

Министерство образования и науки Донецкой Народной Республики
ГОУ ВПО «ДОНБАССКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ
СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ»



Сборник научных трудов

**VIII Республиканской конференции
молодых ученых, аспирантов, студентов «Научно-технические достижения
студентов, аспирантов, молодых ученых
строительно-архитектурной отрасли» (22 апреля 2022 г.)**

Том 1: Фундаментальные науки

Макеевка, 2022

Сборник научных трудов VIII Республиканской конференции молодых ученых, аспирантов, студентов «Научно-технические достижения студентов, аспирантов, молодых ученых строительно-архитектурной отрасли» (22 апреля 2022 г.): В 3-х т. Т. 1: Фундаментальные науки. – Макеевка: ГОУ ВПО «ДонНАСА», 2022. – 257 с.

Сборник содержит 45 научных работ участников VIII 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 №11 от 27.06.2022 г.

Сборник подготовлен по материалам VIII Республиканской конференции молодых ученых, аспирантов, студентов «Научно-технические достижения студентов, аспирантов, молодых ученых строительно-архитектурной отрасли» (22 апреля 2022 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;
Братчун В.И. – заведующий кафедрой автомобильных дорог и аэродромов; д.т.н., профессор;
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 и информатики, к.ф.-м.н.;
Шажко Я.В. – заместитель директора по научной работе ГУ «Институт физики горных процессов», к.т.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.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ «ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА»	7
Тимофеева К.В., Волчков В.В. КВАЗИАНАЛИТИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ С НУЛЕВЫМИ ИНТЕГРАЛАМИ ПО КВАДРАТАМ	7
Корнев З. Е., Локтионов И.К. РАСЧЕТ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ КОНТУРЕ МЕТОДАМИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ИСЧИСЛЕНИЯ.....	10
Шницар И.Н., Жмыхова Т.В. МЕТОДЫ МНОГОМЕРНОГО СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В ИССЛЕДОВАНИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТРАХОВОЙ МЕДИЦИНЫ.....	17
Букша Д.Р., Прокопенко Е.В. ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКОГО ПАКЕТА STADIA ДЛЯ АНАЛИЗА ДАННЫХ	23
Халимоненко А.Н., Локтионов И.К. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ИНТЕГРИРОВАНИЯ ПО ЧАСТЯМ ДЛЯ ВЫВОДА ФОРМУЛЫ ТЕЙЛОРА ..	29
Лисиченко Е.Т., Савин А.И. КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН	34
Антропов В. В., Котова О. В. НЕКОТОРЫЕ ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ МИНИМИЗАЦИИ ФУНКЦИИ	38
Плотников А.Д., Галибина Н.А. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕЙСТВИЯ НАСОСА В ПРИРОДЕ И В ИНЖЕНЕРНОМ ДЕЛЕ.....	42
Чепурко А.Д., Чудина Е.Ю. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ЧИСЕЛ В МОДЕЛИРОВАНИИ МНОЖЕСТВА ЖЮЛИА	48
Загорий К.С., Галибина Н.А. МОДЕЛЬ ВОЙНЫ ДВУХ ОРД	54
Волошин И. А., Котова О. В. О ПАРАДОКСЕ ДНЕЙ РОЖДЕНИЯ.....	60
Сокурченко Г.А., Локтионов И.К. ПРИБЛИЖЕНИЕ ФУНКЦИЙ МЕТОДОМ НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ	63
Акулов А.К., Осипова Л.В. ВЫБОР МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА МЕТОДОМ НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ	70

Афони́на Е.Н., Оси́пова Л.В. МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ПАРКЕТА ИЗ ПЯТИУГОЛЬНИКОВ И ШЕСТИУГОЛЬНИКОВ	80
Яковенко П.К., Оси́пова Л.В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛА ТРУДОВЫХ И ДЕЛОВЫХ ПЕРЕДВИЖЕНИЙ МЕЖДУ РАЙОНАМИ ГОРОДА.....	87
Ляшко А.А., Руссиян С.А. ДИЗАЙН ЭКОНОМИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ. ТЕОРИЯ АУКЦИОНОВ	93
Савченко А.А., Оси́пова Л.В. ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И СТАТИСТИКИ В ЗАДАНИЯХ ГИА И ЕГЭ	99
Кугель Е.С., Кононыхин Г.А. ЧИСЛА ФИБОНАЧЧИ.....	106
Ермолаева Е.В., Налбандян Ю.С. МАТЕМАТИКА И ИСКУССТВО КАК ЯЗЫКИ МЕЖНАЦИОНАЛЬНОГО ОБЩЕНИЯ.....	112
Гончаров А.М., Сергеев Е.К. ХАРЛАМОВ МИХАИЛ ПАВЛОВИЧ – ОДИН ИЗ САМЫХ ЯРКИХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ДОНЕЦКОЙ ШКОЛЫ МЕХАНИКИ	118
СЕКЦИЯ «ФИЗИКА И ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»	123
Балабан А.В., Малашенко В.В. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СПЛАВЫ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ.....	123
Гончаров А.М., Фролова С.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕОХЛАЖДЕНИЙ СПЛАВОВ В СИСТЕМЕ ИНДИЙ-СВИНЕЦ.....	127
Хархордин Е.В., Несова А.В. АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ АКТИВНЫХ РАЗЛОМОВ ЕВРАЗИИ ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ	136
Мельникова Н.Г., Моцак Т.А. ПРЕДПОСЫЛКИ ГУП ДНР «ДОНЕЦКСТАНДАРТМЕТРОЛОГИЯ» К СТАНОВЛЕНИЮ ПРОВАЙДЕРОМ МЕЖЛАБОРАТОРНЫХ СРАВНИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКЕ.....	142
Ляшко А.А., Лумпиева Т. П. ЛЕКЦИОННАЯ ДЕМОНСТРАЦИЯ «РАМКА С ТОКОМ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ».....	150
Кугель Е.С., Соболев О.В. ПОСТРОЕНИЕ И АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ТЕРМОГРАММ ПЛАВЛЕНИЯ И	

КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ВОДЫ В РАЗЛИЧНЫХ ГРУНТАХ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ЦИКЛИЧЕСКОГО ТЕРМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА (ЦТА)	156
Скубченко Н.В., Глухова Ж.Л. МЕТАМАТЕРИАЛЫ И СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ БУДУЩЕГО	163
Лужанский А.А., Тараш В.Н. КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ	170
Лисиченко Е.В., Малашенко Т.И. МЕТАМАТЕРИАЛЫ: ПЕРСПЕКТИВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ.....	176
Антропов В.В., Покинтелица Е.А. РАДИАЦИЯ ВОКРУГ НАС	179
Гнатов Д.М., Щебетовская Н.В. ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЧЕЛОВЕКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО ТОКА	184
Кулик Р.С., Покинтелица Е.А. ОТКРЫТИЯ В ФИЗИКЕ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 100 ЛЕТ.....	190
Притыка А.А., Щебетовская Н.В. ВЕЛИКАЯ СИЛА РЕЗОНАНСА. ПОЧЕМУ РАЗРУШАЮТСЯ МОСТЫ?	195
Диденко Е.В., Покинтелица Е.А. ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ	201
Сидекова Я.Т., Покинтелица Е.А. ОПИСАНИЕ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ С ФИЗИЧЕСКОЙ ТОЧКИ ЗРЕНИЯ	205
СЕКЦИЯ «ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ»	209
Курскова А.О., Кривоколыско С.Г. АМИНОМЕТИЛИРОВАНИЕ 4-ИМИНО-2-(ДИЦИАНОМЕТИЛЕН)-3-АЗАСПИРО[5.5]УНДЕКАН-1,5-ДИКАРБОНИТРИЛА	209
Дахно П.Г., Доценко В.В. ОКИСЛЕНИЕ 3,5-(α -ЦИАНОСТИРИЛ)-1,2,4-ТИАДИАЗОЛОВ ПО РАДЗИШЕВСКОМУ.....	214
Киндоп В.К., Доценко В.В. НОВЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ ТИЕНОПИРИДИНА: СИНТЕЗ, СТРОЕНИЕ И ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ	219
Александрова А.А., Сердюк А.И. ПЛЮСЫ И МИНУСЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДОРОДА В КАЧЕСТВЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ТОПЛИВА	224

Макух А.А., Самойлова Е.Э. ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ШЛАКОВ В КАЧЕСТВЕ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ	229
Дворцевая В.В., Демяненко И.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОЧИСТИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОИЗВОДСТВА	236
Гнатова Д.М., Демяненко И.В. ПЕРЕРАБОТКА БЕЛКОВЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ НАГРУЗКИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ	240
Божко А.И., Самойлова Е.Э. АНАЛИЗ ПОЖАРООПАСНЫХ СВОЙСТВ ВЕЩЕСТВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЭПОКСИДНЫХ СМОЛ.....	244
Майданиченко И.С., Демяненко И.В. ЗЕЛЕНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО.....	250
Кугель Е.С., Самойлова Е.Э. СОВРЕМЕННАЯ БЫТОВАЯ ХИМИЯ ДЛЯ ОБИХОДА ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ.....	253

УДК 517.5

Тимофеева К.В.,
студ. группы М1Б (Математика), ГОУ ВПО «ДонНУ»
Руководитель: д. ф.-м. н., профессор Волчков В.В.,
профессор кафедры математического анализа и дифференциальных
уравнений ГОУ ВПО «ДонНУ»

КВАЗИАНАЛИТИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ С НУЛЕВЫМИ ИНТЕГРАЛАМИ ПО КВАДРАТАМ

Аннотация. В данной работе исследовано указанное множество единичных квадратов в круге на свойство Помпейю. Решена локальная проблема Помпейю для класса квазианалитических функций, заданных в открытом круге и имеющие нулевые интегралы по единичным квадратам в этом круге.

Ключевые слова: проблема Помпейю, свойство Помпейю, множества со свойством Помпейю, квазианалитические функции.

Annotation. In this paper, the specified set of unit squares in a circle is investigated for the Pompeiu property. The local Pompeiu problem is solved for the class of quasi-analytic functions given in an open circle and having zero integrals over the unit squares in this circle.

Key words: Pompeiu problem, Pompeiu property, Pompeiu sets, quasi-analytic functions.

Введение. В данной работе исследуются аналоги проблемы Помпейю и связанные с ней вопросы для функций с нулевыми интегралами по единичным квадратам. Изучение локальных вариантов проблемы Помпейю является более сложной задачей, чем её изучение на всем пространстве \mathbb{R}^n . Кроме того, ранее в

литературе (см. [1]) задача решалась для локально суммируемых функций. То есть квазианалитические функции рассматриваются впервые.

Постановка задачи. Исследовать функции f в круге B_R , имеющие нулевые интегралы по всем замкнутым единичным квадратам, лежащим в B_R и удовлетворяющие условию квазианалитичности.

Пусть \mathbb{R}^2 – евклидова плоскость, $B_R = \{x = (x_1, x_2) : \sqrt{x_1^2 + x_2^2} < R\}$. Для последовательности $\mu = \{M_q\}_{q=0}^{\infty}$ положительных чисел обозначим через $C^\mu(B_R)$ множество функций $f \in C^\infty(B_R)$, таких что

$$\sup_{x \in B_R} |\partial^\alpha f(x)| \leq M_{|\alpha|},$$

где ∂^α – оператор частного дифференцирования порядка $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2)$, $|\alpha| = \alpha_1 + \alpha_2$.

Результаты. Результаты данной работы могут быть сформулированы в виде теоремы.

Теорема. Пусть $f \in C^\mu(B_R)$, $R > \frac{\sqrt{2}}{2}$ и имеет нулевые интегралы по всем замкнутым единичным квадратом, лежащим в B_R . Тогда, если

$$\sum_{j=1}^{\infty} \frac{1}{\inf_{q \geq j} M_q^{1/q}} = +\infty \tag{1}$$

то $f = 0$ в B_R .

Отметим, что, если (1) не выполнено, то при $\frac{\sqrt{2}}{2} < R < \frac{\sqrt{5}}{2}$ существует ненулевая функция $f \in C^\mu(B_R)$ с указанными нулевыми интегралами. Если же $R \geq \frac{\sqrt{5}}{2}$, то утверждение теоремы верно и для $f \in L_{loc}(B_R)$ (см. [1, часть 4 раздел 2]).

Выводы. Решена задача, когда функция из класса квазианалитических функций, имеющая нулевые интегралы по всем замкнутым единичным

квадратам, будет равна нулю в данном круге радиуса R . Полученные результаты носят теоретический характер. Они могут быть использованы в классическом анализе и теории аппроксимации. Рассмотрение квазианалитических функций на открытом круге даёт основу для дальнейшего исследования свойства Помпейю на других множествах.

Литература

1. Volchkov V.V. Integral geometry and convolution equations. – Dordrecht: Kluwer, 2003. – 454 p.
2. Волчков В.В., Экстремальные варианты проблемы Помпейю / Матем. заметки – 1996, том 59, выпуск 5. – С. 671–680.

Тимофеева Карина Витальевна, студентка группы М1Б (Математика), ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», 283001, г. Донецк, ул. Университетская, 24.

e-mail: timofeeva_karina@mail.ua

Научный руководитель:

Волчков Валерий Владимирович., д. ф.-м. н., профессор, профессор кафедры математического анализа и дифференциальных уравнений ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», 283001, г. Донецк, ул. Университетская, 24.

e-mail: valeriyvolchkov@gmail.com

Timofeeva Karina Vital'yevna, student of the M1B group, Donetsk National University, 283001, Donetsk, Universitetskaya str., 24.

Scientific supervisor:

Volchkov Valeriy Vladimirovich, Holder of an Advanced Doctorate in Physico-mathematical Science, Professor, Professor of the Department of Mathematical Analysis and Differential Equations, Donetsk National University, 283001, Donetsk, Universitetskaya str., 24.





УДК 621.3

Корнев З. Е.,
студент группы ЭАПУ-20, ГОУ ВПО «ДонНТУ»
Руководитель: Локтионов И.К.,
ст. преподаватель кафедры высшей математики
им. В.В. Пака, ГОУ ВПО «ДонНТУ»

РАСЧЕТ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ КОНТУРЕ МЕТОДАМИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ИСЧИСЛЕНИЯ

Аннотация. Зависимость силы тока от времени в цепи, составленной из активного сопротивления, конденсатора и катушки индуктивности найдена стандартными методами решения линейных дифференциальных уравнений.

Ключевые слова: закон Кирхгофа, электрический контур, сила тока, конденсатор, ёмкость, индуктивность.

Annotation. The dependence of the current strength on time in a circuit composed of active resistance, a capacitor and an inductor is found by standard methods for solving linear differential equations.

Keywords: Kirchhoff's law, electrical circuit, current strength, capacitor, capacitance, inductance.

Введение. Переходные процессы возникают в электрических цепях при переходе из одного режима в другой вследствие подключения источников в сеть, отключения от нее, изменения параметров сети. В большинстве случаев переходные процессы возникают после срабатывания механического или электронного переключателя, работу которого сопровождают весьма сложные явления. Поэтому при анализе переходных процессов реальное устройство заменяется схемой, моделирующей рассматриваемые физические процессы с достаточной точностью. В результате получают идеализированную расчетную

модель цепи, содержащую активное сопротивление, индуктивность, ёмкость, взаимную индуктивность и идеализированный ключ мгновенного действия.

Постановка задачи. Стандартный подход к анализу переходных процессов состоит в построении и решении обыкновенных линейных дифференциальных уравнений цепи, которые составляются на основе законов Кирхгофа.

Результаты. Рассмотрим простой пример использования дифференциального исчисления для исследования переходных процессов в электрическом контуре.

К источнику тока с электродвижущей силой (ЭДС), равной $e(t)$ подключается контур, состоящий из последовательно соединённых катушки индуктивности L , активного сопротивления R и ёмкости C (см. рис.1). Требуется найти силу тока i в цепи как функцию времени t при условии, что в начальный момент времени ток в контуре и заряд конденсатора равны нулю.

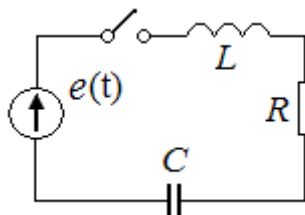


Рис. 1. Электрическая цепь.

По закону Кирхгофа ЭДС в цепи равна сумме падений напряжения на индуктивности, сопротивлении и ёмкости,

$$e(t) = u_L + u_R + u_C,$$

связанных с током $i = i(t)$ соотношениями

$$u_L = L \frac{di}{dt}, \quad u_R = R \cdot i(t), \quad u_C = \frac{1}{C} \int_0^t i(t) dt$$

Таким образом, получается уравнение

$$L \frac{di}{dt} + Ri + \frac{1}{C} \int_0^t i(t) dt = e(t)$$

Это уравнение есть интегро-дифференциальное уравнение, дифференцируя которое по t получим линейное дифференциальное уравнение (ДУ) второго порядка с постоянными коэффициентами

$$L \frac{d^2 i}{dt^2} + R \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} i(t) = \frac{de(t)}{dt}. \quad (1)$$

Далее рассмотрим два случая, когда ЭДС $e(t) = const$ и $e(t) \neq const$.

1. $e(t) = E = const$. В этом случае $de/dt = 0$, и уравнение (1) переходит в однородное уравнение

$$\frac{d^2 i}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{di}{dt} + \frac{1}{LC} i(t) = 0, \quad (2)$$

аналогичное уравнению свободных механических колебаний с учетом сопротивления среды. Характеристическое уравнение, соответствующее ДУ (2)

$r^2 + (R/L)r + 1/LC = 0$ имеет корни:

$$r_{1,2} = -\frac{R}{2L} \pm \sqrt{\left(\frac{R}{2L}\right)^2 - \frac{1}{LC}} = -\frac{R}{2L} \pm \sqrt{\frac{R^2 C - 4L}{4L^2 C}}.$$

Поведение функции $i(t)$ зависит от знака дискриминанта характеристического уравнения. Возможны следующие варианты.

1.1. Если $R^2 C - 4L > 0$, то оба корня характеристического уравнения действительные, а общее решение имеет вид

$$i(t) = C_1 \exp(r_1 t) + C_2 \exp(r_2 t). \quad (3)$$

Из начальных условий $i(0) = 0$ и $i'(0) = E/L$ найдём значения постоянных

$$C_1 = E/\omega_1 L, \quad C_1 = -C_2, \quad (4)$$

где $\omega_1 = \sqrt{\alpha^2 - 1/LC}$, $\alpha = R/2L$. Подставляя значения постоянных (4) в (3), получим частное решение (ЧР) уравнения (2):

$$i(t) = \frac{E}{2\omega_1 L} \exp(-\alpha t) \cdot sh(\omega_1 t). \quad (5)$$

График функции (5) при $E=200\text{В}$, $L=20\text{ Гн}$, $C=2\text{ Ф}$, $R=10\text{ Ом}$, $\alpha=0,25$ на рисунке 2 представлен кривой 1. Из рисунка 1 видно, что в этом случае ток не является периодической функцией.

1.2. В случае, когда $R^2C - 4L = 0$ корни характеристического уравнения совпадают $r_1 = r_2 = -R/2L = -\alpha$, а общее решение имеет вид

$$i(t) = [C_1 + C_2 t] \exp(r_1 t). \quad (6)$$

Учитывая начальные условия $i(0) = 0$ и $i'(0) = E/L$, приходим к следующему ЧР

$$i(t) = \frac{E}{L} t \cdot \exp(-\alpha t). \quad (7)$$

График функции (7) при $E=200\text{В}$, $L=20\text{ Гн}$, $C=0,8\text{ Ф}$, $R=10\text{ Ом}$, $\alpha=0,25$ на рисунке 2 представлен кривой 2.

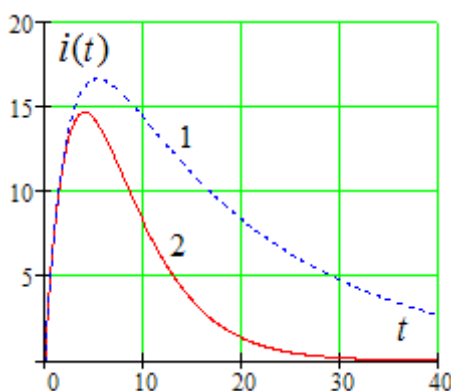


Рис.2. Зависимость силы тока от времени при $R^2C - 4L > 0$ (кривая 1) и при $R^2C - 4L = 0$ (кривая 2).

Из рисунка 2. видно, что при $R^2C - 4L > 0$ и при $R^2C - 4L = 0$ электрические колебания в цепи не возникают.

1.3. Если же $R^2C - 4L < 0$, то корни характеристического уравнения комплексные и общее решение:

$$i(t) = \exp(-\alpha t) [C_1 \cos(\omega_1 t) + C_2 \sin(\omega_1 t)], \quad (8)$$

где обозначено $\alpha = R/2L$, $\omega_1^2 = 1/LC - (R/2L)^2$ определяет электрические колебания. С помощью начальных условий $i(0) = 0$ и $i'(0) = E/L$ найдём значения постоянных C_1 и C_2 .

Дифференцируя $i(t)$ по t , получим:

$$i'(t) = \exp(-\alpha t) [-\alpha(C_1 \cos(\omega_1 t) + C_2 \sin(\omega_1 t)) +$$

$$+ \omega_1(-C_1 \sin(\omega_1 t) + C_2 \cos(\omega_1 t))]. \quad (9)$$

Подставляя $t = 0$ в выражения (8) для $i(t)$ и (9) для $i'(t)$, имеем

$$C_1 = 0, \quad -\alpha C_1 + \omega_1 C_2 = E/L,$$

откуда находим $C_2 = E/L\omega_1$. Тогда частное решение принимает вид

$$i(t) = \frac{E}{\omega_1 L} \exp(-\alpha t) \cdot \sin(\omega_1 t), \quad (10)$$

график которого при $E=200\text{В}$, $L=20$ Гн, $C=0,02$ Ф, $R=4$ Ом, $\alpha=0,1$ изображён на рисунке 3.

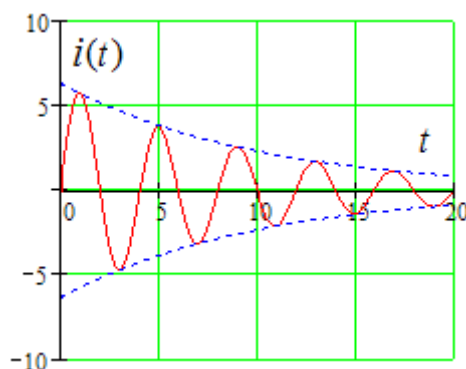


Рис. 3. Зависимость силы тока от времени при $R^2 C - 4L < 0$.

2. Пусть теперь $e(t) = E \sin \omega t$. В этом случае $e'(t) = E\omega \cos \omega t$ из уравнения (1) получается линейное неоднородное уравнение

$$L \frac{d^2 i}{dt^2} + R \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} i(t) = E\omega \cdot \cos \omega t \quad (11)$$

Однородным уравнением, соответствующим данному неоднородному уравнению (11), является уравнение, рассмотренное выше (случай 1), поэтому остается найти ЧР неоднородного уравнения. Если предположить, что $\omega \neq \omega_1$, то его следует искать в форме:

$$i(t) = A \cos(\omega t) + B \sin(\omega t).$$

Для нахождения неопределенных коэффициентов найдём производные:

$$i'(t) = -A\omega \sin(\omega t) + B\omega \cos(\omega t)$$

$$i''(t) = -A\omega^2 \cos(\omega t) - B\omega^2 \sin(\omega t)$$

и приходим к системе линейных уравнений относительно A и B :

$$\begin{aligned} (1/C - L\omega^2)A + \omega RB &= E\omega, \\ -\omega RA + (1/C - L\omega^2)B &= 0. \end{aligned}$$

Решая эту систему, находим коэффициенты

$$A = \frac{E\omega(1/C - L\omega^2)}{(1/C - L\omega^2)^2 + (\omega R)^2}, \quad B = \frac{E\omega^2 R}{(1/C - L\omega^2)^2 + (\omega R)^2}.$$

При этих значениях коэффициентов искомое частное решение принимает вид

$$i_{\times i}(t) = \frac{E\omega}{(1/C - L\omega^2)^2 + (\omega R)^2} \left[(1/C - L\omega^2) \cos \omega t + \omega R \sin \omega t \right].$$

Общее решение неоднородного уравнение (11) равно сумме общего решения (например, (3), (6), (8)) соответствующего однородного и ЧР неоднородного. Произвольные постоянные определяются из начальных условий, как и в предыдущем случае.

В резонансном случае, когда $\omega = \omega_1$, ЧР следует искать в виде:

$$i(t) = t(A \cos(\omega t) + B \sin(\omega t)).$$

Наличие множителя t показывает, что с ростом t амплитуда колебаний неограниченно возрастает.

Выводы. В общем случае в электрической цепи переходные процессы могут возникать только тогда, когда в цепи имеются индуктивные и ёмкостные элементы. Это связано с тем, что индуктивные и емкостные элементы являются инерционными, так как изменение в них энергии магнитного и электрического полей не может происходить мгновенно и, следовательно, не могут мгновенно протекать процессы в момент коммутации.

Литература

1. Гутер Р.С., Янпольский А.Р. Дифференциальные уравнения. Учебное пособие. Изд. 2-е, перераб. и доп. — М. Высшая школа, 1976. — 304 с.
2. Н. Н. Боголюбов, Ю. А. Митропольский. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний — М.: Физматлит, 1963. — 407 с.

Корнев Захар Евгеньевич, студент группы ЭАПУ-20, ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», 83001, г. Донецк, ул. Артема, 58.

e-mail: zakharr03@yandex.ru.

Научный руководитель:

Локтионов Игорь Константинович, ст. преподаватель высшей математики им. В.В. Пака, ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», 83001, г. Донецк, ул. Артема, 58.

e-mail: lok_ig@mail.ru, likk@telenet.dn.ua.

Kornev Zakhar Evgenyevich, student of the EAPU-20 group, Donetsk National Technical University, 83001, Donetsk, Artem str., 58.

Scientific supervisor:

Loktionov Igor Konstantinovich, senior lecturer of the Department of Higher Mathematics named after V.V. Pak, Donetsk National Technical University, 83001, Donetsk, Artem str., 58.





УДК 519.25

Шницар И.Н.,
магистрант группы 101601 АФМ-А, ГОУ ВПО «ДонНУ»
Руководитель: Жмыхова Т.В.,
к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедры высшей
математики ГОУ ВПО «ДонНАСА»

МЕТОДЫ МНОГОМЕРНОГО СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В ИССЛЕДОВАНИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТРАХОВОЙ МЕДИЦИНЫ

Аннотация. В работе выявлены и классифицированы факторы риска, влияющие на развитие медицинского страхования и социально-экономическое положение отдельных регионов Российской Федерации.

Ключевые слова: многомерный статистический анализ, кластеризация данных, страховые выплаты.

Annotation. The paper identifies and classifies risk factors that affect the development of health insurance and the socio-economic situation of individual regions of the Russian Federation.

Keywords: multidimensional statistical analysis, clustering of data, insurance payments.

Введение. Вследствие высокотехнологического роста локального сообщества, финансово-страховая отрасль, приобрела высокий спрос, в связи с чем для эффективной работы страховой компании и поддержания ее жизнедеятельности на максимально высоком уровне существует острая необходимость установить и классифицировать факторы риска, оказывающие влияние на нынешние условия, в которых происходит развитие системы страхования.

Для эффективной оценки рисков и управления возникает потребность проведения многомерного статистического анализа [1], а именно классификация и структуризация рисков, что является необходимым для оценки уровня развития страховых показателей в конкретном экономическом направлении.

Приоритетом данного исследования стало именно практическое применение методов многомерного статистического анализа в страховании [2].

Постановка задачи. Цель работы состоит в проведении исследования показателей, относящихся к категории добровольного медицинского страхования посредством методов многомерного статистического анализа. Таким образом, задача сводится к установлению и классификации факторов риска и объектов развития медицинского страхования и социально-экономического положения отдельных регионов Российской Федерации (далее РФ).

Результаты. Для достижения поставленной задачи изучены статистические показатели о страховых выплатах по медицинскому страхованию для федеральных округов РФ, предоставленные Центральным банком РФ [3].

В программе Statistica сформирована таблица, с основными показателями, влияющими на выплаты добровольного медицинского страхования по каждому из федеральных округов, при этом для устранения явных различий в единицах измерения выполнена стандартизация, результат которой отображен ниже. (Таблица 1.)

Таблица 1. Основные нормированные показатели, влияющие на выплаты добровольного медицинского страхования по федеральным округам РФ

	1 Страховые выплаты	2 Уровень безработицы	3 ВРП	4 Миграционный прирост	5 Доход	6 Плотность населения
Центральный ФО	2,39895729	-0,932795198	0,683532614	1,27260577	1,79962599	1,43416283
Северо-Западный ФО	0,19539436	-0,612979702	-0,2620732	1,48288836	0,569294501	-0,7075258
Южный ФО	-0,5251626	-0,25762915	-0,57727514	0,59480448	-0,828756934	0,46586146
Приволжский ФО	-0,33100585	-0,399769371	-0,42745782	-0,485990439	-0,956197684	0,10500891
Уральский ФО	-0,29151642	-0,470839481	-0,16038594	-0,170566549	0,69310352	-0,7683529
Сибирский ФО	-0,32127646	-0,00888376379	-0,22136973	-0,600061545	-1,14092074	-0,8867191
Дальневосточный ФО	-0,56517312	0,417536898	2,12686329	-0,973961279	0,0814869689	-0,9989204
Северо-Кавказский ФО	-0,5602172	2,26535977	-1,16183406	-1,1197188	-0,217635619	1,356485

Проведен компонентный анализ исходных параметров, для этого из каждой группы данных, участвующих в интерпретации главных компонент, отобраны основные факторы риска, на основе которых проведена дальнейшая кластеризация.

Используя инструменты многомерного анализа, исследованы главные компоненты и проведена их классификация. Установлено, какие из шести факторов оказывают наибольшее влияние на объем страховых выплат. Полученные результаты представлены в виде таблицы 2.

Таблица 2. Факторные координаты показателей

Variable	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	Factor 6
Страховые выплаты	0,318901	0,145039	0,155324	-0,523680	0,91121	-2,47458
Уровень безработицы	-0,241634	0,304126	0,454059	0,667950	-0,84441	-1,78564
ВРП	0,104770	-0,431354	0,622119	-0,561810	-1,08834	0,22164
Миграционный прирост	0,290994	0,027899	-0,445443	0,403048	-1,75678	-0,62693
Доход	0,288499	0,044031	0,377302	1,163914	0,62342	1,28556
Плотность населения	0,088663	0,582047	0,177905	-0,742240	-0,55537	1,64671

Из таблицы можно заметить, что максимальное влияние на объем выплат оказывает фактор №5 – денежный доход на душу населения. На графике (рис. 1) представлены взаимосвязи выбранного фактора риска и рассматриваемого признака по федеральным округам.



Рис. 1. График взаимосвязи показателей

Для наглядности сгенерирован аналогичный график связи между страховыми выплатами и валовым региональным продуктом (рис. 2).



Рис. 2. График корреляции выплат и ВРП

На графике прослеживается высокая степень зависимости, между рассматриваемым признаком, для Приволжского, Сибирского и Уральского округов.

Таким образом, с помощью компонентного анализа, в качестве первостепенных факторов влияния на число страховых выплат, целесообразно использование следующих рисковых показателей: денежные доходы на душу населения, валовый региональный продукт и уровень безработицы.

На основе полученных сведений выполнена иерархическая классификация [4] по каждому из федеральных округов РФ. Результат представлен в виде вертикальной дендрограммы, демонстрирующей объединение в кластеры округов со схожими факторами риска (рис. 3).

На горизонтальной оси дендрограммы указаны наблюдения, а на вертикальной – расстояние объединения. Следовательно, на первом шаге были объединены Южный и Приволжский округа, как имеющие минимальное расстояние (0,6135), а на последнем – все, уже объединенные в какие-либо кластеры, максимальное расстояние среди объектов кластеров составляет 9,9089. Таблица результатов со схемой объединения имеет вид (табл. 3).

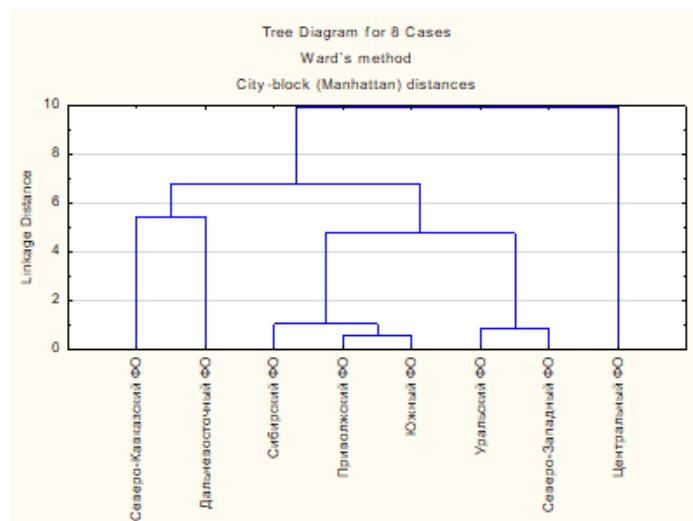


Рис. 3. Дендрограмма результатов иерархической классификации

Таблица 3. Схема объединения регионов в кластеры

linkage distance	Obj. No. 1	Obj. No. 2	Obj. No. 3	Obj. No. 4	Obj. No. 5	Obj. No. 6	Obj. No. 7	Obj. No. 8
.6135551	Южный ФО	Приволжский ФО						
.8545473	Северо-Западный ФО	Уральский ФО						
1.070233	Южный ФО	Приволжский ФО	Сибирский ФО					
4.769995	Северо-Западный ФО	Уральский ФО	Южный ФО	Приволжский ФО	Сибирский ФО			
5.440598	Дальневосточный ФО	Северо-Кавказский ФО						
6.791018	Северо-Западный ФО	Уральский ФО	Южный ФО	Приволжский ФО	Сибирский ФО	Дальневосточный ФО	Северо-Кавказский ФО	
9.908994	Центральный ФО	Северо-Западный ФО	Уральский ФО	Южный ФО	Приволжский ФО	Сибирский ФО	Дальневосточный ФО	Северо-Кавказский ФО

Исследуемые объекты разделены на группы, из которых сформировано 7 кластеров. В качестве факторов связи выбраны рисковые показатели, свойственные объединенным регионам.

Выводы. В результате проведения методов многомерного анализа приходим к выводу, что развитие области добровольного медицинского страхования на территории РФ является неравномерно распределённым. При этом некоторые из факторов имеют схожее влияние, позволяющее объединить показатели в один кластер, что поможет существенно снизить страховые издержки и выбрать регионы с наиболее благоприятной обстановкой для активного развития сферы.

Литература

1. Richard A. Johnson Applied Multivariate Statistical Analysis / Richard A. Johnson. – Upper Saddle River : Pearson PLC, 2009 – 393 p.

2. Шницар И.Н. Многомерный статистический анализ в изучении статистических показателей добровольного медицинского страхования / И.Н. Шницар, Т.В. Жмыхова // Вестник СНО ГОУ ВПО «ДОННУ». – Донецк: ДОННУ. 2020. – Т.1: Естественные науки. – №14. – С. 228–231.

3. Сводные данные отчетности субъектов страхового дела. – Текст : электронный // Банк России. Статистика: официальный сайт. – 2022. – URL : <https://cbr.ru/statistics/insurance/> (дата обращения: 27.01.2022).

4. Brian S. Everitt. Daniel Stahl *Cluster Analysis* / Brian S. Everitt, Sabine Landau, Morven Leese. *5th ed.* – New York : Wiley, 2011 - 321 p.

Шницар Ирина Николаевна, магистрант группы 101601 АФМ-А, ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», 283001 г. Донецк, ул. Университетская, 24.

e-mail: irina.shnitsar@gmail.com

Научный руководитель:

Жмыхова Татьяна Владимировна, к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедры высшей математики, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123 г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: zhmykhovatanya@mail.ru

Shnitsar Irina Nikolaevna, master student of group 101601 AFM-A, Donetsk National University, 283001 Donetsk, st. University, 24.

Scientific supervisor:

Zhmykhova Tatyana Vladimirovna, Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Higher Mathematics, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123 Makeevka, Derzhavin st., 2.



УДК 622.14+681.332

Букша Д.Р.,
студ. группы ПМК-18, ГОУ ВПО «ДонНТУ»
Руководитель: Прокопенко Е.В.,
к.т.н., доцент кафедры прикладной математики,
ГОУ ВПО «ДонНТУ»,

ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКОГО ПАКЕТА STADIA ДЛЯ АНАЛИЗА ДАННЫХ

Аннотация. Рассмотрены возможности определения закона распределения на базе статистического пакета STADIA. В работе посредством последовательных вычислительных процедур устанавливается статистический закон распределения, которому подчиняются экспериментальные данные о дефектах технологического процесса обработки данных АИС (автоматизированной информационной системы).

Ключевые слова: пакет STADIA, экспериментальные данные, автоматизированная информационная система.

Annotation. The possibilities of determining the distribution law on the basis of the STADIA statistical package are considered. In the work, by means of sequential computational procedures, a statistical distribution law is established, to which experimental data on defects in the technological process of processing AIS (automated information system) data are subject.

Keywords: STADIA package, experimental data, automated information system.

Постановка проблемы. В практике экспериментального исследования автоматизированной информационной системы надежность и достоверность результатов исследования в значительной мере зависят от точности экспериментальных данных случайной выборки, полученной в ходе наблюдения

и сбора данных о дефектах, возникающих на различных этапах технологического процесса обработки данных автоматизированной информационной системы. При этом очень часто возникает необходимость ответить на следующие вопросы: какова вероятность тех событий, которые отражает статистическая структура дефектов, т.е. экспериментальные данные? Каковы точность, надежность вычислительных результатов, получаемых на основе обработки экспериментальных данных? Обоснованность этих вопросов обуславливается многими причинами.

Одной из них является то, что АИС (автоматизированная информационная система) и ее компоненты, в частности технологический процесс обработки данных, в силу своего человеко-машинного характера относятся к классу вероятностных систем. Собранные экспериментальные данные и результаты их обработки будут отражать вероятностный характер технологии обработки данных, а качество модели ИС зависит от уровня надежности, достоверности результатов расчетов, которые определяются уровнем надежности исходных экспериментальных данных [1, 2]. Для повышения надежности результатов вычислений и улучшения качества моделирования необходимо определить характер экспериментальных данных путем выявления закона, которому подчиняются экспериментальные данные о дефектах. Рассмотрим всю технологическую цепочку вычислений на конкретном примере.

Основные этапы решения. Решение данной задачи состоит из нескольких этапов.

1. *Ввод статистических экспериментальных данных.* Компьютерный ввод экспериментальных данных в объеме 18 чисел. В результате процедуры ввода в электронной таблице в столбце x_1 размещаются 18 значений, формирующих переменную x_1 . При отсутствии ошибок ввода следует приступить к следующему этапу. Ввод исходных данных показан на рисунке 1.

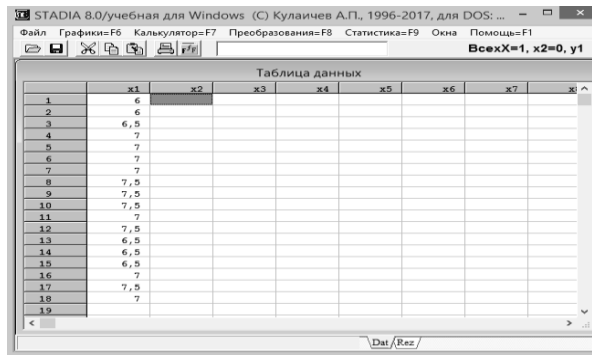


Рис. 1. Ввод исходных данных

2. Проверка распределения экспериментальных данных на нормальность.

Общепринятой формой представления выборочного распределения является гистограмма. При ее построении диапазон изменения выборочных значений разбивают на равные интервалы и подсчитывают число значений, попадающих в каждый интервал. При графическом представлении гистограммы на каждом интервале строится прямоугольник высотой, пропорциональной числу выборочных значений, попавших в интервал. Вычисление на данном этапе показано на рисунках 2-4.

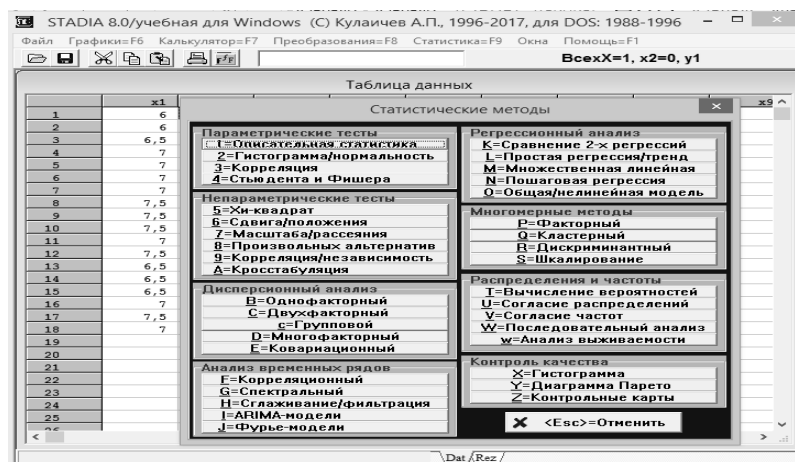


Рис. 2. Структура подокна «Статистические методы»

3. Уточнение закона распределения. Чтобы более точно определить закон распределения случайных величин выборки, прибегают к проверке распределения на соответствие конкретному закону. Средствами ППСА STADIA можно выполнить проверку наиболее часто встречающихся в практике законов распределения: нормального, экспоненциального, Релея, Вейбулла, логистического, экстремальных значений, Эрланга, логнормального.

СЕКЦИЯ «ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА»

В соответствии с описанным способом проверки стоит выполнить проверку по остальным законам распределения. Практически это расширяет представление о моделируемом ИР и позволяет принять правильное решение о стратегии и тактике моделирования.

4. *Формулирование выводов* выполняется по окончании проверки по всем законам распределения.

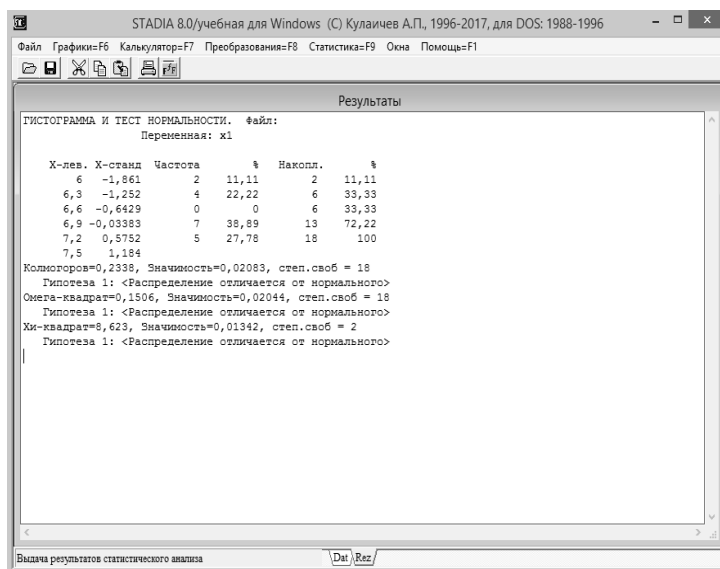


Рис. 3. Окно «Результаты», отображающее данные по гистограмме и тесту нормальности

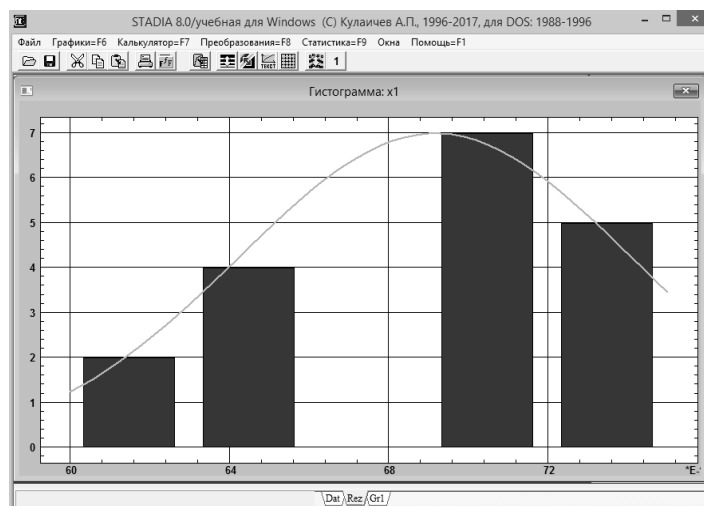


Рис. 4. Гистограмма дефектов по показателю полноты данных

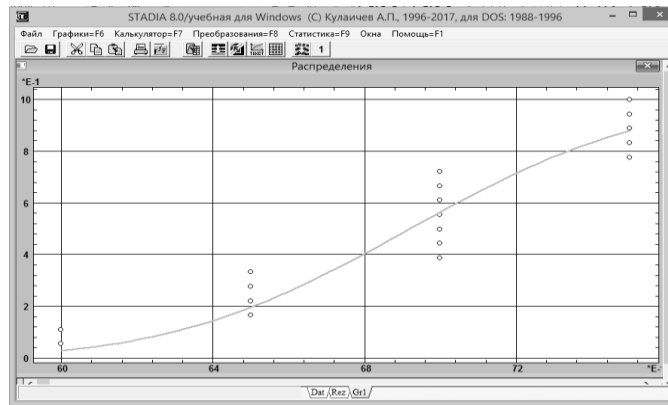


Рис. 5. График проверки данных на соответствие нормальному закону

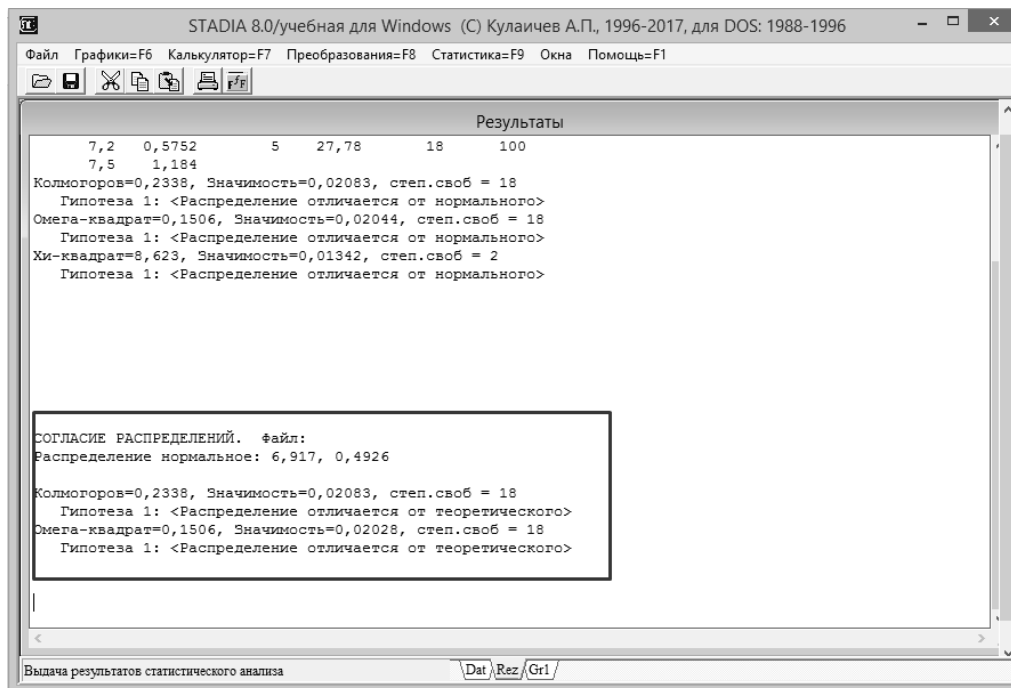


Рис. 6. Подокно «Результаты» с отображением оценок соответствия данных закону нормального распределения

Вывод. В данной статье рассмотрены этапы проверки экспериментальных данных по выявлению закона распределения ряда чисел. В работе рассматривался ряд чисел из 18 элементов. В работе показаны этапы вычисления только одного закона распределения. Аналогичным образом рассматриваются другие законы распределения и делаются конкретные выводы по каждому закону. Для детального анализа количество чисел может быть различным.

