка задачи. Изучить закономерности и эволюцию в мире звезд.

Результаты. Сопоставляя известные массы и светимости звезд, убеждаемся, что с увеличением массы светимость звезд быстро возрастает. За этой так называемой зависимостью «масса – светимость» можно определить массу одиночной звезды, зная ее светимость (белые карлики этой зависимости не подлежат).

Чрезвычайно большой интерес представляет сопоставление светимости звезд с их температурой и цветом. Эта зависимость представлена на диаграмме «цвет – светимость» (Ц – С), Герцшпрунга-Рессела, на диаграмме по оси ординат

откладывают логарифмы светимостей или абсолютные звездные величины, а по оси абсцисс – спектральные классы, или соответствующие им логарифмы температур, или величину, которая характеризует цвет. Точки, которые отвечают звездам с известными характеристиками, размещаются на диаграмме не хаотически, а вдоль некоторых линий – последовательно. Большинство их размещается вдоль преклонной линии, которая идет слева сверху вправо вниз. В этом направлении уменьшаются одновременно светимости, радиусы и температуры звезд. Это главная последовательность. На ней стрелкой обозначено положения Солнца как звезды – желтого карлика. Параллельно главной последовательности размещается последовательность субкарликов, которые на одну звездную величину более слабые, чем звезды главной последовательности с такой самой температурой. Вверху параллельно оси абсцисс размещена последовательность сверхгигантов. У них цвет и температура разные, а светимость почти одинаковая. От середины главной последовательности вправо вверх отходит последовательность красных гигантов. В конце концов, внизу содержатся белые карлики с разными температурами. Бело-голубую последовательность представляют звезды, которые вспыхивают как новые, и другие типы горячих звезд.

Принадлежность звезды к той или другой последовательности можно распознать за некоторыми деталями в ее спектре.

Как видим, в природе не существует произвольных комбинаций массы, светимости, температуры и радиуса. Теория показывает, что место звезды на диаграмме Ц-С определяется, прежде всего, ее массой и возрастом, ведь диаграмма отображает эволюцию звезд.

Чем массивнее звезда, тем температура в ее недрах выше и быстрее «выгорает» водород, превращаясь в гелий. Голубые звезды, относящиеся к главной последовательности, «сжигают» водород за 10 лет, а такие, как Солнце, лишь за 11 лет. Внутренней энергии Солнца хватит еще на миллиарды лет.

С выгоранием водорода в центре звезды ее эволюция ускоряется. Звезда превращается в красный гигант. В плотном и горячем ядре красных гигантов,

идет реакция синтеза углерода из гелия. С уменьшением запасов гелия эта реакция прекращается. Звезда сжимается, приходит в состояние белого, крайне плотного карлика. При малой поверхности (и поэтому малом расходе энергии) белый карлик может светить очень долгое время. Так происходит эволюция Солнца и звезд, масса которых не превышает его массу.

В звездной Вселенной происходят не только медленные изменения, но и быстрые, даже катастрофические. Например, за год обычная на вид звезда вспыхивает как сверхновая и примерно за то же время ее яркость спадает. В результате она, вероятно, превращается в крохотную звезду, размером всего около 10-20 км, состоящую из нейтронов и вращающуюся с периодом порядка секунды и быстрее (нейтронную звезду). Ее плотность возрастает до плотности атомных ядер (10^{16} кг/м^3), и она становится мощнейшим излучателем радио- и рентгеновских лучей, которые, как и ее свет, пульсируют с периодом вращения звезды. Примером такого пульсара, как их называют, служит слабая звездочка в центре расширяющейся Крабовидной радиотуманности. Остатков вспышек сверхновых звезд в виде пульсаров и радиотуманностей, подобных Крабовидной, известно уже много.

Нейтронные звезды – это конечная стадия эволюции звезд с массой немного большей, чем у Солнца.

Принято считать, что звезды с массой, значительно превышающей солнечную, завершают свою эволюцию, превращаясь в плотный объект размером примерно с нейтронную звезду, гравитационное поле которого препятствует излучению света. Такой объект называют черной дырой.

Белые карлики, нейтронные звезды и черные дыры, существование которых предсказано теорией, но еще не подтверждено наблюдениями, являются конечными стадиями эволюции звезд различной массы. Из вещества, которое выброшено звездами, в последующем могут образовываться звезды нового поколения. В целом процесс формирования и развития звезд становится понятным, если рассматривать их как составную часть всей звездной системы – Галактики.

Выводы. Звезды с массой, значительно превышающую солнечную, завершают свою эволюцию, превращаясь в плотный объект размером примерно с нейтронную звезду, гравитационное поле которого препятствует излучению света.

Литература

1. Масевич А.Г. Эволюция звезд: теория и наблюдения / А.Г. Масевич, А.В. Тутуков. – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. – 280с.

2. Зельдович Я.Б., Новиков И.Д. Теория тяготения и эволюции звезд / Я.Б. Зельдович, И.Д. Новиков. – М.: Наука, 1971. – 484 с.

Туманян Розани Рубеновна, студентка группы ЭУН-5а, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

Научный руководитель:

Покинтелица Елена Анатольевна, канд. техн. наук, доцент кафедры «Физика и физическое материаловедение» ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: o.a.pokyntelytsia@donnasa.ru.

УДК 656.13

Куренной А.И.,
студент группы ПТМ-38 ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: к.х.н., доцент Соболь О.В.,
доцент кафедры физики и физического материаловедения
ГОУ ВПО «ДонНАСА»

АВТОМОБИЛЬНАЯ ГАЗОЗАПРАВОЧНАЯ СТАНЦИЯ (АГЗС), ГАЗОБАЛОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ

Аннотация. Актуальность АГЗС растет пропорционально повышению цены на бензин. Газ как топливо, позволяет владельцам транспортных средств (ТС) существенно экономить на своих поездках, особенно, если пробег ТС составляет более 20 тыс. км в год. В будущем спрос на этот вид топлива падать не будет и поэтому газовая заправка, как бизнес – это вполне перспективная инвестиция. Нужно сразу понимать, что для открытия такой заправки для автомобилей с нуля нужны серьезные финансовые вложения, а сам процесс получения всех разрешений и составления документов может занять до 6 месяцев.

Ключевые слова: транспортное средство, топливо, сжиженный газ, автомобильная газозаправочная станция.

Введение. Автомобильная газозаправочная станция (АГЗС) (рис. 1) предназначена для заправки транспортных средств, двигатели которых рассчитаны на работу на сжиженном газе (на которых установлено газобалонное оборудование, далее ГБО). Поставляется газ на такие станции с помощью автомобилей оснащенных автоцистернами (газовозы). На самих АГЗС газ сливают в емкости для хранения. В емкостях газ находится в жидкой фазе, под

давлением насыщенных паров. Показатель давление внутри емкости определяется ее температурой и фракционным составом пропан-бутановой смеси. В баллоны, установленные на транспортные средства, газ закачивается в жидкой фазе под давлением 1,2-1,6 МПа с помощью насоса. На практике применяют три варианта заправки сжиженным газом: насосный, насосно-испарительный и насосно-компрессорный. Самый простой из этих трех способов – это насосный. Системы АГЗС может быть сконструированная в различном формате: подземном или надземном, с одностенными или двустенными сосудами СУГ, блочном, традиционном. Все такие газовые станции должны быть оснащены оборудованием и системами безопасности для проведения операций по приему, хранению и заправке транспортных средств (легкового и грузового автотранспорта).

Рис. 1. Внешний вид автомобильной газозаправочной станции

Вопрос о необходимости организации исследований применения сжатых газов в качестве топлива для автотранспорта впервые возник осенью 1931 года – на топливной конференции в Москве. Первая попытка перевести теорию в практику и сконструировать автомобильную установку с использованием сжиженного природного газа была предпринята на юге страны: заведующий кафедрой «Двигатели внутреннего сгорания» Ростовского института инженеров путей сообщения, профессор Николай Петровский сформировал творческий инженерный коллектив и приступил к экспериментальным работам над

автомобильным двигателем АМО-3. В августе 1933 г. газовая установка была успешно испытана в лабораторных условиях, а уже в конце октября начались полевые испытания. Однако, несмотря на успешные испытания, газобаллонная установка конструкции профессора Петровского так и не дошла до серийного производства.

Конструкторскую бригаду, образованную в Научно-экспериментальном автотракторном институте (НАТИ) осенью 1936 года для создания автомобильной силовой установки, работающей на сжатом светильном газе, возглавил талантливый изобретатель Григорий Самоль. Однако внедрение созданных НАТИ газобаллонных автомобилей в серийное производство натолкнулось на ряд серьезных препятствий. Масштабная эксплуатация газобаллонных автомобилей в СССР была возможна только при условии создания разветвленной сети газонаполнительных станций с производительными компрессорными установками. Несколько станций, построенных в Приазовье и на Донбассе, работали только в опытном режиме. В 1937 году в НАТИ начались первые испытания автомобильного двигателя на сжиженном нефтяном газе. Преимущества газовой схемы питания перед бензиновой, вновь подтвердили первые же эксперименты НАТИ: меньший износ деталей, больший срок службы масла, возможность увеличения мощности двигателя за счет повышения степени сжатия, более высокая топливная экономичность, меньшая стоимость топлива, малая токсичность отработавших газов. В конце декабря 2012 года в России была создана новая компания «Газпром газомоторное топливо», которая заключила соглашения о взаимодействии в области использования природного газа в качестве моторного топлива практически со всеми отечественными производителями автотракторной техники и рядом российских представительств иностранных компаний [1].

Преимущества ГБО перед бензиновой топливной системой:

- пропан стоит в два раза дешевле бензина, метан – почти в три;

- пропан и метан – это высококачественное автомобильное топливо с высоким октановым числом (100–105) и минимальным количеством вредных примесей;

- установка ГБО способствует увеличению автономного хода автомобиля как минимум в 2 раза;

- более полное сгорание и небольшое количество примесей в газовом топливе снижает вредный выброс в выхлопных газах на 30–50%;

- газовый баллон намного прочнее бензобака и имеет несколько уровней защиты. При аварийном столкновении газовый баллон выдерживает нагрузки в 10 раз превышающие запас прочности бензобака.

На рис. 2 представлена схема установки ГБО:

1. Газовый баллон.
2. Мультиклапан / Вентиль баллонный.
3. Выносное заправочное устройство (ВЗУ).
4. Регулятор давления (редуктор-испаритель).
5. Фильтр газа.
6. Рампа газовых инжекторов.
7. Электронный блок управления (ЭБУ) системой ГБО.
8. Датчик давления и разряжения газа.

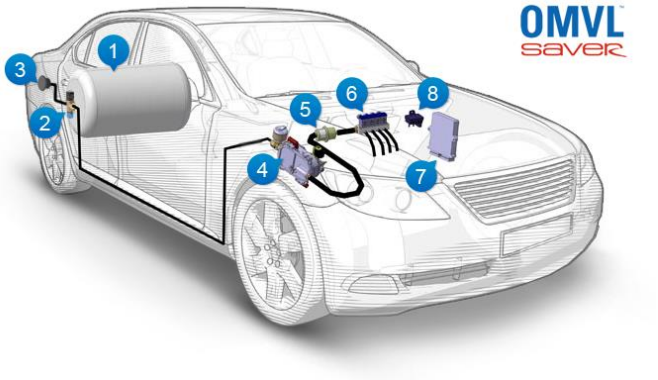


Рис. 2. Схема установки газобаллонного оборудования [2]

Выводы. Имеющийся спрос на экологически чистые топлива в большинстве своем объясняется вниманием общественности к экологическим проблемам современности и ростом цен на нефть и ее продукты. Такой вид

топлива, как сжиженный природный газ, успешно конкурирует с бензином и дизелем. Транспортные средства, при их переоборудовании на ГБО, не имеют глобальных изменений конструкций. Двигатели таких авто, работают полноценно как на газе, так и на бензине. Применение как топливной смеси для автомобильных двигателей газа, предоставляет шанс повысить результативность использования транспортных средств из-за снижения числа вредных выбросов и сокращения расходов на горючее. Помимо этого, работа ДВС на сжиженном углеводородном газе дает возможность уменьшить износ двигателя, увеличить пробег между техническим обслуживанием (ТО), а именно, заменами масла, увеличением срока работы деталей системы впрыска, свечей зажигания и т.д. [3].

Литература

1. Тернистый путь газомоторных автомобилей. [Электронный ресурс]. – Режим доступа https://zen.yandex.ru/media/sibneft/ternistyi-put-gazomotornyh-avtomobilei-kuda-dvijetsia-industriia-5f1979552fae484739ba6d47 (дата обращения: 10.03.2021).

2. Золотницкий В.А. Автомобильные газовые топливные системы / В.А Золотницкий // Хранитель. АСТ. Астрель, 2007. – 123 с.

3. Певнев Н.Г. Техническая эксплуатация газобаллонных автомобилей: учебное пособие / Н.Г. Певнев, А.П. Елгин, Л.Н. Бухаров и др. Омск: СибАДИ, 2002. – 218 с.

Куренной Алексей Игоревич, студент группы ПТМ-38, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

Научный руководитель:

Соболь Оксана Викторовна, к.х.н., доцент; доцент кафедры физики и физического материаловедения ГОУ ВПО «ДонНАСА», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: cluck@mail.ru.

УДК 656.13

Слободянюк А.А.,
студент группы ПТМ-38, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: к.х.н., доцент Соболь О.В.,
доцент кафедры физики и физического материаловедения
ГОУ ВПО «ДонНАСА»

РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА И ИНФРАСТРУКТУРЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ

Аннотация. Распространение альтернативных источников энергии в мировой индустрии дорожных перевозок повышает устойчивость внутреннего рынка, улучшает экологическую ситуацию в крупных городах, расширяет экспортный потенциал энергетического сектора. Однако межтопливная конкуренция определяется не только уровнем технологического развития, но и стоимостью топлив, особенностями регулирования внутренних рынков, потребительскими предпочтениями и т.д. В данной работе анализируются состояние и тенденции развития мирового рынка электромобилей, рассматриваются технологические особенности электрозаправочных станций и оцениваются перспективы их строительства.

Ключевые слова: транспортное средство, электромобиль, топливо, электрозаправочная станция.

Введение. На сегодняшний день во всем мире набирает популярность электротранспорт, Россия не является здесь исключением. По консервативному сценарию ПАО «Федеральная сетевая компания Единой энергетической системы», к 2020 году только в Москве и Московской области будут ездить 50 тыс. электромобилей, по более оптимистичным базовым расчетам – 110 тыс. электромобилей и общественный малогабаритный электротранспорт.

Для комфортной эксплуатации электромобилей требуется создание зарядной инфраструктуры. В этой связи одним из наиболее актуальных направлений инновационной деятельности энергетических компаний является внедрение электроавтозаправочных станций (ЭАЗС) (рис. 1).

Рис. 1. Электрозаправочная станция

По прогнозам мировых экспертов, к 2020 году доля электротранспорта достигнет 5-10 % от общего числа автомобилей в мире, на сегодняшний день она составляет менее 0,02 % [1].

Электромобиль (рис. 1) – это автомобиль, приводимый в движение одним или несколькими электродвигателями с питанием от автономного источника электроэнергии (аккумуляторов, топливных элементов) [2].