В итоге посредством последовательных вычислительных процедур должен быть установлен статистический закон распределения, которому подчиняются экспериментальные данные о дефектах технологического процесса обработки данных АИС. Необходимые вычисления выполняются программными средствами диалоговой системы STADIA. На основе результатов вычисления определяется закон распределения, в соответствии с которым выполняются последующие вычисления в процессе моделирования и улучшения качества технологического процесса обработки данных.

Литература

1. Крамер, Г. Математические методы статистики / Г. Крамер ; перевод А. С. Монин, А. А. Петров ; под редакцией А. Н. Колмогоров. – Москва-Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, 2003. – 648 с.
2. Исследование операций : учебное пособие (практикум) / составители А. С. Адамчук, С. Р. Амироков, А. М. Кравцов. – Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. – 178 с.

Букша Дарья Романовна, студентка группы ПМК-18 ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», 83001, г. Донецк, ул. Артема, 58.

Научный руководитель:

Прокопенко Елена Васильевна, к.т.н., доцент, доцент кафедры прикладной математики, ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», 83001, г. Донецк, ул. Артема, 58.

e-mail: prokopenko1515@rambler.ru

Buksha Daria Romanovna, student of the PMK-18 group of the Donetsk National Technical University, 83001, Donetsk, Artem st., 58.

Scientific supervisor:

Prokopenko Elena Vasilievna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Applied Mathematics, Donetsk National Technical University, 83001, Donetsk, Artem st., 58.



УДК 517.5

Халимоненко А.Н.,
студент группы ЭАПУм-20, ГОУВПО «ДонНТУ»
Руководитель: Локтионов И.К.,
старший преподаватель кафедры высшей математики
им. В.В. Пака, ГОУ ВПО «ДонНТУ»

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ИНТЕГРИРОВАНИЯ ПО ЧАСТЯМ ДЛЯ ВЫВОДА ФОРМУЛЫ ТЕЙЛОРА

Аннотация. Формула Тейлора получена на основе метода интегрирования по частям с привлечением формулы Ньютона-Лейбница.

Ключевые слова: интегрирование по частям, формула Тейлора, остаточный член.

Annotation. The Taylor formula is obtained on the basis of the method of integration by parts using the Newton-Leibniz formula.

Keywords: integration by parts, Taylor formula, remainder term.

Введение. Формула Тейлора имеет чрезвычайно важное значение при решении многих прикладных задач, которые сводятся к вычислению интегралов, нахождению решений дифференциальных уравнений, нелинейных уравнений и их систем. Обычный подход к выводу формулы Тейлора основан на предположении о возможности приближения заданной функции степенными многочленами. В настоящем сообщении это предположение не используется, и формула Тейлора получена путём последовательного интегрирования по частям.

Постановка задачи. Пусть функция $y = f(x)$ задана какой-либо формулой, которая оказывается слишком сложной и неудобной для вычислений значений y . Поставим задачу – построить простое и удобное приближённое

выражение функции $y = f(x)$ на небольшом промежутке изменения аргумента $y(x)$, например при значениях x , близких к фиксированному числу x_0 .

Результаты. Запишем формулу Ньютона-Лейбница для производной функции $y = f(x)$. Очевидно, что

$$\int_{x_0}^x y'(t)dt = y(t)\Big|_{x_0}^x = y(x) - y(x_0).$$

Откуда получаем $y(x) = y(x_0) + \int_{x_0}^x y'(t)dt$. Заменяем под интегралом dt на $d(t-x)$. Эта замена законна, т.к. здесь x (верхний предел интегрирования) рассматривается как постоянная. Воспользуемся методом интегрирования по частям [1]:

$$\begin{aligned} y(x) &= y(x_0) + \int_{x_0}^x y'(t)d(t-x) = y(x_0) + y'(t)(t-x)\Big|_{x_0}^x - \int_{x_0}^x (t-x)dy'(t) = \\ &= y(x_0) + y'(x_0)(x-x_0) + \int_{x_0}^x (x-t)y''(t)dt. \end{aligned}$$

Если теперь снова заменить под интегралом dt на $d(t-x)$ и проинтегрировать по частям, то получим

$$\begin{aligned} \int_{x_0}^x (x-t)y''(t)dt &= \int_{x_0}^x (x-t)y''(t)d(t-x) = -\int_{x_0}^x y''(t)d\frac{(x-t)^2}{2} = \\ &= -y''(t)\frac{(x-t)^2}{2}\Big|_{x_0}^x + \int_{x_0}^x \frac{(x-t)^2}{2} dy''(t) = y''(x_0)\frac{(x-x_0)^2}{2} + \frac{1}{2}\int_{x_0}^x (x-t)^2 y'''(t)dt, \end{aligned}$$

и, значит,

$$y(x) = y(x_0) + y'(x_0)(x-x_0) + \frac{1}{2}y''(x_0)(x-x_0)^2 + \frac{1}{2}\int_{x_0}^x (x-t)^2 y'''(t)dt.$$

Выполняя интегрирование по частям n раз, мы получим выражение, состоящее из $n+2$ слагаемых

$$\begin{aligned} y(x) &= y(x_0) + y'(x_0)(x-x_0) + \frac{y''(x_0)}{2!}(x-x_0)^2 + \frac{y'''(x_0)}{3!}(x-x_0)^3 + \dots \\ &\dots + \frac{y^{(n)}(x_0)}{n!}(x-x_0)^n + \frac{1}{n!}\int_{x_0}^x (x-t)^n y^{(n+1)}(t)dt. \end{aligned}$$

Формула называется формулой Тейлора и является точной, т.к. она получена из формулы Ньютона-Лейбница. Последнее слагаемое

$$r_n = \frac{1}{n!} \int_{x_0}^x (x-t)^n y^{(n+1)}(t) dt$$

в её правой части называется остатком или остаточным членом в интегральной форме. Он указывает разность между левой частью $y(x)$ и суммой

$$y(x_0) + y'(x_0)(x-x_0) + \frac{y''(x_0)}{2!}(x-x_0)^2 + \frac{y'''(x_0)}{3!}(x-x_0)^3 + \dots + \frac{y^{(n)}(x_0)}{n!}(x-x_0)^n,$$

которая приближённо представляет функцию $y(x)$. Можно ожидать, что чем больше степеней $(x-x_0)$ входит в приближённую формулу, тем она будет точнее. Но это верно лишь при малых значениях $|x-x_0|$.

Используя обобщённую теорему о среднем значении остаточный член можно записать в виде

$$r_n = \frac{1}{n!} \int_{x_0}^x (x-t)^n y^{(n+1)}(t) dt = \frac{1}{n!} y^{(n+1)}(\xi) \int_{x_0}^x (x-t)^n dt = \frac{(x-x_0)^{n+1}}{(n+1)!} y^{(n+1)}(\xi),$$

где число ξ лежит между x и x_0 . Эта форма остатка называется остаточным членом в форме Лагранжа.

Число ξ можно представить в виде $\xi = x_0 + \theta(x-x_0)$, где $\theta \in (0;1)$, тогда получим остаточный член в форме Коши

$$r_n = \frac{(x-x_0)^{n+1}}{(n+1)!} y^{(n+1)}(\xi) = \frac{(x-x_0)^{n+1}}{(n+1)!} y^{(n+1)}(x_0 + \theta(x-x_0)).$$

Остаточный член в форме Пеано имеет вид $r_n = o((x-x_0)^n)$. Эта запись означает, что $o((x-x_0)^n)$ является бесконечно малой более высокого порядка, чем $(x-x_0)^n$.

Если в формуле Тейлора положить $x_0 = 0$, то она принимает вид

$$y(x) = y(0) + y'(0)x + \frac{y''(0)}{2!}x^2 + \frac{y'''(0)}{3!}x^3 + \dots + \frac{y^{(n+1)}(\theta \cdot x)}{(n+1)!}x^{n+1}.$$

Этот частный случай формулы Тейлора называется формулой Маклорена.

Остаточный член $r_n = r_n(x)$ указывает величину погрешности, которая возникает при замене $f(x)$ многочленом.

Рядом Тейлора функции $y = f(x)$ относительно точки x_0 называется степенной ряд вида

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{f^{(n)}(x_0)}{n!} (x - x_0)^n, \quad (0!, \quad f^{(0)}(x_0) = f(x_0)).$$

Коэффициенты этого ряда $c_0 = f(x_0)$, $c_1 = f'(x_0)/1!$, ..., $c_n = f^{(n)}(x_0)/n!$, ... называются коэффициентами Тейлора функции $f(x)$.

При $x_0 = 0$ ряд Тейлора принимает вид $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{f^{(n)}(0)}{n!} x^n$ и называется рядом Маклорена.

Теорема (условие разложимости функции в ряд Тейлора). Для того чтобы ряд Тейлора $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{f^{(n)}(x_0)}{n!} (x - x_0)^n$ функции $f(x)$ сходилась к $f(x)$ в точке x ,

необходимо и достаточно, чтобы в этой точке остаточный член формулы

Тейлора $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{f^{(n)}(x_0)}{n!} (x - x_0)^n + r_n(x)$ стремился к нулю при $n \rightarrow \infty$, т.е. чтобы

$$\lim_{n \rightarrow \infty} r_n(x) = 0.$$

Выводы. Формула Тейлора представляет собой удобный инструмент, позволяющий получить решение упомянутых выше задач в виде приближённого соотношения, описывающего зависимость неизвестной функции на некотором промежутке изменения её аргумента. Это обстоятельство является преимуществом аналитического подхода, которым не обладают численные методы вычисления интегралов и решения уравнений.

Рассмотренный выше способ вывода формулы Тейлора оказывается более трудоёмким, чем предлагаемый в учебниках по математическому анализу [2].

Однако его достоинство состоит в том, что он не требует привлечения эвристических соображений относительно возможности представления функции

степенными многочленами, а формула Тейлора возникает естественным образом, путём последовательного применения интегрирования по частям.

Литература

1. Зельдович Я.Б. Высшая математика для начинающих и её приложения к физике / Я.Б. Зельдович. – М.: ФИЗМАТГИЗ, 1963. – 560 с.

2. Мышкис А.Д. Лекции по высшей математике / А.Д. Мышкис. – М.: “Наука”, 1967. – 640 с.

Халимоненко Александр Николаевич, студент группы ЭАПУм-20, ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», 83001, г. Донецк, ул. Артема, 58.

e-mail: ahalimonenko24@gmail.com

Научный руководитель:

Локтионов Игорь Константинович, ст. преподаватель высшей математики им. В.В. Пака, ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», 83001, г. Донецк, ул. Артема, 58.

e-mail: lok_ig@mail.ru likk@telenet.dn.ua

Khalimonenko Alexandr Nikolaevich, student of the EAPUm-20 group, Donetsk National Technical University, 83001, Donetsk, Artem str., 58.

Scientific supervisor:

Loktionov Igor Konstantinovich, senior lecturer of the Department of Higher Mathematics named after V.V. Pak, Donetsk National Technical University, 83001, Donetsk, Artem str., 58.





УДК 004.9

Лисиченко Е.Т.,

студ. группы КСЦ-21, ГОУ ВПО «ДонНТУ»

Руководитель: Савин А.И.,

ассистент кафедры высшей математики

им. В.В. Пака, ГОУ ВПО «ДонНТУ»

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН

Аннотация. Рассмотрены некоторые методы моделирования случайных величин с заданным законом распределения.

Ключевые слова: случайная величина, закон распределения.

Annotation. Some methods of modeling random variables with a given law of distribution are considered.

Keywords: a random variable, the law of distribution.

Введение. Моделирование случайных величин является неотъемлемой частью многих алгоритмов. Кроме математики и статистики случайные числа используются в методах криптографии, стохастической оптимизации и во многих задачах из других сфер.

Постановка задачи. В данной работе рассмотрим методы моделирования дискретных и непрерывных случайных величин. Сначала проанализируем два метода генерирования стандартной равномерной последовательности: последовательности r_1, r_2, \dots, r_n независимых значений случайной величины R , распределённой равномерно на промежутке $[0;1)$. Стандартная равномерная последовательность очень важна, так как компьютерные датчики случайных величин моделируют именно такую последовательность, а из неё уже и создаются последовательности значений случайных величин, имеющих другой закон распределения.

Результаты. Наиболее распространенными методами генерирования последовательности равномерно распределённых чисел являются линейный конгруэнтный метод и метод Фибоначчи с запаздываниями.

Суть линейного конгруэнтного метода заключается в вычислении последовательности чисел x_i :

$$x_{i+1} = (ax_i + c) \bmod m,$$

где m – модуль ($m \geq 0$), a – множитель ($0 \leq a < m$), c – приращение ($0 \leq c < m$), x_1 – начальное значение ($0 \leq x_1 < m$); $r_i = \frac{x_i}{m} \in [0;1)$, $i = 1, 2, \dots, n$. Любая

конгруэнтная последовательность является периодической, причём её период не может быть больше, чем m . Поэтому m должно быть достаточно большим. Линейный конгруэнтный метод может быть обобщён, например, в квадратичный: $x_{i+1} = (dx_i^2 + ax_i + c) \bmod m$.

Так как длина периода последовательности влияет на степень случайности, то желательно получить длинный период. Для достижения этой цели используют методы, в которых x_{i+1} зависит не только от x_i , но и от других членов этой последовательности. Самый простой пример такой последовательности – это последовательность чисел Фибоначчи: $x_{i+1} = (x_i + x_{i-1}) \bmod m$. В большинстве случаев эта последовательность имеет период больший, чем m . Обобщением этого метода является метод Фибоначчи с запаздываниями: $x_{i+1} = (x_{i-k} + x_{i-l}) \bmod m$, $i > \max\{k, l\}$.

Перейдём к рассмотрению вопроса моделирования случайных величин, заданных функцией распределения $y = F(x)$. Применяя генератор стандартной равномерной последовательности r_1, r_2, \dots, r_n , получим n значений случайной величины, заданной функцией распределения $y = F(x)$. Стандартный способ моделирования дискретных величин заключается в следующем. Пусть величина X имеет распределение: $P(X = x_j) = p_j$, $j = 1, 2, \dots, k$. Если число r стандартной равномерной последовательности попадает в интервал $[F(x_j); F(x_j + 0))$,

$j=1,2,\dots,k$, то в качестве очередного значения моделируемой случайной величины X принимается значение x_j .

Теперь рассмотрим алгоритм генерирования последовательности значений непрерывной случайной величины. Пусть X – непрерывная случайная величина, заданная функцией распределения $y = F(x)$. Если функция $y = F(x)$ строго возрастает на всей области определения, то она имеет обратную функцию $y = F^{-1}(x)$. Тогда числа $x_i = F^{-1}(r_i)$, $i = 1, 2, \dots, n$ – интересующая нас последовательность.

Пусть, например, требуется сгенерировать выборку из экспоненциального распределения с параметром $\lambda > 0$. Функция этого распределения $F(x) = 1 - e^{-\lambda x}$, $x \in (0; +\infty)$ строго возрастает, $F^{-1}(x) = -\frac{1}{\lambda} \ln(1 - x)$. Таким

образом, если r_1, r_2, \dots, r_n – стандартная равномерная последовательность, то x_1, x_2, \dots, x_n – искомая выборка из экспоненциального распределения, где

$$x_i = -\frac{1}{\lambda} \ln(1 - r_i), \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Получим последовательность x_1, x_2, \dots, x_n независимых значений случайной величины X , распределённой равномерно на промежутке $[a; b)$.

Функция распределения $F(x) = \frac{x - a}{b - a}$ на промежутке $[a; b)$ строго возрастает,

$$F^{-1}(x) = a + (b - a)x. \text{ Получаем, } x_i = a + (b - a) \cdot r_i.$$

Несмотря на кажущуюся универсальность, метод обратного преобразования имеет серьёзные практические ограничения. Даже если функция распределения строго возрастает, вычислить её обратную функцию не всегда просто, особенно если она не задана в виде элементарной функции, как, например, в случае нормального распределения. В таких случаях необходимо использовать численные методы, однако для программного генерирования нормально распределённых величин разработано несколько других методов. Например, к таким методам относится преобразование Бокса – Мюллера. Оно

имеет два варианта. Рассмотрим только один из них. Пусть r и φ – независимые случайные величины, равномерно распределённые на промежутке $(0;1]$. Тогда величины $z_0 = \cos(2\pi\varphi)\sqrt{-2\ln r}$ и $z_1 = \sin(2\pi\varphi)\sqrt{-2\ln r}$ независимы и распределены нормально с параметрами 0 и 1. После получения нормальной случайной величины z с такими параметрами, можно легко перейти к величине X с параметрами a и σ по формуле $x_i = a + \sigma \cdot z_i$.

Литература

1. Кнут Д. Искусство программирования для ЭВМ / Дональд Кнут. – Т. 2: Получисленные алгоритмы. – М: Мир, 1977. – 724 с.
2. Вадзинский Р.Н. Справочник по вероятностным распределениям / Р.Н. Вадзинский. – СПб.: Наука, 2001.

Лисиченко Елена Тимофеевна, студентка группы КСЦ-21, ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», 83001, г. Донецк, ул. Артема, 58.

e-mail: elenalisichenko555@gmail.com

Научный руководитель:

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

e-mail: savin.donntu@mail.ru

Lisichenko Elena Timofeevna, student of the KSC-21 group, Donetsk National Technical University, 83001, Donetsk, Artem str., 58.

Scientific supervisor:

Savin Aleksandr Ivanovich, Assistant of the Department of Higher Mathematics named after V.V. Pak, Donetsk National Technical University, 83001, Donetsk, Artem str., 58.





УДК 519.6

Антропов В. В.,

студ. группы ЭУН-66, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: к.ф.-м.н. Котова О. В.,

доцент кафедры высшей математики

ГОУ ВПО «ДонНАСА»

НЕКОТОРЫЕ ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ МИНИМИЗАЦИИ ФУНКЦИИ

Аннотация. Рассмотрено применение двух численных методов (деления отрезка пополам и золотого сечения) при решении задачи минимизации функции одной переменной.

Ключевые слова: минимизация функции, метод деления отрезка пополам, метод золотого сечения.

Annotation. The application of two numerical methods (halving the segment and the golden section) is considered in solving the problem of minimizing the function of one variable.

Keywords: minimization of a function, the method of dividing a segment in half, the method of the golden section.

Введение. В математическом анализе хорошо известна задача минимизации функции, которую мы решаем методами дифференциального исчисления. Однако разработано множество методов, которые довольно просто реализовать с помощью компьютерных средств. К таким относятся методы сокращения отрезка поиска при минимизации функции одной переменной. Они не требуют нахождения производной, а исследуют поведение функции в специально выбранных точках.

Постановка задачи. Изучим численные методы, позволяющие сокращать отрезок поиска минимума функции, пока он не стянется к искомой точке. В

данной работе рассмотрим применение двух методов: деления отрезка пополам и золотого сечения.

Пусть задана функция $f(x)$ на отрезке $[a, b]$. Схема поиска минимума:

1. Определяем начальный отрезок $[a_0, b_0] \subset [a, b]$, содержащий точку глобального минимума x_{\min} .
2. Специальным образом выбираем точки, анализируя значения $f(x)$, и получаем отрезок $[a_1, b_1]$ и т.д. Так строим отрезок $[a_n, b_n] \subset [a_{n-1}, b_{n-1}]$.
3. Проверяем условие окончания процедуры построения (точность расчетов или заданное количество итераций).
4. Выбираем искомую точку x_n , близкую к точному значению x_{\min} .

Будем рассматривать такие функции, для которых процесс поиска сходится.

Метод деления отрезка пополам. Выбираем число $\delta \in (0, 2\varepsilon)$. На отрезке

$[a, b]$ выбираем две точки x_1 и x_2 , удовлетворяющие условиям: $x_1 = \frac{a+b-\delta}{2}$ и $x_2 = \frac{a+b+\delta}{2}$. В качестве δ выберем число 0,02. Погрешность оценивается так:

$$\varepsilon_n = |b_n - a_n| \leq \varepsilon = 0,05.$$

Метод золотого сечения. На отрезке $[a, b]$ выбираем симметрично

относительно концов точки x_1 и x_2 , удовлетворяющие $\frac{b-a}{b-x_1} = \frac{b-x_1}{x_1-a}$ и, зная x_1 ,

находим: $x_2 = a + b - x_1$. Погрешность оценивается так:

$$\varepsilon_n = \frac{\sqrt{5}-1}{2}(b_n - a_n) \leq \varepsilon = 0,05.$$

Результаты. На примере функции $f(x) = x^4 + 3x^3 - 13x^2 - 16x$ на отрезке $[0, 3]$ найдем точку минимума методом деления отрезка пополам и методом золотого сечения. Для каждого метода отдельно выбираем начальные точки $x_1^{(0)}$

и $x_2^{(0)}$ по соответствующим формулам, описанным выше. Вычисляем значения функции в этих точках $f(x_1^{(0)})$ и $f(x_2^{(0)})$ и сравниваем их.

Если $f(x_1^{(n)}) > f(x_2^{(n)})$, то $a_n = x_1^{(n)}$; если $f(x_1^{(n)}) < f(x_2^{(n)})$, то $b_n = x_2^{(n)}$. Так выбираем отрезки $[a_n, b_n]$ и точки $x_1^{(n)}$ и $x_2^{(n)}$ до тех пор, пока $\varepsilon_n \leq \varepsilon = 0,05$.

Приведём полученные в Excel итерационные вычисления.

Таблица 1. Метод деления отрезка пополам

i	a_i	b_i	e_i	x_1	x_2	f(x_1)	f(x_2)	Проверка
0	0	3	1,5	1,49	1,51	-37,84860899	-38,273591	$f(x_1) > f(x_2)$, a=x_1
1	1,49	3	0,755	2,235	2,255	-42,25266857	-41,927652	$f(x_1) < f(x_2)$, b=x_2
2	1,49	2,255	0,3825	1,8625	1,8825	-43,47995701	-43,617273	$f(x_1) > f(x_2)$, a=x_1
3	1,8625	2,255	0,19625	2,04875	2,06875	-43,92979961	-43,859333	$f(x_1) < f(x_2)$, b=x_2
4	1,8625	2,06875	0,103125	1,955625	1,975625	-43,94385223	-43,982929	$f(x_1) > f(x_2)$, a=x_1
5	1,955625	2,06875	0,0565625	2,0021875	2,0221875	-43,99986112	-43,985603	$f(x_1) < f(x_2)$, b=x_2
6	1,955625	2,0221875	0,03328125	1,97890625	1,99890625	-43,9871996	-43,999965	$e < 0,05$

При нахождении минимума функции методом деления отрезка пополам выполнено 7 итераций. В точке $x \approx 2$ минимум функции $f_{\min}(x) \approx -44$.

Таблица 2. Метод золотого сечения

i	a_i	b_i	e_i	x_1	x_2	f(x_1)	f(x_2)	Проверка
0	0	3	1,85410197	1,14589803	1,854101966	-29,16627806	-43,416408	$f(x_1) > f(x_2)$, a=x_1
1	1,145898034	3	1,14589803	1,85410197	2,291796068	-43,41640786	-41,250252	$f(x_1) < f(x_2)$, b=x_2
2	1,145898034	2,29179607	0,70820393	1,58359214	1,854101966	-39,7357	-43,416408	$f(x_1) > f(x_2)$, a=x_1
3	1,583592135	2,29179607	0,4376941	1,85410197	2,021286236	-43,41640786	-43,986754	$e < 0,05$

При нахождении минимума функции методом золотого сечения выполнено 4 итерации. В точке $x \approx 2,02$ минимум функции $f_{\min}(x) \approx -44$.

Сравним полученные значения с точным минимумом. При нахождении наименьшего значения функции на отрезке с помощью производной получаем:

$$f'(x) = 4x^3 + 9x^2 - 26x - 16.$$

$$f'(x) = 0 \text{ при } x_1 = 2, x_2 = \frac{\sqrt{161} - 17}{8} \approx -0,54, x_3 = -\frac{\sqrt{161} + 17}{8} \approx -3,71.$$

Выбираем наименьшее значение на отрезке $[0,3]$:

$$f(2) = 2^4 + 3 \cdot 2^3 - 13 \cdot 2^2 - 16 \cdot 2 = -44;$$

$$f(0) = 0; \quad f(3) = 3^4 + 3 \cdot 3^3 - 13 \cdot 3^2 - 16 \cdot 3 = -3.$$

В точке $x = 2$ функция принимает наименьшее значение $f_{\min}(x) = -44$.

Выводы. Практическим путем определили приближенное значение минимума конкретной функции двумя численными методами: деления отрезка пополам и золотого сечения. Применяя первый метод, пришлось выполнить больше итераций, чем при решении вторым методом. Полученные приближенные значения совпадают с точным.

Литература

1. Гребенникова, И. В. Методы оптимизации: учебное пособие / И. В. Гребенникова. – Екатеринбург: УрФУ, 2017. – 148 с.

2. Васильев, Ф. П. Численные методы решения экстремальных задач: уч. пособие для вузов. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. – 552 с.

Антропов Владислав Витальевич, студент группы ЭУН-6б, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: antropov.v.v-eun-6b@donnasa.ru

Научный руководитель:

Котова Ольга Викторовна, к.ф.-м.н., доцент кафедры высшей математики, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: o.v.kotova@donnasa.ru

Antropov Vladislav Vitalievich, student of the EPM-6b group, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin str., 2.

Scientific supervisor:

Kotova Olga Viktorovna, Ph.D., Associate Professor of the Department of Higher Mathematics, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin str., 2.





УДК 51-7

Плотников А.Д.,
студ. группы ТИМС-1а, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: к. пед. н. Галибина Н.А.,
доцент кафедры высшей математики,
ГОУ ВПО «ДонНАСА»

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕЙСТВИЯ НАСОСА В ПРИРОДЕ И В ИНЖЕНЕРНОМ ДЕЛЕ

Аннотация. Рассмотрены различных насосов, в том числе и естественного происхождения. Составлено дифференциальное уравнение для нахождения скорости течения жидкости в трубе насоса. Найдены решения этого уравнения для некоторых функций.

Ключевые слова: насос, математическая модель, скорость течения жидкости, дифференциальное уравнение.

Annotation. Various pumps, including those of natural origin are considered. A differential equation to find the fluid flow speed in the pump pipe is obtained. Solutions of this equation for some functions are found.

Keywords: pump, mathematical model, fluid flow speed, differential equation.

Введение. Насосы широко используются в различных отраслях производства и имеют очень важное значение для транспортировки жидкости в различных биомедицинских и инженерных системах. Так, при строительстве зданий и сооружений насосы используются для подачи воды, осушения строительных площадок и котлованов, отвода стоков, образующихся при строительстве. Насосы нужны для того, чтобы выкачивать нефть из скважин и доставлять воду в высокогорные районы.

Существует большое количество типов насосов. Например, в строительстве в настоящее время используют два типа насосов: грунтовые и шламовые. С помощью грунтовых насосов осуществляется перекачка различных жидкостных смесей, которые характеризуются содержанием большого количества песка, золы, гравия, а также иных абразивных веществ. Шламовые насосы используются для очистки и перекачки шлама.

Каждое из устройств обоих типов должно не просто качественно выполнять возложенную на него задачу, но и обеспечивать безопасность, а также обладать сравнительной долговечностью. Именно поэтому важно как можно точнее составить математическую модель работы насоса для того, чтобы иметь возможность исследовать свойства перекачиваемых веществ и свойства самих насосных устройств.

Постановка задачи. Течение по нефтепроводам, водопроводам, газопроводам и другим аналогичным техническим сооружениям, большую часть времени стационарно – скорость почти не меняется со временем. Разумеется, иногда происходят переключения режима (например, повышается или понижается напор в трубе) или аварии.

В течение какого-то времени наблюдается переходный процесс: скорость течения меняется. Постепенно течение снова выходит на стационарный режим (тот, что был прежде, или иной). Однако многие насосы работают иначе: периодически (с периодом T) изменяя подачу жидкости ли газа в трубу. Пример такого насоса – сердце, выбрасывающее «свежую» кровь в аорту и принимающее кровь из вен. У разных животных *пульс* – количество ударов в минуту – сильно различается. Достоинством такого типа насосов является то, что, к примеру, циркуляция крови в сердечно-сосудистой системе сохраняется в некоторой степени даже тогда, когда клапаны сердца вышли из строя.

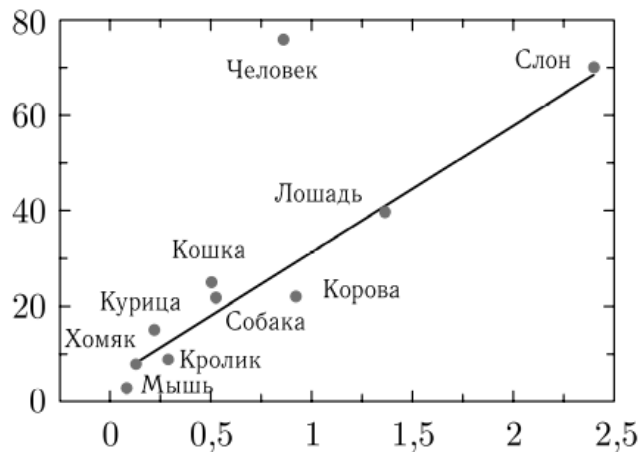


Рис. 1

Интересен тот факт, что зависимость продолжительности жизни различных видов животных и птиц от среднего периода сокращения сердечной мышцы близка к линейной, о чём свидетельствует рисунок 1. Однако для людей этой зависимости не наблюдается. Именно поэтому необходима точная математическая модель течения жидкости в насосе, и её частного случая: течения крови в сосудах.

Поставлена задача смоделировать скорость течения жидкости в трубе насоса и найти функцию, которая бы описывала эту скорость для различных начальных данных.

Результаты. Обозначим через $U(r)$ скорость течения жидкости в трубе насоса, r – расстояние от оси трубы до наблюдаемой частицы жидкости, l – длину трубы, p_0 и p_l – давление в начале и в конце трубы (в предположении, что давление постоянно как по времени, так и по сечению трубы), μ – коэффициент «внутреннего трения», зависящий от свойств жидкости.

При ненулевой производной $\frac{dU}{dr}$, называемой сдвигом скорости, неизбежно со временем меняется расположение частиц жидкости относительно друг друга.

Скорость жидкости равна нулю около неподвижной трубы и увеличивается при приближении к оси.

Со стороны же внешней жидкости на слой трубы $[r, r+\delta r]$ или $[r, r+\Delta r]$ действует замедляющая сила:

$$M(r + \Delta r) = 2\pi\mu(r + \Delta r)l \frac{dU}{dr}(r + \Delta r) < 0.$$

Далее, сила, действующая вдоль оси трубы на участке длины 1 на тот же самый слой пропорциональна и площади цилиндра – границы слоёв, и производной (сдвигу) скорости в этом направлении, т.е. имеет место формула:

$$K(r) = -2\pi r l \mu \frac{dU}{dr}.$$

Поскольку движение по предположению стационарно, сумма этих сил компенсируется и имеет место равенство:

$$(p_l - p_0)2\pi\mu l \left[(r + \Delta r) \frac{dU}{dr}(r + \Delta r) - r \frac{dU}{dr}(r) \right] = M + K.$$

Поделив обе части последнего равенства на Δr и переходя к пределу $\Delta r \rightarrow +0$, получаем уравнение:

$$2\pi l \mu \frac{d}{dr} r \frac{dU}{dr} = 2\pi r (p_l - p_0).$$

Также необходимо наложить условия:

$$\frac{dU}{dr}(0) = 0;$$

$$U(R) = 0.$$

Решением этой задачи будет функция

$$U(r) = \frac{p_0 - p_l}{4\mu l} (R^2 - r^2).$$

Мы предполагали, что давление на входе в трубу с круглым сечением и на выходе из нее не меняется вдоль сечения. Но существуют насосы, для которых давление может задаваться любыми функциями $p_0(r)$ и $p_l(r)$.

Также предполагалось, что $\mu = \text{const}$, но в общем случае это не так. Выполнение этого предположения может зависеть от свойств жидкости. Например, при стационарном течении крови по кровеносным сосудам важно распределение эритроцитов $e(r)$ по радиусу, Эта функция может определяться и радиусом кровеносного сосуда R , и размерами эритроцитов, и их упругими свойствами, и свойствами их поверхности (как они взаимодействуют). От этой функции, описывающей концентрацию эритроцитов, зависит вязкость. Там, где

эритроцитов больше, больше и величина вязкости смеси (которую мы также будем рассматривать как жидкость) $u(r)$. Будем, по-прежнему, предполагать, что течение стационарно, и направлено вдоль оси цилиндрической трубы.

Строго говоря, следует одновременно определять все эти функции, зависящие от радиуса $u(r)$, $p_0(r)$, $p_l(r)$, $e(r)$, $\mu(r)$, которые описывают стационарное течение в круглой трубе из единой модели. Предположим, что функцию $\mu(r)$ можно определить из эксперимента независимо от других упомянутых выше функций. Тогда из вышесказанного получаем:

$$r \frac{du}{dr} = \int_0^r \frac{(p_l - p_0)y}{l\mu(y)} dy = \frac{p_l - p_0}{l} \int_0^r \frac{y dy}{\mu(y)}.$$

Если $\mu(r) = (A + Br^2)^{-1}$, где $A, B > 0$, то

$$\frac{du}{dr} = \frac{(p_l - p_0)}{2lr} \int_0^{r^2} (A + By^2) d(y^2) = \frac{(p_l - p_0)}{2lr} \left(Ar^2 + \frac{1}{2} Br^4 \right).$$

Следовательно,

$$u(r) = \frac{p_0 - p_l}{l} \left[\left(\frac{1}{4} AR^2 + \frac{1}{16} BR^4 \right) - \left(\frac{1}{4} Ar^2 + \frac{1}{16} Br^4 \right) \right].$$

Выводы. Итак, рассмотрена модель насоса, позволяющая находить скорость течения жидкости в его трубах при различных начальных условиях. Оценка скорости течения жидкостей в насосных трубах в зависимости от состава самой жидкости и давления в трубе позволяет оценивать долговечность и безопасность насоса, разрабатывая эти устройства с улучшенными свойствами.

Литература

1. Гордин, В. А. Дифференциальные и разностные уравнения: Какие явления они описывают и как их решать : учеб. пособие / В. А. Гордин ; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М. : Изд. дом Высшей школы экономики, 2016. – 531 с.
2. Ибрагимов, Н.Х. Опыт группового анализа обыкновенных дифференциальных уравнений : учеб. пособие / Н.Х. Ибрагимов. – М., 1991. – 791 с.

3. Трикоми, Ф. Дифференциальные уравнения : учеб. пособие / Ф. Трикоми. – М., 1976. – 308 с.

Плотников Артём Денисович, студент группы ТИМС-1а, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: plotnikov.a.d-tims-1a@donnasa.ru.

Научный руководитель:

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

e-mail: galibina@donnasa.ru.

Plotnikov Artyom Denisovich, student of the TIMS-1a group, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavina street, 2.

Scientific supervisor:

Galibina Nadezhda Anatolyevna, Candidate of pedagogical sciences, Associate Professor of the Department of Higher Mathematics, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavina street, 2.





УДК 519-7, 519.67

Чепурко А.Д.,

обучающийся 10-Б кл.

МОУ «Профильная гимназия №122 г. Донецка»

Руководитель: к.пед.н. Чудина Е.Ю.,

доцент кафедры высшей математики

ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ЧИСЕЛ В МОДЕЛИРОВАНИИ МНОЖЕСТВА ЖЮЛИА

Аннотация. Рассмотрено применение аппарата комплексных чисел в графическом моделировании множества Жюлиа.

Ключевые слова: множество Жюлиа, комплексные числа.

Annotation. The application of the apparatus of complex numbers in the graphical modeling of the Julia set is considered.

Keywords: the Julia set, complex numbers.

Введение. Множество Жюлиа представляет из себя множество точек на комплексной плоскости. Если числовая последовательность $z_n = z_{n-1}^2 + C$, где C – комплексная константа, является ограниченной сверху, то соответствующая точка принадлежит к множеству Жюлиа. Константа C в данном случае определяет вид этого множества (рис. 1, 2, 3).

Постановка задачи. Нами была поставлена задача программной реализации графического отображения множества Жюлиа.

Результаты. Как сказано ранее, каждой точке на плоскости соответствует комплексное число z . Графическим отображением множества Жюлиа является фрактал. Как и другие фракталы, это множество обладает свойством

самоподобия, то есть его меньшие фрагменты являются подобием его более крупных частей.

Комплексные числа – числа, состоящие из действительной и мнимой частей. Они имеют вид $z = a + bi$, где a и b – действительные числа, i – так называемая мнимая единица, $i^2 = -1$. Комплексные числа можно представить в виде точки на плоскости, где одна ось будет отображать действительную часть, а другая ось – мнимую, и числу $z = a + bi$ будет соответствовать точка $(a; b)$.

Программа написана на языке программирования Pascal с использованием графической библиотеки GraphABC. Поскольку язык Pascal не поддерживает операции с комплексными числами, мы будем представлять каждое такое число в виде двух переменных. Тогда последовательность $z_n = z_{n-1}^2 + C$ преобразуется следующим образом:

$$\begin{aligned} z_n &= x_n + y_n i, \quad x_n, y_n \in R; \quad C = a + bi, \quad a, b \in R; \\ x_n + y_n i &= (x_{n-1} + y_{n-1} i)^2 + a + bi; \\ x_n &= x_{n-1}^2 - y_{n-1}^2 + a; \quad y_n = 2x_{n-1}y_{n-1} + b. \end{aligned}$$

Чтобы знать наверняка, что точка принадлежит множеству Жюлиа, нужно убедиться, что последовательность ограничена, но для этого надо проверить бесконечное количество её элементов. С программной точки зрения это невозможно, поэтому ограничимся проверкой 40 первых элементов последовательности. Этого достаточно, чтобы построить достаточно точное приближение множества Жюлиа. Кроме того, доказано, что если при каком-либо $n \in N$: $|z_n| > 2$, то последовательность неограничена, т. е. точка z_n не принадлежит множеству Жюлиа. Это также означает, что множество Жюлиа всегда будет лежать в пределах окружности с радиусом 2 (рис. 1, 2).

В программе условие непринадлежности точки к множеству будет выглядеть так:

$$\sqrt{x_n^2 + y_n^2} > 2.$$

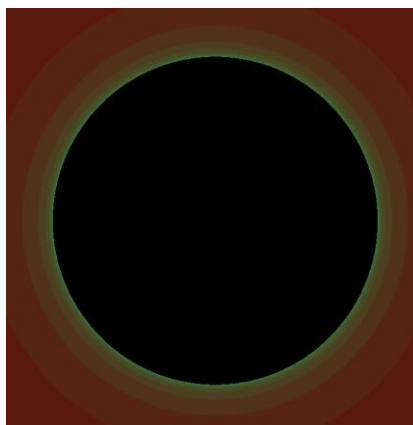


Рис. 1. Множество Жюлиа при $C=(0; 0)$ представляет собой окружность радиуса 2

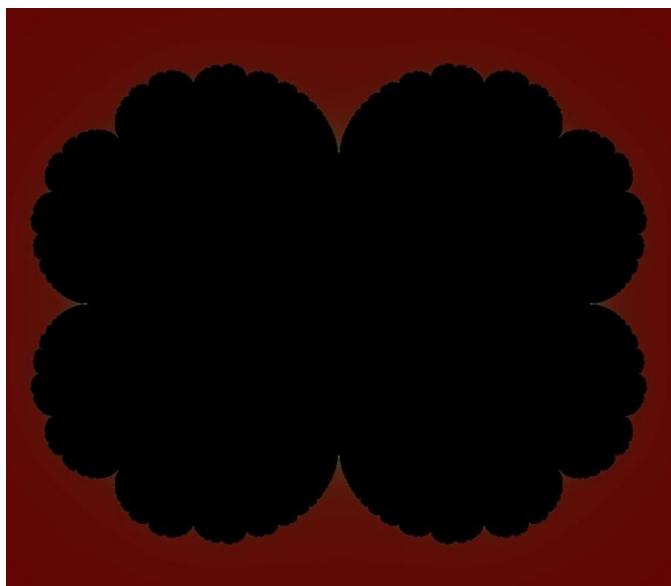


Рис. 2. Множество Жюлиа при $C=(0,2; 0)$

Таким образом, программа действует так: для каждого пикселя на экране проверяются первые 40 элементов последовательности $z_n = z_{n-1}^2 + C$, и если z_n не становится больше 2, то этот пиксель принадлежит к множеству и закрашивается черным. В противном случае он окрашивается в разные цвета в зависимости от того, на какой итерации z_n становится больше 2 (рис. 3, 4). При различных значениях константы C форма фрактала изменяется (рис. 5, 6).

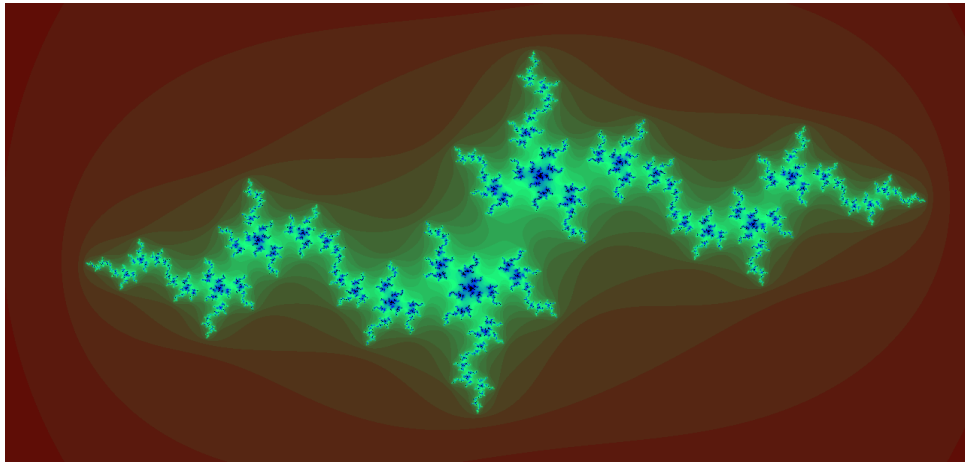


Рис. 3. Множество Жюлиа при $C = (-1, 1; 0.3)$. Видно, что структура обладает самоподобием

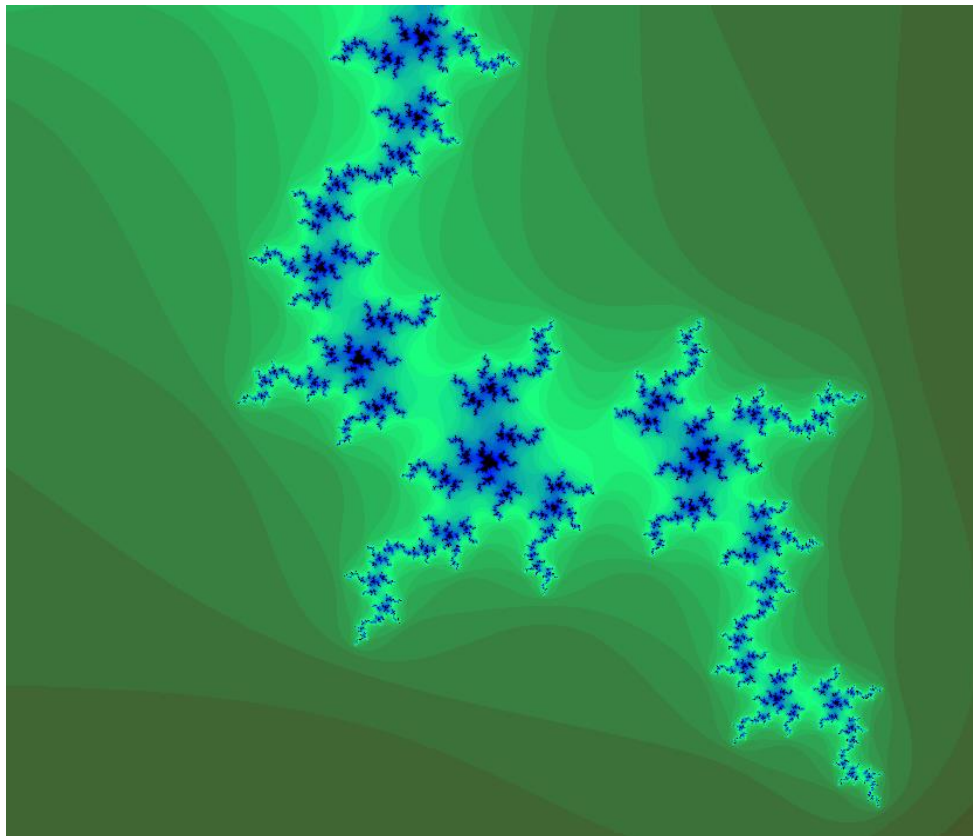


Рис. 4. Множество Жюлиа при $C = (-1, 1; 0.3)$ в увеличенном масштабе

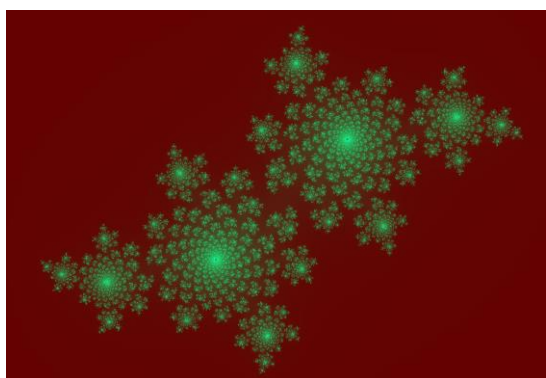


Рис. 5

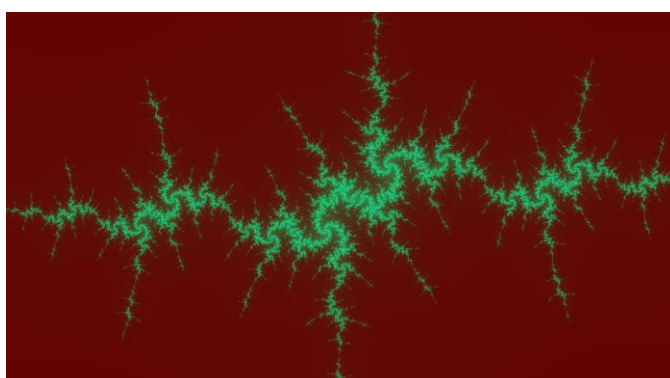


Рис. 6

```

PascalABC.NET 3.8.3
Файл  Правка  Вид  Программа  Сервис  Модули  Помощь
Julia5.pas
40  VK_X: csize*=2;
41  VK_2: csize:=max(csize div 2,1);
42  VK_P: begin rewrite(f); writeln(f,c1); writeln(f,c2); writeln(f,xmove); writeln(f,ymove); writeln(f,zoom); close(f); end;
43  VK_L: begin reset(f); readln(f,c1); readln(f,c2); readln(f,xmove); readln(f,ymove); readln(f,zoom); close(f); end;
44  end;
45  if csize=1 then for i:=0 to windowwidth do
46      for j:=0 to windowheight do begin col:=getpixel((i/windowheight-1)/zoom+xmove, (j/windowheight-0.5)/zoom+ymove,c1,c2); col2:=round(col*255);
47      if col=0 then setpixel(i,j,clBlack) else setpixel(i,j,hsltorgb(col,0,0)); end
48  else for i:=0 to windowwidth div csize do
49      for j:=0 to windowheight div csize do begin col:=getpixel(((i*csize+csize/2)/windowheight-1)/zoom+xmove, ((j*csize+csize/2)/windowheight-0.5)/zoom+y
50      if col=0 then
51          begin Brush.Color:=Clblack; end
52      else
53          begin Brush.Color:=hsltorgb(col,0,0); end;
54          FillRect(i*csize,j*csize,1*csize+csize,j*csize+csize);
55      end;
56      redraw;
57  end;
58  begin
59      lockdrawing;
60      maximizewindow;
61      assign(f,'save.txt');
62      zoom:=0.4; xmove:=0; ymove:=0; csize:=4;
63      KeyPress(0);
64      redraw;
65      onkeydown:=KeyPress;
66  end.
67
68
    
```

Рис. 7. Фрагмент кода программы в редакторе Pascal ABC

Выводы. Нами реализована графическая интерпретация множества Жюлиа на языке программирования Pascal (рис. 7). Алгоритм программы позволяет задавать и изменять комплексную константу C , определяющую вид фрактала множества Жюлиа. Графическая реализация программного алгоритма также дает возможность масштабирования без потери качества изображения и навигации изображения в заданном масштабе.

Литература

1. Кроновер Р. М. Фракталы и хаос в динамических системах. Основы теории. – М., 2000. – 352 с.

2. Julia G. (1918) Sur l'iteration des fonctions rationnelles. Journal de Math. Pure at Appl. 8:47-245.

Чепурко Аким Дмитриевич, обучающийся 10-Б класса МОУ «Профильная гимназия №122 г. Донецка», Донецкая Народная Республика, 283092, г. Донецк, ул. Независимости, 1.

Научный руководитель:

Чудина Екатерина Юрьевна, к.пед.н., доцент кафедры высшей математики, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», Донецкая Народная Республика, 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

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

Akim Dmitrievich Chepurko, a student of the 10th grade of the MOE "Profile Gymnasium No. 122 of Donetsk", Donetsk People's Republic, 283092, Donetsk, Independence str., 1.

Scientific supervisor:

Chudina Ekaterina Yuryevna, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Higher Mathematics, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Donetsk People's Republic, 286123, Makeyevka, Derzhavina str., 2.





УДК 51-7

Загорий К.С.,

студ. группы ТИМС-1А, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: к. пед. н. Галибина Н.А.,

доцент кафедры высшей математики,

ГОУ ВПО «ДонНАСА»

МОДЕЛЬ ВОЙНЫ ДВУХ ОРД

Аннотация. Рассмотрена модель войны двух орд, когда армии не только противодействуют друг другу, но и размножаются. Исследованы различные случаи этой модели.

Ключевые слова: война, математическая модель, система дифференциальных уравнений.

Annotation. The model of the war of two hordes is considered, when the armies not only oppose each other, but also multiply. Various cases of this model are investigated.

Keywords: war, mathematical model, fluid flow speed, system of differential equations.

Введение. Исключительно важным методом научного исследования в наши дни становится метод моделирования, который предполагает изучение объекта (оригинала) по его модели. Потребность в моделировании возникает тогда, когда исследование непосредственно самого объекта невозможно, затруднительно, дорого или требует слишком длительного времени.

Войны как способ решения конфликтов люди освоили давно. На протяжении тысячелетий они не только многократно усовершенствовали средства нападения и обороны, тактику и стратегию. Однако без математической

модели, описывающей упомянутые выше явления и процессы, любые усовершенствования будут недостаточно эффективными.

Постановка задачи. В статье будет рассмотрена задача на построение математической модели войны двух противоборствующих сторон. При этом враждующие стороны не только уничтожают друг друга, но и одновременно сами размножаются. Такая война может быть описана двумя линейными однородными уравнениями с постоянными коэффициентами:

$$\frac{dx}{dt} = ax - by, \quad \frac{dy}{dt} = dy - cx, \quad a, b, c, d, \geq 0. \quad (1)$$

Назовем эту модель войной двух орд. Такая модель может приводить к нескольким различным сценариям в зависимости от коэффициентов. Целью статьи является анализ этих сценариев.

Результаты. Рассмотрим характеристическое уравнение:

$$\det \begin{vmatrix} a - \lambda & b \\ -c & d - \lambda \end{vmatrix} = \lambda^2 + p\lambda + q = 0, \quad (2)$$

где $p = -(a + d)$, $q = ad - bc$.

Это уравнение имеет действительные корни, поскольку его дискриминант

$$D = p^2 - 4q = (a + d)^2 - 4ad + 4bc = (a - d)^2 + 4bc$$

строго положителен, так как $bc > 0$. Константы a и d характеризуют превышение рождаемости над естественной смертностью в первой и второй ордах.

Тангенс угла наклона траектории в точке $\langle x(0), y(0) \rangle^t$ можно найти по формуле:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\frac{dy}{dt}}{\frac{dx}{dt}} = \frac{-cx + dy}{ax - by}.$$

Поскольку дробь не меняется при умножении числителя и знаменателя на ненулевое число s , то

$$\frac{-csx + dsy}{asx - bsy} = \frac{-cx + dy}{ax - by}.$$

На лучах, проведенных из начала координат, величина $\operatorname{tg} \alpha$ а постоянна. В частности, на луче L , проведенном через собственный вектор $e_2 = \langle b, a - \lambda_2 \rangle^t$, получаем:

$$\operatorname{tg} \alpha_L = \frac{-cb + d(a - \lambda_2)}{ab - b(a - \lambda_2)} = \frac{(ad - bc) - \lambda_2 d}{\lambda_2 b} = \frac{\lambda_1 \lambda_2 - \lambda_2 d}{\lambda_2 b} = \frac{\lambda_1 - d}{b} = \frac{a - \lambda_2}{b} > 0.$$

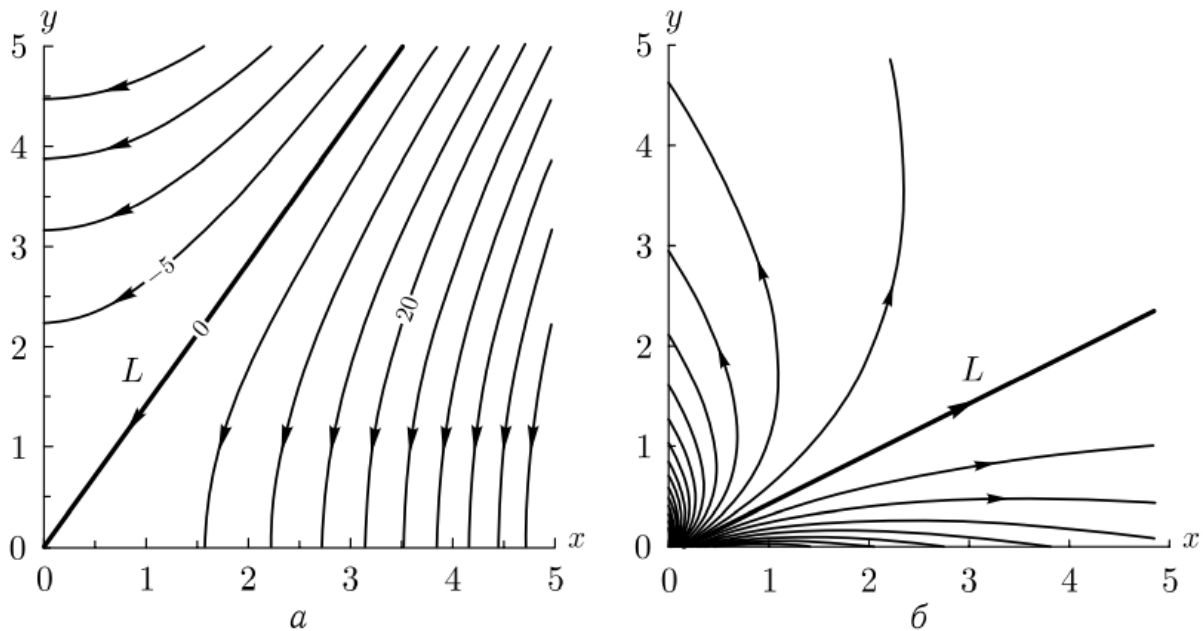


Рис. 1

На рисунке 1 представлены графики, составленные из некоторого количества интегральных кривых (стрелки показывают направление изменений системы со временем), которые в этой статье будут называться *фазовыми портретами системы дифференциальных уравнений (1)*.

В зависимости от вклада рождаемости и истребления графики (в том числе и в окрестности начала координат) будут существенно различаться.

В первом случае доминирует истребление. С такими исходными данными победа гарантирована первой орде.

Во втором случае доминирует рождаемость. Если начальные данные лежат на луче L , то происходит пропорциональный рост численности обеих орд. По времени этот рост экспоненциальный с показателем $\lambda_2 > 0$. Если начальные данные расположены не на L , война кончится истреблением одной из орд, хотя сначала ее численность может и возрасть.

Выход траектории системы (1) из положительного квадранта происходит не под прямым углом, т.е. ненулевая рождаемость у победителя превосходит его

потери от уже малочисленных побежденных врагов. Действительно, тангенс угла наклона касательной к траектории системы на оси абсцисс равен $-c/a$. Если рождаемость в первой орде положительна, то это строго отрицательная величина. То же самое верно и для оси ординат при ненулевой рождаемости во второй орде.

Возможны три качественно различных ситуации:

- если $q > 0$, то оба корня характеристического многочлена (2) положительны и различны. Качественно этот случай можно интерпретировать так: рождаемость оказывает большое влияние на динамику;

- если $q = 0$, то один корень многочлена (2) будет положителен, а другой равен нулю. В этом случае у системы будет не одна стационарная точка, а целый луч L , составленный из векторов, пропорциональных собственному вектору e_2 , соответствующему нулевому собственному числу. Начальные условия, расположенные ниже луча L , приводят к победе первой орды, выше луча – второй;

- если $q < 0$, то один корень (2) будет положителен, а другой отрицателен. В этом случае рождаемость будет оказывать слабое влияние на динамику войны.

До сих пор мы рассматривали только случай $bc > 0$. Рассмотрим другие случаи.

Случай $b = c = 0$ прост – истребления нет, а модель «расщепляется» на две независимые модели Мальтуса для каждой из двух популяций.

Случай $b > 0, c = 0$ (или, наоборот, $b = 0, c > 0$) сложнее. На первый взгляд кажется, что это всего лишь предельный подслучай случая 1, – первая орда вовсе не истребляет вторую. Скажем, у воинов второй орды есть абсолютная защита от оружия первой. Можно интерпретировать эту модель по-другому: дичь и охотники. Причем размножение охотников от результатов охоты не зависит – они охотятся «для удовольствия».

При $c=0$ второе уравнение системы (1) не зависит от x , в этом случае оно превращается в дифференциальное уравнение с разделяющимися переменными вида:

$$\frac{dy}{dt} = dy,$$

решив которое, получаем

$$y = Ce^{dt} = y(0)e^{dt}.$$

В этом случае численность второй орды будет расти по закону Мальтуса [2, с. 40].

Выводы. Ведение войн вышло на новый уровень, требующий научного подхода. Поэтому в настоящее время составление адекватной модели войны и её анализ является очень важной задачей, что и обуславливает актуальность изложенной в статье проблемы.

Литература

1. Галибина, Н.А. Высшая математика: элементы линейной и векторной алгебры [Текст]: учебное пособие / Н.А. Галибина – Макеевка : ДонНАСА, 2019. – 99 с.
2. Гордин, В.А. Дифференциальные и разностные уравнения: Какие явления они описывают и как их решать : учеб. пособие / В. А. Гордин ; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М. : Изд. дом Высшей школы экономики, 2016. – 531 с.
3. Жарова, Н.Р. Дифференциальные уравнения: Учебное пособие [Текст] / Н.Р. Жарова, Л.Г. Кузнецова. – Изд. 3-е, испр. и доп. – Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гос. ун-та, 2014. – 147 с.

Загорий Кирилл Сергеевич, студент группы ТИМС-1а, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: zagory.k.s.-tims-1a@donnasa.ru

Научный руководитель:

СЕКЦИЯ «ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА»

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

e-mail: galibina@donnasa.ru.

Zagoriy Kirill Sergeevich, student of the TIMS-1a group, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavina street, 2.

Scientific supervisor:

Galibina Nadezhda Anatolyevna, Candidate of pedagogical sciences, Associate Professor of the Department of Higher Mathematics, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavina street, 2.





УДК 519.2

Волошин И. А.,
студ. группы ПГС-75в, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: к.ф.-м.н. Котова О. В.,
доцент кафедры высшей математики
ГОУ ВПО «ДонНАСА»

О ПАРАДОКСЕ ДНЕЙ РОЖДЕНИЯ

Аннотация. Рассмотрена задача комбинаторики о днях рождения в группе учащихся и найдены количественные значения вероятностей в двух примерах.

Ключевые слова: парадокс, задача о днях рождения, вероятность.

Annotation. The problem of combinatorics about birthdays in a group is considered and quantitative values of probabilities are found in two examples.

Keywords: paradox, birthday problem, probability.

Введение. Известна задача о днях рождения, сформулированная Рихардом Мизесом в 1939 г. Она состоит в следующем. В любой группе более чем 23 человек вероятность того, что у двух людей в этой группе совпадут дни рождения, выше, чем 50%. В группе из более 60 человек вероятность такого совпадения более 99%.

Задача довольно популярна среди тех, кто интересуется математикой. Этот парадокс хорошо изучен. Но модель, которую эта задача отождествляет, является удобной для исследования различных совпадений. Сейчас уже встречаются новые модификации парадокса дней рождения. Рассматриваемый вопрос имеет широкое применение при решении большого класса прикладных задач теории вероятностей, математической статистики и криптографии.

Постановка задачи. Рассмотрим две группы учащихся нашей академии. Первая – группа студентов ПГС-75в, в которой обучается 18 чел. Вторая – поток 1 курса ПГС-75, состоящий из 65 студентов. Найдем вероятность того, что дни рождения совпадут у двух людей, отдельно для каждой исследуемой группы.

Среди учащихся рассматриваемых групп нет близнецов, и, будем считать, что на рождаемость не влияли никакие посторонние факторы (время года, праздники и т.д.). Пусть все дни рождения распределены равномерно в течение года (365 дней).

Результаты. Пример 1. Удобно вычислить вначале вероятность события $P(\bar{A})$ – в группе дни рождения у всех будут в различные дни, а затем найти $P(A) = 1 - P(\bar{A})$. Используя формулу условной вероятности, получаем для 18 человек группы ПГС-75в:

$$P(\bar{A}) = \left(1 - \frac{1}{365}\right) \left(1 - \frac{2}{365}\right) \dots \left(1 - \frac{16}{365}\right) \left(1 - \frac{17}{365}\right) = \frac{364 \cdot 363 \cdot \dots \cdot 349 \cdot 348}{365^{17}} \approx 0,6531.$$

Тогда вероятность того, что хотя бы у двух человек из восемнадцать дни рождения совпадут, равна

$$P(A) = 1 - P(\bar{A}) = 1 - 0,6531 = 0,3469.$$

Пример 2. Находим аналогично вероятность совпадения дней рождения в потоке студентов 1 курса ПГС-75, состоящего из 65 человек.

Проводим аналогичные рассуждения. Вычисления осуществляем с помощью компьютерных средств.

$$P(\bar{B}) = \left(1 - \frac{1}{365}\right) \left(1 - \frac{2}{365}\right) \dots \left(1 - \frac{63}{365}\right) \left(1 - \frac{64}{365}\right) = \frac{364 \cdot 363 \cdot \dots \cdot 302 \cdot 301}{365^{64}} \approx 0,0023.$$

Тогда вероятность того, что хотя бы у двух человек из 65ти дни рождения совпадут, равна

$$P(B) = 1 - P(\bar{B}) = 1 - 0,0023 = 0,9977.$$

Выводы. Выполняя непосредственные вычисления для определённых групп учащихся, проверили, что вероятность совпадения дней рождения для группы их 18 человек равна 35%, а для потока из 65 студентов – 99,77%.

С точки зрения логических рассуждений парадокса в задаче нет. Противоречия возникают при интуитивном восприятии результатов события.

Литература

3. Мазур Дж. Задача о дне рождения / Джозеф Мазур // Игра случая. Математика и мифология совпадения. – Альпина нон-фикшн, 2017. – С. 116-123.

4. Савватеев А. В. Парадокс дней рождения [Электронный ресурс] // Лекции по математике. Научпоп, 2019. – Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?v=LFB1_QEnqY4 (дата обращения: 20.04.2022).

Волошин Иван Алексеевич, студент группы ПГС-75в, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: voloshin.i.a-pgs-75v@donnasa.ru

Научный руководитель:

Котова Ольга Викторовна, к.ф.-м.н., доцент кафедры высшей математики, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: o.v.kotova@donnasa.ru

Voloshin Ivan Alekseevich, student of the ICC-75v group, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin str., 2.

Scientific supervisor:

Kotova Olga Viktorovna, Ph.D., Associate Professor of the Department of Higher Mathematics, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin str., 2.





УДК 517.5

Сокуренок Г.А.,

студент группы ЭАПУМ-20, ГОУ ВПО «ДонНТУ»

Руководитель: Локтионов И.К.,

старший преподаватель кафедры высшей математики

им. В.В. Пака, ГОУ ВПО «ДонНТУ»

ПРИБЛИЖЕНИЕ ФУНКЦИЙ МЕТОДОМ НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ

Аннотация. Рассматривается приближенное описание совокупности данных измерений методом наименьших квадратов в одномерном случае.

Ключевые слова: метод наименьших квадратов, отклонение, эмпирическая формула.

Annotation. An approximate description of the set of experimental data by the least squares method in the one-dimensional case is considered.

Keywords: least squares method, deviation, empirical formula.

Введение. Описание большого числа экспериментальных точек можно выполнить с помощью аппроксимирующей функции, одним из способов нахождения которой является метод наименьших квадратов (МНК).

МНК предложен в 1794-95 г. К.Ф. Гауссом, но опубликован только в 1808 г. в работе «Теория движения небесных тел по коническим сечениям вокруг Солнца». Менее полное изложение МНК содержится в работе Лежандра «Новый способ определения орбит комет», опубликованной в 1806 г.

Постановка задачи. На опыте измеряют значения величин x , y , одна из которых, например, y является функцией другой – x . Эти значения записывают в виде таблицы (табл. 1), отмечают их на координатной плоскости и находят функцию $y = y(x)$, график которой проходит как можно ближе к этим точкам.

Таблица 1. Данные результатов измерения величин y и x .

x	x_1	x_2	x_{n-1}	x_n
y	y_1	y_2	y_{n-1}	y_n

Предполагается, что случайной является только y . Задача состоит в том, чтобы построить эмпирическую функцию, которая наилучшим образом воспроизводит данные таблицы 1.

Такая функция $y = \varphi(x, a_0, a_1, \dots, a_m)$ может содержать m параметров a_0, a_1, \dots, a_m , влияющих на точность описания данных измерений.

Построение функции $y = \varphi(x, a_0, a_1, \dots, a_m)$ состоит из двух этапов:

1. выбор вида функции из хорошо изученных классов функций - многочлены, показательные, логарифмические и другие функции. Общий вид эмпирической функции обычно устанавливается либо по расположению экспериментальных точек $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ на координатной плоскости, либо на основе физических соображений, связанных с проводимым исследованием. Эмпирические зависимости подбираются среди функций, содержащих два/три параметра a_k . При необходимости, число параметров может быть увеличено;

2. определение оптимальных значений параметров $a_k, k = 0, 1, \dots, m$. Метод наименьших квадратов позволяет найти такие значения параметров a_k , при которых *сумма квадратов отклонений* $v_i = \varphi_i - y_i$

$$S(a_0, a_1, \dots, a_m) = \sum_{i=1}^n (\varphi(x_i, a_0, \dots, a_m) - y_i)^2 = v_1^2 + v_2^2 + \dots + v_n^2 \quad (1)$$

достигает минимального значения.

Если общий вид эмпирической зависимости $y = \varphi(x, a_0, a_1, \dots, a_m)$ установлен, то следует подобрать её параметры так, чтобы график $y = \varphi(x)$, как можно ближе проходил ко всем n экспериментальным точкам.

Условие, которому должны удовлетворять подлежащие определению параметры a_k , заключается в том, чтобы сумма квадратов отклонений (1) оказалась минимальной.

Задавая некоторое число m и определяя соответствующие коэффициенты a_k , следует вычислить среднее квадратичное отклонение (3) и сравнить его с известной экспериментальной погрешностью ε .

Результаты. Наиболее простыми и употребительными в учебных задачах являются линейная и квадратичная эмпирические зависимости.

Линейная аппроксимация. Если экспериментальные точки (x_i, y_i) , $i = 1, \dots, n$ расположены вблизи некоторой прямой, то эмпирическую зависимость следует искать в виде $\varphi(x) = a_1x + a_0$. В этом случае, функция (1) равна

$$S(a_1, a_0) = \sum_{i=1}^n (a_1x_i + a_0 - y_i)^2, \quad (4)$$

а система (2) преобразуется к форме

$$\begin{cases} \frac{\partial S}{\partial a_0} = 2 \sum_{i=1}^n (a_1x + a_0 - y_i) = 0; \\ \frac{\partial S}{\partial a_1} = 2 \sum_{i=1}^n (a_1x + a_0 - y_i)x_i = 0; \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a_1 \sum_{i=1}^n x_i^2 + a_0 \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n x_i y_i, \\ a_1 \sum_{i=1}^n x_i + a_0 n = \sum_{i=1}^n y_i. \end{cases} \quad (5)$$

Таким образом, для определения значений параметров a_1, a_0 получена система из двух линейных уравнений с двумя неизвестными.

Квадратичная аппроксимация. Если данные измерений располагаются так, что можно предположить существование квадратичной связи между y и x , то эмпирическую зависимость следует искать в виде $\varphi(x) = a_2x^2 + a_1x + a_0$. Тогда функция (1) – функция трёх неизвестных параметров принимает вид

$$S(a_2, a_1, a_0) = \sum_{i=1}^n (a_2x_i^2 + a_1x_i + a_0 - y_i)^2.$$

Нахождение минимума этой функции сводится к решению системы:

$$\begin{cases} a_2 \sum_{i=1}^n x_i^4 + a_1 \sum_{i=1}^n x_i^3 + a_0 \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 y_i, \\ a_2 \sum_{i=1}^n x_i^3 + a_1 \sum_{i=1}^n x_i^2 + a_0 \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n x_i y_i, \\ a_2 \sum_{i=1}^n x_i^2 + a_1 \sum_{i=1}^n x_i + a_0 n = \sum_{i=1}^n y_i. \end{cases} \quad (6)$$

Решение a_2, a_1, a_0 системы (8) может быть найдено одним из соответствующих методов (метод Крамера, Гаусса и др.).

Пример. Используя МНК, найти эмпирическую зависимость, отвечающую данным следующей таблицы

Таблица 1. Экспериментальные значения величин X и Y .

X	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
Y	3,230	3,253	3,261	3,252	3,228	3,181	3,127	3,059

Из рисунка 1, на котором табличные точки изображены кружками, следует, что эмпирическая зависимость между x и y , по-видимому, описывается квадратичной функцией $\varphi(x) = a_2x^2 + a_1x + a_0$.

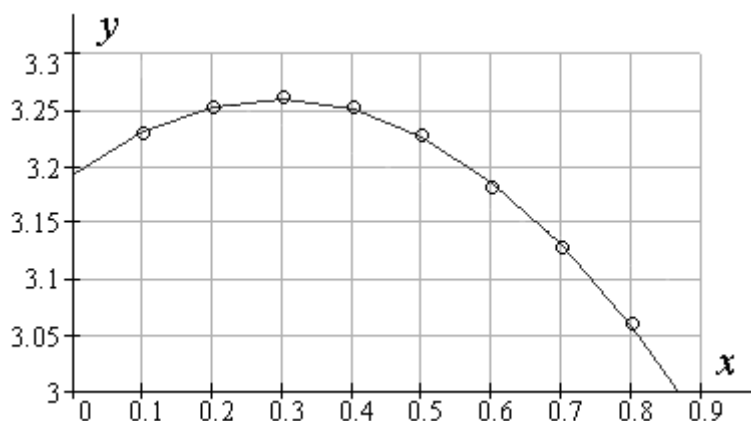


Рис. 1. Кружками « \circ » обозначены экспериментальные точки из таблицы 1.

Сплошная линия – квадратичная зависимость, найденная по МНК

Для нахождения параметров a_0, a_1, a_2 предполагаемой зависимости составим сумму квадратов отклонений

$$S(a_0, a_1, a_2) = \sum_{i=1}^n (a_2x^2 + a_1x_i + a_0 - y_i)^2, \quad n = 8.$$

Тогда система уравнения для определения параметров a_0, a_1, a_2 будет иметь вид

$$\begin{cases} a_2 \sum_{i=1}^n x_i^2 + a_1 \sum_{i=1}^n x_i + a_0 n = \sum_{i=1}^n y_i, \\ a_2 \sum_{i=1}^n x_i^3 + a_1 \sum_{i=1}^n x_i^2 + a_0 \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n x_i y_i, \\ a_2 \sum_{i=1}^n x_i^4 + a_1 \sum_{i=1}^n x_i^3 + a_0 \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 y_i. \end{cases}$$

Результаты вычислений для определения коэффициентов этой системы размещены в следующей таблице.

Таблица 2. Расчет коэффициентов квадратичной аппроксимации на основе данных таблицы 1.

	x_i	y_i	x_i^2	x_i^3	x_i^4	$x_i y_i$	$x_i^2 y_i$
1	0,1	3,230	0,01	0,001	0,0001	0,3230	0,0323
2	0,2	3,253	0,04	0,008	0,0016	0,6506	0,1301
3	0,3	3,261	0,09	0,027	0,0081	0,9783	0,2935
4	0,4	3,252	0,16	0,064	0,0256	1,3008	0,5203
5	0,5	3,228	0,25	0,125	0,0625	1,6104	0,8070
6	0,6	3,181	0,36	0,216	0,1296	1,9086	1,1452
7	0,7	3,127	0,49	0,343	0,2401	2,1889	1,5322
8	0,8	3,059	0,64	0,512	0,4096	2,4472	1,9578
Σ	3,6	25,591	2,04	1,296	0,8772	11,4114	6,4184

С учётом коэффициентов, расположенных в последней строке таблицы 2, получаем систему

$$\begin{cases} 0,8772a_2 + 1,296a_1 + 2,04a_0 = 6,4184, \\ 1,296a_2 + 2,04a_1 + 3,6a_0 = 11,4114, \\ 2,04a_2 + 3,6a_1 + 8a_0 = 25,591. \end{cases}$$

с решением $a_0 = 3,193, a_1 = 0,4584, a_2 = -0,7859$. Искомая функция будет равна

$$\varphi(x) = -0,7859x^2 + 0,4584x + 3,193,$$

а её график изображён на рисунке 1.

Выводы. Рассмотренный выше пример иллюстрирует, но не раскрывает все возможности МНК, который при необходимости после соответствующих замен переменных может быть применён и к не слишком сложным

трансцендентным функциональным зависимостям. Кроме того, МНК допускает обобщение на двумерный случай при аппроксимации данных измерений алгебраическими поверхностями.

Литература

1. Локтионов И.К. Численные методы. Учебник / Локтионов И.К., Мироненко Л.П., Турупалов В.В. – Москва, Вологда: “Инфра-Инженерия”, 2022. – 380 с.
2. Березин И.С. Методы вычислений (учеб. пособие) Т.1 / Березин И.С., Жидков Н.П. – М.: «Наука», 1966. – 632 с.
3. Демидович Б.П. Численные методы анализа/ Березин И.С., Жидков Н.П. – М.: «Наука», 1967. – 368 с.

Сокуренок Глеб Андреевич, студент группы ЭАПУМ-20, ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», 83001, г. Донецк, ул. Артема, 58.

e-mail: sokurenkogleb@gmail.com

Научный руководитель:

Локтионов Игорь Константинович, ст. преподаватель высшей математики им. В.В. Пака, ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», 83001, г. Донецк, ул. Артема, 58.

e-mail: lok_ig@mail.ru likk@telenet.dn.ua

Sokurenko Gleb Andreevich, student of the EAPUm-20 group, Donetsk National Technical University, 83001, Donetsk, Artem str., 58.

Scientific supervisor:

Loktionov Igor Konstantinovich, senior lecturer of the Department of Higher Mathematics named after V.V. Pak, Donetsk National Technical University, 83001, Donetsk, Artem str., 58.





УДК 51-7

Акулов А.К.,
обучающийся «Республиканского архитектурно-
строительного лицея-интерната» ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: Осипова Л.В.,
учитель математики высшей категории
«Республиканского архитектурно-строительного лицея-интерната»
ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ВЫБОР МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА МЕТОДОМ НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ

Аннотация. Рассмотрены две математические модели, позволяющие адекватно описать результаты обработки полученных экспериментальных данных. С помощью метода наименьших квадратов выбрана математическая модель, наиболее точно описывающая процесс адсорбции.

Ключевые слова: математическая модель, метод наименьших квадратов, константы адсорбции.

Annotation: Two mathematical models are considered that make it possible to adequately describe the results of processing the obtained experimental data. Using the least squares method, a mathematical model was chosen that most accurately describes the adsorption process.

Keywords: mathematical model, least squares method, adsorption constants.

Введение. В общем случае результаты экспериментов требуют математического описания, т.е. получения математической модели. Если известен некоторый набор математических формул для описания процесса, то необходимо выбрать из них наиболее соответствующие описанию конкретного процесса.

Постановка задачи. Для описания процесса адсорбции известны два математических выражения изотермы: Ленгмюра и Фрейндлиха [1-2]. Одним из методов, позволяющих определить математическую модель, наиболее точно описывающую процесс адсорбции, является метод наименьших квадратов [3-4]. В работе поставлена задача выбора из двух математических моделей, одной, наиболее адекватно описывающей процесс адсорбции.

Метод наименьших квадратов состоит в определении неизвестных постоянных коэффициентов (констант) в математической формуле при условии, что сумма квадратов отклонений экспериментальных точек от точек, лежащих на теоретической кривой, которая описывается этой математической формулой, должна быть минимальной.

Нам известны математические выражения изотермы:

$$1) a = \frac{m \cdot n \cdot C_{равн}}{1 + n \cdot C_{равн}} \text{ – изотерма Ленгмюра;}$$

$$2) a = \alpha \cdot C_{равн}^{1/n} \text{ – изотерма Фрейндлиха.}$$

С целью использования метода наименьших квадратов эти выражения необходимо записать как линейные уравнения. Первое выражение возможно записать так:

$$\frac{1}{a} = \frac{1+n \cdot C_{равн}}{m \cdot n \cdot C_{равн}}, \text{ или } \frac{1}{a} = \frac{1}{m \cdot n} \cdot \frac{1}{C_{равн}} + \frac{1}{m}.$$

Заменим $\frac{1}{a} = y$; $\frac{1}{m \cdot n} = k$; $\frac{1}{C_{равн}} = x$; $\frac{1}{m} = d$. При замене получаем уравнение

прямой $y = kx + d$. Второе выражение может быть записан как линейное уравнения путем логарифмирования:

$$\lg a = \lg \alpha + \frac{1}{n} \lg C_{равн}.$$

Заменим $\lg a$ на y , а $\lg C_{равн}$ на x , $\frac{1}{n}$ на k , $\lg \alpha$ на d .

Получим также линейное уравнение $y = kx + d$.

В связи с ошибками при проведении эксперимента экспериментальные точки точно не ложатся на прямую. При условии минимальной суммы квадратов отклонений точек от теоретической прямой получены следующие выражения для определения коэффициентов k и d .

$$d = \frac{\sum_{i=1}^N y_i \cdot \sum_{i=1}^N - \sum_{i=1}^N x_i \cdot \sum_{i=1}^N (x_i \cdot y_i)}{N \cdot \sum_{i=1}^N x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^N x_i\right)^2}, \quad (1)$$

$$k = \frac{N \cdot \sum_{i=1}^N x_i \cdot y_i - \sum_{i=1}^N x_i \cdot \sum_{i=1}^N y_i}{N \cdot \sum_{i=1}^N x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^N x_i\right)^2}, \quad (2)$$

где N – количество экспериментов; x , y – числовое значение x и y в каждом эксперименте.

После определения коэффициентов k и d необходимо оценить сумму квадратов отклонений экспериментальных точек от точек, лежащих на теоретической прямой. При этом наиболее точно будет описывать адсорбцию то математическое выражение, которое имеет наименьшую сумму квадратов отклонений. Далее необходимо проверить адекватность, то есть соответствие выбранной математической модели экспериментальным данным. Уравнение адекватно описывает результаты экспериментов, когда отклонение значений y , рассчитанных по уравнениям и соответствующих экспериментальных значений, обусловленные только ошибками воспроизводимости (ошибками опыта).

Для оценки ошибки опыта, а точнее дисперсии воспроизводимости, проводят параллельные опыты. По параллельным опытам оценивают также однородность дисперсии. Проверка однородности производится по критерию Кохрена:

$$G = \frac{S_{\max}^2}{\sum_{i=1}^{N/n} S_i} \quad (3)$$

где S_i – дисперсия воспроизводимости для каждой точки опыта; S_{\max}^2 – квадрат максимальной дисперсии; n – количество параллельных опытов.

Если значение критерия не превышает табличное, то дисперсии однородны и возможно использовать регрессионный анализ.

Дисперсия воспроизводимости вычисляется для каждой точки эксперимента:

$$S_i^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}, \quad (4)$$

где \bar{y} – среднее значение из параллельных опытов.

Также вычисляется дисперсия воспроизводимости:

$$\bar{S}_l^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N/n} S_i}{N/n}, \quad (5)$$

После определения дисперсии воспроизводимости и однородности определяем адекватность выбранной математической модели. Адекватность проверяется с использованием критерия Фишера:

$$F = \frac{S_{LE}^2}{S_l^2}; S_{LF} = n \frac{\sum_{i=1}^N (\bar{y} - y_{выч})}{(N/n) - q}, \quad (6)$$

где F – критерий Фишера; S_{LS} – дисперсия адекватности; $y_{выч}$ – вычисленное значение по выбранным уравнениям; q – количество коэффициентов, которые определяются по методу наименьших квадратов (в этом случае два коэффициента k и d .)

Полученное значение критерия Фишера сравнивают с табличным. Если $F < F_{табл}$, то уравнение адекватно.

Выбор математической модели методом наименьших квадратов рассмотрим на примере. В таблице 1 приведены результаты эксперимента, каждое измерение выполнено дважды.

2. Результаты экспериментов обрабатываются в виде уравнения Ленгмюра (табл. 2) и уравнения Фрейндлиха (табл. 3).

Таблица 1. Результаты эксперимента

Но мер опыта	Удельная адсорбционная способность, а, мг/л	Равновесная концентрация, $C_{равн}$, мг/л
1	17,1	3,2
	16,5	2,4
2	26,7	6,3
	25,1	4,9
3	35,3	11,0
	37,0	10,6
4	41,0	17,0
	42,5	18,4
5	42,3	26,8
	42,7	25,6

Таблица 2. Обработка результатов экспериментов в виде уравнения Ленгмюра

$a, \text{мг/г}$	$C_{равн}, \text{мг/л}$	$y = \frac{1}{a}$	$x = \frac{1}{C_{равн}}$
17,1	3,2	0,0585	0,313
16,5	2,4	0,0606	0,417
26,7	6,3	0,0382	0,159
25,1	4,9	0,0398	0,204
35,3	11,0	0,0283	0,091
37,0	10,6	0,0270	0,094
41,0	17,0	0,0244	0,059
42,5	18,4	0,0235	0,054
42,3	26,8	0,0236	0,037
42,7	25,6	0,0234	0,039

Таблица 3. Обработка результатов экспериментов в виде уравнения Фрейндлиха

$a, \text{мг/г}$	$C_{равн}, \text{мг/л}$	$y = \lg a$	$x = \lg C_{равн}$
17,1	3,2	1,233	0,505
16,5	2,4	1,217	0,380
26,7	6,3	1,418	0,799
25,1	4,9	1,400	0,690
35,3	11,0	1,548	1,041
37,0	10,6	1,568	1,025
41,0	17,0	1,613	1,230
42,5	18,4	1,628	1,265

СЕКЦИЯ «ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА»

$a, \text{мг/г}$	$C_{\text{равн}}, \text{мг/л}$	$y = \lg a$	$x = \lg C_{\text{равн}}$
42,3	26,8	1,626	1,428
42,7	25,6	1,630	1,408

3. Для вычисления коэффициентов k и d по уравнениям (1) и (2) составляем таблицы 4 и 5. Таблица 4 составлена для вычисления в случае изотермы Ленгмюра, таблица 5 – в случае изотермы Фрейндлиха.

Таблица 4. Вычисление коэффициентов для изотермы Ленгмюра

y	x	$x y$	x^2	$y_{\text{выч}}$	$(y - y_{\text{выч}})^2$
1	2	3	4	5	6
0,0585	0,313	0,0183	0,0980	0,0529	0,0000314
0,0606	0,417	0,0253	0,1739	0,0643	0,0000137
0,0382	0,159	0,0061	0,0253	0,0360	0,0000048
0,0398	0,204	0,0081	0,0416	0,0410	0,0000014
0,0283	0,091	0,0026	0,0083	0,0286	0,00000009
0,0270	0,094	0,0025	0,0088	0,0289	0,0000036
0,0244	0,059	0,0014	0,0035	0,0251	0,0000005
0,0235	0,054	0,0013	0,0029	0,0245	0,0000010
0,0236	0,037	0,0009	0,0014	0,0227	0,0000008
0,0234	0,039	0,0009	0,0015	0,0229	0,0000003
$\sum_{i=1}^N y =$ =0,3473	$\sum_{i=1}^N x =$ =1,467	$\sum_{i=1}^N xy =$ =0,0674	$\sum_{i=1}^N x^2 =$ =0,03652		$\sum_{i=1}^N (y - y_{\text{выч}})^2 =$ =5,75 · 10 ⁻⁵

$$k = \frac{10 \cdot 0,0674 - 1,467 \cdot 0,3473}{10 \cdot 0,3652 + 1,467^2} = 0,1096.$$

$$d = \frac{0,3473 \cdot 0,3652 - 1,467 \cdot 0,0674}{10 \cdot 0,3652 - 1,467^2} = 0,01864.$$

4. Получаем уравнение, которое принимает вид:

$$y = 0,1096x + 0,01864.$$

5. По полученным уравнениям, используя каждое значение x из таблицы 4., вычисляем значение y и записываем в графу 5 таблицы 4 ($y_{\text{выч}}$), а затем определяем квадраты отклонений $(y - y_{\text{выч}})^2$ (графа 6 табл. 4).

Таблица 5. Вычисление коэффициентов для изотермы Фрейндлиха

y	x	$x y$	x^2	$y_{\text{выч}}$	$(y - y_{\text{выч}})^2$
1,233	0,505	0,6227	0,2550	1,288	0,003025
1,217	0,380	0,4625	0,1444	1,235	0,000324
1,418	0,799	1,1330	0,6384	1,413	0,000025
1,400	0,690	0,9660	0,4761	1,367	0,001089
1,548	1,041	1,6115	1,0837	1,515	0,00360
1,568	1,025	1,6072	1,0506	1,508	0,00348
1,613	1,230	1,9840	1,5129	1,595	0,000324
1,628	1,265	2,0594	1,6002	1,610	0,000324
1,630	1,408	2,2950	1,9825	1,670	0,0016
$\sum_{i=1}^C y =$ =14,881	$\sum_{i=1}^C x =$ =9,771	$\sum_{i=1}^N xy =$ =15,0632	$\sum_{i=1}^C x^2 =$ =10,783		$\sum_{i=1}^N (y - y_{\text{выч}})^2 =$ =0,01312

$$k = \frac{10 \cdot 15,0632 - 9,771 \cdot 14,881}{10 \cdot 10,783 - 9,977^2} = 0,4232,$$

$$d = \frac{14,881 \cdot 10,783 - 9,771 \cdot 15,0632}{10 \cdot 10,783 - 9,771^2} = 1,0746.$$

6. Получаем следующий вид уравнения:

$$y = 0,4232x + 1,0746.$$

7. Сравниваем значения $\sum_{i=1}^N (y - y_{\text{выч}})^2$ в таблицах 4 и 5 и приходим к выводу,

что уравнение изотермы Ленгмюра точнее описывает результаты экспериментов, потому что сумма квадратов отклонений при этом будет меньше.

8. Далее проверяется однородность дисперсий по данным вычисления изотермы адсорбции Ленгмюра (таблица 6).

Таблица 6. Однородность дисперсии для изотермы Ленгмюра

Номер опыта	y_1	y_2	\bar{y}	$\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$	f	S_i^2
1	0,0585	0,0606	0,05955	0,000002205	1	0,000002205
2	0,0382	0,0398	0,0390	0,00000128	1	0,00000128
3	0,0283	0,0270	0,02765	0,000000845	1	0,000000845
4	0,0244	0,0235	0,02395	0,000000405	1	0,000000405
5	0,0236	0,0234	0,0235	0,00000008	1	0,00000008
						$\sum_{i=1}^{C/n} S_i^2 = 4,815 \cdot 10^{-6},$

где \bar{y} – среднее значение; f – число степеней свободы (число параллельных опытов минус единица); S_i^2 – вычисляется по формуле (4).

9. Однородность дисперсии проверяется по критерию Кохрена. Опытное значение критерия Кохрена равняется:

$$G = \frac{S_{\max}^2}{\sum_{i=1}^{N/n} S_i^2} = \frac{2,205 \cdot 10^{-6}}{4,815 \cdot 10^{-6}} = 0,458.$$

При 5%-ом уровне значимости табличное критическое значение критерия Кохрена при 5 опытах и 1 степени свободы составляет 0,8412. Поскольку опытное значение критерия Кохрена меньше табличного, дисперсии однородны и для обработки экспериментов возможно применить регрессионный анализ.

10. Далее проверяется адекватность экспериментальным данным выбранному уравнению. Для этого вычисляется дисперсия по формуле:

$$S_{LF}^2 = n \frac{\sum_{i=1}^{N/n} (\bar{y} - y_{\text{выч}})^2}{(N/n) - q},$$

где n – количество параллельных опытов в эксперименте; q – количество коэффициентов, которые определяются (k и d , т.е. 2); $y_{\text{выч}} = k\bar{x} + d$.

Таблица 7. Проверка адекватности для изотермы Ленгмюра

Номер опыта	\bar{x}	\bar{y}	$y_{\text{выч}}$	$(y - y_{\text{выч}})^2$
1	0,365	0,05955	0,0586	0,0000009025
2	0,182	0,0390	0,0385	0,00000025
3	0,0925	0,02765	0,02874	0,000001188
4	0,0565	0,02395	0,02479	0,0000002798
5	0,038	0,0235	0,02276	0,0000005476
				$\sum_{i=1}^N (y - y_{\text{выч}})^2 = 3,1679 \cdot 10^{-6}$

Вычисляется средняя дисперсия воспроизводимости:

$$S_l^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N/n} S_i^2}{N/n} = \frac{4,815 \cdot 10^{-6}}{5} = 9,63 \cdot 10^{-7}.$$

Дисперсия для проверки адекватности:

$$S_{LF}^2 = 2 \frac{3,1679 \cdot 10^{-6}}{5-2} = 2,112 \cdot 10^{-6}.$$

Определяем исследовательский критерий Фишера:

$$F_{иссл} = \frac{S_{LF}^2}{S_l^2} = \frac{2,12 \cdot 10^{-6}}{9,63 \cdot 10^{-6}} = 2,19.$$

Критическое значение критерия Фишера при 5–процентном уровне значимости $F_K = 5$.