Электромобили имеют достаточно высокий КПД двигателя (76 % против 25–30 % у ДВС) и не имеют выхлопов. Гибридный автомобиль – автомобиль, который использует электродвигатель в качестве одного из источников энергии для привода ведущих колес (накопителем при этом выступают аккумуляторные батареи) [3].

В России развитие идет более медленными темпами. На начало 2016 года в нашей стране насчитывалось 637 электромобилей, из них 235 – в Москве, 55 – в Самарской области, 49 – в Приморье и 37 – в Санкт-Петербурге [4].

В таблице 1 приведены результаты эксплуатации электромобилей в России, по данным МОЭСК [5]

Таблица 1.

Модель	Характеристика	Лето	Зима
Mitsubishi i-MiEV	Запас хода, км	140-160	70-80
	Время зарядки от бытовой розетки, зарядной станции MODE-3, ч	7	7
	Время зарядки от станции постоянного тока, до 80 %, мин	20	30
	Средняя стоимость 1 км пробега, коп.	28	55
Nissan Leaf	Запас хода, км	140-160	70-80
	Время зарядки от бытовой розетки, зарядной станции MODE-3, ч	8	8
	Время зарядки от станции постоянного тока, до 80 %, мин	30	40
	Средняя стоимость 1 км пробега, коп.	40	80
Chevrolet Volt	Запас хода, км	40-60	40-60
	Время зарядки от бытовой розетки, зарядной станции MODE-3, ч	5	5
Smith Electric Edison	Запас хода, км	120-140	90-100
	Время зарядки от бытовой розетки, зарядной станции MODE-3, ч	4	4
	Средняя стоимость 1 км пробега, коп.	68	93

Рассмотрим более подробно преимущества и недостатки электрозаправок.

Электрозаправки имеют преимущества:

1. Они могут функционировать с разным типом зарядного устройства, предназначенного для электромобиля.

2. На них можно использовать не только стандартную, но и экспресс-зарядку.

3. Электрозаправки предоставляют возможность удалённо управлять ей.

4. Можно расплатиться абсолютно любым способом.

Для того, чтобы выбрать подходящую электрозаправку, необходимо учитывать ее расположение, чтобы было удобно добраться, мощность, а также подходит ли она вашему автомобилю.

Виды электрозаправок различают от скорости заряда, которая может быть различной, именно от неё зависит стоимость.

1. Медленную зарядку используют на ночных парковках, где машина находится около двенадцати часов, она, является дешевым и приемлемым способом.

2. Быстрая зарядка, представляет из себя стандартный вариант, который обеспечивает полный цикл зарядки, буквально от одного до пяти часов. Её подключают к электромобилю используя зарядный кабель.

3. Экспресс зарядку можно использовать, когда необходимо очень быстро зарядить электромобиль буквально за двадцать-тридцать минут. Данный, метод

сильно снижает емкость и ресурс батареи, поэтому не имеет популярность среди пользователей.

Недостатки: аккумулятор электромобиля.

Пожалуй, единственно реальная проблема современных электрокаров. Имеющиеся в настоящий момент емкие аккумуляторы либо слишком дорогие из-за применения драгоценных или дорогостоящих металлов (серебро, литий), либо работают при слишком высоких температурах и имеют высокий саморазряд. Для достижения приемлемых параметров инженерам и ученым придется еще много поработать, что бы электрическое сердце автомобиля было приемлемо по цене и характеристикам.

Длительность «зарядки» машины током обуславливает и необходимость выбора соответствующего местоположения для электрозаправки.

Оптимальный вариант расположения электрозаправки – там, где владелец электромобиля априори проведет несколько часов. Это могут быть офисные здания, фитнес или торговые центры.

Финансовые показатели электрозаправки.

Рассмотрим основные финансовые показатели при открытии электрозаправки. Основные затраты придутся на закупку непосредственно самого оборудования, например от стоимости 3 терминалов модели Nature.

Таблица 2.

	НАИМЕНОВАНИЕ	**СУММА, РУБ.**
	Недвижимость	
1	Аренда площадки	50 000
	Оборудование	
2	Оборудование для электрозаправки (3 терминала)	1 500 000
3	Платежный терминал	20 000
4	Система видеонаблюдения	20 000
5	Оборудование и оргтехника для удаленного офиса	50 000
	Нематериальные активы	
6	Специализированное программное обеспечение	30 000

	НАИМЕНОВАНИЕ	СУММА, РУБ.
	Итого:	1 670 000

Выводы. Большой плюс обустройства электрозаправки – куда меньшие затраты на строительство комплекса. В отличие от АЗС, реализующей бензин или дизельное топливо, не понадобится получать большое количество разрешений, строить специальный резервуар для хранения топлива, решать юридические аспекты работы под франшизой топливной компании. Соответственно нет необходимости привязки к определенному местоположению – для открытия электрозаправки подойдет куда меньший по площади участок. Открыть свой бизнес такого рода можно даже в центре крупного города.

Литература

1. Перспективы развития рынка электротранспорта в России и в мире [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://tesla-forum.ru/showthread.php?t=487 (дата обращения: 24.04.2021).

2. Информационно-аналитический сервис. Электромобили [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://estp-blog.ru/encyclopedia/11888 (дата обращения: 24.04.2021).

3. Автомобиль и экологические проблемы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.scienceforum.ru/2014/490/5985 (Дата обращения: 24.04.2021).

4. Долго заряжаем: почему популярность электромобилей в России растет так медленно [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://tass.ru/ekonomika/3478375 (дата обращения: 24.04.2021).

5. Изучаем перспективы развития электротранспорта в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.drive.ru/kunst/516ea0ed94a65678e20000d8.html (дата обращения: 24.04.2021).

Слободянюк Алексей Алексеевич, студент группы ПТМ-38, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

Научный руководитель:

Соболь Оксана Викторовна, к.х.н., доцент; доцент кафедры физики и физического материаловедения ГОУ ВПО «ДонНАСА», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: cluck@mail.ru.

УДК 534.835

Елагина В.А.,
студ. группы ЭУН-5а, ГОУ ВПО «ДОННАСА»
Руководитель: к.т.н. Покинтелица Е.А.,
доцент кафедры «Физика и физическое материаловедение»
ГОУ ВПО «ДОННАСА»

ШУМОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ. ВЛИЯНИЕ ШУМА НА ВОСПРИЯТИЕ ИНФОРМАЦИИ

Аннотация. Рассмотрено негативное влияние шума на организм человека. Изучено влияние «школьного шума» на работоспособность учащихся.

Ключевые слова: шум, шумовое загрязнение, сила звука.

Введение. В современном мире с развитием промышленности повышается шумовое загрязнение, которое негативно воздействует на человека: может оказывать значительное влияние на здоровье и поведение человека. Шум может вызывать раздражение и агрессию, артериальную гипертензию (повышение артериального давления), тиннитус (шум в ушах), потерю слуха. А так же шум звукового диапазона приводит к снижению внимания и увеличению ошибок при выполнении различных видов работ. Таким образом, изучение влияния шума на человеческий организм и поиск решения по устранению его пагубного влияния является актуальной задачей.

Постановка задачи. Изучить влияние шума на работоспособность школьников. Дать рекомендации по устранению негативного влияния шума на организм.

Результаты. Шум – беспорядочные колебания различной физической природы, отличающиеся сложностью временной и спектральной структуры.

Шумовое загрязнение. Одним из вредных взаимодействий на здоровье человека является шумовое загрязнение. Свыше 500 миллионов человек в мире страдают различными нарушениями слуха (по данным ВОЗ). Их с каждым годом становится на 15 – 30% больше. На наш слух влияют острые и хронические заболевания, сильный шум, механические повреждения и травмы, приём некоторых лекарств. Снижению слуха подвержены не только пожилые люди, но и дети и люди трудоспособного возраста.

В настоящее время шум стал нашим постоянным спутником. Особо от этого страдают дети. Установлено: чем выше уровень шумов внешней среды, тем хуже это влияет на умственно-психическое состояние детей.

Негативное влияние шума на здоровье. Среда обитания человека – окружающая среда. Нас окружают объекты природы и объекты, сделанные руками человека, которые способны при определенных условиях оказывать воздействие на деятельность и здоровье человека.

Всем известно, что загрязнение воздуха негативно влияет на здоровье человека. Однако этот фактор уступает по своей вредности шуму, которым окружает нас цивилизация.

О вредном влиянии шума на организм человека знали еще в Древнем Китае – казнь с помощью шума там считали самой жестокой.

Современная медицина считает шум одним из грозных врагов здоровья человека.

Шумовое загрязнение – серьёзная современная проблема. По степени вредности воздействия шуму принадлежит второе место после химического загрязнения. Поэтому как неблагоприятный фактор шум имеет большое социальное значение.

Заболевания, которые может вызвать шум. Школа – это место, где собирается большое количество детей и взрослых. Каждый издает звуки – кто – кричит, кто-то поет, разговаривает. Есть уроки, на которых неминуемы громкие звуки – музыка, физкультура. На переменах масса детей устремляется по разным кабинетам, в столовую. Часто эти перемещения сопровождаются шумом.

Длительное воздействие шума неблагоприятно сказывается на самочувствии человека. Шум не имеет неприятного запаха, не выделяет никакого излучения и ядовитых газов. Тем не менее, он действует на наше здоровье, вызывая нервозность, головные боли, нарушения сна, нарушения слуха, негативные стрессы, повышенное кровяное давление и т.д. Шум обостряет хронические заболевания.

Как избавиться от шумового загрязнения дома. Норму допустимого шума в жилых помещениях устанавливает Роспотребнадзор, но что делать, если не все соседи готовы соблюдать установленные правила, а разговоры с ними не приводят ни к чему хорошему?

Чтобы избежать неприятных разговоров, мы подготовили пять советов, как самостоятельно минимизировать шумовое загрязнение в Вашей квартире.

1. Модернизируйте окна. Обратите внимание на толщину стекол, их количество и расстояние между ними. Сейчас можно установить стеклопакет с триплексом, который будет поглощать до 40 дБА шума.

2. Устройте перестановку в квартире. Поставьте шкаф или комод к стене, кровать расположите как можно дальше от стены, таким образом, Вы минимизируете шум из соседних квартир.

3. Постелите ковер. Можно положить на пол пушистый красивый ковер, он тоже будет отлично «съедать» ненужные дБА, которые проникают в Вашу квартиру от соседей снизу.

4. Используйте беруши. Правильные беруши способны «убрать» до 35 дБА шума. Обратите внимание на материал, из которого их производят, это должен быть качественный силикон, воск или полиуретан.

5. Делайте противошумный ремонт. Этот совет подойдет тем, кто недавно купил квартиру и только собирается делать ремонт в ней. В первую очередь обратите внимание на материалы, которые Вы планируете использовать. Потолок можно облицевать звукопоглощающим покрытием, стены необходимо качественно покрыть шпаклевкой или специальной звукоизоляционной штукатурной.

6. Проветривайте при закрытых окнах. Установите в квартире компактную приточную вентиляцию, например – бризер. Он поможет избавиться от нежелательных звуков с улицы: работает при закрытых окнах и производит до 160 $м^3$/ч свежего и чистого воздуха. Бризер имеет сниженный уровень шума от 19 дБА, что обеспечивает комфортное и тихое проветривание. Еще одним преимуществом устройства является режим рециркуляции — очистка воздуха внутри помещения и возможность использования смешанного режима: забор воздуха в равных пропорциях и с улицы, и из комнаты. Управлять прибором можно с помощью мобильного приложения.

Сила звука. Сила звука измеряется в децибелах (дБ). Белл в переводе с английского означает «колокольчик», а «деци» значит десять. Получается, что один децибел равен звуку десяти колокольчиков.

Если принять абсолютную тишину за 0 дБ, то шелест падающих листьев вызывает 10 дБ, шепот – 20, тиканье часов – 30 дБ, обычная беседа – 60, движущийся автомобиль от 60 до 90, радиоречь – 70, хлопанье дверью – 78, плач грудного ребёнка – 80, уличный шум – 80 дБ, игра на пианино – 90, интенсивное дорожное движение – 100–110, рок-музыка в исполнении оркестра – 110–120, а работающий двигатель реактивного самолета – 140 дБ. Уровень интенсивности шума на уроках находится преимущественно в пределах от 50 до 80 дБ [1].

Выводы. Влияние «школьного шума» на работоспособность учащихся велико. От чрезмерного уровня шума усиливается состояние дискомфорта: на переменах школьное здание гудит, на уроке, в связи с большой наполняемостью классов, детям приходится напрягать слух. Учителю также приходится работать с повышением голоса. К концу учебного дня устают и те, и другие. Уровень шума в школе снижается лишь к пятому уроку, когда уменьшается поток учеников младших классов – основного «источника» шума. А до этого времени на переменах стоит невообразимый шум, бегают дети, раздается громкий смех, крики. В результате к концу дня ученики чувствуют себя совершенно утомленными, у некоторых может болеть голова. Как же бороться с этой проблемой? Нужно объяснить ученикам последствия такого шума, его влияние

на нервную систему. Важно, чтобы они сами осознали необходимость соблюдения тишины во время урока и на переменах. Конечно, требовать абсолютной тишины во время перемен неразумно, но относительного спокойствия все же надо добиться. А вот отсутствие шума на уроках – явление крайне необходимое. Так учителю легче работать, да и сами ученики могут лучше сосредоточиться.

Литература

1. Минаева В.В., Гапоненко А.В. Влияние шума на организм человека [Электронный ресурс] // Международный студенческий научный вестник, № 3 (часть 1), 2015. – Режим доступа: http://eduherald.ru/ru/article/view?id=12026 (дата обращения: 10.04.2021).

Елагина Валерия Александровна, студентка группы ЭУН-5а, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

Научный руководитель:

Покинтелица Елена Анатольевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика и физическое материаловедение» ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

УДК 546 (076.5)

Бумага И.А.,
студентка гр. ПГС-74 а ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: к.х.н., доцент Соболь О.В.,
доц. кафедры физики и физического материаловедения
ГОУ ВПО «ДонНАСА»

МЕЖДУНАРОДНАЯ БАЗА SCOPUS – КРУПНЕЙШИЙ ИНСТРУМЕНТ ОПЕРАТИВНОГО, УДОБНОГО И РЕЗУЛЬТАТИВНОГО ПОИСКА НАУЧНЫХ РАБОТ

Аннотация. Крупнейший инструмент оперативного, удобного и результативного поиска научных работ – международная база SCOPUS. Ресурс содержит миллионы публикаций, которыми ежедневно пользуются десятки тысяч ученых со всего мира. Базой индексируется свыше 23,5 тысяч изданий, четвертая часть которых относится к международной категории. Высокое качество данных признано лучшими исследовательскими организациями и университетами. Сведения из SCOPUS берутся в основу составления мировых рейтингов высших учебных заведений такими агентствами, как Financial Times, THE. В данной работе проведен анализ поиска научных работ по тематике «Кристаллизация рассолов».

Ключевые слова: SCOPUS, международная база данных, публикация, рассол, кристаллизация.