$F_K > F_{иссл}$, поэтому уравнение $y = 0,1096x + 0,0186$ адекватно описывает экспериментальные данные.

11. Далее определяем коэффициенты в уравнении Ленгмюра:

$$d = \frac{1}{m} = 0,01864, \text{ тогда } m = 53,6,$$

$$k = \frac{1}{m \cdot n} = 0,1096, \text{ отсюда } n = 0,17.$$

Уравнение Ленгмюра имеет вид:

$$a = \frac{9,13 \cdot C_{равн}}{1 + 0,17 \cdot C_{равн}}.$$

Выводы. Метод наименьших квадратов позволяет подобрать математическую зависимость, описывающую результаты измерений. Для рассмотренных результатов экспериментов, сравнив значения квадратов отклонений для изотерм Ленгмюра и Фрейндлиха, получено заключение о том, что уравнение Ленгмюра точнее описывает результаты экспериментов.

Литература

1. Физико-химические основы процессов очистки воды : учебное пособие для СПО / А.Ф. Никифоров, А.С. Кутергин, И.Н. Липунов [и др.] ; под редакцией А. Л. Смирнова. – 2-е изд. – Саратов, Екатеринбург: Профобразование, Уральский федеральный университет, 2019. – 163 с.

2. Теоретические основы очистки воды : Учебное пособие / Н.И. Куликов, А.Я. Найманов, Н.П. Омельченко, В.Н. Чернышев. – Донецк: Ноулидж, 2009. – 298 с.

3. Губарь, Ю. В. Введение в математическое моделирование : учебное пособие / Ю. В. Губарь. – 3-е изд. – Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. – 178 с.

4. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика : Учеб. пособие. – 12-е изд., перераб. и доп. – М. : Юрайт, 2011. – 479 с.

Акулов Алексей Константинович, обучающийся «Республиканского архитектурно-строительного лицея-интерната» ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: akukulov199@gmail.com

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

Akulov Alexey Konstantinovich student of the Republican Lyceum-Boarding School of Architecture and Civil Engineering of Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Donetsk People's Republic, 286123, Makeyevka, Derzhavina str., 2.

Scientific supervisor:

Osipova Liudmila Vladimirovna, teacher of mathematics of the highest category of the Republican Lyceum-Boarding School of Architecture and Civil Engineering of Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Donetsk People's Republic, 286123, Makeyevka, Derzhavina str., 2.

УДК 51-7

Афони́на Е.Н.,
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»

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ПАРКЕТА ИЗ ПЯТИУГОЛЬНИКОВ И ШЕСТИУГОЛЬНИКОВ

Аннотация. Рассмотрены и построены модели, составлен алгоритм и изучены существующие программы для построения паркетов из некоторых типов пятиугольников и шестиугольников, которыми можно замостить плоскость.

Ключевые слова: замощение плоскости, математическое моделирование, паркет, пятиугольник, шестиугольник.

Annotation: Models are considered and built, an algorithm is compiled and existing programs for building parquets from some types of pentagons and hexagons with which a plane can be tiled are studied.

Keywords: plane tiling, mathematical modeling, parquet, pentagon, hexagon.

Введение. Геометрическим паркетом или замощением плоскости, называется покрытие плоскости без пропусков и без перекрытий заданными фигурами. [3]

Один из наиболее важных вопросов теории замощения плоскости можно сформулировать так: «Какой формы должна быть плитка, чтобы ее копиями можно было заполнить плоскость сплошь без пробелов и двойных покрытий?» Наиболее общий ответ на данный вопрос неизвестен. Частные ответы зависят от условий, налагаемых на форму плиток [3].

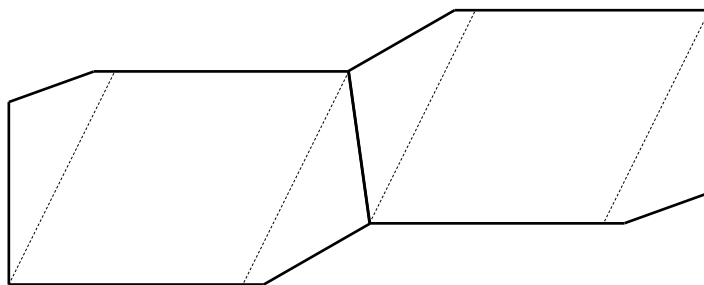
Постановка задачи. Разработать новые модели геометрического паркета из пятиугольников и шестиугольников, составить алгоритм построения новых паркетов, изучить программу для построения паркета из данных многоугольников.

Результаты. В рамках данной работы рассматриваются новые модели геометрического паркета. Выполнено моделирование и составлены алгоритмы построения геометрических паркетов из неправильных шестиугольников и пятиугольников одного типа. Изменяя параметры, можно получить различные паркетные узоры.

Из n -угольников одного типа, где $n > 4$, можно построить паркет при некоторых условиях на стороны и углы. Если окрестность точки замостить тремя многоугольниками без повторения его углов в этой вершине, то сумма углов должна быть равна полному углу, т.е. 2π . При совмещении многоугольников сторонами получаем условие о равенстве некоторых сторон.

Для рассматриваемого шестиугольника определим следующие условия
 1) $OA \parallel DC$; 2) $OA = DC$. Легко удостовериться, что $\angle EOA + \angle DEO + \angle EDC = 360^\circ$, поэтому этими углами можно замостить окрестность точки.

Существующие программы изображения паркета из данного шестиугольника на экране компьютера рассматривают два шестиугольника $ABCDEO$ и $A'B'C'D'E'O'$ (рис.1).



Р

Рис. 1

Шестиугольник $A'B'C'D'E'O'$ получается из шестиугольника $ABCDEO$ с помощью центральной симметрии относительно середины отрезка OE .

Рассмотрим математическую модель для программы изображения паркета на экране компьютера.

Определимся с количеством параметров. Чтобы задать n - угольник на плоскости, достаточно задать его вершины в прямоугольной декартовой системе координат, т.е. указать $2n$ координат. Таким образом, для задания шестиугольника необходимо 12 параметров.

Введем координатную плоскость таким образом, чтобы начало координат совпадало с точкой O , а сторону OA совместим с осью Ox , тогда координаты точки O и ордината точки A известны и, следовательно, количество необходимых параметров становится равным $2n-3$, т.е. остается 9 параметров. С учетом параллельности и равенства сторон OA и DC , необходимыми остаются 7 параметров.

1) длины сторон: $a=OA$, $b=AB$, $d=OD=CA$, $f=OE$,

2) углы: $\angle AOE = \alpha$, $\angle AOD = \varphi$, $\angle MAB = \beta$.

Тогда координаты вершин шестиугольника $ABCDEO$:

$O(0;0)$; $A(a;0)$; $B(a + b \cos \beta; b \sin \beta)$; $C(a + d \cos \varphi; d \sin \varphi)$;

$D(d \cos \varphi; d \sin \varphi)$; $E(f \cos \alpha; f \sin \alpha)$.

Координаты вершин шестиугольника $A'B'C'D'E'O'$:

$O'(f \cos \alpha; f \sin \alpha)$; $A'(f \cos \alpha - a; f \sin \alpha)$;

$B'(f \cos \alpha - a - b \cos \beta; f \sin \alpha - b \sin \beta)$;

$C'(f \cos \alpha - d \cos \varphi - a; f \sin \alpha - d \sin \varphi)$;

$D'(f \cos \alpha - d \cos \varphi; f \sin \alpha - d \sin \varphi)$; $E'(0;0)$.

Все необходимые координаты определены, и паркет из рассматриваемого шестиугольника можно построить на экране компьютера. Если после введения параметров, возникли некоторые конфигурации, приводящие к невыпуклым шестиугольникам, то программа предусматривает возврат на уточнение параметров, чтобы избежать этого.

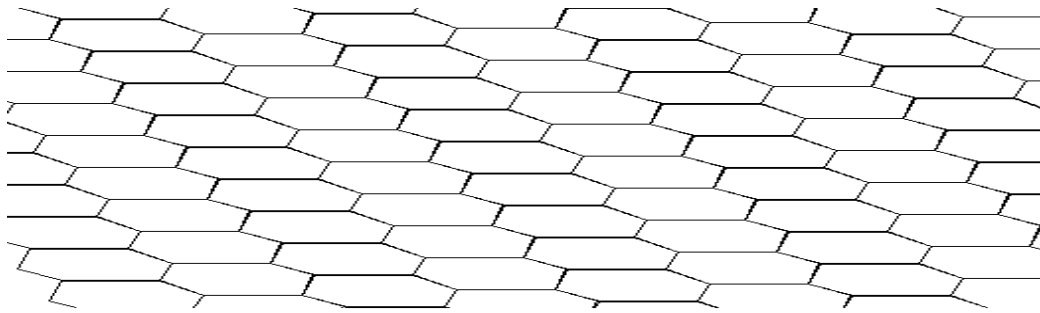


Рис. 2. Пример полученного замощения шестиугольниками

Для пятиугольника, изображенного на рис. 3, выполняются следующие условия:

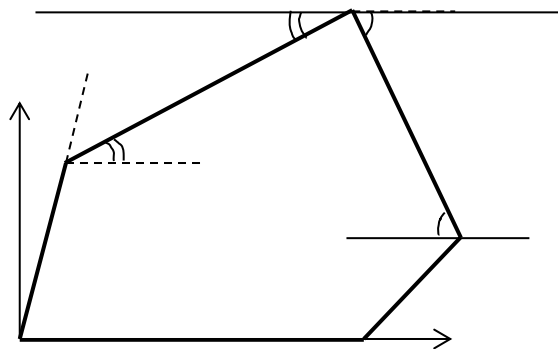


Рис. 3

- 1) $EA = DC$, (1)
- 2) $\angle AED + \angle DCB = 180^\circ$, (2)
- 3) $\angle EDC + \angle CBA + \angle BAE = 360^\circ$. (3)

В классификации М. Гарднера [3, с.184], [1, с. 196] и Марджори Райс [3, с.189] этому пятиугольнику присвоен тип № 2.

Условия (2) и (3) не являются независимыми. Вычисляя сумму углов пятиугольника по формуле $(n-2) \cdot 180^\circ$, получаем 540° , поэтому достаточно потребовать выполнение одного из условий (2), (3), тогда второе выполняется автоматически. Рассмотрим математическую модель для составления программы изображения паркета на экране компьютера.

Координаты вершин пятиугольника $ABCDE$:

$$E(0;0); A(a;0); D(b \cos \alpha; b \sin \alpha); C(b \cos \alpha + a \cos t; b \sin \alpha + a \sin t);$$

$$B(b \cos \alpha + a \cos t + c \cos \gamma; b \sin \alpha + a \sin t + c \sin \gamma).$$

Пятиугольник $A_2B_2C_2D_2E_2$ получаются из пятиугольника $ABCDE$ с помощью центральной симметрии относительно середины отрезка AB .

Тогда координаты вершин пятиугольника $A_2B_2C_2D_2E_2$:

$$E_2(b \cos \alpha + a \cos t + c \cos \gamma + a; b \sin \alpha + a \sin t + c \sin \gamma).$$

$$A_2(b \cos \alpha + a \cos t + c \cos \gamma; b \sin \alpha + a \sin t + c \sin \gamma).$$

$$D_2(a \cos t + c \cos \gamma + a; a \sin t + c \sin \gamma).$$

$$C_2(a + c \cos \gamma; c \sin \gamma). \quad B_2(a; 0).$$

Пятиугольник $A_3B_3C_3D_3E_3$ получается из пятиугольника $ABCDE$ с помощью:

- 1) симметрии относительно оси Ox ;
- 2) поворота на угол t относительно точки A ; (получаем $A'_3B'_3C'_3D'_3E'_3$)
- 3) параллельный перенос на вектор D'_3B

Координаты вершин пятиугольника $A_3B_3C_3D_3E_3$:

$$D_3(b \cos \alpha + a \cos t + c \cos \gamma; b \sin \alpha + a \sin t + c \sin \gamma);$$

$$C_3(b \cos \alpha + a \cos t + c \cos \gamma + a; b \sin \alpha + a \sin t + c \sin \gamma);$$

$$E_3(b \cos \alpha + a \cos t + c \cos \gamma + b \cos \beta; b \sin \alpha + a \sin t + c \sin \gamma + b \sin \beta);$$

$$A_3(b \cos \alpha + 2a \cos t + c \cos \gamma + b \cos \beta; b \sin \alpha + 2a \sin t + c \sin \gamma + b \sin \beta);$$

$$B_3(b \cos \alpha + a \cos t + a + c \cos \gamma + c \cos \alpha; b \sin \alpha + a \sin t + c \sin \alpha + c \sin \gamma);$$

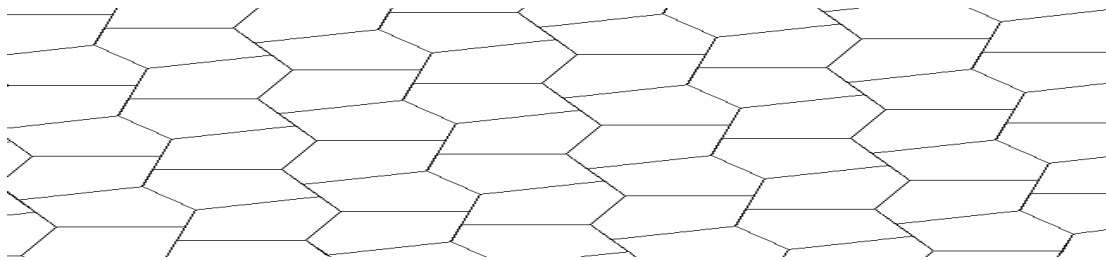


Рис. 4. Пример паркета из рассмотренного пятиугольника

Координаты всех вершин пятиугольника определены, и пятиугольник можно построить на экране компьютера.

По условию: $\angle CDE + \angle CBA + \angle BAE = 360^\circ$, следовательно, этими углами можно замостить окрестность точки.

Заключение. В книгах [1; 2] рассмотрены различные типы пятиугольников и шестиугольников, которыми можно замостить плоскость, но, к сожалению, в них нет математической теории для моделирования этих пятиугольников и шестиугольников. В настоящей работе была выполнена формализация поставленной задачи, построены модели, по разработанным программам для построения паркетов из некоторых типов пятиугольников и шестиугольников, предложенных в книге [2], а также был проведен эксперимент по тестированию разработанных программ. Для математического моделирования применялся метод координат и векторный метод.

Литература

1. Совертков П.И. Равносторонний пятиугольник Рейнхардта / П.И. Совертков, Е.А. Енбаева // Элементарная математика, математическое образование, геометрия и информатика №3. – СПб.: Мифрил, 2000. – С. 68-75.
2. Совертков П.И. Геометрический паркет / П.И. Совертков, М.В. Слива, Д.Н. Хохлов // Элементарная математика, математическое образование, геометрия и информатика № 4, СПб.: Мифрил, 2000. – С. 3-19.
3. Введение. Задачи. Моделирование геометрического паркета [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studbooks.net/2303400/matematika_himiya_fizika/zadachi (дата обращения: 10.04.2022).

Афони́на Евге́ния Николаевна, обучающаяся «Республиканского архитектурно-строительного лицея-интерната» ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: zgenia.afonina@gmail.com

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

Afonina Evgenia Nikolaevna, student of the Republican Lyceum-Boarding School of Architecture and Civil Engineering of Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Donetsk People's Republic, 286123, Makeyevka, Derzhavina str., 2.

Scientific supervisor:

Osipova Liudmila Vladimirovna, teacher of mathematics of the highest category of the Republican Lyceum-Boarding School of Architecture and Civil Engineering of Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Donetsk People's Republic, 286123, Makeyevka, Derzhavina str., 2.





УДК 51-7, 711.73

Яковенко П.К.,

обучающийся «Республиканского архитектурно-строительного
лицея-интерната» ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: Осипова Л.В.,

учитель математики высшей категории
«Республиканского архитектурно-строительного
лицея-интерната» ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛА ТРУДОВЫХ И ДЕЛОВЫХ ПЕРЕДВИЖЕНИЙ МЕЖДУ РАЙОНАМИ ГОРОДА.

Аннотация. Рассмотрено определение объёмов трудовых и деловых передвижений населения между районами города.

Ключевые слова: передвижение, транспорт, время.

Abstract. The volume determination of labor and business movements of the population between the districts of the city is considered.

Keywords: movement, transport, time.

Передвижение населения как на транспорте, так и пешком связано с затратой времени. Это время увеличивается с увеличением размеров городской территории. Каждый житель города старается затрачивать минимум времени на передвижение и по возможности выбирает место работы ближе к месту жительства. Передвижения, связанные с культурно-бытовыми целями, также совершаются по возможности на близкие расстояния.

В данной работе рассмотрим теоретический расчет среднего времени передвижения между районами города и определения объёмов трудовых и деловых передвижений населения между районами города.

Среднее время T , необходимое для преодоления расстояния между двумя точками, составляет:

$$T = t_{n1} + t_o + t_g + t_{n2} , \quad (1)$$

где t_{n1} – время пути к остановке транспорта, мин; t_o – среднее время ожидания транспорта, мин; t_g – время движения на транспорте, мин; t_{n2} – время пути от остановки транспорта к пункту назначения, мин.

Время ожидания транспорта t_o принимается равным половине маршрутного интервала. Средний интервал движения маршрутного транспорта по сети зависит от городских условий, обычно принимается 6-10 минут.

Время пешеходного пути к остановке t_{n1} и от остановки до цели поездки t_{n2} зависит от плотности транспортной сети и от расстояния между остановочными пунктами. Оно определяется по формуле, мин.:

$$t_{n1} = t_{n2} = (1/3 \sigma + l_n/4) \times (60 / v_n) , \quad (2)$$

где σ – плотность транспортной сети, км/км², l_n – расстояние между остановочными пунктами транспорта, принимается 0,4-0,8 км; v_n – скорость пешего передвижения, принимается 4-5 км/ч.

Плотностью транспортной сети σ , км/км² определяется по формуле:

$$\sigma = L_c / F , \quad (3)$$

где L_c – общая длина транспортной сети города, км; F – площадь города, км².

Время движения транспорта t_g , мин, определяется делением расстояния по линии движения транспорта l_T на среднюю скорость сообщения v_c :

$$t_g = 60 \times l_T / v_c , \quad (4)$$

где l_T – расстояние между районами города, км; v_c – средняя скорость сообщения на транспорте, км/ч.

Средняя скорость сообщения на общественном транспорте принимается по опытным данным равной 20-25 км/ч. Среднее время передвижения t_g на транспорте определяется исходя из расстояний l_T , между районами города.

Транспортные расчеты подразумевают работу с однотипными массивами данных, для удобства эти расчеты рекомендуется вести в табличной форме. При

этом расчетные таблицы (матрицы) для заданного города будут иметь общий вид, рисунок 1.

Пункт тяготения		Транспортные районы				
		1	2	3	...	n
Транспортные районы	1					
	2					
	3					
	...					
	n					

Рис. 1. Общая форма для таблиц (1, 2, 3)

Результаты подсчета затрат времени на транспортное передвижение t_g , между точками заносятся в таблицу 1 по общей форме, а полные затраты времени на передвижение между пунктами T , в таблицу 2 по той же форме. В таблице 2 затраты времени на сообщение внутри районов, условно принимаем в размере 0,1 час или 6 мин.

Коэффициент транспортной доступности определяют на основании данных о полных затратах времени на передвижение между пунктами по формуле:

$$K_T = 60 / T, \quad (5)$$

Результаты расчета значения величины коэффициента транспортной доступности сводятся в таблицу 3 (рисунок 1).

Число передвижений при увеличении затрат времени уменьшается. Такая закономерность наблюдается для всех категорий передвижений, за исключением передвижений к местам отдыха, зрелищным объектам и местам учебы.

В основу расчета транспортных передвижений заложена гравитационная модель. Считается, что число передвижений из каждого транспортного района N прямо пропорционально числу жителей района a и обратно пропорционально времени, затрачиваемому на передвижение T и общей численности населения города A :

$$N = a/A \times (1/T). \quad (6)$$

Для удобства расчетов находим коэффициенты пропорциональности K_i районов города, показывающие удельный вес населения каждого района:

$$K_i = a_i / A, \quad (7)$$

где a_i – численность населения транспортных районов, тыс. чел; A – общая численность населения города, тыс. чел.

Расчет сводим в таблицу 4.

Таблица 4. Коэффициенты пропорциональности.

районы	1	2	3	...	n	$\Sigma=1.0$
K_i						

Для определения распределения передвижений между транспортными районами города необходимо выполнить построчное произведение коэффициентов пропорциональности на соответствующие коэффициенты транспортной доступности (из таблицы 3), полученные данные сводятся в таблицу 5 (по форме рисунок 1).

Для определения процентного распределения трудовых и деловых передвижений между районами города в таблице 6, необходимо построчные данные таблицы 5 выразить в процентах относительно суммы каждой строки.

Таблица 6. Процентное распределение трудовых и деловых передвижений по городу, β_i

Пункт тяготения		Транспортные районы					Σ всего
		1	2	3	...	n	
Транспортные районы	1						
	2						
	3						
	...						
	n						

Общее число трудовых и деловых передвижений N_{op} между районами города составляет разницу между общим числом таких передвижений и суммой передвижений к промышленным зонам. Оно может быть определено по формуле:

$$N_{op} = N_T - \sum N_{п.з}, \quad (8)$$

где N_T – общее число трудовых и деловых передвижений по городу; $\sum N_{п.з}$ – общее число трудовых передвижений к промышленным зонам.

Число трудовых и деловых передвижений каждого района N_{pi} определяют по формуле:

$$N_{pi} = N_{op} * K_i, \quad (9)$$

где K_i – коэффициент пропорциональности населения в соответствующем районе.

В таблице 7 (выполняется по форме таблицы 6) производим вычисление фактического распределения трудовых и деловых передвижений между районами города. Для этого построчно для каждого района в колонку Σ (всего) подставляем значения суммарных передвижений соответствующего района N_{pi} и далее производим распределение этого значения построчно согласно данным процентного распределения таблицы 6, по формуле:

$$N_{пер} = N_{pi} \beta_i \quad (10)$$

Полученные данные используются в дальнейшем для определения основных пассажиропотоков, образующихся на транспортной сети, и помогают правильно подобрать вид и количество подвижного состава городского пассажирского транспорта.

Выполнение расчетов в виде взаимоувязанных таблиц позволяет перенести их в программу Microsoft Excel и максимально автоматизировать процесс вычисления.

Литература

1. Овечников Е.В. Городской транспорт / Е.В. Овечников, М.С. Фительсон // М.: Высшая школа, 1976. – 352с.

2. Черепанов В.А. Транспорт в планировке городов. – М.: Стройиздат, 1981. – 215 с.

3. Черепанов В.А. Инженерное проектирование планировки городов / В.А. Черепанов, Л.В. Гуревич, М.Г. Евтушенко // М.: Стройиздат, 1971. – 199 с.

4. Зотов Н.И. Городской транспорт. Проектирование транспортной сети: учебное пособие / Н.И. Зотов, Г.Я. Дрозд // Макеевка, 1998. – 55 с.

Яковенко Павел Константинович, обучающийся «Республиканского архитектурно-строительного лицея-интерната» ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: pavelyakovenko.1505@gmail.com

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

Yakovenko Pavel Konstantinovich, student of the Republican Lyceum-Boarding School of Architecture and Civil Engineering of Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Donetsk People's Republic, 286123, Makeyevka, Derzhavina str., 2.

Scientific supervisor:

Osipova Liudmila Vladimirovna, teacher of mathematics of the highest category of the Republican Lyceum-Boarding School of Architecture and Civil Engineering of Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Donetsk People's Republic, 286123, Makeyevka, Derzhavina str., 2.





УДК 330.42

Ляшко А.А.,

студ. группы БСс-20, ГОУ ВПО «ДонНТУ»

Руководитель: к.т.н., доцент Руссиян С.А.,

доцент кафедры высшей математики,

ГОУ ВПО «ДонНТУ»

ДИЗАЙН ЭКОНОМИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ. ТЕОРИЯ АУКЦИОНОВ

Аннотация. В статье особое внимание уделено аукционам мобильного спектра, как примерам успешного аукциона и грандиозного провала. Данные примеры проанализированы с точки зрения дизайна.

Ключевые слова: теория аукционов, дизайн механизмов, открытые и закрытые аукционы.

Annotation. The article focuses on mobile spectrum auctions as examples a successful auction and a huge failure. These examples are analyzed in terms of design.

Keywords: auction theory, mechanism design, open and closed auctions.

Введение. Теория аукционов (лат. – *auctio* – «продажа с публичного торга»), являющуюся одой из наиболее перспективных и активно развивающихся разделов дизайна механизмов в математической теории игр.

Дизайн механизмов – область исследования в экономической теории и теории игр, которая представляет собой подход создания механизмов и стимулов для достижения желаемых целей, где игроки действуют рационально, а действия экономических субъектов приводят к решению, оптимальному с точки зрения общей целевой функции. Дизайн механизмов изучает взаимодействие между агентами, при котором каждый агент пытается выбрать стратегию, которая максимизирует его собственную прибыль. Главный пример дизайна механизмов – аукционы [1].

Постановка задачи. Ознакомится с теорией и практикой аукционов. Привести и проанализировать с точки зрения дизайна знаменитые примеры успешных аукционов и грандиозные провалы.

Результаты. Аукционы стали широко известны обществу исключительно благодаря открытым торгам эксклюзивными товарами. Современный подход к организации аукциона (дизайн аукциона) появился в XVI в. в Голландии, а в XVIII в. начали свою деятельность знаменитые аукционные дома «Sotheby's» и «Christie's», которые по сей день торгуют антиквариатом и произведениями искусства на суммы в миллиарды долларов.

Принципиально отличается от приведенных выше примеров продажа нефтяного участка на разработку. Первая особенность данной ситуации состоит в том, что компания, желающая его приобрести, делает это не из иррациональных эстетических побуждений, а намереваясь получить прибыль. При этом имеется серьезная проблема: прибыль зависит от запасов нефти, а их размер – неопределенная величина. И даже если каждой из компаний предложить для оценки пробурить скважину, одной из них попадет бедная часть участка, другой повезет чуть больше, и, наконец, последней достанется скважина, из которой нефть будет бить ключом. С большой вероятностью именно последняя компания победит на аукционе, но в плюсе не окажется, поскольку полученная прибыль будет сильно ниже ожидаемой. Этот эффект носит название «проклятия победителя» и встречается достаточно часто в аукционной практике.

Основные положения теории экономических механизмов сформулировал Леонид Гурвич в 1960 г. Начиная с середины 60-х годов прошлого столетия, аукционы превратились из узко лимитированной области экономики, в наиболее явную историю успеха приложения теоретических конструкций экономики к практике.

Особенность аукциона заключается в том, что цена изначально не только не задана, но и неизвестна. Установить изначально высокую цену опасно – никто из потенциальных покупателей может не решиться ее заплатить, и лот окажется

непроданным. А низкая цена – это вероятность лишиться огромных сумм. Аукцион разрешает данную дилемму, цена в нем формируется прямо в результате торгов.

Также, важнейшей характеристикой аукциона является его информационная структура. Результат, будет напрямую зависеть от того, имеется ли объективная, единая для всех ценность лота, у каждого участника есть своя индивидуальная оценка, не зависящая от мнения других людей, или эти оценки могут быть связаны определенным образом. Также важно, известны ли участникам оценки или хотя бы ставки других участников аукциона, может ли передаваться информация, и т. д. [2].

Форматов аукционов очень много. Во-первых, бывают открытые и закрытые аукционы. В закрытых форматах аукционист собирает ставки, ранжирует их, определяет победителя и цену, в то время как в открытых аукционах торги происходят в реальном времени в динамике.

Формат аукциона определяют несколько переменных. Он может проводиться в один раунд или в несколько; покупатели могут предлагать ставки открыто или напрямую продавцу; имеют право назначать свою цену несколько раз или только однажды. Иногда победитель получает товар по своей цене, а иногда – по цене на шаг ниже. Нам более известны аукционы, где ставки повышаются (английские), но есть и обратный случай – аукцион голландского типа начинается с самой высокой цены.

Аукцион, вызвавший, наверное, самый сильный резонанс в эпоху их зарождения – аукцион продажи частот мобильного спектра для связи 3G в Великобритании в 2000 г. [3]. Дизайн такого аукциона неочевиден. Нетривиален даже ответ на вопрос, сколько лицензий стоит продавать. С одной стороны, за эксклюзивное нахождение на рынке компании будут готовы заплатить очень много, но с точки зрения общественного благосостояния монополизация данного рынка не очень хорошее решение. С другой – выдавать много лицензий, даже если за них будут готовы платить, не лучший вариант, поскольку каждая дополнительная компания – это огромные постоянные издержки на создание и

поддержку сети, сложности координации и множество других проблем, которых хотелось бы избежать. С третьей – нельзя подходить к вопросу об оптимальном числе лицензий исключительно с точки зрения максимизации общественного благосостояния, не учитывая текущую рыночную структуру – число операторов и их рыночные доли, географию страны, интегрированность в международное пространство и т. д.

К разработке дизайна данного аукциона были привлечены ведущие мировые специалисты в этой области. Принципиально важное решение, которое они приняли, было о числе лицензий. Несмотря на то, что первоначальная идея состояла в продаже четырех лицензий, делать так было категорически неправильно. На рынке присутствовало четыре крупных мобильных оператора «Cellnet», «One-2-One», «Orange» и «Vodafone». При аукционе четырех лицензий они бы и разделили их между собой без существенных затрат – мелкие и средние операторы, а также новые игроки просто не стали бы ввязываться в борьбу, и собранная сумма была бы невелика.

Возможным вариантом было предложение трех лицензий – крупные операторы, понимая, что кто-то из них останется ни с чем, аккумулировали бы все возможные ресурсы на получение лицензии. При этом три компании, во-первых, означают чрезмерно высокую концентрацию на рынке, а во-вторых, физически могут принести меньше денег в бюджет, чем пять. Если разыгрываемых лицензий будет пять, то средние компании осознают, что кому-то из них, скорее всего только одному, дается «путевка в Высшую Лигу», и этим последним шансом очень важно воспользоваться. Они включаются в игру, настолько масштабную, что крупным тоже нельзя оставаться безучастными, иначе они рискуют вылететь из «Высшей Лиги». Отметим, что все четыре крупных оператора действительно получили лицензии, причем очень недешево, пятая же досталась новому игроку на рынке – Гонконгской компании «Three».

Кроме определения числа лицензий, разработчики дизайна попытались учесть множество подводных камней, связанных со сговором, возможными побочными платежами, нерациональным поведением участников и т. д.,

используя как предыдущий опыт, так и методы экспериментальной экономики и имитационного моделирования. Но издержки на привлечение крупнейших специалистов в области теории аукционов и развернутую подготовку оправдали себя. Результаты ошеломили всех, кроме самих дизайнеров: от фактической продажи воздуха было собрано 22,5 миллиарда фунтов стерлингов или по курсу около 39 миллиардов евро, или 650 евро на каждого жителя Великобритании, включая грудных детей. Собранная сумма эквивалентна суммарным месячным доходам государства от всех видов налогов.

Год спустя швейцарцы решили провести аналогичный аукцион по продаже частот для 3G. Первоначальные ожидания даже превышали британские. Но организаторы решили, что справятся сами, не привлекая к анализу рынка специалистов. Итог оказался противоположным: аукцион закончился, не начавшись, на стартовой отметке в 20 евро, что стало главным провалом европейских аукционов по продаже частот для 3G связи.

Вывод. Аукционы имеют огромное практическое значение не только для отдельных людей, но и для целых стран и отраслей. За последние полвека аукционы превратились из маргинальной области экономики, известной публике исключительно благодаря аукционам произведений искусства, в наиболее явную историю успеха приложения теоретических конструкций экономики к практике. Приведенный нетехнический обзор и анализ видов аукционов, а также их особенностей, показал особую важность информационной структуры в «правильном» дизайне аукциона.

Литература

1. Hurwicz L. Optimality and Informational Efficiency in Resource Allocation Processes / L. Hurwicz // California: Stanford University Press, 1960. – P. 27-46.
2. Савватеев А.В. Теория и практика аукционов / А.В. Савватеев, А.Ю. Филатов // Вестник ВГУ. Серия: экономика. 2018. №1 – С. 119-131.
3. Binmore K. The biggest auction ever: the sale of the British 3G telecom licences / K. Binmore, P. Klemperer // The Economic. – 2002. – V. 112. – P. 74–96.

СЕКЦИЯ «ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА»

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

e-mail: sachapropro@gmail.com

Научный руководитель:

Руссиян Станислав Анатольевич, к.т.н., 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

Liashko Aleksandr Andreevich, student of the BSs-20 group, Donetsk National Technical University, 83001, Donetsk, Artem str., 58.

Scientific supervisor:

Russijan Stanislav Anatolevich, Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Higher Mathematics named after V.V. Pak, Donetsk National Technical University, 83001, Donetsk, Artem str., 58.





УДК 51-7

Савченко А.А.,

обучающийся «Республиканского архитектурно-строительного
лицея-интерната» ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: Осипова Л.В.,

учитель математики высшей категории
«Республиканского архитектурно-строительного
лицея-интерната» ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И СТАТИСТИКИ В ЗАДАНИЯХ ГИА И ЕГЭ

Аннотация. Рассмотрены особенности изучения стохастической линии в школьном курсе математики. Проанализированы виды вероятностных задач при подготовке к ГИА и ЕГЭ прошлых лет. Разобраны новые задачи повышенной сложности профильного ЕГЭ по теории вероятностей.

Ключевые слова: теория вероятностей, стохастическая линия, задачи повышенной сложности, профильные ГИА и ЕГЭ, методы решения задач.

Annotation: The features of the study of the stochastic line in the school course of mathematics are considered. The types of probabilistic tasks in preparation for the GIA and the Unified State Examination of past years are analyzed. New tasks of increased complexity of the specialized USE in the theory of probability are analyzed.

Keywords: probability theory, stochastic line, tasks of increased complexity, specialized GIA and USE, problem solving methods.

Введение. В настоящее время для выпускников всех профилей предусмотрен обязательный единый государственный экзамен (ГИА) по математике и возможность пройти ЕГЭ на территории ДНР по единым экзаменационным контрольно-измерительным материалам (КИМ). Эти

материалы заданы в деятельностной форме (через решение задач) и с этого года по теории вероятностей включают задания различного уровня сложности (части В и С). В связи с создавшейся ситуацией, когда большую часть учебного процесса в этом учебном году, учащиеся вынуждены проходить дистанционно, особенно трудно приходится выпускникам 11-х классов. Подготовка к ГИА и ЕГЭ стала своего рода испытанием. В связи с этим возрастает актуальность рассмотрения приемов эффективного изучения материалов вероятностно-стохастической линии и способов решения задач.

Важной проблемой остается создание конкретных учебных материалов, позволяющих гарантированно достигать цели, стоящей перед выпускниками.

Постановка задачи. Проанализировать теоретический материал стохастической линии школьного курса. Рассмотреть КИМы ЕГЭ за 2019-2022 гг. Проанализировать виды вероятностных задач и методы их решения экспериментально проверить применение изученных методов.

Результаты. В рамках данной работы рассматривается одна из ключевых задач школьного математического образования «предоставление каждому обучающемуся возможности достижения уровня математических знаний, необходимого для дальнейшей успешной жизни в обществе» [1].

В связи с новой парадигмой образования, становится очевидной универсальность вероятностно-статистических законов, они стали основой описания научной картины мира. Современная физика, химия, биология, демография, социология, лингвистика, философия, весь комплекс социально-экономических наук развиваются на вероятностно-статистической базе [5].

Каждый ребёнок сталкивается в своей жизни ежедневно с вероятностными ситуациями, ведь игра и азарт составляют существенную часть его жизни. Круг вопросов, связанных с осознанием соотношения понятий вероятности и достоверности, проблемой выбора наилучшего из нескольких вариантов решения, оценкой степени риска и шансов на успех, представлением о справедливости и несправедливости в играх и реальных жизненных коллизиях –

всё это, несомненно, находится в сфере реальных интересов становления и развития личности. [5]

В 2022 году в варианты ЕГЭ по математике добавились новые задачи по теории вероятностей. По сравнению с теми, которые раньше были в варианте, это повышенный уровень сложности. Отдельные материалы по этой тематике давно присутствуют в школьных учебниках.

Содержание материала стохастической линии, обязательного для изучения в курсе основной школы:

- *понятие и примеры случайных событий;
- *понятия частоты события и вероятности;
- *равновероятные события и подсчёт их вероятности;
- *представление о геометрической вероятности;
- *представление данных в виде таблиц, диаграмм, графиков;
- *средние результаты измерений;
- *понятие о статистическом выводе на основе выборки.

Но знание формул и теорем по теории вероятностей не дает значительного эффекта при решении задач, ученикам чаще приходится опираться на здравый смысл, а не действовать строго по алгоритму. Поэтому я поставил перед собой вопрос: «Найти оптимальные способы решения вероятностных задач?»

Существует методика обучения математике на основе задачного подхода, с возможностью построения для каждого учащегося индивидуальной образовательной траектории и его успешную подготовку к итоговому экзамену и к вступительным экзаменам в вузы, тем самым, в рамках названного учебного курса решить проблему качественного обучения математике в средней школе.

Мы разберем задачу № 4 из открытого банка заданий ЕГЭ. Покажем, какие задачи могут вам встретиться на ЕГЭ-2022.

4. При подозрении на наличие некоторого заболевания пациента отправляют на ПЦР-тест. Если заболевание действительно есть, то тест подтверждает его в 86 % случаев. Если заболевания нет, то тест выявляет отсутствие заболевания в среднем в 94% случаев. Известно, что в среднем

тест оказывается положительным у 10% пациентов, направленных на тестирование. При обследовании некоторого пациента врач направил его на ПЦР-тест, который оказался положительным. Какова вероятность того, что пациент действительно имеет это заболевание?

Решение. Задача похожа на уже знакомую тем, кто готовится к ЕГЭ (про гепатит), однако вопрос здесь другой. Уточним условие: «Какова вероятность того, что пациент, ПЦР-тест которого положителен, действительно имеет это заболевание?» В такой формулировке множество возможных исходов. Это количество пациентов с положительным результатом ПЦР-теста. Причем, только часть пациентов, действительно заболевшие.

Пациент приходит к врачу и делает ПЦР-тест. Он может быть болен этим заболеванием – с вероятностью x . Тогда с вероятностью $1 - x$ он этим заболеванием не болен.

Анализ пациента может быть положительным по двум причинам:

- а) пациент болен заболеванием, которое нельзя называть, его анализ верен; событие A ;
- б) пациент не болен этим заболеванием, его анализ ложно-положительный, событие B .

Это несовместные события, и вероятность их суммы равна сумме вероятностей этих событий. Имеем:

$$P(A)=0,86x;$$

$$P(B)=0,06 \cdot (1-x);$$

$$P(A+B) = P(A)+P(B)=0,86+0,06 \cdot (1-x) = 0,1.$$

Мы составили уравнение, решив которое, найдем вероятность x .

$$x = 0,05.$$

Что такое вероятность x ? Это вероятность того, что пациент, пришедший к доктору, действительно болен. Здесь множество возможных исходов – это количество всех пациентов, пришедших к доктору.

Нам же нужно найти вероятность z того, что пациент, ПЦР-тест которого положителен, действительно имеет это заболевание. Вероятность этого события

равна $0,05 \cdot 0,86$ (пациент болен и ПЦР-тест выявил заболевание, произведение событий). С другой стороны, эта вероятность равна $0,1 \cdot z$ (у пациента положительный результат ПЦР-теста, и при выполнении этого условия он действительно болен).

Получим: $0,05 \cdot 0,86 = 0,1 \cdot z$, отсюда $z = 0,43$.

Ответ: 0,43.

Вероятность того, что пациент с положительным результатом ПЦР-теста действительно болен, меньше половины. Кстати, это реальная проблема для диагностики в медицине, то есть в задаче отражена вполне жизненная ситуация. Не более 2 попыток равна $0,4 + 0,6 \cdot 0,4 = 0,4 \cdot (1 + 0,6) = 0,64$.

Ответ: 0,64.

Заключение. Проанализировав теоретический материал и задания ЕГЭ прошлых лет, а так же предлагаемые задания по теории вероятностей в ГИА и ЕГЭ 2022 года, виды вероятностных задач и методы их решения можно сделать выводы, что для успешного прохождения ЕГЭ выпускникам придется изучить такие понятия как : формула классической вероятности, алгоритм применения формулы классической вероятности при решении задач, формула геометрической вероятности, частота при решении задач, правила сложения и умножения вероятностей, противоположные события, схема Бернули, условная вероятность, формула полной вероятности, формула Байеса, многие из которых не рассматриваются в учебнике «Алгебра и начала анализа» для 10-11 классов общеобразовательных учреждений (авторы Ш.А. Алимов, Ю.М. Колягин, М.В. Ткачева, Н.Е. Федорова, М.И. Шабунин). Поэтому недостаточно учить материал учебника и рассматривать три вида задач и методы их решения чтобы решить задание уровня С в ЕГЭ-2022 без ошибок. Только планомерная, вдумчивая и добросовестная подготовка позволит выпускнику хорошо подготовиться к участию в ЕГЭ и успешно решить судьбоносную проблему при переходе на более высокий учебный уровень обучения в вуз.

Литература

1. Закон Донецкой Народной Республики «Об образовании», утвержденный Постановлением №1 – 233П – НС Народного Совета Донецкой Народной Республики от 19 июня 2015 г.

2. Примерная программа по учебному предмету «Алгебра и начала математического анализа». 10-11 классы (базовый, углубленный уровни) / сост. Скафа Е.И., Федченко Л.Я., Полищук И.В. – 6-е изд. перераб., дополн. – ГОУ ДПО «ДонРИДПО». – Донецк: Истоки, 2021. – 59 с.

3. Сайт Ресобрнадзора, кодификатор элементов содержания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://gia.resobrnadzor.ru/wp-content/uploads/2021/10/2.-ЕРЭ_2022_Математика_-Кодификатор-ЭС-1.pdf (дата обращения: 22.04.2022).

4. Трудные задачи по теории вероятностей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://alt.izh.one/files/news/795/теория%20вероятности%20%20ЕГЭ%202022.pdf> (дата обращения: 11.04.2022).

5. Баландина И. «Стохастическая линия в средней школе. Начнем с анализа» [Электронный ресурс]. – Журнал «Математика». Издательский дом «Первое сентября». – Режим доступа: https://mat.1sept.ru/view_article.php?ID=200901403 (дата обращения: 22.04.2022).

Савченко Александр Алексеевич, обучающийся «Республиканского архитектурно-строительного лицея-интерната» ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: sasha-savchenko-10a@yandex.ru

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

Savchenko Alexander Alekseevich, student of the Republican Lyceum-Boarding School of Architecture and Civil Engineering of Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Donetsk People's Republic, 286123, Makeyevka, Derzhavina str., 2.

Scientific supervisor:

Osipova Liudmila Vladimirovna, teacher of mathematics of the highest category of the Republican Lyceum-Boarding School of Architecture and Civil Engineering of Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Donetsk People's Republic, 286123, Makeyevka, Derzhavina str., 2.





УДК 51(091)

Кугель Е.С.,

студ. гр. ГК-11а, ГОУ ВПО «ДонНАСА», г. Макеевка

Руководитель: к.ф.-м.н., доцент Кононыхин Г.А.,

доцент кафедры высшей математики ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ЧИСЛА ФИБОНАЧЧИ

Аннотация. В работе рассмотрены примеры использования чисел Фибоначчи в законах природы, архитектуры и математике.

Ключевые слова: числа Фибоначчи, золотое сечение.

Annotation. The paper considers examples of the use of Fibonacci numbers in the laws of nature, architecture and mathematics.

Keywords: Fibonacci number, golden ratio.

Введение. Леонардо Пизанский (Фибоначчи) считается самым первым крупным математиком в истории средневековой Европы. Перед тем как стать одним из самых известных математиков раннего Средневековья, Леонардо Пизанский изучал точные науки у самых продвинутых учителей своего времени, которыми считались арабы. Именно благодаря этой деятельности Фибоначчи, в Европе появились десятичная система исчисления и арабские цифры, которыми мы пользуемся до сих пор.

Ряд Фибоначчи. В одном из своих самых известных трудов под названием «Liber abaci», Леонардо Пизанский приводит уникальную закономерность чисел, которые носят название «Ряд Фибоначчи».

Перечислим основные свойства последовательности Фибоначчи.

1) Каждое следующее число, начиная с третьего равно сумме двух предыдущих.

2) Отношение каждого числа к последующему при увеличении порядкового номера все более и более стремится к 0,618.

3) Отношение каждого числа ряда к предыдущему стремится к 1,618.

Иными словами, последовательность Фибоначчи выглядит так: 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377, 610, 987 и так далее.

Каждое число из ряда Фибоначчи, разделенное на последующее, имеет значение, стремящееся к уникальному показателю, которое составляет 1,618. Первые числа ряда Фибоначчи не дают настолько точное значение, однако по мере нарастания, соотношение постепенно выравнивается и становится все более точным.

Из-за своего повсеместного применения в природе, золотое сечение (именно так число Фибоначчи иногда называют в искусстве и математике) считается одним из самых гармонизирующих законов мироздания, который упорядочивает структуру окружающего нас мира и направляет жизнь на развитие. Так, правило золотого сечения применяется природой для образования траекторий движения вихревых потоков в ураганах, при образовании эллиптических галактик, к которым относится и наш Млечный Путь, при «строительстве» раковины улитки или ушной раковины человека, направляет движение косяка рыб и показывает траекторию движения испуганной стаи оленей, врассыпную убегающую от хищника.

Примеры использования ряда Фибоначчи. С тех пор, как Фибоначчи открыл свою последовательность, было найдено много явлений природы, в которых его последовательность чисел прослеживается очень четко. Природа дает нам многочисленные примеры расположения предметов, описываемых числами Фибоначчи. Спиралевидное расположение листьев на ветках деревьев подметили давно. Выяснилось, что в расположении листьев на ветке (филлотаксис – листорасположение), в числе оборотов на стебле, в числе листьев в цикле проявляет себя ряд чисел Фибоначчи.

У многих цветов количество лепесточков является числами из ряда Фибоначчи.

Встретить числовые закономерности в живой природе можно в различных спиральных формах, которыми так богат мир растений. Обычно можно усмотреть два вида спиралей. В одной спирали завиваются по часовой стрелке, а в другой против. Число «правых» и «левых» спиралей часто оказываются соседними числами Фибоначчи.

Числа Фибоначчи отражают основную закономерность роста организмов, следовательно, проявляются и в строении человеческого тела. Рассмотрим это поподробнее.

У человека одно туловище, одна голова, одно сердце и т. д. Многие части тела и органы парные. Например, руки, ноги, глаза, почки. Из трех частей состоят ноги, руки, пальцы рук. На руках и ногах по пять пальцев, а рука вместе с пальцами состоит из восьми частей. Можно рассмотреть части тела и с другой стороны. У человека 2 руки, пальцы на каждой руке состоят из 3 фаланг (за исключением большого пальца). На каждой руке имеется по 5 пальцев, только 8 пальцев трехфаланговые. Все эти цифры 2, 3, 5 и 8 есть числа последовательности Фибоначчи.

Позвоночник человека состоит из 34 позвонков. Как видно из приведенного перечисления частей человеческого тела, в его членении на части присутствуют все числа Фибоначчи от 1 до 34. Общее число костей скелета человека близко к 233, то есть отвечает еще одному числу Фибоначчи.

Числа Фибоначчи можно обнаружить и в «крови» у человека. Так распределение людей по трём группам крови отвечает отношениям чисел $8/21/3$.

Сердечная мышца сокращается до 0,618 от своей изначальной длины и нарушение этого числа при сокращении ведет к болезням сердца. А это число отражает одно из свойств чисел Фибоначчи. В результате математической обработки экспериментальных медицинских данных, появились отношения чисел, характеризующих сердечный цикл: 0,050; 0,081; 0,131; 0,210; 0,340. Мы видим, что они отражают последовательность ряда чисел Фибоначчи 5, 8, 13, 21, 34. В строении человеческого лица и кисти существуют и иные воплощения ряда Фибоначчи.

Этот ряд получается, если провести измерения длин фаланг пальцев и расстояний между различными частями лица.

Эстетичность такой гармонизации мироздания воспринимается человеком, который всегда стремился улучшить окружающую его действительность, в качестве стабилизирующего природу закона. Находя золотое сечение в лице того или иного человека, мы инстинктивно воспринимаем собеседника в качестве гармоничной личности, чье развитие происходит без сбоев и нарушений. Этим можно объяснить то, почему иногда нам по непонятным причинам больше нравится одно лицо, чем другое. Оказывается, о наших возможных симпатиях позаботилась природа!

Наиболее распространенное определение золотого сечения гласит, что меньшая часть так относится к большей, как большая часть относится ко всему целому. Уникальное правило встречается во всех областях природы, науки и искусства, позволив некоторым именитым исследователям Средних Веков сделать предположение, что три основные части золотого сечения олицетворяют собой христианских Отца, Сына и Святого Духа.

С точки зрения математики, золотое сечение представляет собой некую идеальную пропорцию, к которой каким-то образом стремится все живое и неживое в природе.

В конце XIX – начале XX вв. появилось немало чисто формалистических теорий о применении золотого сечения в произведениях искусства и архитектуры. С развитием дизайна и технической эстетики применение закона золотого сечения распространилось на конструирование машин, мебели и пр.

Леонардо де Винчи считал, что идеальные пропорции человеческого тела должны быть связаны с числом Фибоначчи. Деление отрезка в отношении числа Фибоначчи он назвал «золотым сечением». В эпоху возрождения «золотое сечение» было очень популярно среди художников, скульпторов и архитекторов. Размеры картины было принято брать такими, чтобы отношение ширины к высоте равнялось числу Фибоначчи.

Этот термин сохранился до наших дней, и само «золотое сечение» по-прежнему играет важную роль в искусстве. Им руководствовался, например, великий архитектор Ле Корбюзье.

Прямоугольник с таким отношением сторон стали называть «золотым прямоугольником». Форму «золотого сечения» придавали книгам, столам почтовым открыткам. В дальнейшем книгам и другим бумажным изделиям стали чаще придавать форму прямоугольника с отношением сторон корень из двух. Это связано с тем, что при перегибании такого прямоугольника по средней линии образуются два прямоугольника с тем же соотношением сторон.

Число золотого сечения Фибоначчи обладает какой-то странной неуловимостью. Оно появляется в различных проекциях, так и не давая ответа на вопрос, как это число связано с тем или иным явлением. Интерес к мистическому числу Фибоначчи достаточно периодичен. Он возникает с обнаружением нового проявления этого числа в каком-либо явлении природы.

Проходит время, и интерес к нему спадает. Но ненадолго. Числу Фибоначчи находят всё новое и новое применение, но оно так и остается недоступным для ясного и полного понимания его свойств и степени его влияния на окружающий мир.

Заключение. Ряд Фибоначчи мог бы остаться только математическим казусом, если бы не то обстоятельство, что все исследователи золотого деления в растительном и в животном мире, не говоря уже об искусстве и архитектуре, неизменно приходили к этому ряду как арифметическому выражению закона золотого деления.

Таким образом, суммарной последовательностью Фибоначчи легко можно трактовать закономерность проявлений Золотых чисел, встречаемых в природе. Эти законы действуют в независимости от нашего знания, от чьего-то желания принимать или не принимать их. Золотое сечение и последовательность чисел Фибоначчи помогают учёным описывать строение галактик и планетарных систем, а некоторые социологи начинают их использовать для прогнозирования

различных катаклизмов, обусловленных массовой истерией (войн, беспорядков, революций и т.д.).

Одна и та же закономерность используется в совершенно разных областях, практически не связанных между собой, а это значит, что она является универсальной.

Литература

1. Маркушевич А.И. Возвратные последовательности. / А.И. Маркушевич. – М.: Наука, 1975. – 48 с.
2. Воробьёв Н. Н. Числа Фибоначчи. / Н. Н. Воробьёв. – М.: Наука, 1978. – 140 с.
3. Савин А. П. Энциклопедический словарь юного математика. / А.П. Савин. – М.: Педагогика, 1989. – 352 с.

Кугель Елизавета Сергеевна, студентка группы ГК-11а, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: liza_kugel@mail.ru

Научный руководитель:

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

e-mail: g.a.kononykhin@donnasa.ru

Kugel Elizaveta Sergeevna, student of the GK-11a group, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin st., 2.

Scientific supervisor:

Kononykhin Gennady Anatolyevich, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Higher Mathematics, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin st., 2.



УДК 7.011.2, 51-78, 316.347

Ермолаева Е. В.,

студ. гр. АП-34 ААИ, ФГАОУ ВО «ЮФУ»

Руководитель: к.ф.-м.н., доцент Налбандян Ю. С.,

доцент кафедры математического анализа и геометрии

ИММиКН им. И. И. Воровича, ФГАОУ ВО «ЮФУ»

МАТЕМАТИКА И ИСКУССТВО КАК ЯЗЫКИ МЕЖНАЦИОНАЛЬНОГО ОБЩЕНИЯ

Аннотация. В статье обосновывается предположение о том, что симбиоз математики и пластических искусств может стать языком наднационального общения, понятным представителям различных народов и культур.

Ключевые слова. Математика, пластические искусства, культурный диалог.

Аннотация. The article substantiates the assumption that the symbiosis of mathematics and applied arts can become a language of supranational communication understandable to representatives of various peoples and cultures.

Ключевые слова. Mathematics, plastic arts, cultural dialogue.

Введение. Российская Федерация – многонациональное государство, которому необходимо двигаться в направлении консолидации общества и формирования единого информационного пространства с сохранением самобытных взглядов и традиций различных этносов. Потребность во взаимодействии различных народов приводит к поиску способов, помогающих устанавливать межэтнические связи, обеспечивать взаимопонимание представителей разных народов. В связи с этим возникает вопрос о поиске некоего наднационального языка, семантика которого будет понятна всем, независимо от происхождения, родного языка и религии. Накопленный

человечеством опыт позволяет предположить, что помочь в его формировании может симбиоз математики и пластических искусств.

История вопроса. Возникшие в тесной связи с религией математика и искусство достаточно быстро выросли «в основные инструменты всякого знания». Об этом пишут и математики, например, Дж. Пидоу в [1], и искусствоведы, такие как Э. Гомбрих [2]. Впервые единство этих двух различных, но тесно связанных между собой способов познания мира, проявляется в Древней Греции, где отсутствовало жёсткое деление культуры на различные виды интеллектуально-созидательной деятельности, но при этом фактически были заложены теоретические основы философии, математики, живописи, архитектуры, скульптуры, и были определены основные законы гармонии. Именно там и тогда «мир впервые узнал философию и науку в нынешнем понимании слова», а искусство достигло определенных вершин.

Можно привести многочисленные примеры, демонстрирующие единство математики и пластических искусств на протяжении всей истории человечества – это и квазипериодические мозаики, известные еще по работам мусульманских мастеров эпохи раннего Средневековья, и математические труды таких универсальных гениев эпохи Возрождения как Филиппо Брунеллески, Леон Баттиста Альберти, Альбрехт Дюрер (с одной стороны – закладывались основы новых направлений в науке, начертательной и проективной геометрии, с другой – новые принципы построения изображений обусловили прорывы и в живописи, и в архитектуре), и фрактальное искусство (здесь математические открытия привели к появлению новых возможностей в познании и описании окружающего мира), и современные цифровые технологии, используемые при создании мозаик, иллюстраций, рисунков и макетов реальных объектов. Более того, одни и те же идеи появлялись в разное время в разных странах. Например, идея самоподобия (пусть даже до «официального» введения в оборот понятия «фрактал») интуитивно реализовывалась в культурном пространстве Китая (пейзажи средневековых художников Ван Мэна, Шен Чжоу и Ван Фу), Японии (например, творчество Кацусики Хокусая, работавшего на рубеже XVIII-XIX

веков), стран Ислама (мозаика «гирих», известная с XI века), многих европейских государств (от средневековых миниатюр – «автор» фракталов Б.Мандельброт приводит в качестве примера одну из иллюстраций к французской библии XVIII века – до произведений Мориса Эшера и многих современных представителей «фрактал-арта»).

Основной результат. И математика, и пластические искусства «наднациональны» – а значит, объединившись, могут сыграть важную роль в формировании единого языкового пространства. Обосновать этот тезис можно теоретически, а проиллюстрировать – примерами из опыта, накопленного в Южном федеральном университете.

Необходимость вести «межнациональный диалог средствами культурных традиций и видов изобразительного искусства того или иного народа» отмечалась неоднократно, например, в статье [3]. Её автор подчеркивает, что визуальная часть искусства «наиболее понятна, так как не требует освоения нового языка, в отличие, например, от литературы и театра». Впрочем, то же самое можно сказать и о математическом языке. С одной стороны, математика развивается в определенной социокультурной среде – и не случайно так резко отличались и результаты, полученные учёными различных цивилизаций, и методы, с помощью которых велись исследования (доказательность в Древней Греции, догматизм Древнего и Средневекового Китая, иллюстративность в Индии, где обоснование многих утверждений сводилось к рисунку и краткому комментарию «Смотри!» – подробности можно найти в [4]). С другой, законы математики едины и универсальны, её семантика стоит над национальными различиями и культурными барьерами – и тут самое время вспомнить Иоганна Мюллера (Региомонтана), учёного, работавшего в середине XV века. Одним из первых он оценил значение создаваемых тогда по всей Европе типографий и мечтал об издании многочисленных трактатов математиков античности: «Пусть другие пытаются решать свои проблемы войнами, а мы хотим бороться другими средствами, не в битвах, а с помощью издания книг...» [5, с.48].

Итак, предположение о том, что соединение математики и пластических искусств может стать языком межнационального общения, выглядит убедительным и обоснованным. Рассмотрим теперь примеры того, как синтез двух столь важных ветвей познания позволяет с максимальной эффективностью решать задачи, стоящие перед Южным федеральным университетом.

Прежде всего мы видим активную и успешную реализацию прозвучавшего в [3] тезиса ««Искусство способно выполнять функцию пропаганды и воспитательную функцию». Университет, работающий в многонациональном регионе, официально объявил одной из своих задач «сохранение и приумножения культурных традиций и ценностей», а к приоритетным направлениям научной и образовательной деятельности отнёс «архитектурно-художественное творчество, проектирование, реставрацию, модернизацию и создание объектов градостроительства, архитектуры, дизайна и искусства». Наряду с многочисленными выставками, конференциями, конкурсами, которые проводятся ежегодно, важную роль здесь сыграл проект «Памятники архитектурного наследия Северного Кавказа в пространственно-временном континууме» [6], выполнявшийся в 2014–2016 гг. при поддержке РФФИ. Наряду с решением конкретных практических задач участвовавшие в работе молодые ученые в полной мере осознали «содержательные основы мировоззрения, имеющие единые для всех культур Северного Кавказа глубинные исторические корни, сохраняющие свою неизменность на протяжении веков».

Примером успешной воспитательной работы можно считать и активное участие студентов Академии архитектуры и искусств ЮФУ в ежегодном Всероссийском фестивале дизайна, архитектуры, декоративно-прикладного искусства, народно-художественных промыслов и изобразительного искусства «Феродиз» – в 2021 году, например, его финальная часть прошла в Пятигорске.

Необходимо также упомянуть ежегодный всероссийский научно-просветительский форум «Мир Кавказу», на котором уделяется место вопросам искусствоведения; стартовавший в 2021 г. в Южном и Северо-Кавказском федеральных округах научно-образовательный проект «Школа

Кавказоведения»; 2-ю Всероссийскую научно-практическую конференцию «Гармонизация межнациональных отношений. Исторические судьбы казачества» (на ней особое внимание уделялось теме казачества в искусстве); проект «Этнокультурный код ЮФУ», стартовавший по инициативе студентов в целях укрепления межнациональной и межконфессиональной дружбы.

Укладываются в рассматриваемую и разнообразные научные мероприятия. В 2019 году на базе ЮФУ проходила Третья Кавказская математическая конференция, в работе которой принимали участие Армянское, Азербайджанское, Грузинское, Иранское, Московское и Турецкое математические общества, причём особое внимание уделялось привлечению молодых докладчиков и слушателей–студентов (что представляется весьма важным в сложной политической обстановке, когда многие из упомянутых стран находятся в состоянии конфликта). Благодаря тесному сотрудничеству ЮФУ и находящегося во Владикавказе Южного математического института ВНЦ РАН регулярно проходят Владикавказские математические школы, причем среди их целей – формирование нового поколения исследователей, умеющего вести наднациональные диалоги.

Выводы. Диалог культур, опирающийся на универсальные языки математики и искусства, позитивно влияет на все сферы жизни общества, помогает предотвращать возникновение межнациональных конфликтов, сплачивает население, обогащает культурный фонд отдельных этносов и России в целом. Многочисленные мероприятия способствуют диалогу представителей различных национальностей, предоставляют возможность участникам обнаружить что-то новое, особенное, интересное не только в культурном коде других народов, но и в собственной национальной культуре.

Литература

1. Пидоу Дж. Геометрия и искусство / Дж. Пидоу. – М.: Мир, 1979. – 334 с.
2. Гомбрих Э. История искусств / Э. Гомбрих. – М.: Фолио, Аст. 1998. – 688 с.

3. Зиннатуллина А. А. Культура и искусство как средство межнационального диалога / А. А. Зиннатуллина // Мир культуры: история, современность и будущее. – Казань, 2014. – С. 7-12.

4. История математики с древнейших времён до начала XIX столетия. В трех томах / Под ред. А. П. Юшкевича. – Т.1. М. Наука, 1970. – 352 с.

5. Белый Ю.А. Иоганн Мюллер (Региомонтан). – М.: Наука, 1973. – 128 с.

6. Памятники архит. наследия Сев. Кавказа в пространственно-временном континууме: теор. обоснование создания модели эколог. историко-архитект. каркаса региона. Карточка проекта, поддержанного РФФ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rscf.ru/project/14-18-00595/> (дата обращения 10.04.2022).

Ермолаева Евгения Валерьевна, студентка группы АП-34, Академия архитектуры и искусств ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», 344082, Ростов-на-Дону, Буденновский пр., 39.

e-mail: ermolaeva@sfedu.ru

Научный руководитель:

Налбандян Юлия Сергеевна, к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедры математического анализа и геометрии Института математики, механики и компьютерных наук им. И. И. Воровича ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», 344090, Ростов-на-Дону, ул. Мильчакова, 8а.

e-mail: ysnalbandyan@sfedu.ru

Ermolaeva Evgeniya Valeryevna, student of the AP-34 group , Academy of Architecture and Arts of the Southern Federal University, 344082, Rostov-on-Don, Budennovsky Ave., 39.

Scientific supervisor:

Nalbandyan Yulia Sergeevna, Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Mathematical Analysis and Geometry of the Institute of Mathematics, Mechanics and Computer Science named after I. I. Vorovich of the Southern Federal University, 344090, Rostov-on-Don, Milchakova Str., 8a.



УДК 51(09)

Гончаров А.М.,

студ. группы ААХ-27а, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: к.ф.-м.н., Сергеев Е.К.,

доцент кафедры высшей математики

ГОУ ВПО «ДонНАСА»

**ХАРЛАМОВ МИХАИЛ ПАВЛОВИЧ – ОДИН ИЗ САМЫХ ЯРКИХ
ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ДОНЕЦКОЙ ШКОЛЫ МЕХАНИКИ**

Аннотация. Собраны имеющиеся биографические данные о докторе физико-математических наук, профессоре Харламове М. П.

Ключевые слова: точная механика, анализ гамильтоновых систем, нелинейные интегралы, динамика твёрдого тела.

Annotation. The available biographical data about the Doctor of Physical and Mathematical sciences, Professor Kharlamov M.P.

Keywords: precision mechanics, analysis of Hamiltonian systems, nonlinear integrals, rigid body dynamics.

Введение. Город Донецк славится не только своими природными богатствами, красивой природой, людьми-тружениками, но также деятелями науки и культуры. Одним из самых ярких представителей Донецкой школы механики стал Харламов Михаил Павлович.

Постановка задачи. Задачей данной работы является сбор имеющихся биографических данных о выходце из Донецка, докторе физико-математических наук, профессоре Михаиле Павловиче Харламове.

Результаты. Харламов Михаил Павлович родился в 1953 году в г. Донецке (Украинская ССР). С 1959 по 1967 год учился в СШ № 130 г. Новосибирска

(Академгородок), ныне лицей им. М.А. Лаврентьева. В 1969 году поступил на механико-математический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, который с отличием окончил в 1974 г.

Будучи студентом, Михаил Павлович опубликовал ряд научных работ по симметриям в уравнениях механики сплошной среды.

С 1974 по 1977 г. учился в аспирантуре отделения математики мехмата МГУ. В этот период под влиянием работ выдающихся математиков А.Н. Колмогорова, В.М. Алексеева, С. Смейла его интересы переместились в сферу топологического анализа гамильтоновых систем.

В 1978 г. защитил в МГУ диссертацию кандидата физико-математических наук на тему "Исследование качественных свойств динамических систем с симметриями".

С 1978 по 1982 гг. М.П. Харламов работал ассистентом, а затем старшим преподавателем в Донецком государственном университете.

В 1979 году за цикл работ по исследованию динамических систем с симметриями ему присуждена медаль АН УССР с премией для молодых ученых.

С 1982 по 1990 г. работал во вновь созданном Волгоградском государственном университете (1983-1984 – декан математического факультета, 1984-1986 гг. – проректор по учебной и научной работе, 1986-1990 гг. – проректор по научной работе, 1984-1989 гг. – заведующий кафедрой вычислительных методов и теории систем управления).

В 1983 г. защитил в МГУ докторскую диссертацию на тему «Геометрические методы в динамике твердого тела».

С 1990 по 1999 год заведовал лабораторией динамики машин в Волгоградском отделе Института машиноведения им. А.А. Благонравова АН СССР, преобразованного в 1991 году в Институт проблем точной механики и управления РАН.

С 1999 по 2015 год – профессор кафедры информационных систем и математического моделирования Волгоградской академии государственной службы.

В 2001 году М.П. Харламову присвоено звание «Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации».

Научные интересы М.П. Харламова лежали в области аналитической механики, теории динамических систем, вполне интегрируемых гамильтоновых систем, компьютерного моделирования динамики. Его результаты по разработке методов исследования фазовой топологии систем с нелинейными интегралами широко известны и используются в отечественной и зарубежной науке.

На примере классических задач динамики твердого тела им открыты все базовые бифуркации в интегрируемых системах с двумя степенями свободы (1979-1983 гг.). Он автор нового метода вычисления ориентации вращающихся тел на основе неголономных характеристик. Этот метод позволил построить компьютерные модели многих точных решений динамики твердого тела и систем твердых тел.

За последние 10 лет им было опубликовано около 30 работ по исследованию неприводимых систем, построены алгебраические вещественные разделения переменных в задачах типа случая Ковалевской.

М.П. Харламов – автор более ста научных работ, двух учебных пособий и монографии. Он подготовил 8 кандидатов наук по специальностям 01.02.01 – теоретическая механика, 01.01.04 – геометрия и топология, 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, 01.01.09 – дискретная математика и математическая кибернетика, 01.01.02 – дифференциальные уравнения.

Исследования научной школы под руководством М.П. Харламова были поддержаны грантами РФФИ, Администрации области, финансированием бюджетной науки по заданию Федерального агентства по образованию.

М.П. Харламов член Американского математического общества, находился в списке Top 100 Engineers (по версии International Biographical Centre, Cambridge), биография включена в издание Marquis Who Is Who in the World 2007.

С 2011 г. М.П. Харламов являлся членом комитета РФ по теоретической и прикладной механике, а также являлся членом редколлегии журналов «Нелинейная механика» и «Механика твёрдого тела».

После отъезда из Донецка в Волгоград М.П. Харламов не терял связи с Институтом прикладной математики и механики. Он проводил совместные исследования с рядом сотрудников ИПММ, постоянно участвовал в проводимых институтом конференциях, выступал оппонентом на защите диссертаций.

Ушёл из жизни 22 августа 2015 года.

Выводы. Биография Харламова Михаила Павловича является доказательством того, что это был умный и талантливый человек, который до последних дней своей жизни остался верен науке и принял участие в воспитании молодых учёных, передал им свои знания и умения, а самое главное оставил после себя огромное количество трудов, которые будут ещё долго служить науке, ведь каждая его работа заслуживает особого внимания.

Литература

1. Меркулова Н. Н. Математика. Часть I, Учебное пособие / Н. Н. Меркулова, М. П. Харламов и др., ред. Меркулова Н.Н. – Волгоград: изд-во ВАГС, 2000. – 227 с.
2. Меркулова Н. Н. Математика. Часть II, Учебное пособие / Н. Н. Меркулова, М. П. Харламов и др., ред. Меркулова Н.Н. – Волгоград: изд-во ВАГС, 2000. – 188 с.
3. Харламов М. П. Построение полного решения одной задачи динамики твёрдого тела / М. П. Харламов, Е. К. Сергеев // Механика твёрдого тела. 1982, № 14. – С. 33–38.

Гончаров Александр Максимович, студент группы ААХ-27а, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: goncharov.a.m-aah-27a@donnasa.ru

Научный руководитель:

Сергеев Евгений Константинович, к.ф.-м.н., доцент кафедры высшей математики ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: e.k.sergeev@donnasa.ru

Goncharov Alexander Maksimovich, student of ААН-27a group, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123 Makeevka, Derzhavin st., 2.

Scientific supervisor:

Sergeyev Evgeny Konstantinovich, Ph.D., Associate Professor of the Department of Higher Mathematics, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123 Makeevka, Derzhavin st., 2.



СЕКЦИЯ «ФИЗИКА И ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»



УДК 539.5

Балабан А.В.,

студ. группы 1РФМ-21, ГОУ ВПО «ДонНУ»

Руководитель: д. ф.-м. н., профессор Малашенко В.В.,
профессор кафедры радиофизики и инфокоммуникационных
технологий ГОУ ВПО «ДонНУ»

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СПЛАВЫ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Аннотация. Получено аналитическое выражение твердорастворного упрочнения состаренного бинарного сплава в условиях высокоэнергетических внешних воздействий.

Ключевые слова: динамический предел текучести, бинарные сплавы, зоны Гинье-Престона.

Annotation. An analytical expression for solid-solution hardening of an aged binary alloy under high-energy external influences is obtained.

Keywords: dynamic yield strength, binary alloys, Guinier-Preston zones.

Введение. Металлические сплавы, в том числе состаренные, широко применяются в различных отраслях промышленности, в частности, в строительстве и машиностроении. Механические свойства сплавов, такие, как прочность и пластичность, в значительной степени определяются зарождением и перемещением по кристаллу дислокаций – линейных дефектов кристаллической структуры, представляющих собой границу незавершенного сдвига.

Постановка задачи. При высокоэнергетических внешних воздействиях скорость пластической деформации достигает значений $10^3 - 10^9 \text{ с}^{-1}$ [1, 2], а дислокации движутся со скоростями от десятков до тысяч метров в секунду. Существенное влияние на движение дислокаций, а, следовательно, и на механические свойства кристаллов, оказывает динамическое взаимодействие дислокаций с другими дефектами кристаллической структуры, в частности, с атомами второго компонента в двухкомпонентных сплавах и зонами Гинье-Престона, образующимися в этих сплавах на первой стадии старения [3]. При анализе влияния зон Гинье-Престона на динамику дислокаций в сплавах обычно используется метод молекулярной динамики, однако зависимость механических свойств сплавов от концентрации атомов легирующих добавок в этих работах получена не была. В работе [3] аналитически исследовалось движение ансамбля краевых дислокаций в алюминиево-медном сплаве в условиях высокоскоростной деформации. Как следует из теории динамического взаимодействия дислокаций со структурными дефектами [3–5], динамика дислокаций при ударных нагрузках зависит от вида спектра дислокационных колебаний, в первую очередь от наличия щели в дислокационном спектре. Главную роль в рассматриваемой задаче играют коллективное взаимодействие растворенных атомов с дислокацией и коллективное взаимодействие остальных дислокаций ансамбля с этой дислокацией. Сила этих взаимодействий зависит главным образом от концентрации растворенных атомов и плотности дислокаций. В настоящей работе рассмотрен как случай доминирующего влияния точечных дефектов на формирование спектральной щели, так и случай доминирования влияния дислокаций ансамбля.

Результаты. Использование теории динамического взаимодействия структурных дефектов позволяет получить аналитическое выражение твердорастворного упрочнения состаренного двухкомпонентного сплава

$$\tau = \gamma + \frac{Kn_d}{\left(1 + \sqrt{n_d/n_1}\right)} + \frac{D}{\sqrt{\left(1 + \sqrt{n_d/n_1}\right)}}.$$

Здесь n_d – концентрация атомов легирующих добавок, γ , K , D – коэффициенты, зависящие от плотности дислокаций ρ , скорости пластической деформации $\dot{\epsilon}$, концентрации зон Гинье-Престона n_G и упругих констант кристалла. Анализ полученного выражения показывает, что упрочнение является немонотонной функцией концентрации легирующих добавок и имеет максимум при значении концентрации $n_1 = 10^{-3} - 10^{-4}$ и минимум при $n_2 = 10^{-1} - 10^{-2}$. Положение максимума соответствует переходу от доминирующего влияния коллективного взаимодействия дислокаций на формирование спектральной щели к доминированию влияния коллективного взаимодействия атомов второго компонента. Положение минимума полученной кривой соответствует переходу от доминирования торможения дислокации зонами Гинье-Престона к доминированию торможения атомами второго компонента.

Выводы. С ростом концентрации зон Гинье-Престона положение минимума скоростной зависимости динамического предела текучести смещается в сторону больших значений концентрации атомов второго компонента, положение максимума при этом не изменяется.

Литература

1. Smith R.F. High strain-rate plastic flow in Al and Fe Collins / R.F Smith., J.H. Eggert, Rudd R.E., Swift D.C., Bolme C.A. // Journal of Applied Physics. 2011. V. 110. P. 123515(1–11).
2. Lee J. High strain rate deformation of layered nanocomposites / J. Lee, D Veysset., Singer J., Retsch M., Saini G., Pezeril T., Nelson K., Thomas E. // Nature Communications. 2012. No. 3. P.1164-1168.
3. Malashenko V.V. Influence of the Guinier–Preston Zones on the Concentration Dependence of the Yield Point of the Aged Two-Component Alloys in Conditions of High-Speed Deformation / V.V. Malashenko // Physics of the Solid State. 2019. Vol. 61, No. 10. pp. 1800–1803.

4. Malashenko V.V. Dynamic drag of dislocation by point defects in near-surface crystal layer / V.V. Malashenko // Modern Phys. Lett. B. 2009. Vol. 23. № 16. P. 2041–2047.

5. Malashenko V.V. Dynamic drag of edge dislocation by circular prismatic loops and point defects / V.V. Malashenko // Physica B: Phys. Cond. Mat. 2009. V. 404, № 2. P. 3890–3892.

Балабан Алексей Валерьевич, студент группы 1РФМ-21, ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ул. Университетская, 24.

Научный руководитель:

Малашенко Вадим Викторович, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры радиофизики и инфокоммуникационных технологий, ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ул. Университетская, 24.

e-mail: malashenko@donfti.ru.

Balaban Alexey Valerievich, student of the 1RPM-21 group, Donetsk National University, Donetsk, Universitetskaya str., 24.

Scientific supervisor:

Malashenko Vadim Viktorovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Professor of the Department of Radiophysics and Infocommunication Technologies, Donetsk National University, Donetsk, Universitetskaya str., 24.





УДК 538.9:532.78

Гончаров А.М.,

студ. группы ААХ-27а, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: к.х.н., доцент Фролова С.А.,

зав. каф. ФФМ, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕОХЛАЖДЕНИЙ СПЛАВОВ В СИСТЕМЕ ИНДИЙ-СВИНЕЦ

Аннотация. Методом циклического термического анализа получены кривые нагревания-охлаждения сплавов в системе индий-свинец. Рассчитаны критические размеры l_k зародышей кристаллов твёрдых растворов и работы A_k их образования. Установлена корреляция между зависимостями энтальпий плавления ΔH_{LS} , межфазных поверхностных энергий σ_{LS} и переохлаждений ΔT^- от концентрации в системе твёрдых растворов на примере сплавов индия и свинца.

Ключевые слова: сплав, индий, свинец, ликвидус, солидус, энтальпия, критический зародыш.

Annotation. The heating-cooling curves of alloys in the indium-lead system were obtained by the method of cyclic thermal analysis. The critical dimensions l_k of solid solution crystal nuclei and the work A_k of their formation are calculated. A correlation between the dependences of the enthalpies of melting ΔH_{LS} , interfacial surface energies σ_{LS} , and overcoolings ΔT^- on the concentration in the system of solid solutions has been established using the example of indium and lead alloys.

Keywords: alloy, indium, lead, liquidus, solidus, enthalpy, critical nucleus

Введение. Образование бинарных твёрдых растворов есть результат смешивания компонентов, имеющих, как правило, одинаковые кристаллические решётки, в результате чего формируются системы с неограниченной

растворимостью компонентов, как в жидком, так и в твёрдом состояниях. Примерами систем с непрерывным рядом твёрдых растворов являются Bi-Sb с ромбоэдрическими решётками для Bi и Sb, Cu-Ni и Au-Cu с ГЦК решётками компонентов. Совпадение типа решёток не единственная причина образования твёрдых растворов. Иногда два вещества с одинаковыми решётками не образуют НРТР, например Zn-Cd с ГПУ решётками каждый, Cu-Ag с ГЦК решётками Cu и Ag [4,5] и др. В то же самое время имеются бинарные системы, компоненты которых имеют разные кристаллические решётки, а при их смешивании образуются сплавы с непрерывным рядом твёрдых растворов. К их числу относят систему In-Pb (рис. 1) [4].

Признаками формирования НРТР в этом случае могут служить близкие параметры кристаллических решёток, координационные числа (Z), размеры атомов $r_{ат}$, электронные конфигурации элементов (табл. 1).

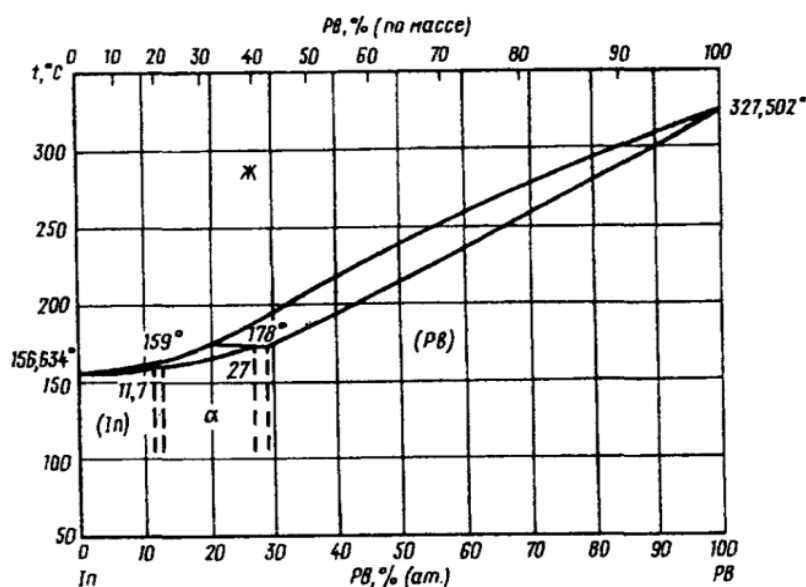


Рис. 1. Диаграмма состояния In-Pb

Из табл. 1 видно, что индий и свинец, несмотря на наличие у них разных кристаллических решёток (тетрагональной у In и ГЦК у Pb) имеют близкие параметры и координационные числа, а радиусы атомов в металлическом состоянии отличаются друг от друга на $\sim 5,14\%$. Это лежит в допустимых

пределах для возможности образования НРТР, что позволяет использовать известные [7] перестановочные приёмы при анализе конфигурационной составляющей энтропии плавления ΔS_C как для твёрдого, так и для жидкого растворов вблизи температуры плавления. В то же время различия молекулярных масс химических элементов, образующих ТР, существенно влияют на вибрационную составляющую ΔS_V энтропии плавления.

Таблица 1. Кристаллохимические параметры In, Pb [5,6]

Сис-тема	Эле-мент	Тип решётки	Параметры решётки	Z	$r_{ат}$, нм	M, 10 ⁻³ кг/моль	Электронная конфигурация
In-Pb	In	ГЦТ	$a = 0,458$ $c = 0,494$	4+8	0,166	114,82	5s ² 5p ¹
	Pb	ГЦК	$a = 0,495$	12	0,175	207,19	6s ² 6p ²

В работе [8] путём анализа конфигурационной ΔS_C и колебательной ΔS_V составляющих энтропии для твёрдого и жидкого α - и β -твёрдых и жидких растворов были получены энтальпии плавления:

$$\text{для } \alpha\text{-ТР} \quad \Delta H_{LS}^{\alpha} = \Delta H_{LS}^A + \left(\Delta Z_{LS}^A RT^* / M_i^A \right) U(X^B), \quad (5)$$

$$\text{для } \beta\text{-ТР} \quad \Delta H_{LS}^{\beta} = \Delta H_{LS}^B + \left(\Delta Z_{LS}^B RT^* / M_i^B \right) U(X^A), \quad (6)$$

где ΔH_{LS}^A , ΔH_{LS}^B – энтальпии плавления чистых компонентов A и B ; ΔZ_{LS}^A , ΔZ_{LS}^B – изменение координационных чисел при плавлении тех же компонентов; $R = 8,31$ Дж/моль·К; T^* – температура ликвидуса; M_i^A , M_i^B – молярные массы i -ых α - и β -сплавов; $U(X^A) = (1 - X^A) \ln(1 - X^A) + X^A \ln X^A$; $U(X^B) = (1 - X^B) \ln(1 - X^B) + X^B \ln X^B$, X^A и X^B – относительные концентрации компонентов A и B .

Очевидно, что при $X \rightarrow 0$, $T^* \rightarrow T_L^A$ и $\Delta H_{LS}^{\alpha} \rightarrow \Delta H_{LS}^A$, или при $X \rightarrow 1$, $T^* \rightarrow T_L^B$ и $\Delta H_{LS}^{\beta} \rightarrow \Delta H_{LS}^B$, т.е. при уменьшении концентрации второй компоненты энтальпия плавления сплава стремится к энтальпии плавления растворителя.

Для вычисления энтальпий ΔH_{LS}^{α} и ΔH_{LS}^{β} по формулам (5) и (6) в системе

In-Pb были использованы справочные данные [5, 9] по температурам ликвидуса T^* , энтальпиям плавления ΔH_{LS} индия и свинца, а также аддитивные значения молярных масс тех же металлов.

Расчёты, проведённые по формулам (5) и (6), позволили построить график зависимости ΔH_{LS} от X (рис. 2) для системы In-Pb. Видно, что увеличение концентрации второго компонента приводит к уменьшению энтальпии плавления твёрдого раствора, как со стороны первого, так и со стороны второго компонента, достигая определённого минимума. Численные значения энтальпии приведены в табл. 2.

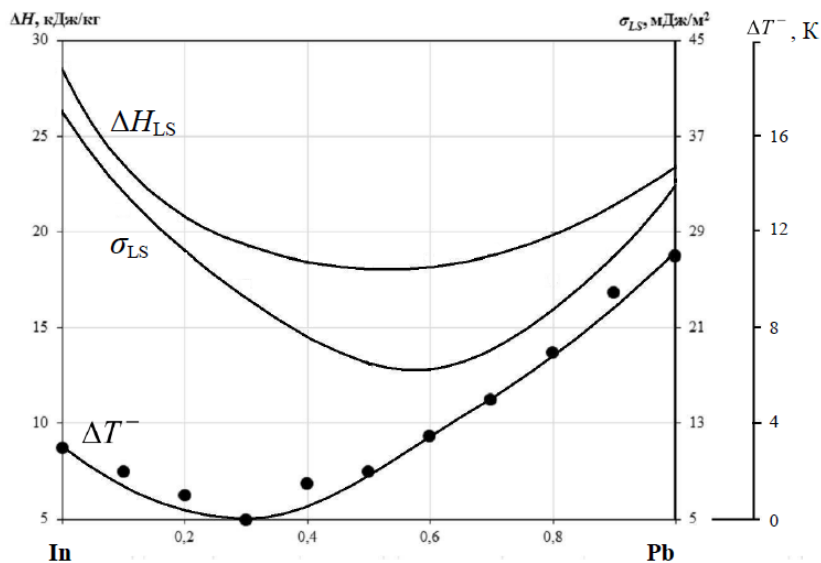


Рис. 2. График концентрационной зависимости энтальпии плавления, поверхностного натяжения и переохлаждений в системе In-Pb

Табл. 2. Расчётные и экспериментальные данные по физическим характеристикам сплавов в системе In-Pb [4,5]

№ п/п	In + масс.% Pb	T_L , К	ΔT^- , К	ΔH , кДж/кг	σ_{LS} , мДж/м ²	$M_i \cdot 10^{-3}$ (адд) кг/моль	$\rho_s \cdot 10^3$ (адд) кг/м ³	c_p^s (адд), Дж/кг·К	l'_k , нм	A'_k , эВ
1	0	429,5	~3,0	28,50	39,0	114,8	7,30	255,7	0,8897	0,9880
2	10,0	432,0	~2,0	23,33	30,8	124,1	7,72	244,4	0,8597	0,7285
3	20,2	451,5	~1,0	20,75	27,4	133,3	8,14	233,0	0,8634	0,6536
4	31,0	468,0	~0	19,33	24,7	142,2	8,56	221,7	0,8317	0,5467
5	40,5	493,0	~1,5	18,51	21,3	152	8,98	210,4	0,7441	0,3774
6	50,8	513,5	~2,0	18,26	18,0	161,1	9,40	199,1	0,6228	0,2234
7	60,1	533,0	~3,5	18,50	17,5	170,3	9,82	187,7	0,5737	0,1843

№ п/п	In + масс.% Pb	T_L , К	ΔT^- , К	ΔH , кДж/кг	σ_{LS} , мДж/м ²	$M_i \cdot 10^{-3}$ (адд) кг/моль	ρ_{S_s} , 10^3 (адд) кг/м ³	c_p^S (адд), Дж/кг·К	l'_k , нм	A'_k , эВ
8	69,8	550,5	5,0	19,04	18,8	179,5	10,24	176,4	0,5678	0,1940
9	80,3	563,0	7,0	19,93	25,0	188,5	10,66	165,1	0,6749	0,3644
10	90,5	583,0	9,5	21,17	27,0	196,3	11,08	153,7	0,6411	0,3551
11	100	600,5	11	23,40	33,3	207,3	11,50	142,4	0,6596	0,4636

Для нахождения концентрационной зависимости межфазной поверхностной энергии для твёрдых и жидких растворов в работе [7] были получены следующие уравнения:

$$\text{для } \alpha\text{-ТР при } X_S^B < 0,5 \quad \sigma_{LS}^\alpha = \sigma_{LS}^A + k_B T^* p^A U(X_V^B), \quad (7)$$

$$\text{для } \beta\text{-ТР при } X_S^B > 0,5 \quad \sigma_{LS}^\beta = \sigma_{LS}^B + k_B T^* p^B U(X_V^A), \quad (8)$$

где σ_{LS}^A и σ_{LS}^B – межфазная поверхностная энергия на границе жидкость-кристалл компонента A и B соответственно, p – ретикулярная плотность.

Для расчётов использовали экспериментальные данные по температурам ликвидуса [4]. За величины p принимали значения из расчёта одной молекулы на площадь S_0 узловой сетки по параметрам решёток (для индия – $S_0 = a \cdot c$, а для свинца – $S_0 = a^2$). Расчётные значения σ_{LS} также приведены в табл. 2.

На рис. 2 показаны графики зависимости ΔH_{LS} и σ_{LS} от концентрации компонентов в системе In-Pb.

Расчёты, проведённые для сплавов в системе (In-Pb) по формулам (7) и (8), приведены в табл. 2 и показаны на графиках на рис. 2. Видно, что зависимости σ_{LS} от концентрации X имеют схожую тенденцию к уменьшению (как со стороны α -, так и со стороны β -растворов) аналогично изменению $\Delta H_{LS}(X)$.

Для вычисления целого ряда параметров необходимы были сведения о переохлаждениях ΔT^- сплавов в системе In-Pb, полученных в одинаковых условиях. Ввиду отсутствия таковых в литературе, нами были проведены экспериментальные исследования переохлаждений в системе In-Pb по методике [10].

Сплавы системы In-Pb получали путём сплавления индия и свинца с соответствующим весовым соотношением In и Pb. Чистота исходных металлов

была: In – 99,99 %, Pb – 99,97 %. Исследовали образцы в системе $\text{In}_{100-x} - \text{Pb}_x$, где $x = 0$ (I – In); 10,0 (II); 20,2 (III); 31,0 (IV); 40,5 (V); 50,8 (VI); 60,1 (VII); 69,8 (VIII); 80,3 (IX); 90,5 (X); 100 (XI). Величины X даны в массовых процентах. Были выбраны оптимальные массы (0,5 г) и скорости охлаждения (0,08-0,12 К/с). Все образцы перегревали на 20 градусов выше соответствующих температур ликвидуса, затем охлаждали и фиксировали переохлаждения ΔT^- .

Всего испытано 33 образца по три экземпляра каждого состава. Образцы помещали в небольшие герметически закрытые алундовые тигли ($d = 6$ мм, $h = 8$ мм). Температуру измеряли ХК-термопарой, защищённый спай которой опускался в расплав. Запись температуры осуществляли с помощью прибора UNI-T 325 с выходом на ПК. Систематическая погрешность температуры составляла $\sim 0,2$ К, разброс переохлаждений порядка 0,5-1,0 К.

Результаты экспериментов показали, что температуры ликвидуса практически совпадали с данными, приведёнными на диаграмме (рис. 1). Переохлаждения ΔT^- для сплавов в системе In-Pb приведены в табл. 2, а также показаны на рис. 2. Видно, что переохлаждения ΔT^- , как и ΔH_{LS} , σ_{LS} имеют тенденцию к уменьшению до нуля по мере содержания второй компоненты. На рис. 3 приведены фрагменты термограммы In, Pb и сплава 31 вес.% In + 69 вес.% Pb полученные в одинаковых условиях. Видно, что у In переохлаждение $\Delta T^- \approx 3\text{K}$ (термограмма 1), у свинца – $\Delta T^- \approx 11\text{K}$ (термограмма 3) и у сплава $\Delta T^- \approx 0\text{K}$ (термограмма 2).