Введение. Для быстрого поиска научных публикаций в мировых изданиях были созданы международные базы данных. Одной из самых влиятельных считается SCOPUS – крупнейшая реферативная база данных, насчитывающая более 20 000 журналов. Список индексируемых журналов обновляется каждый день, а публикация статьи в издании, входящем в SCOPUS, негласно считается

серьёзным достижением в научной карьере автора. На сегодняшний день не существует более удобного и всеохватывающего инструмента для поиска научных статей на международном уровне, нежели SCOPUS (Скопус).

На каждом этапе научной деятельности осуществляется документирование исследовательских результатов, что тесно взаимосвязано со стадией подготовки к публикации. Этап документирования служит стартом процесса выбора научного журнала. Издание выбирается на основе следующих параметров:

– оценка временных характеристик журнала;

– сопоставление качественных характеристик потенциального для публикации журнала и представляемой научной статьи;

– сопоставление тематического направления журнала с выбранной тематикой исследования.

Для автора научного труда важно грамотное позиционирование собственного исследования научному сообществу за счет публикации в авторитетных отечественных и зарубежных источниках, которые проходят индексацию в наукометрических базах данных международного уровня и соответствуют глобальным индексам цитирования. Научные журналы выдвигают определенные требования, в числе которых чаще всего следующие пункты:

– владение языком, на котором издается журнал;

– высокое, подходящее качество рукописи;

– соответствие журналу по стилю;

– информативная наполненность;

– лаконичность и емкость изложенного материала.

База данных проходит ежедневное обновление, за счет чего обеспечивается актуальность и полнота информации. На сегодняшний день SCOPUS – это:

– 22 тысячи – рецензируемые журналы, из них 450 единиц являются российскими источниками и свыше 3,6 тысяч Open Access;

– около 145 тысяч – книги;

– 562 позиции продолжающихся изданий (книжных серий);

– 280 единиц – наименования Trade Publications;

– 8 млн. – конференционные доклады;

– 28 млн. – патентные записи от пяти ведомств мирового уровня;

– 3850 – журналы-источники статей в предпечатной подготовке.

SCOPUS содержит 60 млн. записей, свыше половины которых являются цитируемыми ссылками начиная с периода 1996 года. При этом около 85% совокупного числа имеют аннотации. Свыше 21 млн. записей приходится на период до 1996 года, начиная с 1823 года.

В 2019 году SCOPUS отмечал 15-летие функционирования. Ее владелец издательство Elsevier запустило проект в 2004 году, и спустя пять лет экспертный совет произвел отбор содержательной части ресурса.

Учредитель является одним из самых крупных и старейших издательских домов в мире. Наименование заимствовано у основанного в 1880 году издательского дома Эльзевиров. На сегодняшний день владелец SCOPUS в числе лидирующих международных издательств научной среды.

Это авторитетный и независимый международный ресурс, который сформировался консультационным Советом с целью предотвратить потенциальные конфликты мнений и интересов в процессе согласования выбора журналов и обеспечить открытую, содержательную политику, независимость издания.

В журналах базы цитируемости SCOPUS предусмотрена квалификационная система из 24 тематических разделов. Основными направлениями является юриспруденция, общественные дисциплины, сельскохозяйственная наука, экономика, естественные и технические дисциплины.

В процентном соотношении тематический охват выглядит следующим образом:

– 32% – физические дисциплины (естественные науки);

– 31% – медицина;

– 20% – дисциплины о жизни;

– 17% – социогуманитарные дисциплины.

В базе предусмотрена индексация источников на множестве международных языков. Обязательным условием является англоязычная аннотация к публикации.

Территориально на мировой арене охват распределен в таком соотношении:

– 52% – Европа, Африка, Средний Восток;

– 36% – Северная Америка;

– 9% – Азиатско-Тихоокеанский регион;

– 3% – Южная Америка.

По удобству использования и охвату материала SCOPUS занимает лидирующее место наряду с WOS за счет глубины материала и междисциплинарного охвата.

Сотрудники научно-исследовательских институтов или университетов уточняют, имеется ли подписка, и получают доступ, чаще всего через компьютеры в библиотеках. Перечень доступных услуг:

– ознакомление с анализом работ отдельных деятелей или организаций по критериям цитируемости, продуктивности;

– изучение результативной разбивки по всем имеющимся источникам поиска: патенты, научные сайты, публикации в журналах;

– использование поиска, анализ научных областей и рецензируемой литературы, в том числе проведение анализа по отдельной статье;

– получение наукометрических сведений;

– проведение расширенного и автоматизированного анализа;

– доступ к расширенному анализу научного уровня издания по критерию общей совокупности опубликованных в течение года статей, общему количеству ссылок на другие издания за аналогичный период, тренду года;

– получение сведений о всех авторах и организациях, которые публикуются в интересующем направлении.

Авторам, которые опубликовали в источнике более одной статьи, создаются индивидуальные учетные записи. Таким профилям присваивается индивидуальный идентификатор (Author ID). Это раскрывает возможности поиска по параметрам имени авторов, перечня мест работы, исследовательской области, года публикационной активности, количества публикаций, общего числа источников и других [1-3].

Проведем анализ поиска научной информации по теме «Кристаллизация рассолов.» По теме найдено 4,513 результатов.

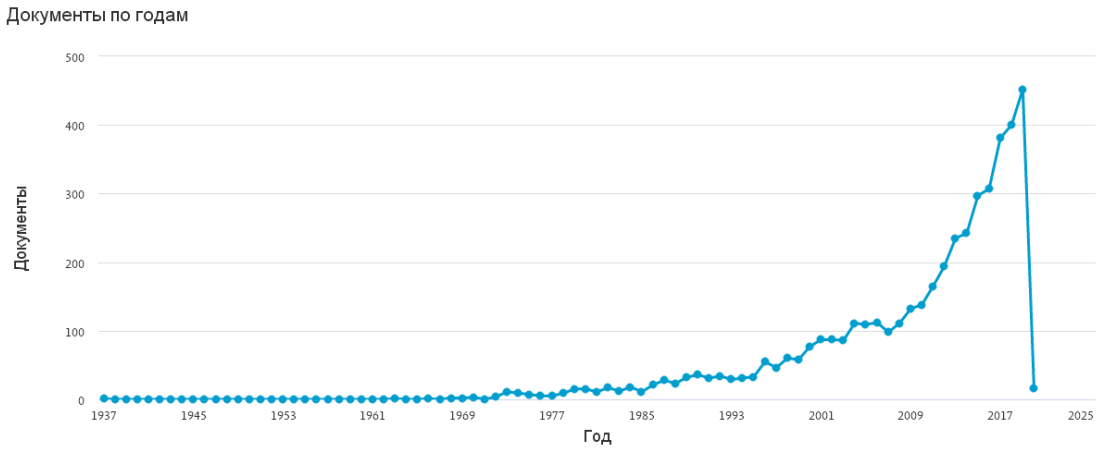


Рис. 1. График изменения количества документов по годам

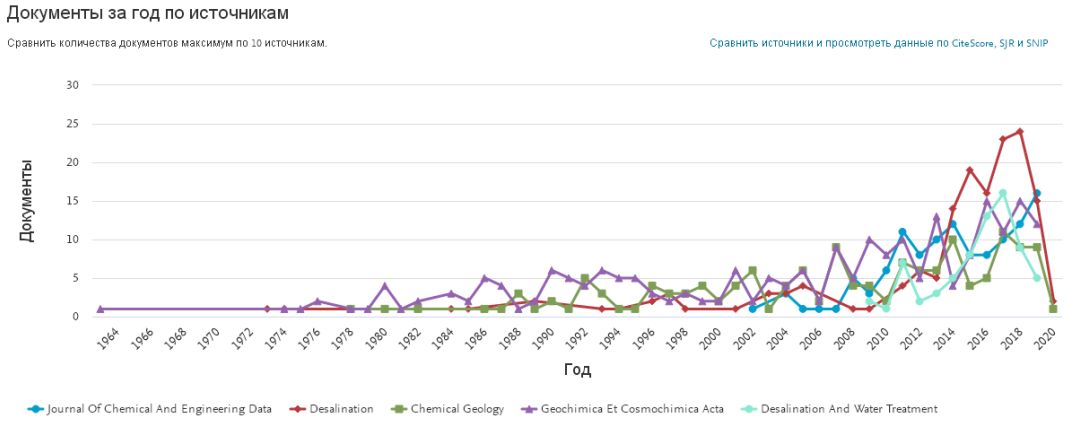


Рис. 2. График изменения количества документов за год по источникам

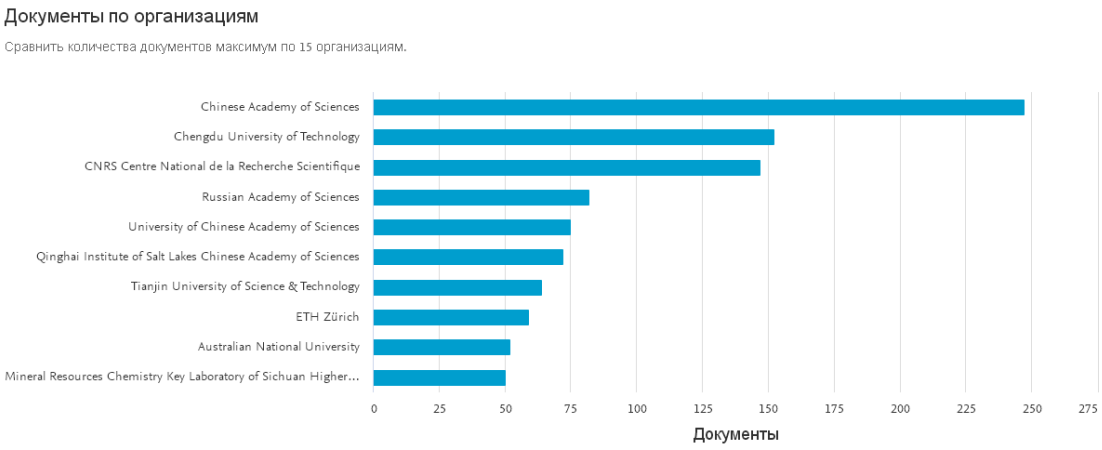


Рис. 3. График изменения количества документов за год по организациям

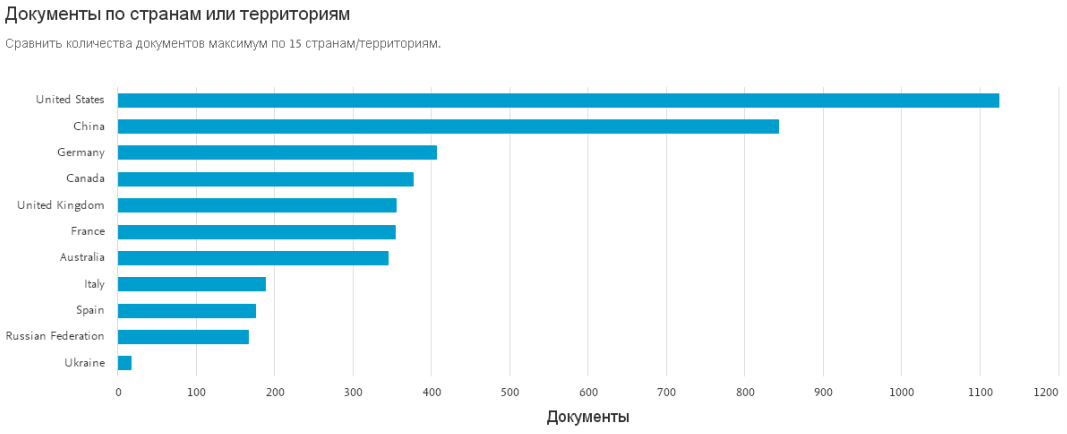


Рис. 4. График изменения количества документов за год по странам

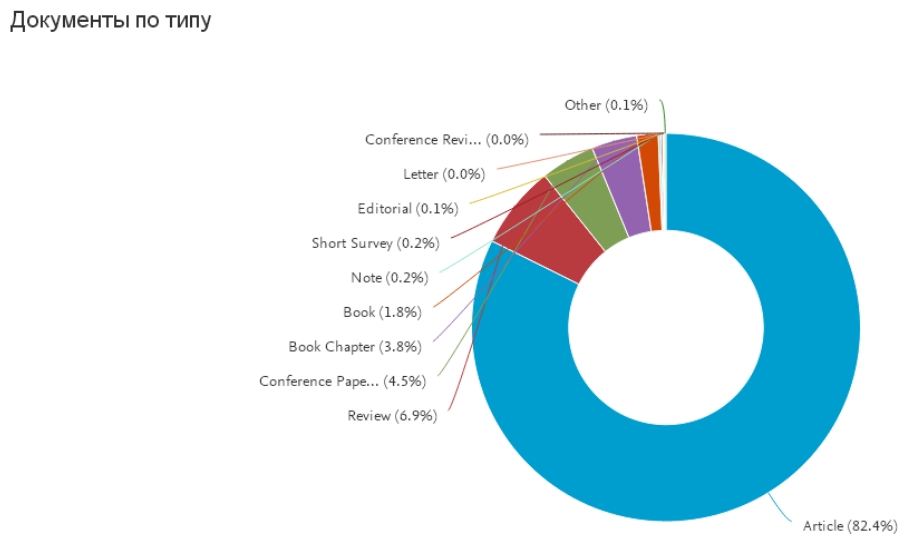


Рис. 5. Диаграмма изменения количества документов за год по типу

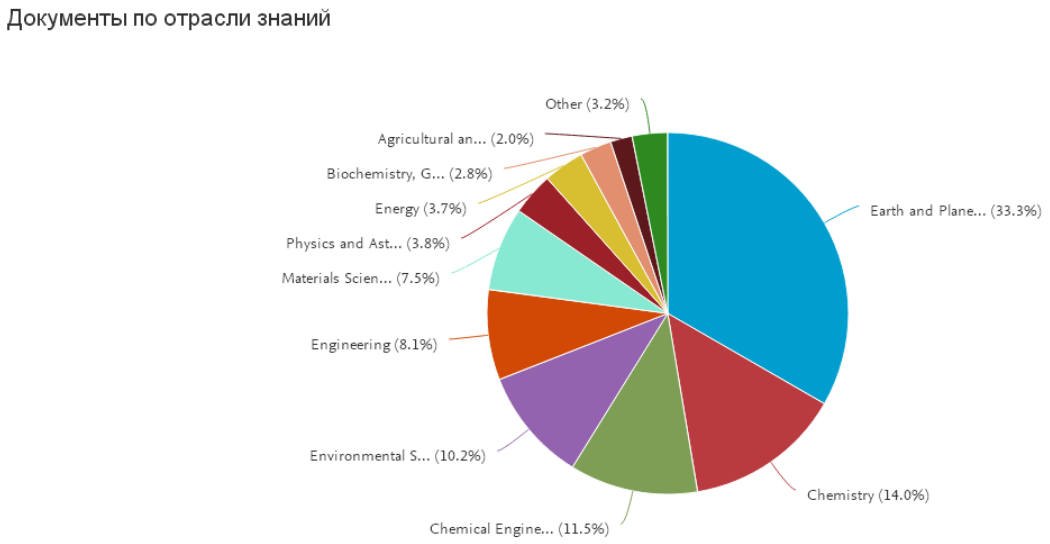


Рис. 6. Диаграмма изменения количества документов за год по отраслям знаний

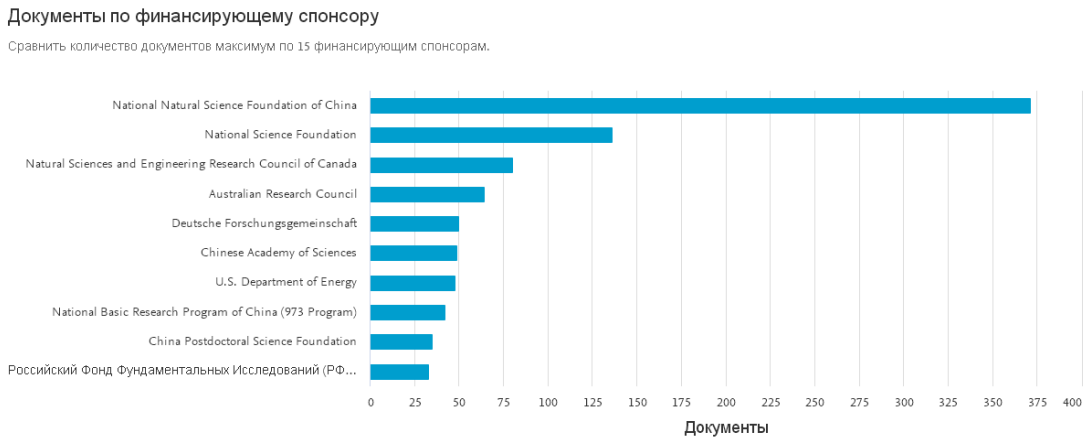


Рис. 7. Диаграмма изменения количества документов за год по финансирующему спонсору

Выводы. Размещение статьи в издании SCOPUS приравнивается к публикации материала в журнале из списка ВАК. Таким образом, автор может достичь двух целей одновременно – получить внимание иностранного научного сообщества и добавить строчку в резюме опубликованных статей для будущей защиты кандидатской или докторской диссертации.

Литература

1. Кириллова О.В. Подготовка российских журналов для зарубежной аналитической базы данных Scopus: рекомендации и комментарии

[Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.elseviersci ence.ru/files/add-journal-to-scopus.pdf (дата обращения: 12.05.2020).

2. Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://lib.pstu.ru/readers/pages/digires/ (дата обращения: 25.04.2020).

3. Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук редакции 2011 года: Решение президиума от 2 марта 2012 г. № 8/ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://vak.ed.gov.ru/ru/help_desk/list/ (дата обращения: 25.04.2021).

Бумага Инна Александровна, студентка, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

Научный руководитель:

Соболь Оксана Викторовна, к.х.н., доцент кафедры физики и физического материаловедения ГОУ ВПО «ДонНАСА», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: cluck@mail.ru.

УДК 514.821

Шиптенко А.С.,
студ. группы ТГВ-55, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: к.х.н., доцент Щебетовская Н.В.,
доцент кафедры «Физика и физическое материаловедение»,
ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ИСКРИВЛЕНИЕ ПРОСТРАНСТВА И ВРЕМЕНИ

Аннотация. Приведены и проанализированы факты об устройстве пространства и времени. Дано определение гравитации, как явления.

Ключевые слова: пространство, время, специальная теория относительности, гравитация.

Введение. Чуть больше ста лет назад немецкий физик-теоретик Альберт Эйнштейн познакомил публику со своей научной работой «Общая теория относительности» (ОТО) – блестящей геометрической теорией тяготения, которая хоть и подвергалась нападкам со стороны ученых на протяжении десятков лет, но все же смогла устоять: по сей день она значится на вооружении у многих представителей научного мира. Труд Эйнштейна смог детально описать пространство-время (пространственно-временной континуум) и дать точное объяснение тому, как работают законы природы.

Основная часть. Приведем интересные факты «эйнштейновского» пространства-времени.

1. Время не может существовать отдельно от пространства: в повседневной жизни мы привыкли считать, что наш материальный мир – это трехмерная пространственная модель, которую можно описать тремя измерениями – длиной, высотой, шириной. Как видно, время здесь не применяется, несмотря на то, что оно неразделимо связано с пространством.

2. Любое тело, имеющее массу, искривляет пространство-время. Чем больше масса объекта, тем больше искривление пространства-времени: чтобы понять, как искривление работает, давайте представим туго натянутое полотно, которое будет выступать в роли ткани пространства-времени. Поместим на него массивный шар (пусть это будет Солнце). Под нашей «звездой» упругая ткань полотна начнет прогибаться, и в результате появится вмятина наподобие воронки: чем массивнее будет помещенное на эту ткань тело, тем глубже и шире будет воронка.

Теперь положим на полотно маленький шарик (Землю) и толкнем его в сторону, придав ему первоначальное ускорение. Шарик начнет скользить по краю этой воронки – реагировать на искривление пространства-времени, постепенно спускаясь вниз (то есть начнет двигаться по орбите). Это и есть гравитация, согласно ОТО. Большой шар не притягивает маленький, а своей массой создает вмятину такой структуры, что шарик, выбирая путь наименьшего сопротивления, скатывается к нему. На рис. 1 приведено искривление пространства и времени вокруг Земли и Луны. Любое физическое тело ненулевой массы искривляет вокруг себя пространство-время: даже рядом с лежащим на столе яблоком будет замедляться время, правда из-за маленькой массы яблока влияние это будет столь незначительным, что его невозможно будет измерить ни одним прибором, а вычисляя это значение, вы устанете рисовать нолики после запятой.

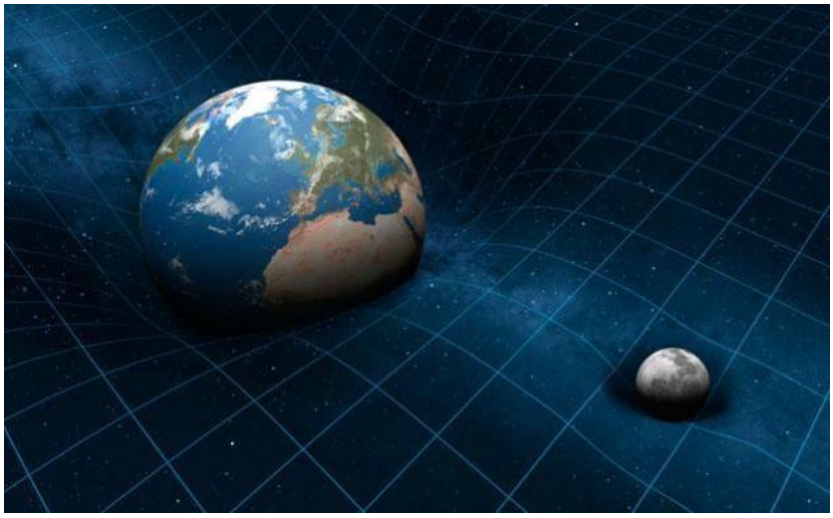


Рис. 1. Искривление пространства и времени вокруг Земли и Луны

ОТО Эйнштейна предсказывает, что даже лучи света, проходя по этой искривленной части пространства, начнут изгибаться. В пустом пространстве, если на тела не действует никакая сила, они движутся по прямой, то есть по кратчайшему расстоянию между двумя точками. В искривленном пространстве-времени объекты будут двигаться по таким «кратчайшим линиям», и их будет затягивать в области, где время «кратчайшее», то есть где оно течет медленнее.

Получается, что чем крупнее объект, тем больше гравитационное поле, и чем ближе к этому объекту будет находиться тело, тем медленнее для этого тела будет идти время. Объяснения гравитации как явления состоит в том, что материя (масса) искривляет пространства-время: сами по себе тела не ощущают силу гравитации, а просто следуют естественному искривлению. Гравитация – это не сила вообще, а констатация того, как объекты движутся в пространстве-времени. Если они движутся по прямой, то не будет вообще никакой гравитационной силы. Вот что вы почувствовали бы в совершенно пустом пространстве. Но в присутствии материи (или энергии) пространство-время искажается геометрически, так что самые прямые линии из возможных в четырех измерениях становятся искаженными. Мы испытываем это искривление в четырех измерениях как изменение ускорения или гравитационную силу между этими объектами. Но что касается того, почему объекты (и энергия) могут искажать пространство-время, этот вопрос до сих пор остаётся без ответа.

В других ситуациях, как, например, с электромагнитной силой, мы имеем дело с полем, которое растягивается через пространство и расширяется со скоростью света из своего источника. Это силовое поле встраивается в пространство, подобно краске, оставшейся в мазке краски на вашей стене. Но общая теория относительности говорит, что гравитация совсем не такая. То, что мы называем пространством-временем, само по себе является гравитацией. В отличие от электромагнитного поля, гравитация не «окрашивает» поверхность пространства-времени. Чтобы понять в полной мере, что такое гравитация,

нужно хорошо усвоить, что такое пространство и время как физические вещи, а не математические абстракции!

Выводы. Сегодня мы знаем о теории струн и других математических моделях пространства-времени и гравитации, но они не отражают картины того, как на самом деле может выглядеть гравитация или пространство-время. Так же, как схематические диаграммы, используемые для сборки радиоприемников, которые не описывают движение электронов через цепь компонентов, струны и петли просто могут быть нашими математическими инструментами, которые помогают делать определённые расчёты. Они также похожи на символические диаграммы Фейнмана, используемые для описания электромагнитных квантовых взаимодействий. Однако эти вычисления не востребованы на практике, поскольку в настоящее время нет данных, которые сообщали бы о необходимости «квантовать» гравитацию для объяснения известных наблюдаемых измерений.

Мы можем утверждать, что физика была бы проще, если бы пространство-время квантовалось, но нет никаких свидетельств того, что наша особая тяга к объединению действительно необходима реальному миру. Природа могла бы быть математически более красивой, если пространство-время оказалось бы полем, состоящим из гравитонов или других квантовых элементов, но эти требования подгоняются математическими интересами, а не очевидными или необходимыми потребностями физики. И всё же поиск стоит всех усилий, поскольку общая теория относительности в свои 100 лет продолжает задавать нам вопрос, как материя может «генерировать» пространство-время вокруг нас, или, наоборот, как пространство-время может генерировать вселенную и её физическое содержание. В теории Эйнштейна есть решения, в которых пространство-время не содержит материи вообще и, соответственно, вообще не требует его источника. Существуют также новейшие теории, которые и вовсе указывают на то, что информация более фундаментальна, чем само пространство-время.

Всё это сводится к одному: если мы не знаем, чем является пространство-время с точки зрения физического агента, как мы вообще можем пытаться понять гравитацию или манипулировать ей искусственно?

Литература

1. Эйнштейн А. Основы общей теории относительности // Альберт Эйнштейн. Собр. науч. тр. в 4 т. – М. Наука, 1965. – 473 с.

2. Денисов В.И. Новые представления о геометрии пространства-времени и гравитации / В.И. Денисов, А.А. Логунов. – Итоги науки и техн., Сер. Соврем. пробл. мат., 1982, Т. 21. – 215 с.

3. Малдасена Х. Иллюзия гравитации [Электронный ресурс] // В мире науки, №2, 2006. – Режим доступа: https://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/430191/430192 (Дата обращения 18.04.2021).

4. Черепащук А.М. Поиски чёрных дыр // Успехи физических наук. – Российская академия наук, 2003. – Т. 173, № 4. – С. 345–384.

Шиптенко Александр Сергеевич, студент группы ТГВ-55, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 86123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

Научный руководитель:

Щебетовская Наталья Витальевна, к.х.н., доцент; доцент кафедры физики и физического материаловедения ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 86123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: n.v.shchebetovskaya@donnasa.ru.

СЕКЦИЯ «ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ»

УДК 669-1

Пономарёва М.С.,
студ. группы ЗААХ-56а, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: к.т.н., доцент Шевченко О.Н.,
зав. кафедрой «Прикладная химия», ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛА

Аннотация. Рассмотрены преимущества химических методов обработки металлов, технологический процесс химического фрезерования.

Ключевые слова: биотопливо, ресурсы, энергия, технологии производства.

Введение. Химическими называются методы обработки материалов, в которых снятие слоя материала происходит за счет химических реакций в зоне обработки.

Постановка задачи. Рассмотрим химические методы обработки металлов.

Результаты. Достоинства химических методов обработки [1]:

а) высокая производительность, обеспечиваемая относительно высокими скоростями протекания реакций, прежде всего отсутствием зависимости производительности от величины площади обрабатываемой поверхности и ее формы;

б) возможность обработки особо твердых или вязких материалов;

в) крайне малое механическое и тепловое воздействие в процессе обработки, что делает возможным обработку деталей малой жесткости с достаточно высокой точностью и качеством поверхности.

Размерное глубокое травление (химическое фрезерование) является наиболее распространенным методом химической обработки. Этим методом целесообразно пользоваться для обработки поверхностей сложных в плане форм

на тонкостенных деталях, получения трубчатых деталей или листов с плавным изменением толщины по длине, а также при обработке значительного числа мелких деталей или круглых заготовок с большим; количеством обрабатываемых мест. Путем местного удаления этим методом лишнего материала в ненагруженных или малонагруженных можно снизить общий вес самолетов и ракет, не снижая их прочности и жесткости.

В США использование химического фрезерования позволило снизить вес крыла сверхзвукового бомбардировщика на 270 кг. Этот метод позволяет создавать новые элементы конструкций, например, листы переменной толщины. Химическое фрезерование находит применение также при изготовлении печатных схем радиоэлектронной аппаратуры. В этом случае у панели из изоляционного материала, покрытой с одной или двух сторон медной фольгой, травлением удаляют заданные схемой участки.

Технологический процесс химического фрезерования складывается из следующих операций [2].

1. Подготовка деталей к химическому фрезерованию для обеспечения последующего плотного и надежного сцепления защитного покрытия с поверхностью детали. Для алюминиевых сплавов эту подготовку осуществляют: обезжириванием в бензине Б70; легким травлением в ванне с едким натром 45-55 г/л и фтористым натром 45-55 г/л при температуре 60-70°С в течение 10-15 мин; промывкой в теплой и холодной водах и осветлением в азотной кислоте с последующей промывкой и сушкой. Для нержавеющих и титановых сплавов подготовку деталей производят путем протравливания для снятия окалины в ванне с плавиковой (50-60 г/л) и азотной (150-160 г/л) кислотами или в ванне с электроподогревом до 450-460°С в едком натре и азотнокислом натрии (20%) с последующей промывкой и сушкой, обезжириванием и легким травлением с повторной промывкой и сушкой.

2. Нанесение защитных покрытий на места обрабатываемой детали, не подлежащие травлению. Его производят путем установки специальных накладок, химически стойких шаблонов прилипающего типа или, наиболее

часто, нанесением лакокрасочных покрытий, в качестве которых обычно используют перхлорвиниловые лаки и эмали, полиамидные лаки и материалы на основе неопреновых каучуков. Для лучшего сцепления этих покрытий с металлом иногда предварительно производят анодирование поверхности. Нанесение лакокрасочных покрытий осуществляют кистями или пульверизаторами с предварительной защитой мест травления шаблонами или путем погружения в ванну; в последнем случае на высушенной защитной пленке производят разметку контура, затем его прорезку и удаление.