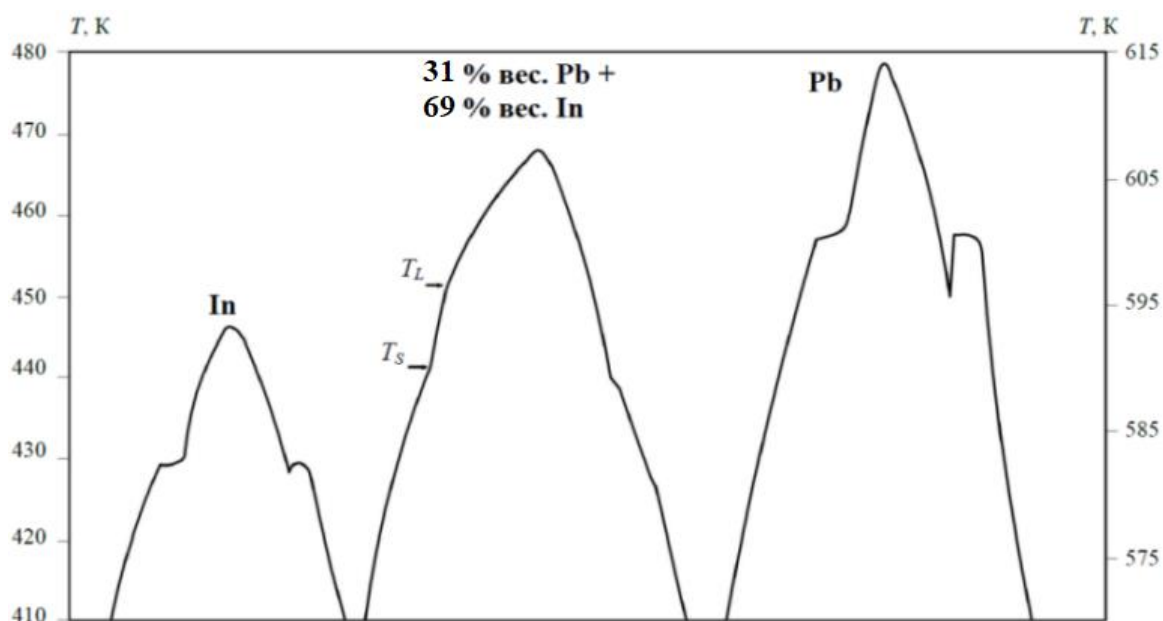


Рис. 3. Термограммы нагрева и охлаждения в системе

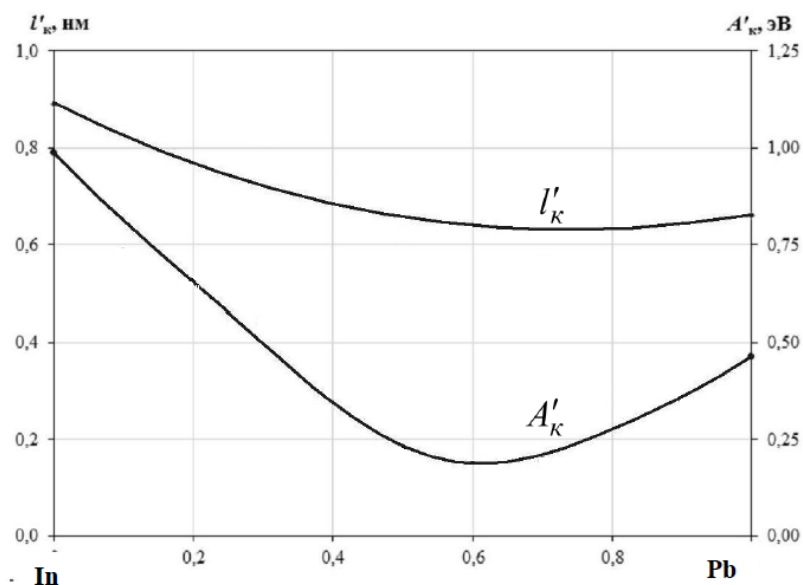


Рис. 4. График концентрационной зависимости критического размера зародыша и работы его образования в системе In-Pb

Пользуясь параметрами, приведёнными в табл. 2, по формулам (3) и (4) были рассчитаны критические размеры l'_k и работы A'_k при образовании зародышей твёрдых растворов в системе индий-свинец. Соответствующие графики приведены на рис. 4. Видно, что с увеличением содержания второй компоненты как со стороны индия, так и со стороны свинца, l'_k и A'_k закономерным образом уменьшаются.

Выводы. Таким образом, в работе использована новая методика расчёта критических размеров l_k зародышей кристаллов твёрдых растворов и работы A_k их образования. Установлена корреляция между зависимостями энтальпий плавления ΔH_{LS} , межфазных поверхностных энергий σ_{LS} и переохлаждений ΔT от концентрации в системе твёрдых растворов на примере сплавов индия и свинца.

Литература

1. Фольмер М. Кинетика образования новой фазы / М. Фольмер. – М.: Наука, 1986. – 208 с.
2. Чалмерс Б. Теория затвердевания / Б. Чалмерс. – М.: Metallurgy, 1968. – 288 с.
3. Александров В.Д. Кластерно-коагуляционная кристаллизация переохлажденных жидкостей / В.Д. Александров, Е.А. Покинтелица. – Изд-во «Palmarium Academic Publishing», 2015. – 176 с.
4. Диаграммы состояния двойных металлических систем. Справочник: Т.3, кн.1 / Под общ. ред. Н.П. Лякишева. – М.: Машиностроение, 2001. – 872 с.
5. Свойства элементов. Справочник / Под ред. М.Е. Дрица. – М.: Metallurgy, 1985. – 672 с.
6. Дутчак Я.И. Рентгенография жидких металлов / Я.И. Дутчак. – Львов: Вища шк., 1977. – 164 с.
7. Коттрелл А.Х. Строение металлов и сплавов / А.Х. Коттрелл. – Москва: Гос. НТИ л-ры по чёрн. и цв. металлургии, 1961. – 288 с.
8. Александров В.Д. Образование зародышей в виде твердых растворов замещения при кристаллизации двойных жидких растворов / В.Д. Александров, О.В. Александрова, Н.В. Щебетовская // Металлы, 2013. – № 2. – С.39-45.
9. Таблицы физических величин. Справочник / Под ред. И.К. Кикоина / – М.: Атомиздат, 1976. – 1006 с.
10. Александров В.Д. Расхождение эвтектических температур при нагревании и охлаждении сплавов в системе олово-висмут / В.Д. Александров, А.П. Зозуля, С.А. Фролова // Сборник научных трудов «Ресурсосберегающие

технологии производства и обработки давлением материалов в машиностроении». – 2016. №2 (17). – С. 49-60.

Гончаров Александр Максимович, студент группы ААХ-27а, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 83123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: primew65@mail.ru

Научный руководитель:

Фролова Светлана Александровна, к.х.н., доцент, заведующий кафедрой ФФМ ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 83123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: primew65@mail.ru

Goncharov Aleksandr Maksimovich, student of the AAI-27a group, Donbass national academy of civil engineering and architecture; d. 2, Derzhavin str., Makeyevka, 86123.

Scientific supervisor:

Frolova Svetlana Aleksandrovna, PhD, assistant professor, head of department FFM, Donbass national academy of civil engineering and architecture; d. 2, Derzhavin str., Makeyevka, 86123.





УДК 528.4

Хархордин Е.В.,

студ. группы ТБ-21м, ГОУ ВПО «ДонНУ»

Руководитель: Несова А.В.,

инженер, ассистент кафедры ФНПМЭ им. И.Л. Повха

ГОУ ВПО «ДонНУ»

АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ АКТИВНЫХ РАЗЛОМОВ ЕВРАЗИИ ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

Аннотация. В статье обоснована необходимость использования открытых баз данных тектонических разломов для наблюдений за земной поверхностью, как одного из способов для мониторинга территории безопасного строительства зданий и сооружений.

Ключевые слова: земная поверхность, здания, сооружения, базы данных, Евразия, разлом, полезные ископаемые, добыча угля.

Annotation. The article substantiates the need to use open databases of tectonic faults for observations of the earth's surface, as one of the ways to monitor the area of safe construction of buildings and structures.

Keywords: Earth surface, buildings, structures, databases, Eurasia, fracture, minerals, coal mining.

Введение. Рельеф земной поверхности есть важнейшим параметром при геологическом дешифрировании. В свободном доступе в сети Интернет можно встретить открытые данные о рельефе земной поверхности, ее особенностях, таких как тектонические разломы земной поверхности [1].

Постановка задачи. Эти данные представлены в виде баз данных карт тектонических разломов, наложенных на геоинформационные карты Земли, они

должны быть ключевыми при учете выбора места для строительства будущих зданий и сооружений. Одной из таких баз данных (БД) является БД об активных разломах Евразии, являющийся разработкой Геологического института РАН Лаборатории неотектоники и современной геодинамики.

База данных об активных разломах Евразии (БД), включила в себя в материал, от многих исследователей, также тех, то является авторами БД. Она состоит из информации о географически привязанных объектов – разломов, зон разломов и связанных с ними структурных форм с признаками последних перемещений в позднем плейстоцене и голоцене. Численность данных в БД превышает 20 тысяч объектов. Масштаб, в котором составлена БД, – 1:500000, а базовый демонстрационный масштаб – 1:1000000.

Каждый объект БД снабжен двумя видами характеристик (атрибутов) – обосновывающими и оценочными. Обосновывающие атрибуты содержат сведения об объектах – их названия, данные о морфологии и кинематике, амплитуды смещений за разные отрезки времени, рассчитанные по ним скорости движений, возраст последних зафиксированных признаков активности, проявления сейсмичности и палеосейсмичности, соотношения объектов с параметрами коровых землетрясений и другие характеристики, а также сведения об источниках информации, список которых приложен к БД.

Оценочные атрибуты – это система индексов, отражающих кинематику разломов согласно принятой в структурной геологии типизации, ранг скорости позднечетвертичных движений (три градации) и степень достоверности выделения структуры как активной (четыре градации). Индексы позволяют сопоставлять объекты по любому из атрибутов компьютерным способом между собой и с любыми другими видами оцифрованной информации с помощью любой ГИС-программы. Таким образом, БД дает возможность для получения сведений о разломах и решения более общих задач – тематического картографирования, определения параметров современных геодинамических процессов, оценки сейсмической и других геодинамических опасностей, тенденций тектонического развития на последнем, плиоцен-четвертичном, этапе

развития Земли. Формат БД допускает ее постоянное пополнение и коррекцию с появлением новых сведений [2]. Ниже на рис.1 мы можем увидеть пример работы такой БД в районе территории Донбасса и ее прилегающих территорий.

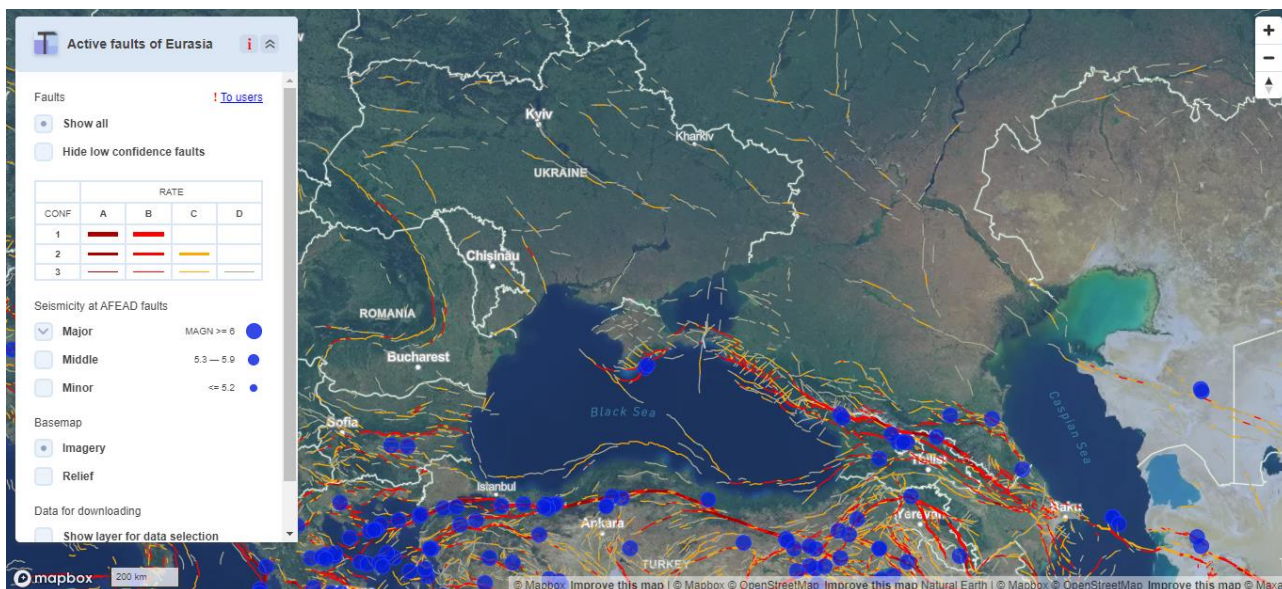
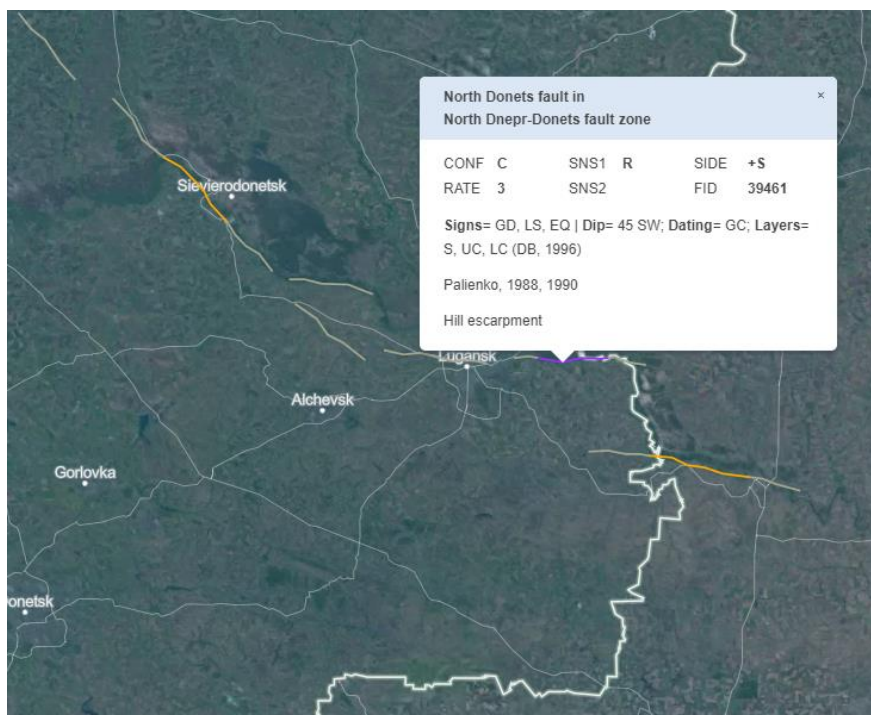
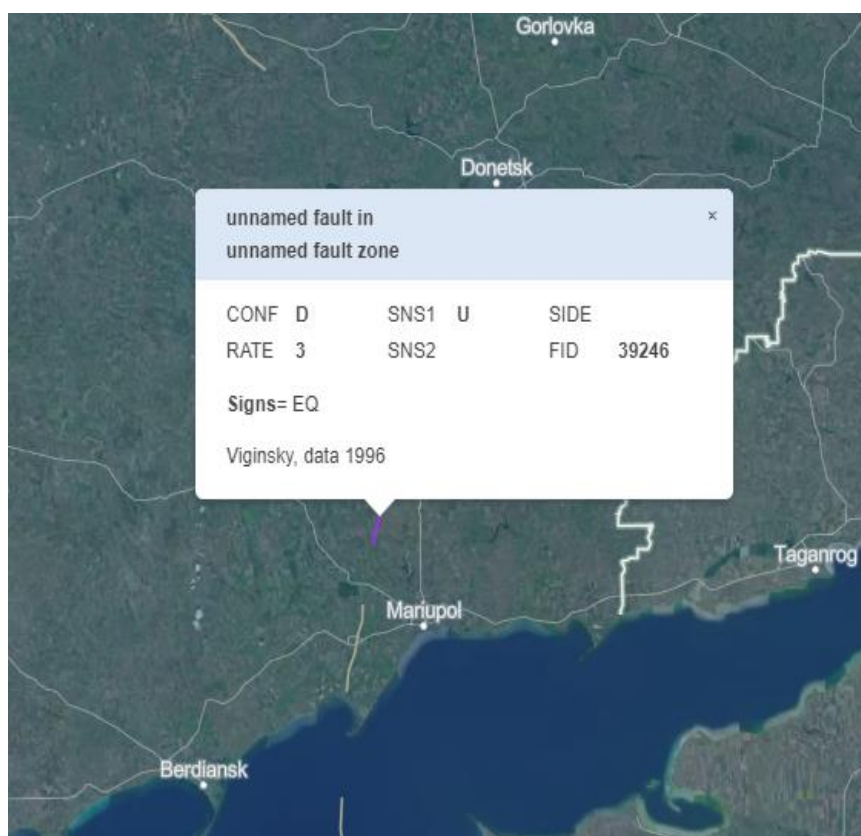


Рис. 1. База данных активных разломов Евразии, созданных Геологическим институтом РАН Лаборатории неотектоники и современной геодинамики

Результаты. Особенно интересна для изучения территория Донецкой народной республики (ДНР) так, как уже ранее на ее территории были зафиксированы значительные деформации конструкций сооружения на таких объектах, например как: стадион «Донбасс Арена», различные жилые дома высотой в 22-этажа и 9-этажей, и т.д. Это было причиной того, что в этом месте сходятся Французский и Коксовые разломы [3]. Ниже на рис. 2 можно увидеть результат работы открытой БД активных разломов Евразии с данными о разломах на территории ДНР, так и Луганской народной республике (ЛНР).



а)



б)

Рис. 2 – Карта тектонических разломов в районе (ДНР) г. Мариуполя (а), и в районе (ЛНР) г. Луганска (б)

Выводы. Использование открытых БД, например, таких как эта, поможет в дальнейшем по выполнению строительных работ, маркшейдерских работ, при разработке будущих угледобывающих работ по поиску полезных ископаемых, а также поиску смещений, связанные с землетрясениями, магматической активностью, проводить мониторинг смещений, определять состояние конструкции подрабатываемых зданий и сооружений.

На основе полученных данных можно в будущем выбирать будущие для строительства, принимать своевременные меры для обеспечения безопасности промышленных объектов и населения.

Литература

1. Корчуганова Н.И. Дистанционные методы геологического картирования: учебник // Н.И. Корчуганова, А.К. Корсаков. – М.: КДУ, 2009 – 288 с.

2. База данных активных разломов Евразии (и прилегающих акваторий) [Электронный ресурс] // Официальный сайт Геологического института РАН Лаборатории неотектоники и современной геодинамики, Москва, Россия. – Режим доступа: <http://neotec.ginras.ru/database.html> (дата обращения: 01.04.2022).

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 ТБ-21м, ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», 283001, г. Донецк, ул. Университетская, 24.

Научный руководитель:

Несова Арина Владимировна, инженер, ассистент ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», 283001, г. Донецк, ул. Университетская, 24.

e-mail: arina.nesova@gmail.com.

Kharkhordin Evgeny Vitalievich, student of the TS-21m group, Donetsk National University, 283001, Donetsk, University st., 24.

Scientific supervisor:

Nesova Arina Vladimirovna, engineer, assistant of the State Educational Institution of Higher Professional Education "Donetsk National University", 283001, Donetsk, University st., 24.

e-mail: arina.nesova@gmail.com.





УДК 006.01

Мельникова Н.Г.,
студ. группы СМ-4, ГОУ ВПО «ДонНУ»
Руководитель: Моцак Т.А.,
ст. преподаватель кафедры ФНПМЭ им. И.Л. Повха
ГОУ ВПО «ДонНУ»

**ПРЕДПОСЫЛКИ ГУП ДНР «ДОНЕЦКСТАНДАРТМЕТРОЛОГИЯ»
К СТАНОВЛЕНИЮ ПРОВАЙДЕРОМ МЕЖЛАБОРАТОРНЫХ
СРАВНИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ
РЕСПУБЛИКЕ**

Аннотация. В данной работе рассматриваются предпосылки ГУП ДНР «Донецкстандартметрология» к становлению провайдером межлабораторных сравнительных испытаний (МСИ) на территории ДНР, а также факторы, препятствующие этому. На основе обзора нормативной документации по МСИ, а также информации о работе ГУП, можно сделать выводы о пригодности последнего к становлению провайдером МСИ.

Ключевые слова: межлабораторные сравнительные испытания (МСИ), провайдер, аттестация, испытательные лаборатории

Annotation. This paper discusses the prerequisites of the SUE DPR "Donetskstandartmetrologiya" to becoming a provider of interlaboratory comparative tests (ICT) on the territory of the DPR, as well as factors preventing this. Based on a review of the regulatory documentation for MSI, as well as information on the work of the SUE, we can draw conclusions about the suitability of the latter to become an MSI provider.

Keywords: interlaboratory comparative tests (ICT), provider, attestation, testing laboratories.

От качества работы испытательных (измерительных) лабораторий зависит многое, в том числе экономическое состояние предприятия, области или региона в зависимости от области применения измерений, проводимых в этих лабораториях. Для подтверждения качества измерений, проводимых в испытательных лабораториях, в международной практике применяются методы определения их реального уровня эффективности путем проведения межлабораторных сравнительных испытаний (далее – МСИ). Данные испытания помогают путем сравнения работы разных лабораторий определить в каких из них измерения произведены точно, в каких есть допустимые отклонения от нормы точности и какие из лабораторий нуждаются в обновлении своего арсенала своих эталонов, переквалификации рабочего персонала или других нововведениях, которые повысят эффективность работы лаборатории [1-5].

В настоящее время на территории Донецкой Народной Республики отсутствует такая система контроля экспериментальной проверки деятельности лабораторий. Отсутствие данной системы может привести к тому, что лаборатория в течение длительного периода может работать с погрешностями или значительными случайными вариациями в результатах измерений, даже имея безупречно функционирующую систему менеджмента, дорогостоящее высокоточное оборудование и профессиональных операторов. А учитывая продолжительность текущего положения, случайные вариации и отклонения в результатах измерений не просто могут возникнуть, но наверняка уже существуют.

Несмотря на то, что официального субъекта, исполняющего работу провайдера МСИ, в ДНР на данный момент нет, в республике есть предприятие, которое соответствует всем необходимым требованиям для выполнения этой работы – ГУП ДНР «ДОНЕЦКСТАНДАРТМЕТРОЛОГИЯ».

Некоторые требования к провайдеру МСИ, взятые из ISO 17043 [1]:

- Разработка и реализация программ проверки квалификации должны проводиться провайдерами проверки квалификации, которые компетентны в

СЕКЦИЯ «ФИЗИКА И ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

проведении межлабораторных сличений и имеют возможность получения экспертной оценки при использовании определенных типов образцов для проверки квалификации. Провайдеры проверки квалификации или их субподрядчики также должны быть компетентны в измерении определяемых свойств.

- Провайдер проверки квалификации должен располагать управляющим и техническим персоналом, имеющим необходимые полномочия, ресурсы, и быть технически компетентным для выполнения своих обязанностей.

- Провайдер проверки квалификации должен поддерживать в актуализированном состоянии документы о соответствующих полномочиях, компетентности, образовании и профессиональной подготовке, обучении, навыках и опыте всего технического персонала, включая работников, нанятых по контракту. Данная информация должна быть легкодоступна и включать дату, когда была выполнена оценка, и подтверждение возможности выполнения этим персоналом установленных работ.

- Провайдер проверки квалификации должен обеспечить необходимое обучение персонала, чтобы гарантировать компетентное проведение работ, таких как выполнение измерений, эксплуатация оборудования и других работ, которые влияют на качество программы проверки квалификации. Эффективность обучения должна оцениваться.

- Провайдер проверки квалификации должен обеспечить наличие соответствующих условий для реализации программы проверки квалификации. Данное требование включает наличие производственных помещений и оборудования для изготовления, калибровки, испытаний, обращения и рассылки образцов для проверки квалификации, для обработки данных, передачи информации, а также получения материалов и документов.

- Провайдер проверки квалификации должен гарантировать, что условия окружающей среды не оказывают негативного влияния на программу проверки квалификации или требуемое качество выполняемых работ.

СЕКЦИЯ «ФИЗИКА И ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

Современное оборудование метрологических подразделений ГУП ДНР «ДОНЕЦКСТАНДАРТМЕТРОЛОГИЯ», широкое внедрение компьютерной техники разрешает обеспечивать надлежащий уровень метрологического обслуживания субъектов хозяйствования по следующим видам измерений:

- 01 измерения геометрических величин;
- 02 измерения механических величин;
- 03 измерения параметров потока, расхода, уровня, объема веществ;
- 04 измерения давления, вакуумные измерения;
- 05 измерения физико-химического состава и свойств веществ;
- 06 температурные и теплофизические измерения;
- 07 измерения времени и частоты;
- 08 измерения электрических и магнитных величин;
- 09 радиотехнические и радиоэлектронные измерения;
- 10 измерения акустических величин;
- 11 оптико-физические измерения;
- 12 измерения характеристик ионизирующих излучений и ядерных констант, измерения характеристик ионизирующих излучений и ядерных констант.

В центре в области метрологической деятельности трудится более 120 поверителей и инженеров метрологов, которые имеют специальную подготовку и периодически повышают свою квалификацию.

ГУП ДНР «ДОНЕЦКСТАНДАРТМЕТРОЛОГИЯ» осуществляет деятельность в области государственного метрологического контроля:

- проводит аттестацию измерительных лабораторий на проведение измерений в сфере и/или вне сферы распространения государственного метрологического надзора;
- предоставляет услуги по разработке и консультационной помощи при подготовке комплекта документов для аттестации измерительных лабораторий;
- осуществляет государственную метрологическую аттестацию и поверку информационно-измерительных систем и автоматизированных систем

СЕКЦИЯ «ФИЗИКА И ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

управления технологическими процессами (автоматизированные системы учета длительности телефонных разговоров);

- проводит метрологическое обследование предприятий и организаций на соответствие действующему законодательству в сфере метрологии;
- осуществляет работы по разработке, экспертизе и аттестации методик выполнения измерений;
- ведет реестр субъектов предпринимательской деятельности, которые осуществляют ремонт, продажу и прокат средств измерительной техники.

На сегодняшний день порядка 300 измерительных лабораторий имеют подтверждение технической компетентности путем проведения их аттестации.

ГУП ДНР «ДОНЕЦКСТАНДАРТМЕТРОЛОГИЯ» имеет аккредитованную в соответствии с требованиями ISO/IEC 17025:2005 испытательную лабораторию, которая выполняет испытания пищевой продукции, нефтепродуктов, химических веществ, строительных материалов, бытовой техники и т.п.

ГУП ДНР «ДОНЕЦКСТАНДАРТМЕТРОЛОГИЯ» также обладает своей собственной программой проведения межлабораторных сравнительных испытаний по углю – «Уголь. Показатели качества и безопасности» (далее – Программа). Разработчиком этой программы является заместитель ген. директора по метрологии ГУП ДНР «ДОНЕЦКСТАНДАРТМЕТРОЛОГИЯ» Моцак Т.А. Разработана программа в 2019 году. У ГУП «ДОНЕЦКСТАНДАРТМЕТРОЛОГИЯ» для проведения этой программы есть консультативная группа, в которую входит работник РП «Углекачество» – бывшего ГП «Укруглекачество». Программа составлена с учетом требований всех необходимых нормативных документов, а также Инструкции о порядке проверки точности результатов измерений в измерительных лабораториях, утвержденной приказом Госстандарта Украины 12.08.99 г. за №99 и зарегистрированной в Министерстве юстиции Украины 2 декабря 1999 г. под номером 833/4126, (с изменениями, внесенными согласно приказу Государственного комитета Украины по вопросам технического регулирования

и потребительской политики N 319 от 01.11.2005 г.), действующей на территории Донецкой Народной Республики [3-5].

В документе Программы описана вся необходимая информация о ходе проведения программы МСИ координатором – ГУП «ДОНЕЦКСТАНДАРТМЕТРОЛОГИЯ»:

- периодичность проведения раундов программы МСИ,
- ее участники,
- требования к образцу для контроля точности результатов измерений,
- измеряемые показатели,
- методику оценки однородности и стабильности образца,
- аттестация образца,
- функции участников программы МСИ,
- методы измерений (с указанием нормативного документа, на основе которого проводят измерение параметра),
- методы статистического анализа,
- критерии удовлетворительности результатов,
- информация, предоставляемая измерительными лабораториями - участницами по результатам измерений;
- образцы некоторой документации:
 - гарантийный-лист заявка;
 - регистрационный формуляр участника проверки точности результатов измерений;
 - информационный формуляр участника проверки точности результатов измерений (сведения о методах и средствах измерительной техники) и др. [3].

Выводы. Отсутствие в Донецкой Народной Республике системы контроля качества работы лабораторий негативно влияет на эффективность работы предприятий и, как следствие, экономику республики в целом. ГУП ДНР «ДОНЕЦКСТАНДАРТМЕТРОЛОГИЯ» соответствует всем требованиям к провайдеру из нормативной документации по МСИ. Передача ГУП

«ДОНЕЦКСТАНДАРТМЕТРОЛОГИЯ» права осуществлять функции провайдера МСИ обеспечит более качественную работу предприятий разных сфер, что в свою очередь благоприятно скажется на экономике Республики и качестве жизни граждан.

Литература

1. ГОСТ ISO/IEC 17043-2013. Оценка соответствия. Основные требования к проведению проверки квалификации. – М.: Изд-во стандартов, 2013. – 34 с.

2. Официальный сайт ГУП ДНР «ДОНЕЦКСТАНДАРТМЕТРОЛОГИЯ», раздел с информацией о деятельности, оснащении и оборудовании отделов ГУП. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://doncsm.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=27&Itemid=166 (дата обращения: 05.06.2022).

3. Результаты контроля точности измерений лабораториями показателей качества угля [Текст]: научная статья/ Е.Е. Гарковенко, Т.А. Моцак, Л.А. Сатановская, Л.А. Уткина. – Збагачення корисних копалин, 2011. Вип. 45 (86).

4. Межлабораторные сравнения результатов измерений – организация и проведение / Е.Е. Гарковенко, Т.А. Моцак, С.А. Ткачик // Метрологія та прилади. – 2008. – №6. – С. 44-47.

5. Валидация методов и межлабораторные сравнения результатов испытаний по ДСТУ ISO/IEC 17025 / В.З. Кисунько, Т.А. Моцак // Производственная лаборатория. – 2008. – № 1(16). – С.22-23, №2(17), С.20-21.

Мельникова Надежда Григорьевна, студентка группы СМ-4 физико-технического факультета ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», направления подготовки 27.03.01 «Стандартизация и метрология», 83001, г. Донецк, ул. Университетская, 24.

e-mail: nadezhda.melnikova.18.05@mail.ru.

Научный руководитель:

Моцак Татьяна Алексеевна, старший преподаватель кафедры физики неравновесных процессов, метрологии и экологии им. И.Л. Повха ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», заместитель генерального директора по метрологии ГУП ДНР «Донецкстандартметрология».

Melnikova Nadezhda Grigoryevna, student of SM-4 group of the Faculty of Physics and Technology of the Donetsk National University, 83001, Donetsk, Universitetskaya st., 24.

Scientific supervisor:

Motsak Tatyana Alekseevna, Senior Lecturer of the Department of Physics of Non-Equilibrium Processes, Metrology and Ecology named after I.L. Povkha of Donetsk National University, Deputy General Director for Metrology of the SUE DPR "Donetskstandartmetrologiya".





УДК 053

Ляшко А.А.,
студ. группы БС–20, ГОУ ВПО «ДонНТУ»
Руководитель: Лумпиева Т. П.,
доцент кафедры физики ГОУ ВПО «ДонНТУ»

ЛЕКЦИОННАЯ ДЕМОНСТРАЦИЯ «РАМКА С ТОКОМ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ»

Аннотация. Рассмотрено применение лекционной демонстрации, позволяющей показать поведение рамки с током в магнитном поле. Демонстрация используется при изложении раздела «Электромагнетизм».

Ключевые слова: лекционные демонстрации, магнитное поле, рамка с током, магнитный момент, магнитная индукция, вращающий момент.

Annotation. The application of a lecture demonstration, which makes it possible to show the behavior of a loop with current in a magnetic field, is considered. The demonstration is used in the presentation of the Electromagnetism section.

Keywords: lecture demonstrations, magnetic field, current frame, magnetic moment, magnetic induction, torque.

Введение. Физика, как и любая другая наука, при получении новых знаний использует два метода: экспериментальный и теоретический. Учёные-теоретики изучают модели реальных объектов природы, которые представляют собой упрощённые схемы этих объектов или явлений. В моделях не учитываются многочисленные факторы, так или иначе влияющие на поведение объекта, поэтому не стоит ждать полного совпадения его с моделью. Это означает, что все модели имеют ограниченный характер и пригодны для приближённого описания явлений. Тем не менее, они позволяют наглядно представить физические процессы и более глубоко их понять.

Постановка задачи. Лекционный эксперимент по физике можно и нужно возрождать. К сожалению, отсутствие финансирования делает затруднительным приобретение новых приборов, поэтому необходимо вести работу по пополнению имеющейся коллекции кафедры демонстрационными экспериментами, которые не требуют сложной аппаратуры и могут быть созданы своими силами, без многомиллионных вложений. Понятно, что для этого, прежде всего, необходимо желание, как преподавателя, так и студентов.

Результаты работы. Действие магнитного поля на токи находит широкое практическое применение в электродвигателях, электроизмерительных приборах и т.д. Для того, чтобы облегчить студентам понимание этого материала и подготовить их к изучению устройства электродвигателей в курсе общей электротехники, нами сделан макет «Рамка с током в магнитном поле».

Основной частью макета является рамка, изготовленная из металлического уголка. Рамка крепится на металлический стержень и может свободно вращаться вокруг своей оси. Стержень устанавливается на подставку. Стрелки вырезаны из пластика, крепятся на рамку с помощью крепежа для клемм и могут поворачиваться вокруг своей оси на 360° . Красные стрелки показывают направление тока, зелёные – направление сил. Кроме этого, к центру стержня приварены два гвоздя под углом 90° . На эти гвозди «надеваются» вектор магнитного момента и вектор индукции магнитного поля. Вектор вращающего момента направлен по оси вращения, поэтому он надевается на стержень. В качестве векторов используются полые алюминиевые спицы, обрезанные до нужного размера. Покажем, как использовать макет при чтении лекции.

Если поместить плоский контур в однородное магнитное поле ($\vec{B} = \text{const}$), то равнодействующая всех сил Ампера будет равна нулю, однако момент всех сил Ампера в нуль обратиться не будет. Это означает то, что рамка начнет вращаться (создается вращающий момент, и рамка поворачивается в положение, в котором вектор магнитной индукции перпендикулярен плоскости рамки). Покажем это.

Задаём направление тока в рамке с помощью красных стрелок. Определяем направление магнитного момента рамки по правилу правого винта и устанавливаем на гвоздь, перпендикулярный плоскости рамки соответствующий вектор (стержень серого цвета). На второй гвоздь «надеваем» вектор магнитной индукции (стержень синего цвета), а рамку располагаем так, чтобы верхняя и нижняя стороны рамки были параллельны вектору магнитной индукции. По правилу левой руки определяем направление сил, действующих на боковые стороны рамки, и разворачиваем зелёные стрелки в нужном направлении (рис. 1).

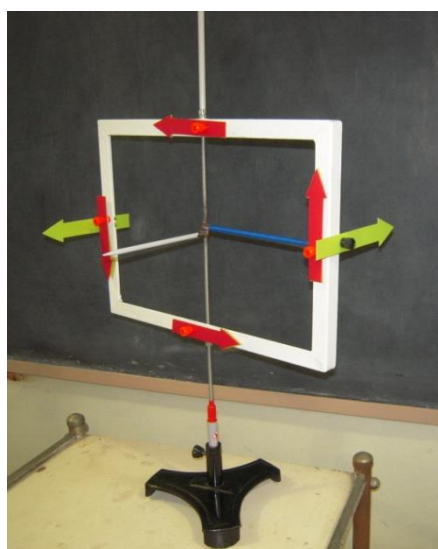


Рис. 1. Макет рамки с током в магнитном поле

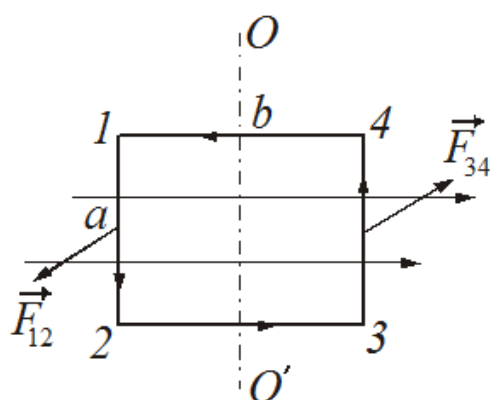


Рис. 2. Магнитное поле параллельно плоскости рамки

Величина сил \vec{F}_{12} и \vec{F}_{34} , действующих на стороны контура, определяется по закону Ампера:

$$F_{12} = F_{34} = Iba, \quad (1)$$

где a – длина боковых сторон контура.

Силы, приложенные к противоположным сторонам, образуют пару сил, момент которой равен:

$$M = F_{12}l, \quad (2)$$

Вектор вращающего момента \vec{M} направлен вдоль оси вращения OO' так, что из его конца вращение рамки под действием пары сил видно происходящим против часовой стрелки. Надеваем соответствующий вектор на стержень. В результате контур поворачивается относительно оси OO' .

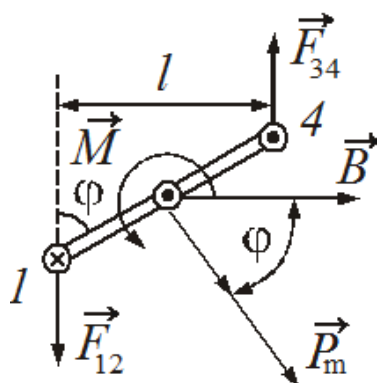


Рис. 3. Вид на контур сверху

Из рис. 3 следует, что плечо пары сил

$$l = b \sin \varphi,$$

где b – сторона 1–4 контура; φ – угол между направлением вектора \vec{B} и нормалью \vec{n} к контуру (рис. 3).

Заменив в (2) F_{12} по формуле (1), получим

$$M = IBabs \sin \varphi. \quad (3)$$

Произведение ab дает площадь контура S .

Таким образом,

$$M = IBs \sin \varphi. \quad (4)$$

Выражение (3) можно преобразовать, воспользовавшись понятием магнитного момента. Заменяя произведение IS через магнитный момент, получим

$$M = p_m B \sin \varphi. \quad (5)$$

На данном макете можно показать направление сил в том случае, если магнитное поле направлено перпендикулярно к плоскости контура. В этом случае векторы \vec{p}_m и \vec{B} будут сонаправлены. Из анализа формулы (5) можно сделать вывод, что при угле $\varphi=0^\circ$ вращающий момент \vec{M} равен нулю.

Силы, действующие на разные элементы контура, будут либо растягивать его (рис. 4 а), либо сжимать (рис. 4 б) в зависимости от направления поля и тока.

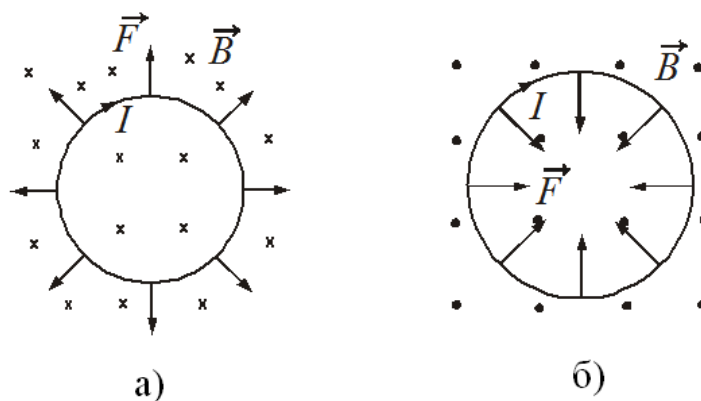


Рис. 4. Магнитное поле перпендикулярно плоскости рамки

Для демонстрации этого под красными стрелками на макете спрятаны зелёные стрелки такого же размера, и они тоже вращаются на 360° (рис. 5).

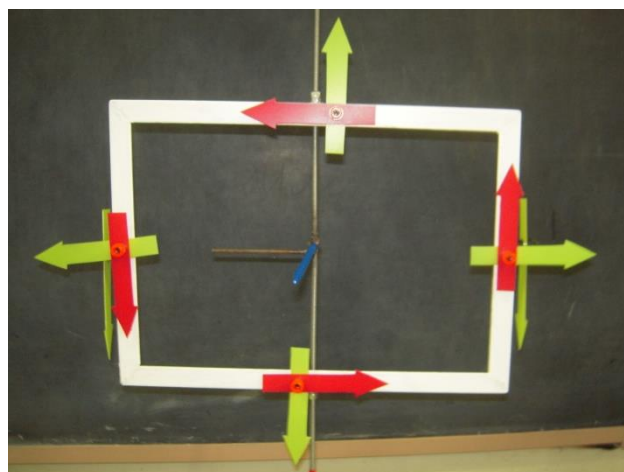


Рис. 5. Направление токов и сил на макете

Выводы.

1. Лекционные демонстрации наглядно представляют физические явления основных разделов физики, позволяют студентам лучше понять и усвоить учебный материал.

2. Использование демонстрации, разработанной авторами, позволяет подготовить студентов к изучению устройства и принципа действия электродвигателей, электроизмерительных приборов и т. д. в курсе общей электротехники.

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 ; ГОУ ВПО «ДонНТУ». – Изд. 2-е, испр. и доп. – Донецк : ДонНТУ, 2019. – 100-летию ДонНТУ посвящается. – Режим доступа: <http://ed.donntu.org/books/19/cd9104.pdf> (дата обращения: 05.06.2022).

Ляшко Александр Андреевич, 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

Lyashko Alexander Andreevich, student of the BS-20 group, Donetsk National Technical University, 83001, Donetsk, Artem str., 58.

Scientific supervisor:

Lumpieva Taisiia Petrovna, Associate Professor of the Physics Department Donetsk National Technical University, 83001, Donetsk, Artem str., 58.



УДК 551.34+546

Кугель Е.С.,

студентка гр. ГК-11 а ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: к.х.н., доц. Соболев О.В.,

доцент кафедры физики и физического материаловедения

ГОУ ВПО «ДонНАСА»

**ПОСТРОЕНИЕ И АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ТЕРМОГРАММ
ПЛАВЛЕНИЯ И КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ВОДЫ В РАЗЛИЧНЫХ
ГРУНТАХ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ЦИКЛИЧЕСКОГО
ТЕРМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА (ЦТА)**

Аннотация. В зависимости от термической предыстории жидкой фазы (величин перегрева образца ΔT_k^+ , скоростей охлаждения и нагревания, времени изотермической выдержки, числа термоциклов, структуры, свойств, механического и теплового состояние массивов горных пород и т.д.) можно наблюдать два типа кристаллизации воды: квазиравновесную (КРК) с незначительными переохлаждениями и неравновесно-взрывную (НРВК) с большими переохлаждениями относительно температуры плавления. Величина переохлаждения ΔT_ϕ^- учитывается при анализе различных термодинамических и кинетических характеристик фазовых превращений: работы образования зародышей и их критических размеров, скорости зародышеобразования, скорости роста кристаллов, степени кристалличности, константы массовой кристаллизации и т.д.

Ключевые слова: перегрев, переохлаждение, кристаллизация, вода, горные породы

Annotation. Depending on thermal background of a liquid phase (sizes of an overheat of a sample ΔT_k^+ , speeds of cooling and heating, time of isothermal endurance,

number of thermocycles, structure, properties, mechanical and thermal a condition of massifs of rocks formation) it is possible to observe two types of crystallization: quasiequilibrium (KPK) with insignificant overcoolings and nonequilibrium and explosive (NRVK) with big overcoolings concerning melting temperature. The size of overcooling ΔT_{ph}^- is considered in the analysis of various thermodynamic and kinetic characteristics of phase transformations: works of formation of germs and their critical sizes, speeds of a nucleation, growth rate of crystals, degrees of crystalline, constant of mass crystallization.

Keywords: overheat, overcooling, crystallization, water, rock formation

Введение. Сложность описания фазового состояния воды в реальных горных породах связана с необходимостью одновременного учета влияния на него значительного количества факторов [1,2]. В зависимости от термической предыстории жидкой фазы (величин перегрева образца ΔT_{κ}^+ , скоростей охлаждения и нагревания, времени изотермической выдержки, числа термоциклов, структуры, свойств, механического и теплового состояние массивов горных пород и т.д.) можно наблюдать два типа кристаллизации воды: квазиравновесную (КПК) с незначительными переохлаждениями и неравновесно-взрывную (НРВК) с большими переохлаждениями относительно температуры плавления. Величина переохлаждения ΔT_{ϕ}^- учитывается при анализе различных термодинамических и кинетических характеристик фазовых превращений: работы образования зародышей и их критических размеров, скорости зародышеобразования, скорости роста кристаллов, степени кристалличности, константы массовой кристаллизации и т.д. [3]. Поэтому первоочередной задачей при исследовании кинетики кристаллизации является изучение переохлаждений и влияние на них различных факторов.

Данная работа посвящена построению и анализу экспериментальных термограмм плавления и кристаллизации воды в различных грунтах, полученных методом циклического термического анализа (ЦТА).

Результаты. В работе температуры плавления и кристаллизации определяли методом ЦТА в координатах температура-время. Запись кривых ЦТА, а также управление процессами нагрева-охлаждения производилось при помощи измерителя-регулятора THERMOMETR UNIT-325 с ХА-термопарами и выходом на ПК. Все образцы, имеющие одинаковые массы по 0,5 г помещали в стеклянные пробирки с притёртыми крышечками. Нагрев и охлаждение образцов осуществляли с помощью печи сопротивления в интервале температур от -25 до $+75^{\circ}\text{C}$. Для этого печь помещали в морозильную камеру ВЕКО FSE 1010, работающую при температуре -30°C . Скорости нагрева и охлаждения подбирались примерно одинаковыми и варьировались в диапазоне $1-2^{\circ}\text{C}/\text{с}$.

На рис. 1 представлены экспериментальные кривые нагревания и охлаждения. На участках $abcd$ и $hklm$ происходит нагрев образца. Условная горизонтальная линия соответствует температуре плавления T_L льда $\sim 0^{\circ}\text{C}$. На линии $dd'e$ образец охлаждается. На участке $d'e$ вода находится в переохлажденном состоянии в течение времени τ_1 . Дойдя до некоторой минимальной точки $T_m = -4,1^{\circ}\text{C}$ в первом случае и $T_m = -3,8^{\circ}\text{C}$ во втором случае, температура в течении времени τ_2 резко поднимается до T_L (линия fg). Быстрый подъем температуры на этом участке свидетельствует о стремительном протекании в объеме переохлажденной воды начального этапа кристаллизации с выделением теплоты Q , способствующей прогреву всего образца на величину ΔT_{ϕ}^{-} . На участке fg идет дальнейшее изотермическое затвердевание воды при 0°C в течение времени τ_3 , и далее (на линии gh) затвердевший образец охлаждается.

На участке no кристаллизация воды происходит квазиравновесно (КРК) при температуре 0°C в течение времени τ'' .

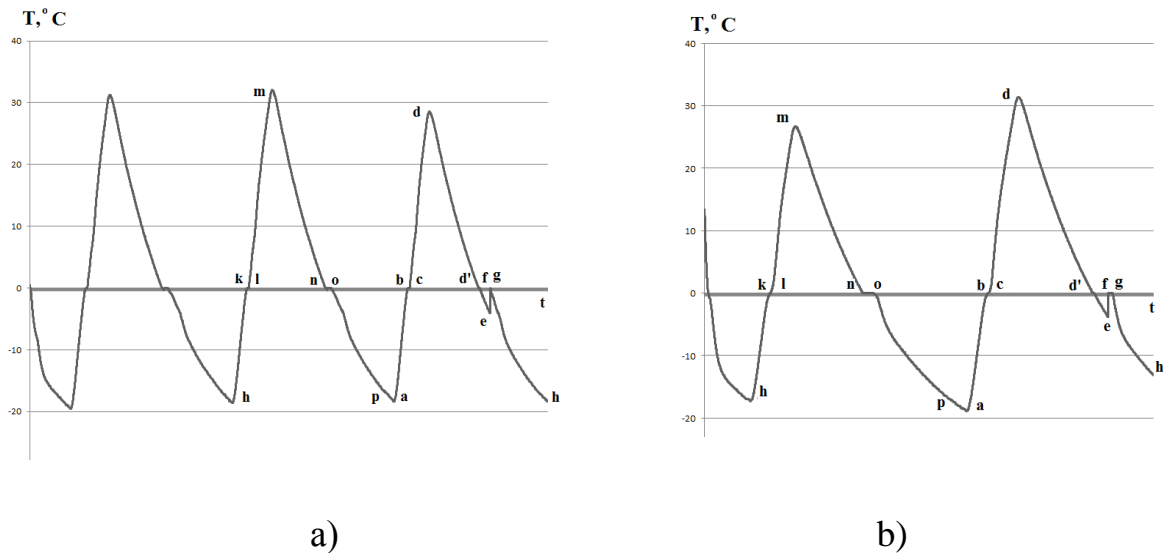


Рис. 1. а) 0,5 г, глинистый сланец; б) 0,5 г, песчаный сланец (d=2-2,5 мм)

Ниже приведены расчетные значения кинетических параметров при кристаллизации воды в различных грунтах, на основании экспериментально полученных значений ΔT_{ϕ}^{-} в одинаковых условиях экспериментов, а также справочных данных по T_L , ΔH_L и c_p для воды [4].

Для образца глинистого сланца. Время плавления $\tau_L = 30$ с, скорость плавления $V_{пл} = \frac{dm}{d\tau_L} = 0.017 \text{ г/с}$, где, $m=0,5$ г. При равновесной кристаллизации (КРК): $\tau_L \approx 30$ с, $\tau'' \approx 95$ с, $V_{кр} = \frac{dm}{d\tau''} = 0.005 \text{ г/с}$. При неравновесно-взрывной кристаллизации (НРВК): общее время кристаллизации $\tau' = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3$, где $\tau_1 = 155$ с, $\tau_2 = 0,2$ с, $\tau_3 = 10$ с. Т.о., $\tau' = 165,2$ с. Судя по термограммам за время τ_2 кристаллизация на начальном этапе носит неравновесно-взрывной (адиабатный) характер. При объединении кристаллоподобных кластеров выделяется скрытая теплота $Q_1 = \Delta H_L m_x$, которая приводит к прогреву всего образца от температуры T_m до T_L , на что затрачивается теплота $Q_2 = c_p m \Delta T_{\phi}^{-}$. Поскольку $\tau_2 \ll \tau_1$, то теплотерями на втором этапе можно пренебречь. Тогда из уравнения теплового баланса $Q_1 \approx Q_2$ можно рассчитать долю η_k первоначально

закристаллизованной части образца $\eta_k = \frac{m_x}{m} = \frac{c_p \Delta T_{\phi}^-}{\Delta H_L}$, где $c_p = 4,2 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ –

удельная теплоемкость воды, $\Delta H_L = 335 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$ – удельная теплота плавления

воды, $\Delta T_{\phi}^- = 4,1^\circ$ – физическое переохлаждение. Т.о., $\eta_k = 0,051$ или 5,1%. Из

уравнения определим массу образца m_x затвердевшую за время τ_1 : $m_x = 0,026 \text{ г}$.

Определяем массовую скорость зародышеобразования I^m .

$I^m = \frac{m_x}{\tau_1} = 0,17 \cdot 10^{-3} \text{ г/с}$. Скорость зародышеобразования $I = \frac{dN}{dt}$, $I = \text{const}$,

$I = \frac{N}{\tau_1}$, N – число зародышей образовавшихся за τ_1 . $N = \frac{V_x}{V_{\text{зар}}} = \frac{V_x}{l_{\text{кр}}^3} = \frac{\eta_k m}{\rho l_{\text{кр}}^3}$, где

$\rho = 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ – плотность воды, $l_{\text{кр}} = \frac{4\sigma T_L}{3\rho \Delta H_L \Delta T_{\phi}^-} = 8,48 \text{ нм}$ – критический размер

зародыша. Для упрощения расчетов зародыш принимаем кубической формы.

Отсюда $N = 4 \cdot 10^{16}$, а $I = 2,6 \cdot 10^{14} \text{ 1/с}$. Скорость зародышеобразования на единицу

объема $I = \frac{1}{V} \frac{N}{\tau_1} = \frac{\rho N}{m \tau_1} = 52 \cdot 10^{14} \text{ 1/см}^3 \cdot \text{с}$. Скорость образования первичной

массы m_x за счет коагуляции зародышей $I_{\text{зар}} = \frac{m_x}{\tau_2} = 0,13 \text{ г/с}$. Скорость

изотермического затвердевания $I_{\text{из.зат.}} = \frac{m - m_x}{\tau_3} = 47 \cdot 10^{-3} \text{ г/с}$.

Для образца песчаного сланца. Время плавления $\tau_L = 30 \text{ с}$, скорость

плавления $V_{\text{пл}} = \frac{dm}{d\tau_L} = 0,016 \text{ г/с}$, где, $m = 0,5 \text{ г}$. При равновесной кристаллизации

(КРК): $\tau_L \approx 30 \text{ с}$, $\tau'' \approx 135 \text{ с}$, $V_{\text{кр}} = \frac{dm}{d\tau''} = 0,0037 \text{ г/с}$. При неравновесно-взрывной

кристаллизации (НРВК): общее время кристаллизации $\tau' = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3$, где $\tau_1 = 156 \text{ с}$,

$\tau_2 = 0,2 \text{ с}$, $\tau_3 = 44 \text{ с}$. Т.о., $\tau' = 200,2 \text{ с}$. $\eta_k = 0,048$ или 4,8%. Из уравнения определим

массу образца m_x затвердевшую за время τ_1 : $m_x = 0,024 \text{ г}$. Определяем массовую

скорость зародышеобразования I^m . $I^m = \frac{m_x}{\tau_1} = 0,15 \cdot 10^{-3} \text{ г/с}$.

$l_{кр} = \frac{4\sigma T_L}{3\rho\Delta H_L \Delta T_{\phi}} = 9,2 \text{ нм}$ – критический размер зародыша. $N=3 \cdot 10^{16}$, а

$I = 2 \cdot 10^{14} \text{ 1/с}$. Скорость зародышеобразования на единицу объема

$I = \frac{1}{V} \frac{N}{\tau_1} = \frac{\rho N}{m \tau_1} = 40 \cdot 10^{14} \text{ 1/см}^3 \cdot \text{с}$. Скорость образования первичной массы m_x за

счет коагуляции зародышей $I_{зар} = \frac{m_x}{\tau_2} = 0,12 \text{ г/с}$. Скорость изотермического

затвердевания $I_{из.зат.} = \frac{m - m_x}{\tau_3} = 11 \cdot 10^{-3} \text{ г/с}$.

Наиболее приемлемой моделью, объясняющей последовательные этапы кристаллизации, является так называемая кластерно-коагуляционная теория. Согласно этой модели при охлаждении ниже T_L в переохлажденном состоянии формируются кристаллоподобные кластеры и зародыши. За время τ_1 во всем объеме образца V (массой m) идет процесс накопления подобных частиц. В реальном метастабильном состоянии распределение этих частиц неоднородно. В наиболее «благоприятной» области образца объемом V_x (массой m_x) концентрация кластеров – зародышей достигает критического значения $\eta_k = V_x/V = m_x/m$. Близость этих частиц способствует их быстрому объединению (коагуляции) за время τ_2 с образованием первичной твердой массы m_x . Затвердевание за время τ_3 происходит как бы на собственных затравках, сформировавшихся за время τ_1 и τ_2 , и носит изотермический характер при T_L . Массовая кристаллизация идет путем присоединения к начальному остову объемом V_x (массой m_x) оставшихся в образце молекул, кластеров, вторичных зародышей и новых коагуляционных очагов. Линия плато характеризует изотермическую кристаллизацию при температуре плавления.

Литература

1. Соломатин В. И. Влияние грунтового основания на формирование приконтактного слоя льда / В. И. Соломатин, М.В. Крючков, Т.Н. Кабанова // Общее мерзлотоведение, Изд. Наука. Новосиб., 1978. – с. 98-101.
2. Старостин Е.Г. Определение количества незамерзшей воды по кинетике кристаллизации. – Криосфера Земли, № 2, 2008. – с. 60-64.
3. Александров В.Д. Применение методов численного моделирования к анализу термограмм нагревания и охлаждения воды, характеризующих ее плавление и кристаллизацию / В.Д. Александров, Н.Н. Голоденко, О.В. Соболев // Письма в ЖТФ, т. 35, № 5, 2009. – с. 415-417.
4. Кикоин И. К. Таблицы физических величин. – М.: Атомиздат, 1976. – 1006 с.

Кугель Елизавета Сергеевна, студентка группы ГК-11а, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

Научный руководитель:

Соболев 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

Kugel Elizaveta Sergeevna, student of the GK-11a group, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin st., 2.

Scientific supervisor:

Sobol Oksana Viktorovna, Ph.D., Associate Professor, Department of Physics and Physical Materials Science, «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture», 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin st., 2.





УДК 620.22:691

Скубченко Н.В.,
студ. группы ПБ-216, ГОУ ВПО
«Академия гражданской защиты» МЧС ДНР
Руководитель: к.ф.-м.н., доцент Глухова Ж.Л.,
доцент кафедры физики ГОУ ВПО «ДонНТУ»

МЕТАМАТЕРИАЛЫ И СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ БУДУЩЕГО

Аннотация: Рассмотрены свойства и возможные применения в строительной отрасли метаматериалов и других инновационных материалов.

Ключевые слова: метаматериалы, периодическая структура, наночастицы, квазинулевая жесткость, аэрогель.

Annotation: Properties and possible applications of metamaterials and other innovative materials in the construction industry are considered.

Key words: metamaterials, periodic structure, nanoparticles, quasi-zero stiffness, aerogel.

Введение. В настоящее время бурно развивается строительная индустрия. Традиционно строительная индустрия относится к числу наиболее консервативных отраслей современной экономики. Однако в начале XXI века значительно возрос интерес к поиску, разработкам и внедрению новых технологий, а также созданию новых материалов для строительных отраслей промышленности. Это связано с ужесточением требований к экологической безопасности, энерго- и ресурсоэффективности для вновь возводимых зданий и сооружений.

Постановка задачи. Выполнить обзор литературы по теме «Метаматериалы и строительные материалы будущего».

Результаты. Метаматериалы – это искусственно созданные материалы с необычными свойствами. Такие материалы получают путем искусственной модификации внедряемых в них элементов. Причем изменение структуры осуществляется на наноуровне. Благодаря искусственному преобразованию структуры, модифицированный объект приобретает совершенно новые свойства, которых нет у материалов природного происхождения.

Уникальным свойством некоторых видов метаматериалов является способность эффективно преломлять падающий свет таким образом, что объекты, покрытые слоем такого метаматериала, становятся полностью невидимыми. В 1968 г. советский физик В. Веселаго показал, что у вещества с отрицательной диэлектрической и магнитной проницаемостью показатель преломления должен быть меньше нуля. В природе таких веществ нет. Но в 2000 г. ученые из Калифорнийского университета в Сан-Диего впервые сообщили о создании материала с отрицательным показателем преломления. Одного создания среды с постоянным отрицательным коэффициентом преломления недостаточно для того, чтобы сделать объект невидимым. Коэффициент преломления среды, окружающей объект, должен изменяться определенным образом вдоль всей поверхности объекта. Лишь тогда можно добиться того, чтобы лучи огибали этот объект. Включение в материал природного происхождения периодических структур разнообразных геометрических форм позволяет управляемо изменять магнитную и диэлектрическую восприимчивость исходной структуры. В такой модифицированной среде электромагнитные волны вынуждены выбирать нестандартные пути. Периодические включения дают возможность отклонять электромагнитное излучение и направлять его по заданному пути. Это подобно тому, как вода в реке обтекает вокруг камня, и ниже по течению его присутствие никак не сказывается.

Новый метаматериал, созданный учеными из университета в Вирджинии, состоит из серебряных нанопроводов, включенных в очень тонкие квадраты, изготовленные из окиси алюминия, со стороной в один сантиметр. Сложная

множественная структура материала, определяемая хаотичным пространственным расположением серебряных нанопроводов, придает новому метаматериалу его уникальные свойства. Он поглощает практически весь свет с длиной волны, находящейся в промежутке между красным и инфракрасным светом. Ученые, разработавшие материал, утверждают, что достаточно несложно расширить диапазон поглощаемого материалом излучения и сделать материал «невидимым» и для лучей радарных установок. Такой метаматериал можно использовать в стелс-технологиях.

Метаматериалы могут обладать не только уникальными оптическими и магнитными свойствами. В настоящее время уже разработаны метаматериалы с необычными механическими свойствами. Они разрабатываются в физических лабораториях, так как особые свойства зависят от их геометрической структуры, а не химического состава. Когда правильная геометрия известна, можно при помощи 3D принтера изготовить материал. Материалы могут быть спроектированы так, чтобы быть очень легкими и очень жесткими, или проявлять странное механическое поведение – сжиматься по бокам при компрессии, в то время как обычные материалы расширяются, или по-другому программируемо изменяют форму. Например, материалы, способные выдерживать землетрясения, должны очень по-разному реагировать на небольшие вибрации, присутствующие в повседневной жизни здания, и на сейсмический толчок. Физики из Амстердамского университета создали такие метаматериалы, которые могут либо сжиматься, либо расширяться при сжатии, в зависимости от того, насколько быстро действует сжимающая сила. Этот материал способен поглощать энергию толчка, кардинально меняя способ деформации.

Создавая различные внутренние структуры упругих метаматериалов, можно придавать им различные силовые характеристики (различные зависимости их восстанавливающей силы от сжатия), в том числе и не линейные. Упругие конструкции и материалы с нелинейной силовой характеристикой с практически пологим участком получили названия систем с квазиулевым

жесткостью. Такие системы обеспечивают практически полное отсутствие передаваемой динамической силы и могут быть эффективными средствами виброизоляции. Эти метаматериалы можно использовать в промышленном строительстве и при сооружении объектов нефтегазовой отрасли.

К метаматериалам можно отнести и аэрогель, открытый в 1931 году инженером С. Кистлером. Это самый легкий материал на планете – почти на 99,9% обычный воздух. Он представляет собой пористую синтетику, сверхлегкость которой достигается заменой жидкого гелевого компонента на газовое заполнение, без схлопывания структуры геля. Изобретение напоминает дымчатый, очень хрупкий прозрачный пенопласт. Аэрогели можно производить из целого ряда веществ, первый был силикатный, на основе силикагеля, через полвека были изобретены аэрогели на углеродной основе. Процесс производства аэрогеля называется «сверхкритическая сублимационная сушка». Аэрогели уже применяются в строительстве. Это лучшие экологичные и суперэффективные теплоизоляторы.

Новый строительный материал предложила дизайнерская компания Emerging Objects. 3D-напечатанные бокситовые кирпичи имеют особую структуру, благодаря чему они позволяют охлаждать помещения. Каждый кирпич способен впитывать воду, как губка, и имеет структуру в виде трехмерной решетки с микропорами. При прохождении воздуха через решетку, вода в керамических микропорах испаряется, и охлажденный, более влажный воздух поступает в помещение. Такие кирпичи можно использовать для создания поверхностей, защищающих стены здания от перегрева.

Идеальным материалом для строительства в районах, подвергаемых воздействию сильных ветров и ураганов является углеродное волокно. Это очень прочный и в то же время легкий материал. Он в пять раз прочнее и два раза жестче стали, а весит при этом на две трети меньше. Материал создается из углеродных нитей, которые тоньше человеческого волоса. Пряди сплетаются вместе, как ткань, поэтому получаемое углеродное волокно не только прочное, но еще и гибкое.

Мексиканский ученый Хосе Карлос Рубио разработал светоизлучающий цемент. Это цемент с особой микроструктурой, включающей флуоресцирующие компоненты. Эти включения способны поглощать солнечную энергию и возвращать ее в окружающую среду в виде излучения света. Получился строительный материал, который можно использовать при строительстве дорог и тротуаров, он сможет освещать их в темное время суток. Такой материал позволит снизить потребность в электроэнергии.

Инженеры Дальневосточного федерального университета совместно с коллегами из Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления разработали сверхпрочный карбоновый бетон, способный проводить электрический ток. Часть цемента в новом бетоне заменили на зольные и шлаковые отходы энергетических производств и отходы обработки гранита. Для электропроводности в смесь добавили карбоновые наночастицы, которые также являются побочным продуктом переработки угля. Использование отходов других производств делает производство более экономичным и экологичным. Использовать «электрический» бетон можно для производства специальных поверхностей-обогревателей, которыми могут быть стены зданий, бетонные полы, тротуарная плитка. Можно даже возводить из такого бетона самовосстанавливающиеся конструкции, повреждения в которых можно устранять за счет воздействия электромагнитного поля.

Выводы. Современные достижения в области компьютерных технологий и трехмерной печати открывают широкие возможности в области создания новых материалов с необычными и полезными свойствами. Основными тенденциями развития всех отраслей современного строительства стали снижение себестоимости и затрат на эксплуатацию, экологичность, устойчивость зданий к стихийным бедствиям. Именно эти факторы являются главными критериями оценки перспективности современных технологий и новых материалов.

Литература

1. Vendik I.B., Vendik O.G. Metamaterials and their application in ultrahigh frequency engineering // Journal of technical physics, 2013, v 83, r. 1 p. 3-28
2. Bendsoe M. P. Optimal shape design as a material distribution problem // Structural optimization. – 1989. – Т. 1. – №. 4. – С. 193-202.
3. Bendsoe M. P., Sigmund O. Topology optimization: theory, methods, and applications. – Springer Science & Business Media, 2013.
4. Sigmund O., Maute K. Topology optimization approaches // Structural and Multidisciplinary Optimization. – 2013. – Т. 48. – №. 6. – С. 1031-1055.
5. Takahashi Y.A. Consideration of the Relationship between Subjective Unpleasantness and Body Surface Vibrations Induced by High-Level, Complex Low Frequency Noise // Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control. 2009. Vol. 6. P. 7-17.
6. Correa D.M., Klatt T.D., Cortes S.A., Haberman M.R., Kovar D., Seepersad C.C. Negative Stiffness Honeycombs for Recoverable Shock Isolation // Rapid Prototyping Journal. 2015. Vol. 21(2). P. 193-200.

Скубченко Никита Валерьевич, студент группы ПБ-216 ГОУ ВПО «Академия гражданской защиты» Министерства по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий Донецкой Народной Республики, 283015, г. Донецк, ул. Любавина, 2.

e-mail: skubchenkonikita@gmail.com

Научный руководитель:

Глухова Жанна Лукьяновна, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры физики, ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», 83001, г. Донецк, ул. Артема, 58.

e-mail: zhglukhova@yandex.ru

Skubchenko Nikita Valerievich, student of PB-21b group of State Educational Institution of Higher Professional Education "Academy of Civil Defense", EMERCOM of the DNR, 283015, Donetsk, Lubavina str., 2.

Scientific supervisor:

Glukhova Zhanna Lukyanovna, Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Physics, Donetsk National Technical University, 83001, Donetsk, Artem str., 58.





УДК 669

Лужанский А.А.,
студ. группы ИТМ-21, ГОУ ВПО «ДонНТУ»
Руководитель: Тараш В. Н.,
старший преподаватель кафедры физики
ГОУ ВПО «ДонНТУ»

КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Аннотация. Рассмотрено использование новых конструкционных материалов в промышленности.

Ключевые слова: композиты, полимеры, интерметаллиды, порошковая металлургия.

Annotation. The use of new structural materials in industry has been considered.

Keywords: composites, polymers, intermetallides, powder metallurgy.

Введение. В последние годы благодаря бурному развитию сверхзвуковой авиации, ракетной техники, турбостроения, а также небывалому росту производства автомобилей, бытовой и другой техники для населения в машиностроении, приборостроении и строительной индустрии широко применяются новые конструкционные материалы, сочетающие в себе лёгкость, жёсткость и прочность, обеспечивающих высокую надёжность и долговечность изделий, надёжно работающих в сложной комбинации силовых и температурных полей, при воздействии агрессивных сред, излучений, глубокого вакуума и высоких давлений.

Постановка задачи. Выполнить обзор литературы по теме «Конструкционные материалы нового поколения».

Теоретический обзор. Углеродное наноструктурное волокно, полимеры, керакомпозиты, интерметаллиды, порошковые, синтетические сверхпрочные

материалы – что объединяет все эти вещи? Это всё – конструкционные материалы будущего.

Материалы нового поколения – основа инноваций, технологического лидерства и национальной безопасности государства. Именно благодаря применению таких материалов нынешние инженеры, конструкторы реализовывают многие прорывные проекты в различных сферах. Внедрение материалов нового поколения и современных технологий вполне способно ускорить развитие многих секторов экономики и направлений отечественной промышленности.

В различных отраслях промышленности широко применяются композиционные материалы: полимерные композиционные материалы, металлические композиционные материалы, керамические конструкционные композиционные материалы. Керамические композиты – это керамическая матрица, содержащая в себе волокнистую арматура. Их механические свойства определяются не только свойствами самих волокон, но и их ориентацией, объёмным содержанием. Состав керамокомпозита изменяют в зависимости от области применения. Если востребована прочность материала, то в керамическую матрицу вводят волокна металлов, а если необходима жаростойкость, то количество металла в составе минимально. Применение композитных материалов дает возможность получить заданное сочетание разнородных свойств: высокой удельной прочности и жесткости, жаропрочности, износостойкости, теплозащитных свойств и др. Благодаря композитам стал возможен новый качественный скачок в увеличении мощности двигателей, уменьшении массы машин и конструкций и повышении массовой эффективности транспортных средств и авиационно-космических аппаратов.

Большой интерес вызывают полимеры. Они представляют собой высокомолекулярные соединения, образованные из большого числа молекул мономеров. В теории полимеров различают некоторые основные группы полимерных материалов: аморфные, аморфные ориентированные, кристаллизующиеся, кристаллические изотропные, кристаллические

ориентированные. Полимеры обладают рядом специфических свойств, которые большей частью обусловлены их строением. Отметим лишь механические свойства, отличающие их от традиционных конструкционных материалов:

1. Модуль упругости полимеров оказывается существенно зависящим от скорости деформирования, а иногда и от частоты силового воздействия;
2. Полимеры обладают ярко выраженными реологическими свойствами: ползучестью, проявляющейся в росте деформаций при фиксированном напряжении, и релаксацией (снижением) напряжений при постоянной деформации;
3. Большинству полимеров присущи медленно протекающие необратимые процессы: вязкое течение, обусловленное молекулярной структурой, и химическое течение, имеющее место при высоких температурах и уровнях напряжения. При химическом течении происходят изменения структуры полимера на молекулярном уровне;
4. Важным свойством полимеров является способность приобретать ориентированное состояние при силовых воздействиях. Внешним проявлением этого свойства является повышение прочности материала в определенном направлении.

Интересным конструкционным и техническим материалом является стекло. Область его использования ограничивается конструкциями, в которых исключены или сведены к минимуму ударные нагрузки и появление растягивающих напряжений. Механическая прочность стекла довольно высока. Так, кварцевое стекло имеет предел прочности при сжатии в пределах 350–650 МПа, а при изгибе около 220 МПа. Оно является незаменимым материалом при изготовлении химически стойкой аппаратуры, трубопроводов и других изделий, работающих в агрессивных средах. Стекло используется также при изготовлении стекловолокна и пластмасс. При диаметре волокна 3–4 мкм прочность стекловолокна при растяжении достигает колоссального значения – 37 000 МПа! Промышленностью изготавливается также пленочное и чешуйчатое стекло, используемое большей частью при производстве пластмасс

– стеклотекстолитов. Предел прочности стеклотекстолитов при растяжении достигает 250 МПа. Важным их свойством является светопрозрачность.

В обычных условиях стекло является аморфным телом. Однако при определенных условиях происходит его полная или частичная кристаллизация. В результате получают стеклокристаллические материалы, называемые ситаллами. Эти материалы занимают промежуточное положение между стеклом и керамикой. Прочность ситаллов при изгибе лежит в пределах 160–250 МПа. Их используют для изготовления труб, химической аппаратуры, подшипников, работающих при высоких температурах (порядка 500°С) и без смазки, поршней и цилиндров дизельных двигателей и др.

Одной из новых разработок являются интерметаллиды. Этот класс материалов – химические соединения металлов, которые имеют сложную кристаллическую структуру с наличием в межатомных связях до 30% ковалентной связи, что и определяет их физико-механические свойства: высокую жаропрочность, низкую плотность и возгораемость в кислороде, высокую износостойкость. Этим материалам присущ эффект запоминания формы, который может быть эффективным способом повышения эксплуатационных свойств и ресурса изделий.

Сейчас всё больше на практике применяется порошковая металлургия. По сути, это особый вид технологии изготовления деталей путем формования и спекания тонких порошков. Она значительно упрощает или вовсе исключает последующую механическую обработку деталей. Известны следующие разновидности материалов порошковой металлургии: конструкционные, жаропрочные, инструментальные, пористые и высокопористые. Область применения порошковых материалов весьма обширна: детали летательных аппаратов, тормозные узлы тракторов и других машин, фильтры с восстанавливающейся фильтрующей способностью, поршневые кольца и многие другие детали. Предел прочности порошковых материалов на основе железоуглеродистых порошков колеблется в пределах от 510 до 1280 МПа, на

основе медных сплавов – от 140 до 300 МПа, на основе алюминия – от 70 до 100 МПа.

В последние годы абсолютным прорывом являются аддитивные технологии, которые также называют 3D-печатью. Сама возможность создания детали практически любой формы из универсального сырья является экономическим и технологическим чудом. Использование аддитивных технологий позволяет в несколько раз повысить производительность труда и свести энергозатраты к минимуму. Возможность печати деталей сложной формы получила своё признание в авиакосмической сфере, оборонной промышленности, медицине и др. Разработана технология послойного лазерного сплавления с использованием металлопорошковых композиций жаропрочного и алюминиевого сплавов. Это говорит о том, что аддитивные технологии могут быть интегрированы в производства, которые задействуют другие инновационные материалы.

Выводы. Применение новых материалов прогнозирует фундаментальную перестройку существующих технологий изготовления промышленных изделий, энергетики, транспорта. Они – важный элемент экологической безопасности, охраны окружающей среды.

Литература

5. «Современные строительные материалы»: «СТРОЙИНФОРМ», 2007. – 256 с.
6. Карабасов Ю.С. Новые материалы / Карабасов Ю.С //«МИСИС», 2002 г.
7. Новые конструкционные материалы: Курс лекций: Учебное пособие для студентов направления 15.04.02 Технологические машины и оборудование очной формы обучения. / Сост. Девятловская А.Н. – Лесосибирск: филиал СибГУ в г. Лесосибирске, 2017. – 96 с.
8. Новые материалы / под науч. ред. Ю.С. Карабасова. – М.: Мисис, 2002 г. – 738 с.

Лужанский Артём Александрович, студент группы ИТМ-21, ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», 83001, г. Донецк, ул. Артема, 58.

e-mail: aptemka2196@mail.ru.

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.

Luzhansky Artem Aleksandrovich, student of ITM-21 group, Donetsk National Technical University, 83001, Donetsk, Artem str., 58.

Scientific supervisor:

Tarash Valentina Nikolaevna, Senior Lecturer of the Department of Physics, Donetsk National Technical University, 83001, Donetsk, Artem str., 58.





УДК 537.87

Лисиченко Е. В.,
студ. группы КСЦ-21, ГОУ ВПО «ДонНТУ»
Руководитель: Малашенко Т.И.,
старший преподаватель кафедры физики
ГОУ ВПО «ДонНТУ»

МЕТАМАТЕРИАЛЫ: ПЕРСПЕКТИВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ

Аннотация. Проанализированы свойства и перспективы применения метаматериалов для решения технических задач.

Ключевые слова: метаматериалы, композиты, электромагнитное излучение, показатель преломления.

Annotation. The properties and prospects for the use of metamaterials for solving technical problems are analyzed.

Keywords: metamaterials, composites, electromagnetic radiation, refractive index.

Введение. Метаматериал – материал, свойства которого обусловлены искусственно созданной периодической структурой. Приставка «мета» (с греч. μέτα – вне) указывает на то, что характеристики материала выходят за пределы, которые мы привыкли видеть в природе. Чаще всего, говоря о метаматериалах, имеют в виду материалы с отрицательным показателем преломления. В природе такие материалы не существуют. При падении света на поверхность метаматериала преломленный луч лежит по ту же сторону от нормали к поверхности, что и падающий.

Постановка задачи. Целью нашей работы является анализ свойств метаматериалов и перспективы их использования для придания объектам свойства невидимости.

Невидимость в оптике известна и уже сравнительно давно используется практически. Невидимость принято делить на типы. Невидимость прозрачности – эффект исчезновения рассеивания световых волн, падающих на тело, при совпадении показателей преломления тела и среды. Подобный тип невидимости имеет ограничения: различие частотной дисперсии тела и среды приводит к нарушению данного типа невидимости. В природе почти невидимы медузы, показатель преломления которых близок к показателю преломления воды. Другой вариант – невидимость обтекания – иллюстрируется так называемым «плащом-невидимкой». Падающее на оболочку излучение должно «обтекать» его, восстанавливаясь после обтекания. Распределение интенсивности и волнового фронта должно быть независимо от свойств скрывающегося под оболочкой объекта. В этом варианте исходная проблема заменяется следующими двумя. Во-первых, надо обеспечить невидимость уже не объекта, а оболочки. Во-вторых, необходимо предотвратить проникновение излучения внутрь объекта. Технически проблема переносится на конструирование оболочки с использованием современных метаматериалов, наноструктур либо компьютерных технологий. Вариант «активной невидимости» реализуется так: на окружающей скрываемый объект поверхности с одной стороны располагаются датчики излучения, а с другой – излучатели. С помощью датчиков определяются характеристики падающего излучения. Затем после обработки этой информации вычисляются характеристики полей для генерации излучателями волн, которые дали бы такое же распределение поля вне объекта, которое было бы в его отсутствие. Такой тип невозможен в оптической области. Наибольший интерес представляет вариант невидимости-обтекаемости, теоретически он может быть частично реализован с использованием так называемых метаматериалов. Метаматериал – композитный материал, имеющий свойства, не встречающиеся в природе, в частности имеющий отрицательную диэлектрическую и магнитную проницаемости. Однако пока что в экспериментальной установке удалось сделать "невидимым" лишь небольшой медный цилиндр, да к тому же в очень узком интервале сантиметровых волн.

Выводы. Проблема создания невидимости объектов пока не решена, однако применение метаматериалов является наиболее перспективным направлением её решения.

Литература

9. Бычков И.В. Угловой спектрометр для исследования метаматериалов / И.В. Бычков, Д.В. Дубровских, И.С. Зотов, Д.А. Павлов, А.А. Федий, В.Г. Шавров // «Журнал радиоэлектроники», № 5, 2011. С. 1-12.

10. Starr A.F., Rye P.M., Mock J.J., Smith D.R. Angle resolved microwave spectrometer for metamaterials studies // Review of Scientific Instruments. Vol. 75, No 4. P. 820-825.

Лисиченко Елена Тимофеевна, студентка группы КСЦ-21, ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», 83001, г. Донецк, ул. Артема, 58.

Научный руководитель:

Малашенко Татьяна Ивановна, старший преподаватель кафедры физики, ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», 83001, г. Донецк, ул. Артема, 58.

e-mail: t.i.mal@mail.ru.

Lisichenko Elena Timofeevna, student of the KSC-16m group, Donetsk National Technical University, 83001, Donetsk, Artem str., 58.

Scientific supervisor:

Malashenko Tatyana Ivanovna, Senior Lecturer of the Department of Physics, Donetsk National Technical University, 83001, Donetsk, Artem str., 58.





УДК 550.35; 551.521

Антропов В.В.,

студ. группы ЭУН-6б, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: к. т. н. Покинтелица Е.А.,

доцент кафедры «Физика и физическое материаловедение»

ГОУ ВПО «ДонНАСА»

РАДИАЦИЯ ВОКРУГ НАС

Аннотация. Изучена история развития, применение и влияние радиации на человеческий организм.

Ключевые слова: радиоактивность, модель атома Резерфорда, период полураспада, излучение.

Annotation. Studied the history of development, application and effect of radiation on the human body

Keywords: radioactivity, Rutherford model of the atom, half-life, radiation.

Введение. Все мы находимся под радиоактивным облучением вне зависимости от нашего расположения к объектам атомной энергетики или зон радиоактивного бедствия. До недавнего времени радиация оставалась малоизученной, а период холодной войны с гонкой ядерного вооружения сыграл предопределяющую роль в нашем понимании радиации. Большинство людей до сих пор питает необоснованный страх по отношению к радиации, но совершенно напрасно.

У большинства людей сложилось ложное представление о радиации, а именно о её происхождении. Многие считают радиацию результатом работы человека, но это мнение ошибочно. Радиация существовала ещё задолго до того, как люди узнали о ней, а распознавать радиацию мы научились совсем недавно. Впервые свою теорию о радиации выдвинул немецкий физик У. Рентген в 1895 г.,

именно после открытия им соответствующего излучения общество учёных заинтересовалось вопросом радиации. В этом же году, французский учёный А. Беккерель, сделал сразу несколько открытий: естественная радиоактивность, радиоактивные элементы. После открытия А. Беккереля учёные Пьер и Мария Кюри занялись исследованием и поиском радиоактивных элементов.

Для лучшего понимания такого явления как радиация необходимо детально рассмотреть строение атома на примере планетарной модели атома английского физика Э. Резерфорда. Атом состоит из ядра, а ядро в свою очередь из частиц: нейтронов, имеющих положительный заряд и протонов, имеющих нейтральный заряд. Вокруг ядра можно наблюдать частицы, которые движутся по заданной орбите – электроны, имеющие отрицательный заряд. Количество нейтронов в ядре напрямую связано с его стабильностью. Нестабильные ядра переживают самопроизвольный распад с выбросом определённых частиц, которые мы считаем радиацией: Альфа (α), Бета (β), Гамма (γ). Радиоактивность того или иного вещества определяют в соответствии с его периодом полураспада, чем он больше, тем меньше радиации излучает атом в единицу времени и тем меньшую опасность он представляет.

Радиационное воздействие на человеческий организм. Нестабильные радиоактивные изотопы распространены повсеместно, так что избавиться от фоновой радиации не представляется возможным. Но если наше тело ежедневно подвергается радиоактивному воздействию не означает ли это что наш организм постепенно умирает от радиационного облучения? Помимо радиации наш организм подвергается целому ряду разрушительных воздействий, но также он обладает функцией восстановления и выведения из организма малых доз радиации. Радиационное воздействие на человеческий организм принято измерять в зивертах (Зв), $1 \text{ Зв} = 1 \text{ Дж/кг}$ для γ - и β -излучения, для α -излучения 1 Дж/кг будет уже соответствовать 20 Зв. Даже один зиверт это довольно много, чаще всего для измерений используют миллизиверты (мЗв) или микрозиверты (мкЗв). Человек, не работающий с радиацией ежедневно, получает дозу радиации в 10 мкЗв. Из этого следует, что среднегодовая доза радиации для человека

составляет 3,65 мЗв, но превышение данного уровня не будет являться смертельным. Для пилотов средней дозой радиации является – 5 мЗв, для работников АЭС доза составляет уже 20 мЗв, у космонавтов средняя доза радиации – 500 мЗв в год. Что касательно простых людей, то одна доза, полученная во время рентгена грудной клетки, равна 0,1 мЗв, или 100 мкЗв. Схожую дозу радиации получает пассажир самолёта приблизительно за 33 часа полета. Проживание в кирпичном или бетонном доме будет стоить вам 70 дополнительных мкЗв в год. Но даже всего этого недостаточно, чтобы оказать на летальное воздействие. 400 мЗв за раз могут стать причиной лучевой болезни, однако даже после 4-х зивертов можно выжить, если человеку своевременно окажут медицинскую помощь. Из этого можно сделать вывод, что среднегодовая норма приблизительно в 1000 раз ниже смертельной.

Средства защиты. Безвредной радиации нет, любая разновидность радиоактивного излучения опасна и чревата мутациями и повреждением клеток, последствием чего является рак. Именно рак представляет собой наиболее распространённое последствие слишком частой работы с радиацией. Но радиация представляет собой направленное излучение, от которого можно защититься. От α -частиц эффективным будет даже тонкий лист бумаги, от β -излучения можно уберечься тонким металлическим листом в виде того, что α - и β -частицы имеют низкую проникающую способность, опасность они представляют только в том случае, если проникнут в организм или окажутся на слизистой оболочке. Самое разрушительно воздействие оказывают γ -частицы. Их излучение имеет очень высокую проникающую способность, способную проходить через тело человека насквозь. Но даже против γ -частиц существуют эффективные средства защиты. Помещения, в которых ведётся работа с радиоактивными элементами, строят из толстого слоя железобетона, а сотрудники одеты в специальные свинцовые халаты. Именно материалы с повышенной плотностью способны удержать разрушительное воздействие γ -излучение. Но даже в том случае, если меры предосторожности не были соблюдены, радиацию можно вывести радионуклидами.

СЕКЦИЯ «ФИЗИКА И ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

Совсем недавно человечество узнало о необходимости лечения от радиационного отравления. Очень длительное время радиацию считали безвредной. В начале XX-го века считалось модным пить воду с радоном, а в продаже активным спросом пользовалась косметика с радием. На тот период радиоактивные элементы применялись повсеместно. Одним из примеров такого неосмотрительного применения радия является «Дело Радиевых Девушек». В 20-х годах прошлого века на заводе по производству часов со светящимися стрелками, близ г. Нью-Йорк, у всех работниц обнаружили рак нижней челюсти. Как позже выяснилось это было связано с тем, что они облизывали кисточки с радиевым порошком чтобы их выпрямить, считая радиевый порошок безопасным. Даже М. Кюри, работавшая над изучением радиоактивных элементов, не осознавала всю опасность радиации, на протяжении многих лет работы с радиоактивными элементами. Она не применяла средства противорадиационной защиты, что стало причиной хронической лучевой болезни и смерти.

Выводы. Сегодня бояться радиации не нужно, ведь всё что связано с радиацией проходит обязательную проверку и находится под строгим наблюдением со стороны государства. Проверки касаются промышленных предприятий и продуктов питания, а также периодически делаются замеры радиации в городах для отслеживания радиоактивного фона. Также радиация применяется и во благо человечества. Люди научились работать с радиацией и активно применяется в медицине и дезинфекции продуктов питания.

Антропов Владислав Витальевич, студент группы ЭУН-6б, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: antropov.v.v-eun-6b@donnasa.ru

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

Antropov Vladislav Vitalievich, student of the BME-6b group, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, Makeevka, Derzhavin str., 2.

Scientific supervisor:

Pokintelitsa Elena Anatolyevna, Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor of the Department of Physics and Physical Materials Science, State Educational Institution of Higher Education "Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture", 286123, Makeyevka, st. Derzhavin, 2.





УДК 331.45

Гнатова Д.М.,

студ. группы ИЗОС-6а, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: к.х.н., доцент Щебетовская Н.В.,

доцент кафедры физики и физического

материаловедения ГОУ ВПО «ДОННАСА»

ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЧЕЛОВЕКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Аннотация. В работе анализируются факторы, которые влияют на тяжесть поражения электрическим током человека. Указаны предельно допустимые уровни напряжений прикосновения, индивидуальные особенности сопротивления тела человека.

Ключевые слова: электрический ток, сопротивление, напряжение, электробезопасность.

Annotation. The paper analyzes the factors that affect the severity of electric shock to a person. The maximum allowable levels of touch voltages, individual features of the resistance of the human body are indicated.

Keywords: electric current, electrical resistance, voltage, electrical safety.

Введение. Проходя через организм человека, электрический ток оказывает на него термическое, электролитическое, механическое (динамическое) и биологическое действие (свойственное лишь живой ткани). Тяжесть поражения электрическим током зависит от множества факторов: значения силы тока, электрического сопротивления тела человека, длительности протекания тока, пути прохождения тока через тело человека (рука – рука, рука – нога), рода и частоты тока, индивидуальных свойств человека и условий окружающей среды.

Основная часть. *Факторы электрического характера.* Сила тока является главным фактором, определяющим степень поражения человека. Установлены следующие категории воздействия: пороговый осязаемый ток, пороговый неотпускающий ток и пороговый фибрилляционный ток. Электрический ток наименьшей силы, вызывающий осязаемые человеком раздражения, называется пороговым осязаемым током. Человек начинает ощущать воздействие переменного тока частотой 50 Гц силой около 1,1 мА, а постоянного тока около 6 мА в виде слабого зуда и легкого покалывания при переменном токе или нагревания кожи при постоянном токе. Пороговый осязаемый ток может явиться косвенной причиной несчастного случая, вызвав произвольные ошибочные действия человека в рабочих условиях.

При переменном токе 10–15 мА, а постоянном 50–80 мА человек не в состоянии преодолеть судороги мышц и разжать руку, которой касается токоведущей части, отбросить провод. Такой ток называется пороговым «неотпускающим». Переменный ток 80 – 100 мА, а постоянный 300 мА через 1–3 секунды с начала его воздействия вызывает фибрилляцию сердца, что приводит к летальному исходу. Этот ток называется «фибрилляционным», а наименьшее его значение – пороговым фибрилляционным током. Переменный ток силой 100 мА и более мгновенно вызывает смерть от паралича сердца.

Род и частота тока. При напряжениях до 250-300 В постоянный и переменный токи одинаковой силы оказывают разное воздействие на человека. Это различие исчезает при большем напряжении. Наиболее неблагоприятным является переменный ток промышленной частотой 20 – 100 Гц. Вне этого диапазона частот значения неотпускающего тока возрастают. Сила тока, протекающего через тело человека $I_{\text{ч}}$, зависит от напряжения прикосновения $U_{\text{пр}}$ и сопротивления тела человека $R_{\text{ч}}$. Напряжение прикосновения – это разница потенциалов между двумя точками включения тела человека в электрическую цепь.

Сопротивление цепи человека электрическому току. Электрическое сопротивление цепи человека ($R_{\text{ч}}$) определяется суммарным сопротивлением

нескольких включенных последовательно элементов: тела человека $R_{т.ч}$, одежды $R_{од}$ (при прикосновении участком тела, защищенным одеждой), обуви R_o и пола $R_{п}$ (опорной поверхности): $R_{ч} = R_{т.ч} + R_{од} + R_o + R_{п}$. Очень большое значение имеет изолирующая способность полов и обуви для обеспечения безопасности людей от поражения током.

Постоянный ток, как не изменяющийся во времени по величине и направлению, ощущается только в моменты включения и отключения от источника. Обычно его действие тепловое (при длительном включении). Постоянный ток напряжением до 450 В менее опасен, чем переменный ток того же напряжения.

Индивидуальные особенности сопротивления тела человека. Наибольшим электрическим сопротивлением обладает кожа, особенно ее верхний роговой слой, лишенный кровеносных сосудов. Сопротивление кожи зависит от ее состояния, плотности и площади контактов, величины приложенного напряжения, силы и времени воздействия тока. Наибольшее сопротивление оказывает чистая, сухая, неповрежденная кожа. Увеличение силы тока или времени его протекания также снижает электрическое сопротивление кожи вследствие нагрева ее верхнего слоя.

Сопротивление внутренних органов человека является также переменной величиной, зависящей от физиологических факторов, состояния здоровья, психического состояния. В связи с этим к обслуживанию электроустановок допускаются лица, прошедшие специальный медицинский осмотр, не имеющие кожных заболеваний, заболеваний сердечно-сосудистой, центральной и периферической нервных систем, и других болезней. При проведении расчетов по обеспечению электробезопасности условно принимают сопротивление тела человека равным 1000 Ом.

Продолжительность действия тока. Между допустимыми для человека величинами напряжений прикосновения и силы токов существует зависимость, соблюдение которой обеспечивает электробезопасность.

Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и силы токов выше отпускающих для путей тока от одной руки к другой и от руки к ногам установлены ГОСТ 12.1.038-82 «ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения». Эти значения для *нормального (неаварийного)* режима работы электроустановок при продолжительности воздействия не более 10 мин в сутки не должны превышать указанных значений в таблице 1.

Таблица 1. Напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки

Род тока	U, В	I, mA
	не более	
Переменный ток, 50 Гц	2,0	0,3
Переменный ток, 50 Гц	3,0	0,4
Постоянный	8,0	1,0

При работе в условиях высоких температур ($>25^{\circ}\text{C}$) и относительной влажности воздуха ($>75\%$) указанные значения напряжения прикосновения и токи должны быть уменьшены в три раза. При аварийном режиме, т. е. при работе неисправной электроустановки, угрожающей электротравмой, значения будут другие.

Физиологическое воздействие *постоянного* тока на организм человека приведено в таблице 2.

Таблица 2. Воздействие постоянного тока на организм человека

Ток, mA	Физиологическое воздействие
0,6-1,5	Не ощущается
2-3	Не ощущается
5-7	Зуд, ощущение нагрева
8-10	Усиление ощущения нагрева
20-25	Ещё большее усиление ощущение нагрева. Незначительные сокращения мышц рук
50-80	Сильное ощущение нагрева. Судороги мышц. Затруднение дыхания
90-100	Паралич дыхания
3000 и более	Сведения отсутствуют

СЕКЦИЯ «ФИЗИКА И ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

Путь тока через человека существенно влияет на исход поражения, опасность которого особенно велика, если он проходит через жизненно важные органы: сердце, легкие, головной мозг. В теле человека ток проходит не по кратчайшему расстоянию между электродами, а движется главным образом вдоль потоков тканевой жидкости, кровеносных и лимфатических сосудов и оболочек нервных стволов, обладающих наибольшей электропроводностью.

Физиологическое воздействие переменного тока на организм человека приведено в таблице 3.