3. Химическое растворение производят в ваннах с соблюдением температурного режима. Химическое фрезерование алюминиевых и магниевых сплавов производят в растворах едких щелочей; сталей, титана, специальных жаропрочных и нержавеющих сплавов – в растворах сильных минеральных кислот.

4. Очистка после травления деталей из алюминиевых сплавов с эмалевым защитным покрытием производится промывкой в проточной воде, отмачиванием защитного покрытия в более горячей проточной воде и последующим снятием защитного покрытия ножами вручную или мягкими щетками в растворе этилацетата с бензином (2:1). Затем производят осветление или легкое травление и сушку.

Обработанная химическим фрезерованием поверхность всегда несколько разрыхлена вследствие растравливания, и поэтому этот метод значительно снижает усталостные характеристики детали. Учитывая это, для деталей, работающих в условиях циклических нагрузок, необходимо после химического фрезерования проводить полирование.

Точность химического фрезерования ±0,05 мм по глубине и не менее +0,08 мм по контуру; радиус закругления стенки выреза получается равным глубине. Химическое фрезерование обычно производят на глубину 4-6 мм и реже до 12 мм; при большей глубине фрезерования резко ухудшается качество поверхности и точность обработки. Минимальная окончательная толщина листа после травления может составлять 0,05 мм, поэтому химическим фрезерованием

можно обрабатывать детали с очень тонкими перемычками без коробления, проводить обработку путем постепенного погружения детали в раствор.

Производительность химического фрезерования определяется скоростью удаления материала по глубине. Скорость травления возрастает с повышением температуры раствора примерно на 50-60% на каждые 10°С, а также зависит от вида раствора, его концентрации и чистоты. Перемешивание раствора в процессе травления можно производить сжатым воздухом. Процесс травления определяется экзотермической реакцией, поэтому подача сжатого воздуха несколько его охлаждает, однако в основном постоянство температуры обеспечивается помещением в ванну водяных змеевиков.

Травление методом погружения имеет ряд недостатков — использование ручного труда, частичный пробой защитных пленок на необрабатываемых поверхностях. При обработке ряда деталей более перспективен струйный метод травления, при котором подача щелочи осуществляется форсунками.

Время травления устанавливают опытным путем на контрольных образцах. Протравленные заготовки вынимают из травильной машины, промывают в холодной воде и для удаления эмульсии, краски и клея БФ4 обрабатывают в растворе, содержащем 200 г/л каустической соды. Готовые детали тщательно промывают и сушат в потоке воздуха.

Выводы. Химическое воздействие технологической среды находит применение и для улучшения процессов обычного резания; все более широкое применение находят методы обработки материалов, основанные на сочетании химического и механического воздействий. Примерами уже освоенных методов является химико-механический способ шлифования твердых сплавов, химическое полирование.

Литература

1. Мирзоев, Р.А. Анодные процессы электрохимической и химической обработки металлов : учебное пособие / Р.А. Мирзоев, А.Д. Давыдов. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2013. – 382 с.

2. Герасимов, А.В. Выпускная квалификационная работа по автоматизации технологических процессов и производств в химической и нефтехимической промышленности : учебное пособие / А.В. Герасимов, И.Н. Терюшов. – Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014. – 221 с.

Пономарёва Мария Сергеевна, студент группы ЗААХ-56а, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

Научный руководитель:

Шевченко Ольга Николаевна, кандидат технических наук, доцент; заведующая кафедрой «Прикладная химия», ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: o.n.shevchenko@donnasa.ru.

УДК 666.9.02

Новичков А.Ю.,
студ. группы ПГС-73б, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: к.т.н., доцент Шевченко О.Н.,
зав. кафедрой «Прикладная химия», ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ОТКРЫТИЯ ХИМИКОВ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ЕГИПЕТСКИХ ПИРАМИД

Аннотация. Рассмотрены химические процессы во время строительства пирамид, в частности, возможность использования геополимерного бетона для строительства пирамид Хеопса и Тети.

Ключевые слова: геополимеризация, химия строительства пирамид.

Введение. В канадском городе Торонто проходил конгресс египтологов, собравший всех специалистов в этой области знаний, где прозвучал сенсационный доклад французского химика, профессора Бернского университета Иосифа (Джозефа) Давид**о**вича: в результате химического анализа образцов с пирамид Хеопса и Тети было обнаружено, что они, вне всякого сомнения, изготовлены из искусственного камня, а не являются фрагментами естественной породы, так как содержат химические элементы, не встречающиеся в природных образованиях, т.е. это бетон.

Постановка задачи. Рассмотрим химические процессы во время строительства пирамид.

Результаты. Известно, что пирамида Хеопса построена 4,5 тысячи лет назад. Велось строительство на протяжении 20 лет силами 20 тысяч работников (в некоторых источниках численность работавших достигает 100 тысяч). За это время в тело пирамиды уложено 2,5 миллиона каменных блоков весом от 2,5 до 15 тонн, но были блоки и по 80, и по 150 и даже 500 тонн. Причем подгонка

блоков друг к другу настолько точна, что недостижима даже сегодня при существующем уровне развития строительной техники [1].

Уже только эти данные рождают огромное количество вопросов. Во-первых, путем нехитрых арифметических действий получается, что каждые пять минут без перерывов в тело пирамиды укладывался один блок в течение 20 лет.

Принято считать, будто тысячи и тысячи рабов трудились в каменоломнях, вырубая огромные каменные блоки. Но специалистам хорошо известно, что выход товарного камня из каменоломен составляет приблизительно 20%, а остальное идет в отвал, это брак. Причем чем крупнее блоки, тем меньше процент готовой продукции на выходе. А это значит, что где-то должны находиться горы отходов, которые по объему составляют, по крайней мере, 4 пирамиды Хеопса. Вот только нигде на территории Египта нет даже значительно меньших отходов.

Еще одним вопросом остается, как огромные каменные блоки доставлялись от каменоломен. Современные специалисты подсчитали, что только для перевозки всех каменных блоков с использованием передовой на сегодняшний день техники понадобилось бы 79 лет. А египтяне за 20 лет не только перевезли, но и уложили все блоки в пирамиду.

Продолжая исследования образцов египетских пирамид, Давидович обнаруживал все больше и больше доказательств искусственности материалов, из которых состоят блоки пирамид. Так, практически на поверхности одного из образцов он обнаружил волосок. Но присутствие волос в природном известняке исключено. Известняк формировался около 50 миллионов лет тому назад, на дне океана, а потому наличие органических остатков в нем исключено по определению. Внутри камня волос мог оказаться лишь в одном случае: если при замешивании раствора он упал в смесь с головы или руки рабочего.

При исследовании пирамид при помощи рентгеновских лучей были выявлены признаки химической реакции. Как сообщает французский научный журнал «Наука и жизнь», различие между камнями в пирамидах и камнями в карьерах было существенным. Французский ученый профессор Дрексель

утверждает, что камни, используемые при строительстве египетских пирамид, на самом деле синтетические и во время строительства их отливали подобно бетону [2].

Как обнаружил Давидович, важным составным компонентом каменных блоков пирамид была окись алюминия, содержащаяся в большом количестве в иле реки Нил. Это еще одно подтверждение того факта, что блоки пирамид отливались подобно бетону, причем одним из компонентов был нильский ил, а для затворения сухой смеси использовалась вода Нила.

Давидович продолжал исследования, результатом его поисков стала надпись на стеле периода III династии. Расшифрованные иероглифы содержали рецепт приготовления древнего бетона. Он выявил 13 компонентов древнеегипетского рецепта, запатентовал "новый старый" бетон и начал его коммерческое производство. Проведенные исследования позволили Давидовичу основать новую отрасль прикладной химии, названную геополимеризацией [3]. В результате геополимеризации создается бетон, практически неотличимый от некоторых натуральных каменных пород. Самое главное преимущество этих искусственных материалов состоит в том, что для их производства не требуется ни высоких температур, ни высоких давлений, ни вмешательства потусторонних сил. Только многолетние наблюдения и опыты, что и сделали трудолюбивые египтяне. Геополимерный бетон быстро садится при комнатной температуре и превращается в красивый искусственный камень.

Знаменитый путешественник Виталий Сундаков считает, что древние египтяне готовили бетон таким образом: растирали известняк до состояния пудры. В качестве связующего вещества использовали речной ил. Затем измельченная каменная порода смешивалась с тщательно высушенной и растертой мягкой породой (известняком) и водой, в результате чего получался раствор с натуральным заполнителем, который заливали в деревянную опалубку. Таким образом, отливались огромные глыбы правильной формы.

Состав древнеегипетского бетона Сундаков считает следующим: известняковый щебень с добавлением 5% известняковой же пудры и 5% речного

ила. Известно, что любой естественный известняк, будучи осадочной породой, имеет слоистую структуру. Поэтому со временем в нем неизбежно появляются естественные трещины, идущие вдоль слоев. А вот бетон, будучи однородным, аморфным материалом (поскольку был размолот и перемешан), трещин не образует. Как это и наблюдается в египетских пирамидах.

Также поверхность камня темнеет из-за того, что на нее выходят изнутри различные химические элементы. Это связано с кристаллической структурой естественного камня. А на бетоне потемнение почти не образуется. Поскольку кристаллическая структура в нем разрушена при измельчении породы в порошок.

Также строители пирамид специально разделяли соседние блоки, чтобы они не прилипали друг к другу. Перед тем как отливать новый блок, они покрывали поверхность прежних блоков тонким слоем раствора извести, чтобы предотвратить прилипание. Это было сделано грамотно, поскольку иначе пирамида превратилась бы в единый огромный бетонный монолит, без швов. Такое колоссальное сооружение неизбежно вскоре лопнуло бы под воздействием внутренних напряжений. А также под влиянием постоянных и очень значительных перепадов температуры в этом месте Египта. Избежать внутренних напряжений можно было, лишь сложив пирамиду из отдельных бетонных блоков.

Выводы. Именно использование геополимерного бетона в Египте позволило сохранить до наших дней такое большое количество разнообразных объектов. По отработанной технологии создавались храмовые комплексы, статуи и скульптуры, саркофаги и сосуды-амфоры, а также многие-многие другие объекты, сооружения и изделия. Естественно, в каждом случае строители подбирали специальный искусственный камень. В одних случаях делали искусственный известняк, в других - искусственный гранит, искусственный базальт или искусственный диорит.

Литература

1. Тюрин А.М. Саратовским ученым следует продолжить исследование образцов, характеризующих пирамиду Хеопса [Электронный ресурс] // Недра Поволжья и Прикаспия. 2012. №69. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/saratovskim-uchenym-sleduet-prodolzhit-issledovanie-obraztsov-harakterizuyuschih-piramidu-heopsa (дата обращения: 03.05.2021).

2. Caneva G, Fidanza MR, Tonon C, Favero-Longo SE. Biodeterioration Patterns and Their Interpretation for Potential Applications to Stone Conservation: A Hypothesis from Allelopathic Inhibitory Effects of Lichens on the Caestia Pyramid (Rome). Sustainability. 2020; 12(3):1132.

3. Рахимов Р.З. Геополимеры [Электронный ресурс] // Р.З. Рахимов, Н.Р. Рахимова, О.В. Стоянов. Вестник Казанского технологического университета. 2014. №23. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/geopolimery (дата обращения: 03.05.2021).

Новичков Артем Юрьевич, студент группы ПГС-73б, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

Научный руководитель:

Шевченко Ольга Николаевна, кандидат технических наук, доцент; заведующая кафедрой «Прикладная химия», ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: o.n.shevchenko@donnasa.ru.

УДК 631.8

Василенко Е.А.,
студ. группы ЛА-1, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: Ташкинов Ю.А.,
ассистент кафедры прикладной химии
ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ВОЗМОЖНОСТИ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНОЙ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Аннотация. Рассмотрены возможности спутниковых и компьютерных технологий для дифференциации воздействия минеральных удобрений, что позволяет сэкономить огромное количество ресурсов, повысить качество урожая, а также решить проблемы охраны окружающей среды.

Ключевые слова: точное земледелие; компьютерные и спутниковые технологии; агрохимический анализ; дифференцированное внесение удобрений; оптимизация; повышение урожайности.

Введение. В середине прошлого века, с ростом промышленности, произошла революция во всех сферах деятельности человека. Сельское хозяйство и садоводство претерпели огромные изменения. Благодаря технологическому прогрессу многократно повысилась производительность труда в этих отраслях. Однако прогресс не стоит на месте, и появляются новые методики повышения эффективности, которые позволяют существенно снизить количество затрат времени и ресурсов, при этом повысив производительность.

Постановка задачи. Изучить новейшие технологии, применяемые в сельском хозяйстве и садоводстве, оценить их актуальность.

Одной из самых последних технологий современности является точное земледелие. Появление новых инструментов позволяет существенно снижать себестоимость единицы продукции и повышать производительность в расчете на единицу затраченных ресурсов.

Точное земледелие – это система управления продуктивностью посевов, основанная на использовании комплекса спутниковых и компьютерных технологий. Сегодня возможно точно рассчитать количество семян, химических удобрений и других ресурсов для каждого участка поля с точностью до метра. Для этого на основе спутниковых и лабораторных данных составляется точная карта поля с указанием характеристик каждого его участка. Таким образом, удается избежать перерасхода ресурсов там, где они прежде использовались в избытке, и повысить продуктивность тех участков поля, которые ранее недополучали в удобрениях, вспашке или поливе. Кроме того, эта технология открывает дополнительные возможности для повышения качества продукции и в глобальном масштабе снижает нагрузку на окружающую среду.

Система точного земледелия – это не строго определенный набор методик и технических средств, а, скорее, общая концепция, основанная на использовании технологий спутникового позиционирования (GPS), геоинформационных систем (GIS), точного картографирования полей и др.

В основе этой системы лежит использование точных карт полей со всеми их характеристиками: точными данными о химическом составе почвы, уровне pH, влажности (в том числе глубине залегания подземных вод), количестве получаемой солнечной радиации, угле наклона относительно горизонта, преобладающих ветрах, наличии по близости значимых природных и других объектов (лесов, водоемов, промышленных предприятий, жилых домов, дорог и т.п.). Чем больше факторов учтено и чем подробнее карта, тем адекватнее и оперативнее можно корректировать производственный процесс.

Составление карт осуществляется различными методиками. Это и взятие проб грунта с дальнейшим проведением агрохимических лабораторных анализов, и получение информации со спутников, и общий научный анализ

каждого участка. Карты составляются в электронном виде, с помощью специализированных компьютерных программ, которые интегрируют их с остальным оборудованием.

На основе электронных карт создаются точные инструкции по количеству вносимых минеральных: нитратных, аммонийных, фосфорных. Калийных и микроудобрений – и органических удобрений, семян, воды для каждого участка поля. Эти инструкции загружаются в компьютеризированную сельхозтехнику. Далее машина обрабатывает поле с минимальным участием человека, который просто контролирует правильность исполнения этих инструкций. Руководствуясь инструкциями и ведомая с помощью спутниковой навигации, машина сама регулирует количество вносимых микроэлементов и семян на каждом участке поля. При этом исключаются просветы и наложения между обработанными участками.

По большому счету, к точному земледелию можно отнести все технологии и системы, основанные на компьютерных и спутниковых системах и призванные рационализировать и оптимизировать использование сырья и ресурсов:

• *Системы GPS-мониторинга.* Спутниковая навигация может использоваться для сбора данных и точного управления сельхозтехникой.

• *Робототехника.* Сегодня существуют роботизированные системы посева, внесения жидких удобрений и полива, которые удобны для использования, как на больших полях, так и в садах, и в тепличных комплексах.

• *Системы орошения.* Современные технологии позволяют в круглосуточном режиме отслеживать уровень влажности почвы и автоматически поливать только проблемные участки. При этом воды вносится ровно столько, сколько нужно. Это гораздо эффективнее, чем поливать сразу всё поле строго по расписанию.

• *Система датчиков.* Разместив в полях беспроводные датчики, можно в реальном времени контролировать состояние посевов, уровень влажности почвы и другие важные параметры удаленно. Это не только снимает необходимость

физически выезжать в поля, тратя время и топливо, но и позволяет более оперативно реагировать на любые изменения.

• *Мобильные устройства.* Смартфоны, планшеты, ноутбуки и другие подобные девайсы также находят применение в сельском хозяйстве. Используя установленное на них специализированное ПО и приложения, можно более оперативно отслеживать и анализировать состояние полей.

Необходимость внедрения данных систем определяется на усмотрение собственников и руководителей агропредприятий. Их можно использовать как все сразу, так и лишь некоторые, эффект от которых будет наиболее значительным.

Результаты. Новые технологии помогают решить важнейшие задачи, стоящие перед сельским хозяйством и садоводством:

1. Оптимизация (минимизация) затрат сырья и материалов – семян, химических удобрений, воды, топлива, человеческих ресурсов и т.д.

2. Повышение урожайности.

3. Оптимальный питательный режим для растений - улучшение качества получаемой продукции.

4. Уменьшение антропогенной нагрузки.

Единственным недостатком систем точного земледелия является их дороговизна.

Выводы. Одним из основных преимуществ точного земледелия является мониторинг состояния посевов с целью определения обеспеченности растений азотом, фосфором, калием, другими важными микроэлементами и составление карт-заданий на его дифференцированное внесение. Дифференциация воздействия, основанная на неоднородности поля – краеугольный камень точного земледелия. Даная технология на сегодня является самым действенным и востребованным инструментом. Такой подход позволяет сэкономить огромное количество ресурсов и получить богатый урожай высокого качества, что позволяет быстро окупить затраты на внедрение новых технологий. На сегодняшний день системы точного земледелия являются самыми

прогрессивными, актуальными и востребованными. Их с успехом внедряют в странах Европы, в Японии и на постсоветском пространстве.

Литература

1. Основные элементы системы точного земледелия / Е.В. Труфляк. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – 39 с.

2. Точное земледелие: состояние и перспективы / Е.В. Труфляк, Н.Ю. Курченко, А.С. Креймер. – Краснодар: КубГАУ, 2018. – 27 с.

Василенко Елена Анатольевна, студентка группы ЛА-1, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

Научный руководитель:

Ташкинов Юрий Андреевич, ассистент кафедры прикладной химии, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: yu.a.tashkinov@donnasa.ru.

УДК 691.175, 678.747

Шиптенко А.С.,
студ. группы ТГВ-55а, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: к.х.н., доцент Сохина С.И.,
доцент кафедры прикладной химии ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ЧТО ТАКОЕ ГРАФЕН И КАК ОН МОЖЕТ ИЗМЕНИТЬ НАШУ ЖИЗНЬ

Аннотация. Рассмотрен новый материал на основе углерода, обладающий уникальными свойствами во многих отраслях народного хозяйства.

Ключевые слова: структура углерода, графит, графен, кристаллические решетки, двухмерные структуры.

Вокруг графена образовалось немало хайпа – и среди учёных, и среди бизнеса. Но графен так и не стал нашей повседневной реальностью. Почему?

Впервые о графене заговорили в 2004 году, когда британские учёные российского происхождения опубликовали статью в журнале Science. В ней говорилось о новом материале, который они, изучая свойства проводимости графита, получили с помощью обычного карандаша (его графитового стержня) и скотча. Учёные просто снимали клейкой лентой слой за слоем с графитового стержня карандаша, пока не дошли до самого тонкого – в один атом. В 2010 году за это их наградили Нобелевской премией по физики.

Что такое графен и чем он так уникален? Углерод – это материал, состоящий из кристаллической решётки, которую образуют шестиугольники атомов. Графен – это один слой решетки толщиной в 1 атом, то есть это двухмерный материал [1].

Отсюда его первое уникальное свойство: самый тонкий материал в мире.

- Графен в 60 раз тоньше мельчайшего из вирусов.
- В 3 тыс. раз тоньше бактерии.

- В 300 тыс. раз тоньше листа бумаги.
- В 1-ом мм графита содержится 3 млн. слоёв графена.

Такую структуру графен приобретает за счёт sp2-гибридизации. На внешней оболочке атома углерода расположены четыре электрона. При sp2-гибридизации три из них вступают в связь с соседними атомами, а четвёртый находится в состоянии, которое образовывает энергетические зоны. В результате графен ещё и прекрасно проводит электрический ток. Это второе уникальное свойство данного материала. Сами атомы углерода соединены посредством σ- и π-связей в гексагональную двумерную кристаллическую решётку.

Уникальность графена состоит в том, что он обладает такой же структурой, как и полупроводники [2], при этом он сам проводит электричество как проводники, причём превосходя любые нам известные проводники своей электропроводимостью. А ещё у него высокая подвижность носителей заряда внутри материала. Поэтому графен в фото- и видеотехнике обнаруживает сигналы намного быстрее, чем любой другой известный материал. Плотность тока в миллионы раз превышает плотность тока меди, а его внутренняя подвижность лучше, чем у силикона. Таким образом электроны не встречают сопротивление, когда проходит сквозь графен [3]. В результате материал можно использовать для производства батареек, чья удерживающая способность будет в десять раз превышать современные модели.

Графен обладает хорошей гибкостью: он невероятно тянущийся материал, ведь он может растягиваться на 25% своей длины. При этом, графен самый прочный из известных материалов: прочнее стали и даже алмаза. Чтобы разрушить графен, нужно применить давление, приблизительно равное тому, что оказывает слон, балансирующий на острие карандаша. При этом он самый лёгкий материал (в 6 раз легче пера). А ещё сквозь графена не может пройти даже единственный атом гелия. Это делает графен самым непроницаемым материалом в мире. Следовательно, графен может работать как детектор газа. Из-за того, что электроны не встречают сопротивления, пролетая сквозь графен, то, по словам

Андрея Гейма, это делает графен незаменимым материалом для экспериментов в области квантовой физики.

Несмотря на свою двухмерность, графен всё же можно увидеть без микроскопа. Единственный слой атомов можно спокойно разглядеть невооружённым глазом.

Графен обладает теплопроводностью в 10 раз выше, чем у меди. Его теплопроводность составляет около 5000 Вт/м·К. Но самое интересное – это то, что он расширяется при охлаждении и сокращается при нагревании. Других материалов с подобными свойствами не существует. Для него характерна полная оптическая прозрачность. Он поглощает всего 2,3% света и оптически прозрачен в широком диапазоне от UV до far-IR.

Благодаря Броуновскому движению (тепловым колебаниям) атомов углерода в листе графена последний способен «производить» электрическую энергию. А при протекании солёной воды по листу графена последний способен генерировать электрическую энергию за счёт преобразования кинетической энергии движения потока солёной воды в электрическую (т.н. электрокинетический эффект).

В определённых условиях у графена активируется ещё одна способность, которая позволяет ему «залечивать» «дырки» в своей кристаллической структуре в случае её повреждений.

Является основой для сборки различных не только самостоятельных двумерных материалов, но и многослойных двумерных гетероструктур.

Как можно использовать графен?

Существуют бесчисленные возможности использования такого материала, как графен на благо человечества. Но выделим несколько из них:

- Питьевая вода из океана. Графен может решить проблему нехватки воды во многих странах. Если сделать специальный фильтр из графена, то он будет пропускать через себя воду, отфильтровывая при этом соль
- Суперпрочная бронезащита. Если один слой графена очень прочен, то два слоя будут гораздо прочнее в бронежилетах.

- Здравоохранение. Графен может помочь при выявлении раковых клеток в организме.
- Зарядные устройства. Новые батарейки на основе графена смогут подзаряжаться невероятно быстро. Скорее всего время зарядки с 0 до 100% составит около 10-15 минут. А заряжать их можно будет несколько тысяч раз.
- Гибкие экраны у смартфонов. Если производители начнут использовать графен для изготовления смартфонов, то вскоре их экраны можно будет гнуть в любом направлении, потому что одно из основных свойств графена эго пластичность. Вся электроника будет обладать тем же свойством.
- Светящиеся обои на основе графена смогут обеспечивать квартиры приятным и регулируемым освещением. Кроме того, подобное освещение будет потреблять намного меньше электроэнергии, чем обычные лампы.
- Мир без ржавчины. Как упоминалось выше, графен практически непроницаем. По этой причине даже одного слоя краски на основе графена будет достаточно, чтобы предотвратить ржавчину и коррозию.
- Космический лифт будущего. До недавнего времени не существовало материалов достаточно лёгких и прочных, чтобы построить подобный лифт. Однако с открытием и реализацией графена космический лифт может стать реальностью, не говоря о строительстве разных небоскрёбов.

Выводы.

1. Несмотря на уникальные свойства графена, на данный момент трудно получать графен большой площади в промышленных масштабах с заданными высоко-химическими характеристиками.
2. Производство графена требует значительных затрат, что ограничивает его применение. Причём это один из самых дорогих материалов в мире (1 грамм графена смешенный с песком стоит 1000 долларов).

Литература

1. Елецкий А.В. Графен: методы получения и теплофизические свойства // А.В. Елецкий, И.М. Искандарова, А.А. Книжник, Д.Н. Красиков. – УФН. – 2011. – Т. 181. – С. 227-258.

2. Сорокин П.Б. Полупроводниковые наноструктуры на основе графена / П.Б. Сорокин, Л.А. Чернозатонский. – УФН. – 2013. – Т. 183. – С. 113-132.

3. Лозовик Ю. Е. Коллективные электронные явления в графене // Ю.Е. Лозовик, С.П. Меркулова, А.А. Соколик. – Успехи физических наук. – Российская академия наук, 2008. – Т. 178, № 7. – С. 757-776.

Шептенко Александр Сергеевич, студент группы ТГВ-55а, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 83023, г. Макеевка, ул Державина, 2.

Научный руководитель:

Сохина Светлана Ивановна, кандидат химических наук, доцент; доцент кафедры прикладной химии ГОУ ВПО Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 83023, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: s.i.sochina@donnasa.ru.

УДК 378

Саламатин Д.В.,
студ. группы ГК-10, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: Демяненко И.В.,
ассистент кафедры «Прикладная химия», ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ГОТОВНОСТЬ БУДУЩЕГО ИНЖЕНЕРА-СТРОИТЕЛЯ К ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ЗАДАЧАМ

Аннотация. Рассмотрено определение термина «технологическая готовность». Определены критерии готовности будущего инженера-строителя к технологическим задачам.

Ключевые слова: технологическая готовность, исследование образования в области химии, компьютерное обучение, инженер-строитель.

Введение. В соответствии с «Кэмбриджским толковым словарем» готовность – желание или состояние быть готовым к чему-то. В психологии «готовность» определяется как «активное действенное состояние личности, установка на определенное поведение, мобилизованность сил для выполнения задачи»; как психическое состояние личности, которое достигается установкой на решение профессиональных ситуаций и задач [1]. Готовность – интегральное качество личности, которое характеризуется определенным уровнем ее развития и определяет возможность личности участвовать в каком-либо процессе [2].

Термин «технологический» определяется как касающиеся современных технологий и их влияния на бизнес, промышленность и т. д. [3].

Готовность к технологиям означает склонность людей использовать и использовать новые технологии для достижения целей в домашней жизни и на работе. Парасураман определяет технологическую готовность как «желание

потребителей принять и использовать технологии для достижения своих целей в повседневной и деловой жизни» [4].

Постановка задачи. Определить характер взаимодействия будущего инженера-строителя и технологии, а также критерии готовности студентов к технологическим задачам.

Результаты. Субиндексами «Технологической готовности» являются:

- наличие новейших технологий; внедрение технологий на уровне фирм;
- прямые иностранные инвестиции (ПИИ) и передача технологий;
- интернет-пользователи;
- доступ к интернету;
- пропускная способность интернета [5].

На сегодняшний день есть пробел в том, какие конкретные навыки и компетенции лежат в основе каждой отдельной функции будущего инженера-строителя. Тем не менее, эти знания имеют решающее значение для разработки эффективных методов обучения. Последние могут быть различными по своей природе и влекут за собой традиционные (то есть личностные) и более инновационные (то есть компьютерные, геймификация) инструменты [6]. Не каждый человек стремится работать с технологиями и может испытывать недоверие и беспокойство, что в конечном итоге может привести к саботажу в сфере услуг. Обучение и образование могут способствовать преодолению сопротивления сотрудников.

Чем больше работник «готов» преуспеть в одной или нескольких своих измененных ролях и не испытывает затруднений в связи с изменившимися требованиями к работе, тем более эффективной будет его деятельность. Поэтому компаниям необходимо вкладывать значительные средства в подготовку сотрудников к их изменяющимся ролям.

Учитывая то, как компания может использовать технологии в рабочем процессе, различают три ключевые роли: увеличение числа сотрудников службы, замена сотрудников службы и упрощение работы в сети [7].

Первая роль технологии – увеличение числа сотрудников службы – означает способность технологии помогать и дополнять сотрудников службы в процессе обслуживания. Другими словами, технология может использоваться в тандеме с сотрудниками, чтобы обеспечить лучший результат обслуживания. Технологии в качестве дополнения, как правило, можно найти в бизнес-моделях создателя активов и поставщика услуг с обещанием расширить возможности сотрудников по предоставлению услуг. Это позволяет сотрудникам в режиме реального времени просматривать профили клиентов, открывая возможности для продаж и перекрестных продаж и повышая показатели конверсии.

Вторая роль технологии – замена сотрудников службы – отражает цель замены человеческого (то есть сотрудника) вклада на технологический. Сервисные сотрудники больше не принимают активного участия в сервисной встрече, которая становится полностью технологичной. Технологии обещают повысить качество и эффективность обслуживания, исключая внутреннюю изменчивость производительности человека. Как и в случае с дополнением, замена технологии реализуется в основном в бизнес-моделях создателя активов и поставщика услуг. Поскольку интеллектуальные системы теперь могут предоставлять более сложные услуги, мы наблюдаем, что под угрозой находятся и рабочие места.

Третья роль технологии – упрощение сети – относится к технологии, действующей в качестве активатора связей и отношений. Стимулируемая быстрым развитием цифровых платформ и интернет вещей, эта роль быстро набирает обороты. Очевидно, что управляющие сетевыми ресурсами в значительной степени опираются на такие технологии. Вместо того, чтобы фокусироваться на замене сотрудников-людей, эти бизнес-модели стремятся использовать технологию как способ соединения нескольких объектов.

Проблема количественного оценивания уровней технологической готовности (TRL) инженеров была решена созданием целого класса инструментальных средств (калькуляторов) [8], которые на основе ответов

пользователей на ряд вопросов в формате «Да/Нет», получали количественные оценки уровня TRL.

Эти калькуляторы разработаны в среде Microsoft Excel, в силу чего получили широкое распространение, т.к. количество установленных копий этого программного продукта в мире весьма значительно, а знание MS Excel позволяет легко модифицировать калькулятор для использования в конкретной технологической сфере.

Выводы. Термин «технологическая готовность» достаточно емкий, включающий взаимодействие человека и технологий. Причем этот тандем рассматривается в литературе под различными углами: увеличение числа сотрудников службы, замена сотрудников службы и упрощение работы в сети. Для определения уровня готовности будущего инженера-строителя существуют калькуляторы, созданные на основе MS Excel.

Литература

1. Braithwaite V.A., Scott W.A. Measures of Personality and Social Psychological Attitudes. - New York: Academic Press, 1991. – P.661-753.

2. Darling-Hammond L., Flook L., Cook-Harvey C. Implications for educational practice of the science of learning and development // Applied Developmental Science, 2019.

3. Cambridge Dictionary [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://dictionary.cambridge.org/ (дата обращения: 04.05.2021).

4. Pınar Başgöze. Integration of technology readiness (tr) into the technology acceptance model (tam) for m-shopping [Электронный ресурс] // International Journal of Scientific Research and Innovative Technology, Vol. 2, № 3, 2015. – Режим доступа: https://www.ijsrit.com/uploaded_all_files/1599509202_m4.pdf (дата обращения: 04.05.2021).

5. Porter, M. E., Schwab, K. The Global Competitiveness Report 2008-2009 [Электронный ресурс] // Geneva: World Economic Forum, 2009. – Режим доступа:

http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2006-07.pdf (дата обращения: 04.05.2021).

6. Moorman, C., Day, G.S. Organizing for marketing excellence // Journal of Marketing, № 80(6). 2016. – P.6–35.

7. Marinova, D., de Ruyter, K., Huang, M. Getting smart: Learning fromtechnology-empowered frontline interactions // Journal of Service Research, №20(1), 2017. – P. 29–42.

8. William L., Nolte P.E. CQE Sensors Directorate Air Force Research // Technology Readiness Level Calculator NDIA Systems Engineering Conference, 2009.

Саламатин Дмитрий Викторович, студент группы ГК-10, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

Научный руководитель:

Демяненко Ирина Валериевна, ассистент кафедры «Прикладная химия», ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: i.v.demyanenko@donnasa.ru.

УДК 54-4

Болбат В.В.,
студ. группы ААХ-24а, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: к.т.н., доцент Шевченко О.Н.,
зав. кафедрой «Прикладная химия», ГОУ ВПО «ДонНАСА»

БИОТОПЛИВО

Аннотация. Всем известны проблемы в энергетической отрасли. В связи с этим хочется обратить внимание на одну разработку компания Xethanol Corporation.

Ключевые слова: биотопливо, ресурсы, энергия, технологии производства.

Введение. Американская компания Xethanol Corporation строит во Флориде экспериментальный завод, который будет вырабатывать автомобильное топливо – этанол – из кожуры цитрусовых. Перерабатывая кожуру апельсинов, новый завод произведёт 190 тысяч литров этанола за один сезон сбора цитрусовых. А в дальнейшем мощность производства будет увеличена в 10 раз.

Постановка задачи. Рассмотрим актуальные разработки применения биотоплива.

Результаты. Xethanol развивает ряд технологий производства этанола из не вполне обычного сырья [1]. В противовес широко распространённому изготовлению биотоплива из зерна, компания сосредоточилась на переработке отходов животноводства и деревообрабатывающей промышленности, а также твёрдых бытовых отходов. Теперь к этому списку добавилась кожура апельсинов, очевидно, остающаяся в изобилии от промышленного производства сока.

Билл Кларк из университета Квинсленда проектирует банановую электростанцию, которая будет давать энергию для полутысячи домов.

В исследовании заинтересованы австралийские производители бананов. Дело в том, что значительная часть их урожая (порядка трети) – некондиционна – плоды слишком маленькие и дефектные. А это тысячи тонн бананов в год, которые бесполезно гниют на свалке, отравляя окружающую среду. Кларк придумал им оригинальное применение. Он проводит опыты по ускоренному разложению плодов в лабораторных чанах, в процессе которого вырабатывается метан, направляемый в газовую турбину, соединённую с электрическим генератором. Для ускорения процесса учёный перетирает плоды в пюре и добавляет разнообразные ферменты.

Главный вопрос – окажется ли такая технология рентабельной. Если ответ будет «да», то учёный намерен построить небольшую банановую электростанцию (на деньги банановых промышленников). Хотя капитальные затраты будут немалыми – топливо для электростанции будет практически даровым. Тогда отходы производства будут отапливать дома самих плантаторов, или, как вариант, банановые производители могли бы продавать эту энергию, получая дополнительный доход.

Доктор Кларк отмечает, что 60 килограммов бананов достаточно, чтобы питать бытовой электрообогреватель в течение 30 часов.

Компания E-Fuel представила первую мини-заправку для двигателей, работающих на этаноле, созданную специально для домашнего использования. Эта установка способна производить этаноловое топливо стандарта E100 из сахара сырца. В установке достаточно смешать воду, сахар и дрожжи и через несколько часов начнет получаться этанол. Одной заправки 132,5-литрового бака водой, сахаром и дрожжами достаточно для непрерывного брожения и производства этанола в течение недели. Также экологичность и идею многократного использования поддерживает возможность слива воды через мембранный фильтр. Представители E-Fuel утверждают, что до 50% первоначальных затрат на установку помогут компенсировать местные кредиты

и кредиты штата, а стоимость сахара сырца доведена до $1 с помощью системы купонной торговли. Также они опровергают все мифы об этаноловом топливе (ущерб топливной системе и меньший пробег при его использовании) и заявляют, что этанол можно разбавлять водой в отношении 70 к 30, без уменьшения октанового числа топлива. Производитель обещает сделать этанол поистине народным топливом т.к. изготовить его, с помощью их установок, сможет каждый. Розничные продажи этаноловых мини-заправок начнутся в четвертом квартале этого года. Стоимость одной установки составит $9995.

Орехи – это не только ценный пищевой продукт, но и топливо для самолетов будущего, полагает руководство авиакомпании Virgin Atlantic, сообщившей недавно о первом в истории полете коммерческого авиалайнера на биологическом топливе. Лайнер Boeing 747 был заправлен экологически чистым горючем на основе кокосового масла и масла из бразильских орехов бабассу (babassu) [2]. Экзотическая смесь позволила последнему совершить перелет между британским аэропортом Хитроу (Лондон) и аэропортом в городе Амстердам (Нидерланды). Пассажиров на борту не было. По завершении полета президент Virgin Atlantic Ричард Брэнсон торжественно объявил его «жизненно важным прорывом» для коммерческих авиаперевозок. Этот перелет подтолкнет всех перевозчиков, которые обеспокоены состоянием окружающей среды, к еще более активной разработке безопасного топлива для самолетов.

Выводы. Биотопливо – одно из перспективных направлений будущего, поскольку отходы в пищевой промышленности могут стать перспективным сырьем для получения энергии.

Литература

1. Сотская Т.В. Институциональный подход к оценке экономических и экологических перспектив Краснодарского края на мировом рынке этанола [Электронный ресурс] // Т.В. Сотская, В.В. Сотский. – Известия ВУЗов. Пищевая технология. 2007. №1. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/institutsionalnyy-podhod-k-otsenke-ekonomicheskih-

i-ekologicheskih-perspektiv-krasnodarskogo-kraya-na-mirovom-rynke-etanola (дата обращения: 03.05.2021).

2. Сажин В.Б. Современное состояние мировой индустрии биотоплива: экологические и социально-экономические проблемы [Электронный ресурс] // В.Б. Сажин, И. Селдинас, О.С. Кочетов, М.П. Тюрин, О. Селдинас, А.С. Белоусов, М.Б. Сажина, Г.И. Хазанов, В.В. Сажин, Ю.В. Мордовина, Е.В. Отрубянников. – Успехи в химии и химической технологии. 2008. №10 (90). – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennoe-sostoyanie-mirovoy-industrii-biotopliva-ekologicheskie-i-sotsialno-ekonomicheskie-problemy (дата обращения: 03.05.2021).

Болбат Владимир Владимирович, студент группы ААХ-24а, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

Научный руководитель:

Шевченко Ольга Николаевна, кандидат технических наук, доцент; заведующая кафедрой «Прикладная химия», ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: o.n.shevchenko@donnasa.ru.

УДК 691.175, 678.747, 547.665, 547.728

Поветкина А.А.,
студ. группы ИЗОС-5а, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: Муконина Е.В.,
асс. каф. прикладной химии ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ОКРАСКА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ БЕТОНА И ГИПСА В ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ

Аннотация. Рассмотрен способ окраски строительных материалов из гипса и бетона образованием полимерных красителей непосредственно на поверхности изделия путем последовательной пропитки ее растворами соответствующих компонентов.

Ключевые слова: окраска гипсовых и бетонных строительных материалов, пропитка, распыление, полимераналогичные превращения в поверхностном слое.

Использование модифицированных полистиролов в качестве полимерных красителей для окраски строительных изделий проводили по двум направлениям:

1. Пропитка поверхности изделий растворами синтезированных полимерных красителей в подходящих растворителях;
2. Образование полимерных красителей непосредственно на поверхности изделия путем последовательной пропитки ее растворами соответствующих компонентов.

Для окраски по первому направлению использовали 10, 20 и 30% растворы окрашенных сополимеров стирола и винилазокрасителей в толуоле [1]. Для окраски использовали гипсовые образцы в виде цилиндров (10х50 мм), бетонные кубы с ребром 100мм, гипсовые облицовочные плиты (800х800мм).

Нанесение окрасочного раствора на поверхность образцов осуществляли окунанием, кистью и пневматическим напылением. время пропитки 1-2 мин., время сушки 1,5–2 часа. Изучение глубины пропитки в зависимости от времени выдержки образца в растворе (от 1 до 10 минут) проводили с интервалом в 1 минуту. Оптимальное время пропитки – 2 минуты; глубина пропитки составила 2-2,5 мм.

Наиболее технологичным является метод пневматического распыления. При этом рекомендуется использовать 5% раствор; рабочая вязкость такого раствора – 20-22 сек (по вискозиметру ВЗ-4).

Испытания на вымываемость проводили с применением фотоколориметрического метода после 7 суток выдержки образцов в водной среде. Изменений не наблюдалось.

Второе направление – это способ образования полимерного красителя непосредственно на поверхности строительных материалов с использованием реакции полимераналогичного превращения.

Этот способ эффективен только в том случае, если реакция между полимером с активными группами и хромофором протекает при невысоких температурах и быстро.

Достоинство данного метода заключается в том, что не ограничивает применение для этих целей труднорастворимых полимерных красителей. Кроме этого при использовании данного метода можно получать не сплошные окраски, а использовать различные архитектурно-композиционное решения.

А: первая реакция. Окрашивание путем проведения реакции между сополимером стирола и винилпиридина и пикриновою кислотой в диметилформамиде. Для этого использовали 5-10% растворы сополимеров 4-винилпиридина и стирола в соотношении 1:2 или 1:3, полученные в блоке и 5%-ный раствор пикриновой кислоты. Реакция образования высокомолекулярного красителя осуществляется в течении 10 мин при последовательной пропитке, окрашивая поверхность в желтые оттенки в зависимости от состава и концентрации раствора используемого сополимера.

Б: вторая реакция. Окрашивание поверхности путем проведения реакции между сополимерами стирола и аминостирола с пикрилхлоридом. Для этого использовали 1-6% диметилформамидные растворы сополимеров пара-аминостирола и стирола при их соотношении 1:4 и 1:5, а также 3-5% растворы пикрилхлорида. Растворы можно наносить кистью и распылением. Цвет поверхности – оранжевый.

Окрашенные строительные образцы проверяли на светостойкость [2] и устойчивость окрасок в водной среде при pH 5-8 в течение 2-х месяцев с использованием фотоколориметрического метода. Даже частичного вымывания красителя при этом не наблюдалось.

Полученные окраски устойчивы к термообработкам, инсоляции УФ-облучения, дождеванию и другим мокрым обработкам.

Литература

1. Сохина, С.И. Использование полимерных красителей для окраски строительных материалов из гипса и бетона. – В кн.: Применение пластмасс в строительстве и городском хозяйстве. Харьков. – 1982. – С. 360 – 364.

2. Доня, А.П. Светостойкость цветных образцов полистирола и полиметилметакрилатат / А.П. Доня, А.М. Шура, М.К. Пактер. – Изд. ВУЗ СССР. Химия и химич. технология. Харьков. Высшая школа.1975. – №38. – С. 138-140.

Поветкина Анастасия Александровна, студентка группы ИЗОС-5а, ГОУ ВПО «ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры» 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

Научный руководитель:

Муконина Елена Владимировна, ассистент кафедры прикладной химии ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: emorozka27@mail.ru.

УДК 54-4

Гаевой Д.Д.,
студ. группы ААХ-24а, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: к.т.н., доцент Шевченко О.Н.,
зав. кафедрой «Прикладная химия», ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ДАРМОВАЯ ЭНЕРГИЯ

Аннотация. Рассмотрен доклад, посвященный тестовым испытаниям генератора Андреа Росси.

Ключевые слова: ресурсы, энергия, технологии производства.

Введение. Мир получил источник почти дармовой, абсолютно безопасной и чистой, неограниченной энергии. 8 октября 2016 года в Европе был опубликован доклад, посвященный тестовым испытаниям так называемого генератора Андреа Росси. Шесть профессоров физики из Италии и Швеции в течение 32 дней в марте-апреле наблюдали за работой генератора Росси E-CAT [1]. Комиссия физиков подтвердила: генератор E-CAT производит огромное количество тепла. Почти бесплатная, экологически чистая, неограниченная энергия практически убьет индустрию добычи нефти и газа.

Постановка задачи. Рассмотрим основные показатели генератора Андреа Росси.

Результаты. Размер генератора Росси E-CAT равен карандашу, а за месяц он выработал теплоты на 1,5 МВт/час. Как минимум в миллион раз больше, чем способна произвести любая химическая реакция в таком же объеме.

Генератор Росси, его новая модификация, имеет керамический корпус - трубку диаметром в 2 см и длиной в 20 см, и с обоих концов завершается “набалдашниками” диаметром 4 см, для подключения электросети. Электричество нужно только для разогрева трубки. Содержимое реактора –

0,5 грамма никелевого порошка, в который под давлением закачан водород, плюс некая тайная добавка-катализатор. Когда трубка разогрета, она начинает производить огромное количество энергии, во много раз больше, чем было затрачено. Замеры температуры проводились непрерывно двумя особо точными тепловыми камерами и записывались на компьютер. Другие приборы фиксировали потребление электроэнергии. Ученые вели круглосуточное наблюдение за генератором, при этом самого Росси возле стенда не было. Тест проводился в независимой лаборатории в Швейцарии, где было снято помещение, чтобы не было и намека на тайный подвод энергии и подтасовку результатов.

Отношение полученной энергии к затраченной обозначается буквами КС. Так вот, в данном эксперименте средний КС был равен 3,74. То есть, генератор Росси выработал энергии в 3,74 раза больше, чем получил при разогреве. Хотя могло быть и намного больше - регулировка заведомо снижала выработку теплоты, чтобы показать управляемость процесса. А всего трубка за 32 дня работы произвела теплоту, эквивалентную 1,5 мегаватт/час. Эта энергия – намного, на порядки больше, чем можно получить от какого-либо известного химического источника в столь маленьком реакторном объеме.

Образец топлива был тщательно исследован по изотопному составу до и после опыта при помощи нескольких стандартных методов, в том числе тремя независимыми внешними группами. Замеры показали существенное изменение изотопного состава порошка. Процесс в E-CAT действительно изменяет топливо на ядерном уровне, т.е. имеют место ядерные реакции. Однако никаких следов радиации обнаружено не было.

Профессора завершают свой отчет пассажем, который выдает их полную обескураженность: «Это, конечно, не удовлетворительно, что у этих результатов до сих пор нет убедительного теоретического объяснения, но результат эксперимента не может быть отклонен или проигнорирован только из-за отсутствия теоретического понимания».

Первая публичная демонстрация E-CAT состоялась еще в январе 2014 года. И натолкнулась на полное отрицание и игнорирование академическими учеными кругами. Потом прошел ряд других показов и тестов, и ни разу Росси не сумели уличить в мошенничестве. В последнем тесте в марте-апреле 2016 года были учтены все возможные замечания, высказанные скептиками. Тем не менее, консилиум профессоров подтвердил: E-CAT работает и производит невероятное количество тепла! За эти годы Росси из Италии перебрался в США, создал там свою фирму и получил в 2018 году свидетельство о сертификации своего генератора. Он в течение 2018-2019 годов продал несколько мегаваттных модификаций своего аппарата неизвестным покупателям. А в январе 2018 года прошли сведения, что американская компания «Industrial Heat» приобрела у Росси права на аппарат холодного термоядерного синтеза Energy Catalyzer, или E-Cat. Для запуска в производство не хватало только окончательного вывода авторитетной научной комиссии. И вот он получен.

Результатов теста все заинтересованные круги ждали – кто с надеждой на успех науки, кто с вожделением от грядущих дивидендов, а кто и с ужасом. Если Росси поставит свой генератор на конвейер, человечество получит источник чрезвычайно дешевой, экологически чистой, практически неисчерпаемой энергии. Этой энергией можно запитать квартиру и завод, машину и самолет, космическую ракету и морской лайнер. Надо еще учитывать, что работы по созданию аналогичных устройств идут в сотнях лабораторий по всему миру, в том числе и в Украине, и несколько групп уже заявили о создании своих действующих прототипов.

Выводы. Генератор Росси в ближайшие годы может отправить «на пенсию» атомные и гидростанции, газовые, угольные и прочие ТЭЦ, не говоря уже о солнечных батареях и ветродвигателях. В значительной степени спадет нужда в газопроводах и нефтяных танкерах.

Литература

1. Эткин В.А. Об источнике избыточной энергии генератора Росси [Электронный ресурс] // Труды IV международной научно-технической конференции (Резниковские чтения). – Издательство: Тольяттинский государственный университет (Тольятти), 2015. – Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23722718 (дата обращения: 04.05.2021).

Гаевой Данил Дмитриевич, студент группы ААХ-24а, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

Научный руководитель:

Шевченко Ольга Николаевна, кандидат технических наук, доцент; заведующая кафедрой «Прикладная химия», ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: o.n.shevchenko@donnasa.ru.

УДК 551

Круть Т.Э.,
студ. гр. ИЗОС-5а, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Научный руководитель: Муконина Е.В.,
асс. каф. прикладной химии ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ТАЯНИЕ ЛЕДНИКОВ КАК ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА

Аннотация. В тезисах раскрыты причины глобального потепления, сущность экологической проблемы таяния ледников, ее последствия и потенциальные пути разрешения

Ключевые слова: таяние, ледники, экология, проблема, углекислый газ, потепление.

На протяжении долгого времени человечество ведет самоубийственную войну с природой, которая вызывает загрязнение окружающей среды, утрату биоразнообразия, изменение климата и ставит под угрозу наше существование.

Таяние северной ледяной шапки, постепенное отступление ледников в Гренландии – это первые проявления глобальных климатических изменений в регионах Арктики. Последствия этих процессов могут быть очень серьезными.

Спутниковые данные показывают, что с конца 1960-х годов снежный покров в Северном полушарии каждое десятилетие уменьшается на 1,3%. Примерная скорость таяния ледников Гренландии составляет на сегодняшний день около 15 километров в год.

Если эта тенденция сохранится, то к концу столетия Земля может полностью лишиться северной ледяной шапки. Между тем, ледяные массивы Арктики и Гренландии хранят порядка 99% поверхностного пресноводного льда планеты.

Беспокойство экологов вызывают и процессы, протекающие на горных ледниках Гималаев, Альп, Гиндукуша, Памира и Тянь-Шаня. Согласно докладу, опубликованному в 2007 году участниками Программы ООН по окружающей среде, к 2100 году ледники этих районов могут уменьшиться в размерах на 40-80%, а некоторые горные хребты – вообще лишиться ледяного покрова.

После проведения большого количества исследований ученые пришли к выводу, что основная причина надвигающейся катастрофы – это жизнедеятельность человека:

- вырубка лесных массивов;
- загрязнения почвы, воды и воздуха;
- рост производственных предприятий.

Основной вклад в развитие глобального потепления, по их мнению, вносит процесс накапливания парниковых газов в пределах атмосферы Земли. К их числу относятся: диоксид углерода, метан, озон, закись азота, гексафторид, галоидуглероды. Диоксид углерода является одним из значимых парниковых газов. Этот газ появился в атмосфере естественным путем, однако сжигание угля, нефти и природного газа приводит к высвобождению с беспрецедентной скоростью заключенного в этих видах топлива углерода.

В настоящее время вклад диоксида углерода в «усиленный парниковый эффект» составляет более 60%. На поставки и потребление ископаемых видов топлива приходится приблизительно 95% выбросов диоксида углерода (CO_2) в результате деятельности человека, а также значительное количество метана (CH_4) и закиси азота (N_2O). Поставки и потребление ископаемых видов топлива также приводит к выбросам окислов азота (NO_2), углеводородов (HC) и оксида углерода (II), которые не являются парниковыми газами, однако воздействуют на химические циклы в атмосфере, в результате которых происходит образование или распад других парниковых газов. Они не дают проходить скапливаемому теплу и образуют аномальный купол, который приводит к повышению температуры, что и становится причиной стремительного изменения в ледниках.

Новейшие исследования указывают на то, что концентрация парниковых газов продолжает расти. Январь 2020 года стал самым теплым в истории наблюдений. Зима была не по сезону мягкой во многих частях северного полушария. Дым и примеси, образовавшиеся в результате разрушительных пожаров в Австралии, распространились по всему миру, вызвав всплеск выбросов CO_2. Рекордные температуры, зафиксированные в Антарктике, сопровождались крупномасштабным таянием льдов и образованием трещин на ледяном покрове, что приведет к повышению уровня моря. Все это чревато затоплением прибрежных зон и островов.

Существует четыре теории возможных последствий таяния ледников:

1) мировой океан поднимется на целых 60 метров, что спровоцирует сдвиг береговых линий и станет основной причиной затоплений прибрежных районов;

2) изменение климата на планете из-за смещения океанических течений, более четко предположить последствия таких сдвигов очень сложно;

3) возникновение эпидемий, что будет сопряжено с большим количеством жертв;

4) рост количество стихийных бедствий, что приведет к голоду, засухе, и вызовет дефицит пресной воды. Населению придется мигрировать в глубь материка. В нескольких высокоширотных регионах, в том числе в Сибири и на Аляске, пожары уже участились.

Специалисты разработали ряд мероприятий, которые будут способствовать нормализации экологических проблем:

- осуществить установку на земной орбите специальной защиты с применением зеркал и соответствующих заслонок на ледниках;
- вывести растения путем селекции. Они будут направлены на более эффективное поглощение углекислого газа;
- использовать альтернативные источники по выработке энергии: установить солнечные батареи, ветряки, приливные электростанции;
- перевести автомобили на альтернативные виды энергии;

- ужесточить контроль над заводами, для препятствия неучтенных выбросов.

Меры по предотвращению глобальной катастрофы должны быть приняты повсеместно и на всех государственных уровнях. Только так можно бороться с надвигающейся бедой, снизить количество катаклизмов.

Бытует еще одно мнение среди ученых, что процесс глобального потепления носит динамический характер, он был запущен давно и участие человека в нем минимально. Это влияние извне связано с астрофизикой. Специалисты данного направления видят причину климатических изменений в расположении планет и небесных тел в космосе. Как бы там ни было, но глобальное таяние – мрачная картина будущего, и она неизбежна, если человечество не будет действовать в целях его предотвращения дабы избежать перехода климата за точку невозврата.

Литература

1. Близнецкая, В. А. Экологические проблемы стран Азии и Африки : монография / В. А. Близнецкая, С. Б. Дружиловский, А. Л. Емельянов. – Москва : Аспект Пресс, 2012. – 271 с.

2. Ильиных, И. А. Бессознательное экологическое знание: содержание, возможность извлечения и проблемы осознанной актуализации : монография / И. А. Ильиных. – Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2020. – 100 с.

3. Распад ледников в Арктике ускоряют «тепловые бомбы» из Тихого океана [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://naked-science.ru/article/sci/raspad-lednikov-v-arktike-uskoryayut-teplovye-bomby-iz-tihogo-okeana (дата обращения 23.04.21).

4. Глобальное потепление [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://naked-science.ru/tags/globalnoe-poteplenie (дата обращения 23.04.21).

Круть Таисия Эдуардовна, студентка группы ИЗОС-5а, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

Научный руководитель:

Муконина Елена Владимировна, ассистент кафедры прикладной химии ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: emorozka27@mail.ru.

УДК 378

Осташко Б.И.,
Студ. Группы ИЗОС-5А, ГОУ ВПО " ДонНАСА"
Руководитель: Демяненко И.В.,
ассистент кафедры «Прикладная химия», ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВО ВРЕМЯ ПРЕПОДАВАНИЯ ХИМИИ

Аннотация. Преподавание химии непрерывно связано с лабораторным экспериментом. Рассмотрены преимущества применения облачных технологий в образовании и возможности применения виртуальных лабораторий облачных технологий.

Ключевые слова: сетевая обучающая платформа, облачные технологии, облачное хранилище, преподавание химии.

Введение. Обучение, основанное на облачных технологиях, может эффективно содействовать интеграции и совместному использованию образовательных ресурсов в ВУЗах, повысить эффективность использования оборудования, снизить нагрузку на приложения и обеспечить стабильную и надежную работу различных образовательных приложений. Необходим процесс построения облачных ресурсов для преподавателей, облачных ресурсов для студентов и облачных ресурсов для обучения. Через тестирование платформы обучения система достигает ожидаемых функций и достигает ожидаемой производительности. Успешное развитие системы предоставляет учащимся и преподавателям широкий спектр платформ для самостоятельного обучения и самообучения, предоставляет функции персонализированного информационного обслуживания, эффективно обеспечивает совместное использование образовательных ресурсов и повышает уровень модернизации образования.

Постановка задачи. Рассмотреть применение облачных технологий во время преподавания химии.

Результаты. Облачные технологии можно разделить на 3 типа в зависимости от уровня их применения и характеристик: общедоступное облако, частное облако и смешанное облако.

Положительные особенности использования облачных технологий в основном отражается в следующих аспектах:

1. Облачные технологии позволили сократить огромные затраты на аппаратное и программное обеспечение при создании основных школьных ресурсов и сохранить капитал. Школы облачных технологий и «облачных сервисов» могут сэкономить 70–80% инвестиций в аппаратное и программное обеспечение.

2. Облачные технологии помогают образовательным учреждениям обмениваться виртуальными учебными ресурсами и повышать уровень обучения, большее количество преподавателей и учащихся смогут взаимодействовать.

3. Используя платформу облачных технологий, органы образования могут усилить мониторинг качества обучения во всех типах школ, содействовать обмену и сотрудничеству между школами, а также повысить уровень высшего образования [1].

Наиболее актуальным для преподавания химии является применение так называемых виртуальных лабораторий облачных технологий, которые относятся к мощной сетевой системе, которая объединяет функции системы управления обучением в виртуальном эксперименте и моделирования сетевого эксперимента, которые могут решить ход физического эксперимента. Это не приведет к повреждению прибора и потере компонентов, вызванному неправильным использованием и плохим управлением. В то же время виртуальный эксперимент может моделировать оборудование в лаборатории, а также может проводить эксперимент без ограничения времени и пространства. Поэтому виртуальная лаборатория на основе облачных технологий предоставит

первоклассные экспериментальные ресурсы для колледжей и университетов. По мере развития и формирования облачной технологии необходимо лишь разработать некоторые виртуальные лабораторные функции и развернуть их на «облачной службе». Все студенты могут разделить использование, таким образом значительно снижая стоимость и улучшая средний и низкий показатели. Это повысит качество образования и уровень преподавания на уровне колледжей и университетов [2].

Выводы. С быстрым развитием облачных технологий и режима приложений все виды «облачных сервисов» стали важным путем для будущего развития Интернета. В мире проводятся реформы и инновации в сфере образования. Облачные технологии и облачный сервис будут широко использоваться в сфере образования в нашей стране. Поэтому платформа обучающих ресурсов на основе облачных технологий будет играть большую роль, в том числе для преподавания химии.

Литература

1. Taiguo Li. Construction and Implementation of Network Teaching Platform for Design Art Education Based on Cloud Technology/Kuram ve uygulamada eğitim bilimleri, 2018. №18(5). – P. 1738-1746.

2. Denise Zepeda, Karime Abdeljalek, Laura Delgadillo, Joshua Rodriguez, Richard Castaneda. Undergraduate Research: Chemistry Education Through Augmented Reality//Proceedings of The National Conference On Undergraduate Research (NCUR), 2018. – P. 810-815.

Осташко Богдан Игоревич, студент группы ИЗОС-5а, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

Научный руководитель:

Демяненко Ирина Валериевна, ассистент кафедры «Прикладная химия», ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: i.v.demyanenko@donnasa.ru.

Научное издание

Сборник научных трудов

VII Республиканской конференции
молодых ученых, аспирантов, студентов «Научно-технические достижения
студентов, аспирантов, молодых ученых
строительно-архитектурной отрасли» (22 апреля 2021 г.)

Том 1: Фундаментальные науки

Авторы научных статей несут ответственность за оригинальность текстов, а также достоверность изложенных фактов и положений.

Ответственный редактор: к. пед. н. Чудина Е.Ю.,
доцент кафедры высшей математики ГОУ ВПО «ДонНАСА».

Компьютерная верстка: Чудина Е.Ю.