Таблица 3. Воздействие переменного тока на организм человека

Ток, мА	Физиологическое воздействие переменного тока частотой 50–60 Гц
0,6-1,5	Начало ощущения, легкое дрожание пальцев рук
2-3	Сильное дрожание пальцев рук
5-7	Судороги в руках
8-10	Руки с трудом можно оторвать от электродов. Сильные боли в кистях
20-25	Паралич рук, невозможно оторваться от электродов. Сильные боли- затрудняется дыхание
50-80	Паралич дыхания
90-100	Паралич дыхания. При длительности воздействия 3 с и более - паралич сердца
3000 и более	При воздействии более 0-1 с – паралич дыхания и сердца. Разрушение тканей тела теплом тока

Выводы. Многие факторы окружающей производственной среды влияют на электробезопасность. Во влажных помещениях с высокой температурой условия для обеспечения электробезопасности неблагоприятны, так как при этом терморегуляция организма человека осуществляется в основном с помощью потовыделения, что приводит к уменьшению сопротивления тела человека. Заземленные металлические токопроводящие конструкции способствуют повышению опасности поражения током из-за того, что человек практически постоянно связан с одним из полюсов (землей) электроустановки.

Токопроводящая пыль повышает возможность случайного электрического контакта человека с токоведущими частями и землей.

Литература

1. Безопасность труда. Производственная безопасность: учеб. пособие / Л.Л. Никифоров, В.В. Персиянов. – М.: МГУПБ, 2006. – 257 с.
2. Охрана труда в энергетике. Под ред. Б.А. Князевского. М., «Энергоатомиздат», 1985.

Гнатова Дарья Михайловна, студентка группы ИЗОС-6а, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 86123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: gnatova.d.m-izos-6a@donnasa.ru

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

Gnatova Daria Mikhailovna, student of the EPE-6a group, State Educational Institution of Higher Professional Education «Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture», 86123, Makeyevka, Derjavina str.,2.

Scientific supervisor:

Shchebetovskaya Nataliya Vitalevna, Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Physics and Physical Materials Science, State Educational Institution of Higher Professional Education «Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture», 86123, Makeyevka, Derjavina str., 2.



УДК 530.145; 530.12

Кулик Р.С.,

студ. группы ЭУН-6а, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: к. т. н. Покинтелица Е.А.,

доцент кафедры «Физика и физическое материаловедение»

ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ОТКРЫТИЯ В ФИЗИКЕ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 100 ЛЕТ

Аннотация. Рассмотрены представления о квантовой природе излучения, теория относительности Эйнштейна и их вклад в развитие физики.

Ключевые слова: квант, энергия излучения, относительность движения.

Annotation. The concepts of the quantum nature of radiation, Einstein's theory of relativity and their contribution to the development of physics are considered.

Keywords: quantum, radiation energy, motion relativity.

Введение. Достижения физики XX и XXI веков открыли знания об элементарных частицах и их взаимодействии. До конца Второй мировой войны было известно всего несколько частиц, и не существовало систематической теории, объясняющей их разнообразие и свойства. Ничего не было известно об образовании нейтронов и протонов. Измерительные приборы были очень примитивными с ограниченным диапазоном измерений. XX век – век научных революций. Открытия, сделанные в этом столетии, изменили ход человеческой цивилизации. Развитие физики в начале XX века привело к полному пересмотру классических представлений. «Новая физика» XX века основана на двух только открытых основных теориях – квантовой теории М. Планка и теории относительности А. Эйнштейна.

Квантовая теория М. Планка. 14 декабря 1900 года М. Планк выступил на собрании Немецкого физического общества, где представил формулу излучения абсолютно черного тела.

В физике абсолютно черным телом (черным телом) называется тело, поглощающее все падающее на него излучение. Это понятие было введено Г. Кирхгофом в 1862 году. Если черное тело находится в термодинамическом равновесии с окружающей средой, оно не только поглощает излучение, но и само излучает.

В истории физики изучение теплового излучения имело решающее значение. Именно это привело к появлению квантовой теории. Ранее ни одна из современных теорий не могла объяснить экспериментальные результаты, полученные на излучении абсолютно черного тела. Закон излучения черного тела должен был выявить важнейшие физические закономерности, и Планк целенаправленно занялся поиском такого закона. Все силы ученый приложил к теоретическому расчету радиации.

Формула, полученная Планком, позволяла правильно рассчитать кривые излучения, но для этого ему пришлось признать, что испускаемые лучами атомы производят энергию не постоянным током, а малыми, неделимыми частями, которые ученый назвал «энергией квантов». Ученый выдвинул физическую константу для описания закона распределения энергии в спектре черного тела, которую впоследствии назвали постоянной Планка – это основная константа квантовой теории, которая связывает энергетическую величину квантового электромагнитного излучения с его частотой:

$$E=h\cdot\nu,$$

где E – квант энергии, Дж; $h = 6,626176 \cdot 10^{-34}$ Дж·с – постоянная Планка; ν – частота излучения, Гц.

В начале XX века работа Планка о спектре горячих тел стала первым аргументом против использования классической физики для описания маленького мира. Новая теория радикально противостояла тогдашним представлениям о природе электромагнитных волн: все волновые процессы

считались совершенно непрерывными. По сути, открытие Планка можно считать рождением новой квантовой теории. Планк перевернул физику и задал направление ее развития на весь XX век и далее. Сам ученый писал, что даже не помышлял о создании новой науки, а лишь хотел более детально изучить излучение абсолютно черного тела, но его работа дала неожиданный результат: выдвинув свою гипотезу о квантовой природе излучения, Планк позже убедился в его оригинальности.

Квантовая физика позволила многое узнать о прошлом Вселенной, по-новому взглянуть на периодическую таблицу химических элементов Менделеева, объяснить строение материи на микроуровне, создать все современные электронные устройства и т.д. Более того, квантовая теория радикально изменила наш взгляд на мир и наше понимание мира, включая ее поразительную неопределенность и парадоксы.

Теория относительности А. Эйнштейна. Говорят, что прозрение пришло к А. Эйнштейну в одно мгновение. Ученый якобы ехал на трамвае, посмотрел на уличные часы и вдруг понял, что если сейчас трамвай разгонится до скорости света, то в его восприятии эти часы остановятся – и времени не будет. Это привело его к формулировке одного из центральных предположений относительности – что разные наблюдатели видят реальность по-разному, включая такие фундаментальные величины, как расстояние и время.

С научной точки зрения, в тот день Эйнштейн понял, что описание любого физического события или явления зависит от системы отсчета, в которой находится наблюдатель. Если пассажир трамвая, например, уронит какой-либо предмет, он упадет вертикально вниз, а для пешеходов, стоящих на улице, предмет упадет по параболе, потому что трамвай движется вместе с падением. У всего на свете своя система отсчета.

Но хотя описания событий меняются при переходе от одной системы отсчета к другой, есть и универсальные вещи, которые остаются неизменными. Если вместо описания падения предмета мы спросим о законе природы, который заставляет его падать, ответ будет одинаковым для наблюдателя в неподвижной

системе координат и для наблюдателя в подвижной системе координат. Закон о распределенном движении в равной степени распространяется как на улицу, так и на трамвай. Иными словами, если описание событий зависит от наблюдателя, то законов природы – нет, то есть, как говорят на научном языке, они неизменны. Это и есть принцип относительности.

Как и любую гипотезу, принцип относительности необходимо проверять, соотнося его с реальными природными явлениями. Эйнштейн вывел две отдельные (хотя и связанные) теории из принципа относительности. Теория специальной или специальной теории относительности исходит из того положения, что законы природы одинаковы для всех систем отсчета, движущихся с постоянной скоростью. Общая теория относительности распространяет этот принцип на любую систему отсчета, включая те, которые движутся с ускорением. Специальная теория относительности была опубликована в 1905 г., а к 1916 г. Эйнштейн завершил вычислительно более сложную общую теорию.

Выводы. Таким образом, можно сделать вывод, что даже в начале XX века люди и представить себе не могли, что такое автомобиль, телевизор или компьютер. Научные открытия прошлого века оказали огромное влияние на все человечество. В XX веке было сделано больше научных открытий, чем за все предыдущие века. Человеческие знания быстро растут, поэтому можно с уверенностью сказать, что если эта тенденция сохранится, то в XXI веке будет сделано больше научных открытий, способных коренным образом изменить жизнь человека.

Литература

1. Бергман П.Г. Введение в теорию относительности / П.Г. Бергман. – М.: ГИ ИЛ, 1947. – 380 с.
2. Борн М. Эйнштейновская теория относительности / М.Борн – М.: Мир, 1972. – 368 с.
3. Гольдин Л.Л. Квантовая физика. Вводный курс / Л.Л. Гольдин, Г.И. Новикова. – М.: Институт компьютерных исследований, 2002. – 46 с.

Кулик Руслан Сергеевич, студент группы ЭУН-6а, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: kulik.r.s-eun-6a@donnasa.ru

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

Kulik Ruslan Sergeevich, student of the BME-6a group, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, Makeevka, Derzhavin str., 2.

Scientific supervisor:

Pokintelitsa Elena Anatolyevna, Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor of the Department of Physics and Physical Materials Science, State Educational Institution of Higher Education "Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture", 286123, Makeyevka, Derzhavin st., 2.





УДК 624.04

Притыка А.А.,

студ. группы АД-27а, ГОУ ВПО «ДОННАСА»

Руководитель: к.х.н., доцент Щебетовская Н.В.,

доцент кафедры физики и физического

материаловедения ГОУ ВПО «ДОННАСА»

ВЕЛИКАЯ СИЛА РЕЗОНАНСА. ПОЧЕМУ РАЗРУШАЮТСЯ МОСТЫ?

Аннотация. Работа посвящена анализу аварийных ситуаций мостовых сооружений. Акцент сделан на одну из причин разрушения мостов – это резонанс. Приведены некоторые примеры из истории разрушительного действия резонанса.

Ключевые слова: мостовые сооружения, резонанс, аварийные ситуации, разрушение.

Annotation. The work is devoted to the analysis of emergency situations of bridge structures. The emphasis is on one of the reasons for the destruction of bridges – this is resonance. Some examples from the history of the destructive effect of resonance are given.

Keywords: bridge structures, resonance, emergency situations, destruction.

Введение. К сожалению, аварии и разрушения строительных конструкций, зданий и сооружений, в том числе и транспортных сооружений (и, в частности, мостов), в последнее время стали обычным явлением, о чем говорят, например, результаты анализа, проведенные авторами работ. На основе этого анализа можно сформулировать следующие выводы применительно к транспортным сооружениям:

- аварии и разрушения транспортных сооружений происходили в прошлое время, имеют место в настоящее время и скорее всего, будут происходить в будущем;
- аварии и разрушения транспортных сооружений происходят во всех уголках земного шара, во всех странах, независимо от их экономического состояния; при этом наличие большого количества транспортных сооружений может являться причиной большего количества их аварий и разрушений;
- ухудшение экономического состояния, кризисы обычно приводят к возрастанию количества аварий и разрушений транспортных сооружений;
- реальных причин для снижения количества аварий и разрушений транспортных сооружений в ближайшее время не предвидится, причем разрушению будут подвергаться в основном транспортные сооружения, длительное время находящиеся в эксплуатации;
- систематизация информации об авариях и разрушениях транспортных сооружений, изучение причин их появления, доведение этой информации до специалистов, занимающихся проектированием, строительством и эксплуатацией транспортных сооружений, позволит уменьшить количество аварий, снизить тяжесть их последствий;
- изучение причин наступления аварийных ситуаций и разрушения транспортных сооружений и способов их предотвращения при подготовке инженерных и научных кадров для отрасли транспортного строительства также позволит снизить интенсивность наступления таких событий.

Основная часть. Почему же разрушаются мосты? Часто причин может быть несколько одновременно, и они, удачно дополняя друг друга, приводят к катастрофе. Например, инженер неправильно провел расчеты, строители сэкономили на материалах или нарушили технологии строительства, затем мост неправильно эксплуатировался и, в конце концов, при прохождении слишком тяжело нагруженного поезда или большого числа машин или людей в плохую погоду обрушился. Тем не менее в большинстве случаев одна из причин выступает в качестве основной.

Одна из самых известных причин разрушения мостов, хотя и не самая распространенная, – это резонанс. Резонанс в физике – это частотно-избирательный отклик колебательной системы на периодическое внешнее воздействие, который проявляется в резком увеличении амплитуды стационарных колебаний при совпадении частоты внешнего воздействия с определёнными значениями, характерными для данной системы. В школе это явление даже объясняют на уроках физики, приводя в пример историю о том, как отряд солдат, шагая в ногу, может вызвать обрушение моста. По сути, тут сходятся две причины: ошибки в конструкции и неправильная эксплуатация; порою может подключаться и плохая погода. Именно это случилось с мостом через Такома-Нэрроуз.

20 мая 2010 года было перекрыто движение по Волгоградскому автодорожному мосту (первой очереди), входящему в комплекс автодорожных сооружений мостового перехода через р. Волга в г. Волгограде, из-за сильного раскачивания конструкции (рис. 1).

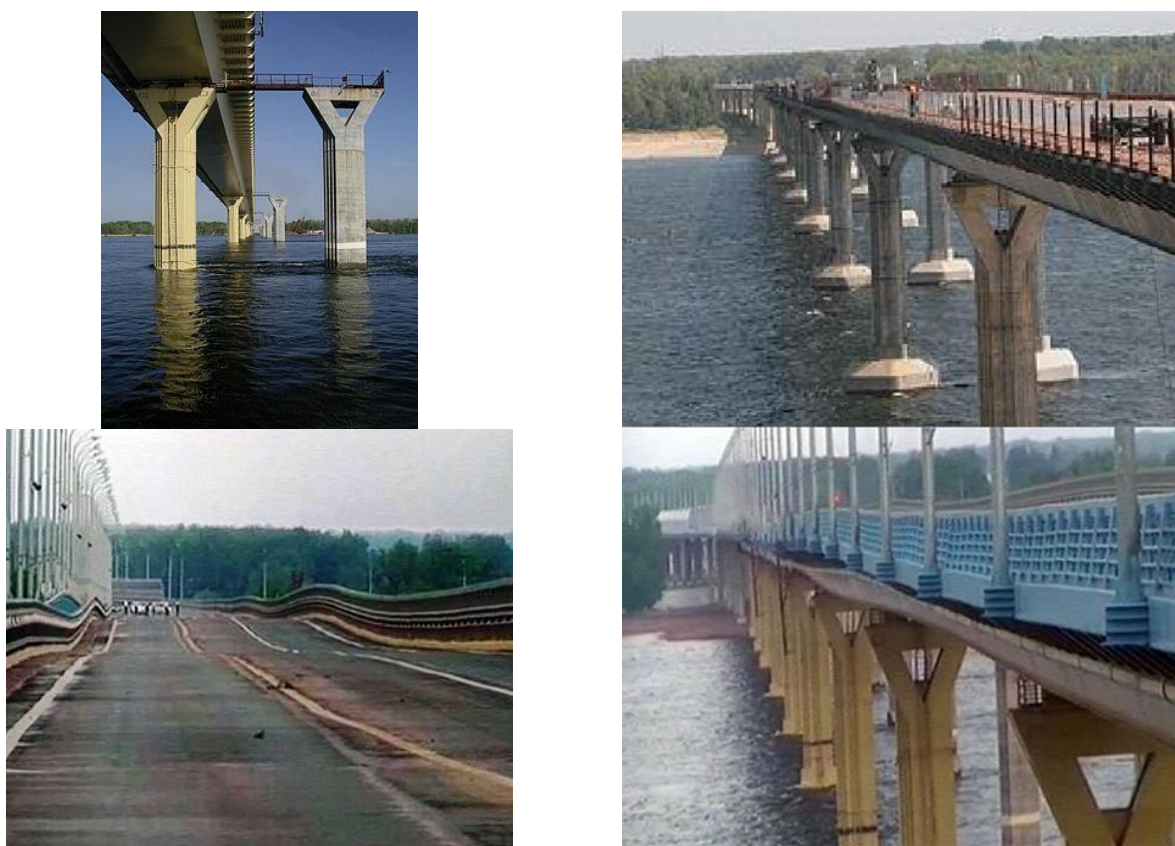


Рис. 1. Волгоградский автодорожный мост через р. Волга, 20.05.2010 г.

В связи с происшествием, мост получил неофициальное название «танцующий». Предполагается, что из-за значительной ветровой нагрузки мост вошел в резонанс с амплитудой колебаний в вертикальной плоскости около 50-60 см. По данным Волгоградского областного гидрометеоцентра, ветер в городе достигал 16 м/с (по шкале Бофорта всего 6 баллов «крепкий ветер»). В геодезической службе при РАН сейсмических толчков отмечено не было. Визуальный осмотр конструкций показал, что дорожное покрытие и опоры не получили повреждений.

Резонанс часто называют причиной обрушения цепного Египетского моста в Санкт-Петербурге 2 февраля 1905 года при следовании лейб-гвардии конно-гренадерского полка, хотя комиссия, расследовавшая причины произошедшего, указала, что виновато низкое качество железа цепи.

К сожалению, не все катастрофы такого рода обходятся без человеческих жертв. Рекордным по количеству погибших стало разрушение из-за резонанса подвесного моста через реку Мен в городе Анжер в центральной части Франции 16 апреля 1850 года, когда погибло более 200 солдат, шедших по мосту в грозу и при сильном ветре. А одним из первых зафиксированных случаев такого рода стало обрушение Броутонского моста в Англии недалеко от Манчестера 19 годами ранее. Тогда никто не погиб, хотя два десятка из 74 солдат пострадали при падении в воду, а в армии появилась команда *break step* («идти не в ногу»), применявшаяся при пересечении мостов, особенно подвесных, в большей степени подверженных резонансу. Солдаты в Анжере, кстати, выполняли такую команду, но это не уберегло от беды.

Выводы. В работе приведены лишь некоторые примеры разрушения мостов. Что же касается причин аварий мостовых сооружений, то можно сказать, что во всех случаях сочетается негативное действие нескольких факторов. Причем в ряде случаев очень трудно или невозможно точно определить причину аварии, что было бы полезно для профилактики наступления аварийных ситуаций на подобных объектах в будущем.

Что же касается железобетонных мостовых сооружений, представляющих подавляющую часть транспортных сооружений в мире, то здесь следует отметить: стохастический характер внешних воздействий на сооружения (как силовых, так и средовых) и их взаимосвязь и взаимовлияние; статистический разброс механических характеристик материалов и геометрических параметров элементов конструкций; изменчивость внешних воздействий и механических свойств материалов во времени.

Снижение аварийности мостовых сооружений может быть достигнуто повышением качества нормативной документации, проектных и строительно-монтажных работ, повышением качества содержания мостовых сооружений с учетом накопленного опыта проектирования, строительства и эксплуатации, включая изучение происшедших аварий.

Литература

1. Майстренко И.Ю. Аварии и разрушения мостовых сооружений, анализ их причин. Часть 1 [Электронный ресурс] / И.Ю. Майстренко, И.И. Овчинников, И.Г. Овчинников, А.В. Кокодеев // Интернет-журнал «Транспортные сооружения», Том 4, №4 (2017). – Режим доступа: <https://t-s.today/PDF/13TS417.pdf> (дата обращения 21.04.2022).

2. Овчинников И.И. Насколько уникальны колебания Волгоградского моста? / И.И. Овчинников, И.Г. Овчинников, В.О. Филиппова // Повышение надежности и безопасности транспортных сооружений и коммуникаций: сб. тр. I Междунар. науч.-практ. конф.: в 2 т. / под ред. Н.Е. Кокодеевой, Э.Ю. Шмагиной, А.В. Панкратовой. – Саратов: Издательский дом «Райт-Экспо», 2015. – Т. 1. – 328 с. – с. 269-277.

Притыка Анна Андреевна, студентка группы АД-27а, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 86123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: prityka.a.a-ad-27a@donnasa.ru

СЕКЦИЯ «ФИЗИКА И ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

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

Prityka Anna Andreevna, student of the CR-27a group, State Educational Institution of Higher Professional Education «Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture», 86123, Makeyevka, Derzhavin str., 2.

Scientific supervisor:

Shchebetovskaya Nataliya Vitalevna, Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Physics and Physical Materials Science, State Educational Institution of Higher Professional Education «Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture», 86123, Makeyevka, Derzhavin str., 2.





УДК 537.29

Диденко Е.В.,

студ. группы ЭУН-6а, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: к. т. н. Покинтелица Е.А.,

доцент кафедры «Физика и физическое материаловедение»

ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ

Аннотация. Изучены характеристики электромагнитных полей, оказывающие действие на биологические объекты.

Ключевые слова: электрическое поле, электромагнитное поле, радиоизлучения.

Annotation. The characteristics of electromagnetic fields that have an effect on biological objects are studied.

Keywords: electric field, electromagnetic field, radio emission.

Введение. Изучение воздействия электрического поля на биологические объекты является актуальным, так как все люди, так или иначе, взаимодействуют с электрическими приборами, и у всех этих приборов есть электрическое поле, влияющее на организм.

Использование электромагнитной энергии в самых разнообразных областях человеческой деятельности привело к тому, что к существующим электрическому и магнитному полям Земли, атмосферному электричеству и радиоизлучениям Солнца и Галактики добавились электрические и магнитные поля искусственного происхождения.

В настоящее время все больше внимания уделяется проблемам негативного влияния на человека электромагнитных полей (ЭМП) и

радиоизлучений. Электромагнитные поля – это особая форма существования материи, характеризующаяся совокупностью электрических и магнитных свойств. Электромагнитные поля окружают нас повсюду, но мы не можем их почувствовать и вообще заметить, поэтому мы не видим излучений милицейского радара и полей, наводимых антенной телевизионной башни или линиями электропередачи, но они есть. Эти поля имеются у обыкновенного электрического утюга и микроволновки.

Рассмотрение проблемы. По своему происхождению электромагнитные поля делятся на два типа – антропогенные источники электромагнитных полей и природные источники электромагнитных полей.

Электромагнитное загрязнение окружающей среды представляется одним из наименее изученных на сегодня факторов, в исследовании которых должны принимать участие специалисты различных направлений биофизики, медицины, биологии, сангигиены и других областей, однако, подобные работы требуют длительного времени и серьезного финансирования. В силу этого в настоящее время нет однозначной трактовки количественных и качественных показателей вредного влияния электромагнитных полей на людей, животных и растения. Широкое распространение электромагнитных излучений и их стремительное проникновение во все сферы деятельности человека привели к появлению сравнительно нового комплекса загрязнителей, получившего название «электромагнитный смог», под которым понимают совокупность электромагнитных полей и различных радиоизлучений, возникающих во время работы сложного электронного оборудования.

Действие на организм человека электромагнитных полей определяется частотой излучения, его интенсивностью, продолжительностью и характером действия, а также индивидуальными особенностями организма. Спектр электромагнитных полей включает низкие частоты до 3 Гц, промышленные частоты 3–300 Гц, радиочастоты 30 Гц – 300 МГц, а также относящиеся к радиочастотам ультравысокие частоты (УВЧ) 300 МГц – 300 ГГц. Индуктивные

электромагнитные помехи оказывают влияние не только на технические системы, но и на биологические, прежде всего на людей.

Степень биологического воздействия электромагнитных полей на организм человека зависит от частоты колебаний, напряженности и интенсивности поля, режима его генерации (импульсное, непрерывное), длительности воздействия. Биологическое влияние полей разных диапазонов неодинаково. Чем короче длина волны, тем большей энергией она обладает. Высокочастотные излучения могут ионизировать атомы или молекулы в соматических клетках и таким образом нарушать идущие в них процессы. А электромагнитные колебания длинноволнового спектра хотя и не выбивают электроны из внешних оболочек атомов и молекул, но способны нагревать органику, приводить молекулы в тепловое движение. Причем тепло это внутреннее – находящиеся на коже чувствительные датчики его не регистрируют. Чем меньше тело, тем лучше оно воспринимает коротковолновое излучение, чем больше – тем лучше воспринимает длинноволновое.

Существует несколько гипотез, объясняющих биологическое действие электромагнитного поля. В основном они сводятся к непосредственному воздействию поля на клеточном уровне, в первую очередь с его влиянием на мембранные структуры. Механизмы биологического действия электромагнитного поля имеют, в основном, неспецифический характер и связаны с изменением активности регуляторных систем организма.

Результаты проведенных исследований по оценке воздействия сотового телефона, компьютера и других современных радиоэлектронных средств на различные организмы, как в рабочем, так и в выключенном состоянии оказались неутешительными и показали крайне негативное их влияние на состояние биологических объектов, которое проявлялось: в снижении двигательной активности и выживаемости микроорганизмов; в увеличении смертности микроорганизмов; в ухудшении регенерации тканей; в нарушении эмбрионального и личиночного развития; в снижении биохимических реакций,

нарушении метаболизма; в снижении энергетического потенциала во всех жизненно важных системах организма.

Вывод. Итак, мы видим, что электрическое поле достаточно негативно влияет на биологические объекты, и в качестве защитных мер можно назвать регулярные прогулки на свежем воздухе, проветривание помещения, занятия спортом, соблюдение элементарных правил работы, работа с хорошей техникой, которая удовлетворяет всем стандартам безопасности и санитарным нормам.

Литература

1. Скворцов В. Обеспечение электромагнитной совместимости современных бытовых приборов и биологических объектов как метод улучшения экологической обстановки в нашей среде обитания. – Сборник «Электромагн. совместимость в электронике». – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – С. 158- 164.

Диденко Екатерина Вячеславовна, студентка группы ЭУН-6а, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: didenko.e.v-eun-6a@donnasa.ru

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

Didenko Ekaterina Vyacheslavovna, student of the BME-6a group, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, Makeevka, Derzhavin str., 2.

Scientific supervisor:

Pokintelitsa Elena Anatolyevna, Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor of the Department of Physics and Physical Materials Science, State Educational Institution of Higher Education "Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture", 286123, Makeyevka, st. Derzhavin, 2.



УДК 535.4

Сидекова Я.Т.,

студ. группы ЭУН-6а, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: к.т.н. Покинтелица Е.А.,

доцент кафедры «Физика и физическое материаловедение»

ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ОПИСАНИЕ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ С ФИЗИЧЕСКОЙ ТОЧКИ ЗРЕНИЯ

Аннотация. Изучены и объяснены световые явления.

Ключевые слова: преломление света, дисперсия, электрический разряд, северное сияние.

Annotation. Studied and explained light phenomena.

Keywords: light refraction, dispersion, electric discharge, northern lights.

Введение. Природные явления являются составляющей всего происходящего на нашей Планете. Многие из них могут объяснить законы физики. Наиболее доступными и, вместе с тем, наиболее красочными оптическими явлениями являются атмосферные явления. Они огромные по своим масштабам, ведь они – порождение взаимодействия света и атмосферы земли.

Наша планета окружена газовой оболочкой, которую мы называем атмосферой. Обладая наибольшей плотностью у земной поверхности и постепенно разрежаясь с поднятием вверх, она достигает толщины более сотни километров. Атмосфера земли находится в постоянном движении. Под воздействием различных факторов, её слои перемешиваются, меняют плотность, температуру, прозрачность, перемещаются на большие расстояния с различной скоростью.

Для лучей света, идущих от солнца или других небесных светил, земная атмосфера представляет собой своеобразную оптическую систему с постоянно меняющимися параметрами. Оказываясь на их пути, она и отражает часть света, рассеивает его, пропускает его сквозь всю толщу атмосферы, обеспечивая освещённость земной поверхности, в определённых условиях, разлагает его на составляющие и искривляет ход лучей, вызывая, тем самым, различные атмосферные явления.

Изучение природных явлений. Радуга – одно из атмосферных явлений, наблюдаемое при освещении ярким источником света (в природе Солнцем или Луной) множества водяных капель дождя или тумана. Белый солнечный свет состоит из множества различных световых волн разной длины. В зависимости от длины волны он воспринимается нашим глазом как определенный цвет – от красного (самые длинные волны) до фиолетового (самые короткие). При смешении все эти цвета и дают видимый белый свет. Принято выделять семь основных цветов, которые мы называем цветами радуги: красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий и фиолетовый. Проходя через границу неоднородных сред (например, воздуха и воды или воздуха и стекла), белый свет преломляется и разлагается на отдельные цвета, которые мы называем спектром. Чтобы увидеть цвета спектра, можно использовать трехгранную призму, которая, преломляя солнечный свет, выделяет из него все цветовые составляющие.

Эффект разложения белого света на цветные составляющие (спектр) называется дисперсией. Именно из-за преломления света бриллианты играют цветными огнями. Когда солнечный свет сталкивается с каплей дождя, часть света от неё отражается, а остальная часть попадает во внутрь капли. Луч света преломляется на ближайшей к нему поверхности капли дождя, потом этот свет попадает на дальнюю поверхность капли и отражается от неё. Когда этот внутренне отраженный свет вновь достигает поверхности капли, он снова преломляется при выходе. Человек не сможет увидеть явление, если не будет находиться под углом в 42° от противоположного направления к источнику света.

Молния – это электрический разряд в атмосфере, сопровождающийся вспышкой света. Перед основной вспышкой молнии можно наблюдать небольшое пятно, движущееся от тучи к земле. Это так называемый ступенчатый лидер. Электроны под действием разности потенциалов, начинают двигаться к земле. Двигаясь, они сталкиваются с молекулами воздуха, ионизируя их. От тучи к земле прокладывается как бы ионизированный канал. Из-за ионизации воздуха свободными электронами электропроводность в зоне траектории лидера существенно возрастает. Лидер как бы прокладывает путь для основного разряда, двигаясь от одного электрода (тучи) к другому (земле). Ионизация происходит неравномерно, поэтому лидер может разветвляться. В момент, когда лидер приближается к земле, напряженность на его конце растет. Из земли или из предметов, выступающих над поверхностью (деревья, крыши зданий) навстречу лидеру выбрасывается ответный стример (канал). Это свойство молний используется для защиты от них путем установки громоотвода.

Когда лидер достигает земли, по проложенному каналу начинает течь ток. Именно в этот момент и наблюдается основная вспышка молнии, сопровождаемая резким ростом силы тока и выделением энергии. Интересно, что лидер распространяется от тучи к земле, а вот обратная яркая вспышка, которую мы и привыкли наблюдать, распространяется от земли к туче. Правильнее говорить, что молния идет не от неба к земле, а происходит между ними.

Северное сияние – это явление, обусловленное столкновением заряженных частиц плазменного слоя Солнца с верхней атмосферой Земли, которое можно наблюдать в ночное время вблизи магнитных полюсов. При этом происходит возбуждение атомов и молекул газов, это их излучение в видимом диапазоне и наблюдается.

Планета – магнит для заряженных частичек, образующий магнитные поля, благодаря металлическому ядру. Данное притяжение манит все заряженные объекты и направляет в сторону своих магнитных полюсов. Источником сияния является солнечный ветер. Так называют поток протонов и нейтронов, исходящий в космос от Солнца. Заряженные частицы солнечного ветра проходят

через полярные области Земли и проникают в атмосферу. Здесь же они сталкиваются с молекулами содержащихся в атмосфере газов – кислорода, азота, аргона – вследствие чего и возникает свечение.

Атомы кислорода обретают красное свечение, азота – синеватое, прочие атомы – другие оттенки, в частности, зеленый. И все это происходит на высоте примерно двухсот километров над Землей. Излучение зеленого света длится не более двух минут, после появляется красный. При столкновении кислорода с другими атомами, происходит поглощение энергии и свет прекращает излучаться. Подобные столкновения случаются не так часто, потому что в тех участках атмосферы очень мало кислорода. Все чаще столкновения происходят по мере передвижения ближе к земле, поэтому красное свечение прекращается по мере приближения к земле, а зеленое и вовсе полностью исчезает возле поверхности.

Результаты. В данной работе изучены и описаны такие явления, как радуга, молния и северное сияние.

Сидекова Яна Тагировна, студентка группы ЭУН-6а, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: sidekova.ya.t-eun-6a@donnasa.ru

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

Sidekova Yana Tagirovna, student of the BME-6a group, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, Makeevka, Derzhavin str., 2.

Scientific supervisor:

Pokintelitsa Elena Anatolyevna, Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor of the Department of Physics and Physical Materials Science, State Educational Institution of Higher Education "Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture", 286123, Makeyevka, Derzhavin st., 2.

УДК 547.822.7 + 547.461.3 + 547.594.3

Курскова А.О.,
ассистент кафедры химии и
инновационных химических технологий,
ГОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»
Руководитель: д.х.н., профессор Кривоколыско С.Г.,
заведующий кафедрой химии и
инновационных химических технологий,
ГОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»

**АМИНОМЕТИЛИРОВАНИЕ 4-ИМИНО-2-(ДИЦИАНОМЕТИЛЕН)-3-
АЗАСПИРО[5.5]УНДЕКАН-1,5-ДИКАРБОНИТРИЛА**

Аннотация. 4-Имино-2-(дицианометилен)-3-азаспиро[5.5]ундекан-1,5-дикарбонитрил в ходе реакции аминометилирования с избытком формальдегида и первичными аминами в различных спиртах образуются ранее не описанные производные 2-(дицианометилен)-3,7-дiazаспиро[бицикло[3.3.1]нон-3-ен-9,1'-циклогексан]-1,5-дикарбонитрила.

Ключевые слова: 4-Имино-2-(дицианометилен)-3-азаспиро[5.5]ундекан-1,5-дикарбонитрил, аминометилирование, первичный амин, формальдегид, 2-(дицианометилен)-3,7-дiazаспиро[бицикло[3.3.1]нон-3-ен-9,1'-циклогексан]-1,5-дикарбонитрил

Annotation. 4-Imino-2-(dicyanomethylene)-3-azaspiro[5.5]undecane-1,5-dicarbonitrile in the course of the reaction of aminomethylation with an excess of formaldehyde and primary amines in various alcohols, previously not described derivatives 2-(dicyanomethylene)-3,7 are formed -diazaspiro[bicyclo[3.3.1]non-3-en-9,1'-cyclohexane]-1,5-dicarbonitrile..

Keywords: 4-Imino-2-(dicyanomethylene)-3-azaspiro[5.5]undecane-1,5-dicarbonitrile, aminomethylation, primary amine, formaldehyde, 2-(dicyanomethylene)-3,7-diazaspiro[bicyclo[3.3.1]non-3-en-9,1'-cyclohexane]-1,5-dicarbonitrile.

Введение. В настоящее время высока потребность фармацевтической и ветеринарной отраслей в новых лекарственных препаратах. Это ориентирует и определяет цели органического синтеза, который предполагает разработку новых, экономически выгодных, более безопасных методов синтеза, в получении ранее неизвестных биологически активных соединений.

Димер малононитрила (2-аминопропен-1,1,3-трикарбонитрил) **1**, является важным исходным реагентом в построении замещенных гетероциклических соединений. Интерес к димеру малононитрила значительно возрос в последнее время, что свидетельствует о его значимости и перспективности [1].

Постановка задачи. Продолжая наши исследования в области химии димера малононитрила [2-5], мы решили изучить поведение ранее полученного 4-Имино-2-(дицианометилен)-3-азаспиро[5.5]ундекан-1,5-дикарбонитрила в реакции аминометилирования. Так, при последовательном взаимодействии циклогексанона, малононитрила и димера малононитрила **1** в EtOH в среде KOH или EtONa и дальнейшего подкисления образуется соединение **2** (рис. 1).

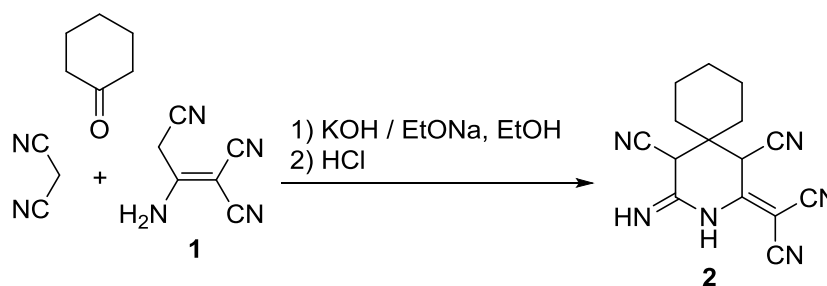


Рисунок 1. Получение 4-Имино-2-(дицианометилен)-3-азаспиро[5.5]ундекан-1,5-дикарбонитрила

Наличие в структуре азаспирана **2** нескольких активных электрофильных центров делает эту молекулу перспективным объектом для проведения реакций аминотилирования [6].

В ходе реакции аминотилирования соединения **2**, взаимодействуя с избытком HCHO, 2 экв. первичного амина с использованием различных спиртов (MeOH или PrOH) в качестве растворителей были получены ранее не описанные производные 2-(дицианометил)-3,7-дiazаспиро[бицикло[3.3.1]нон-3-ен-9,1'-циклогексан]-1,5-дикарбонитрила **3a-e** (рис. 2).

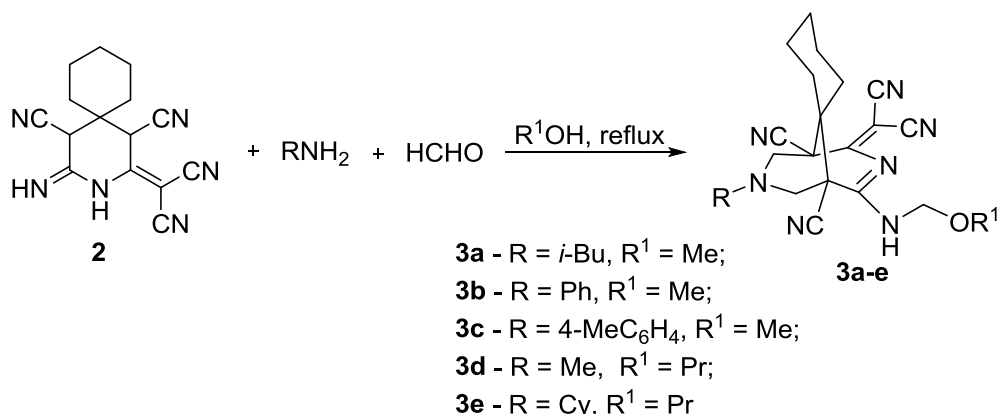


Рисунок 2. Аминотилирование 4-Имино-2-(дицианометил)-3-азаспиро[5.5]ундекан-1,5-дикарбонитрила

Результаты. Строение полученных продуктов доказано с привлечением методов ЯМР спектроскопии на ядрах ¹H и ¹³C, ИК-спектрофотометрии и элементного анализа.

Выводы. В результате изучения реакции Манниха с первичными аминами и избытком HCHO в различных спиртах было установлено, что 4-имино-2-(дицианометил)-3-азаспиро[5.5]ундекан-1,5-дикарбонитрил подвергается аминотилированию с образованием диазабицикло[3.3.1]нон-3-еновой системы.

Литература

1. Dotsenko V.V. Heterocyclization reactions using malononitrile dimer (2-aminopropene-1,1,3-tricarbonitrile) / V.V. Dotsenko, S.G. Krivokolysko,

A.M. Semenova // Chemistry of Heterocyclic Compounds. – 2018. – Vol. 54. – № 11. – P. 989–1019.

2. Dotsenko V.V. Synthesis of derivatives of a novel heterocyclic system 7-thia-1,4,6,8-tetraazabenz[de]anthracene / V.V. Dotsenko, E.A. Chigorina, S.G. Krivokolysko // Chemistry of Heterocyclic Compounds. – 2017. – Vol. 53. – №5. – P. 626–628.

3. Dotsenko V.V. Fused sulfur-containing puridine systems 1. Synthesis and structures of tetrahydropyridothienopyridinone and tetrahydropyridothipyridinone derivatives / V.V. Dotsenko, S.G. Krivokolysko, A.N. Chernega, V.P. Litvinov // Russian Chemical Bulletin, International Edition. – 2003. – Vol. 52. – № 4. – P. 969–977.

4. Dotsenko V.V. Reaction of diketene with cyanothioacetamide: a convenient and regioselective method for the preparation of new 4(1H)-pyridone derivatives / V.V. Dotsenko, S.G. Krivokolysko, V.P. Litvinov, A.N. Chernega // Chemistry of Heterocyclic Compounds. – 2007. – Vol. 43. – № 5. – P. 599–607.

5. Semenova A.M. Reaction of 5-amino-3-(cyanomethyl)-1H-pyrazole-4-carbonitrile with hydroxycyclohexanones / A.M. Semenova, R.V. Oganesyanyan, V.V. Dotsenko, E.A. Chigorina, N.A. Aksenov, I.V. Aksenova, E.E. Netreba // Russian Journal of General Chemistry. – 2019. – Vol. 89. – № 1. – P. 19–24.

6. Dotsenko V.V. New possibilities of the Mannich reaction in the synthesis of N-, S,N-, and Se,N-heterocycles / V.V. Dotsenko, K.A. Frolov, E.A. Chigorina, A.N. Khrustaleva, E.Yu. Bibik, S.G. Krivokolysko // Russian Chemical Bulletin, International Edition. – 2019. – Vol. 68. – № 4. – P. 691–707.

Курскова Анна Олеговна, ассистент кафедры химии и инновационных химических технологий, ГОУ ВО «Луганский государственный университет имени Владимира Даля», 91034, г. Луганск, квартал Молодежный, 20-а.

e-mail: kursanna120293@gmail.com.

Научный руководитель:

Кривоколыско Сергей Геннадиевич, д.х.н., профессор, заведующий кафедрой химии и инновационных химических технологий, ГОУ ВО «Луганский государственный университет имени Владимира Даля», 91034, г. Луганск, квартал Молодежный, 20-а.

e-mail: ksg-group-lugansk@mail.ru.

Kurskova Anna Olegovna, fssistant of the Department of chemistry and innovative chemical technologies, State Educational Institution of Higher Education "Vladimir Dahl Lugansk State University", 91034, Lugansk, Molodyozhny quarter, 20-a.

e-mail: kursanna120293@gmail.com.

Krivokolysko Sergey Gennadievich, Doctor of Chemistry, Professor, Head of the department of chemistry and innovative chemical technologies, Volodymyr Dahl Lugansk State University, 91034, Lugansk, Molodyozhny quarter, 20-a.

e-mail: ksg-group-lugansk@mail.ru.





УДК 547.794.3

Дахно П.Г.,
студентка 4 курса,
факультет химии и высоких технологий, ФГБОУ ВО «КубГУ»
Руководитель: д-р. хим. наук, проф. Доценко В.В.,
заведующий кафедрой органической химии и технологий,
факультет химии и высоких технологий, ФГБОУ ВО «КубГУ»

ОКИСЛЕНИЕ 3,5-(α -ЦИАНОСТИРИЛ)-1,2,4-ТИАДИАЗОЛОВ ПО РАДЗИШЕВСКОМУ

Аннотация. Функционально замещенные производные 1,2,4 – тиадиазола из-за наличия в их структуре двух акрилонитрильных фрагментов могут окисляться в условиях реакции Радзишевского (окислительный гидролиз нитрилов до амидов) с одновременным эпоксидированием и образованием эпоксиамидов. Установлено, что реакция протекает неселективно и дает смесь продуктов региоизомерного окисления. Только в одном из случаев удалось выделить продукт двойного эпоксидирования. Структура полученных эпоксиамидов была подтверждена методами ИК-и ЯМР-спектроскопии.

Ключевые слова: арилметиленицианотиоацетамиды, 1,2,4-тиадиазолы, окисление по Радзишевскому, эпоксиамиды.

Annotation. Due to the presence of two acrylonitrile fragments, 3,5-di(α -cyanostyryl)-1,2,4-thiadiazoles prone to react under Radziszewski reaction conditions (oxidative hydrolysis of nitriles to amides) with simultaneous epoxidation and formation of epoxyamides. It is established that the reaction proceeds nonselectively, and gives a mixture of products of regioisomeric oxidation. Only in one of the cases, it was possible to isolate the product of double epoxidation. The structure of the epoxyamides products was confirmed by IR and NMR spectroscopy data.

Keywords: arylmethylenecyanothioacetamides, 1,2,4-thiadiazoles, Radziszewski oxidation, epoxyamides.

Введение. Ранее было установлено, что в результате окислительной димеризации арилметиленицианотиоацетамидов в системе ДМСО-НСl образуются функционально замещённые производные 1,2,4-тиадиазола [1]. Данные соединения содержат высокореакционноспособные акрилонитрильные фрагменты и широко применяются для получения многих гетероциклических продуктов.

Реакция Радзишевского широко используется в практике органического синтеза для получения первичных карбоксамидов из нитрилов в мягких окислительных условиях. Известно [2], что акрилонитрилы реагируют в условиях Радзишевского с одновременным эпоксицированием двойной связи C=C. Таким образом, из-за присутствия двух реакционноспособных фрагментов C=C-C-N 3,5-ди(α -цианостирил)-1,2,4-тиадиазолы оказались подходящими субстратами для синтеза новых эпоксиамидов. Целью нашего исследования было определение структуры продуктов окисления, а также оптимальных условий реакции. Полученные амиды могут представлять интерес как реагенты для гетероциклического и супрамолекулярного синтеза.

Постановка задачи. Окислить функционально замещённые производные 1,2,4-тиадиазола в условиях реакции Радзишевского и установить строение полученных продуктов.

Результаты. На первом этапе работы нами были получены 2-цианотиоакриламиды (схема 1) путём введения в реакцию Кнёвенагеля ароматических альдегидов с цианотиоацетамидом в водно-спиртовой среде с использованием в качестве катализатора триэтиламина [3].

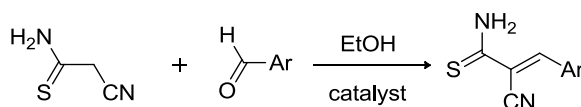


Схема 1. Получение 2-цианотиоакриламидов
Ar = 4-ClC₆H₄, 2,4-Cl₂C₆H₃, 4-OHC₆H₄, 2-ClC₆H₄

Согласно статье [1], 2-цианотиоакриламиды были введены в реакцию с 30%-ной HCl в растворе ДМСО при 25 °С. Протекает быстрая реакция, сопровождающаяся образованием диметилсульфида и элементарной серы. В качестве основного продукта были выделены производные 1,2,4-тиадиазола (схема 2). Использование избытка ДМСО или HCl способствует более быстрой и полной конверсии субстратов, и не влияет на выходы целевых продуктов. Также описано взаимодействие 2-цианотиоакриламидов с системой ДМСО–HCl–ацетон в аналогичных условиях. Установлено, что данная реакция даёт те же продукты окислительной димеризации.

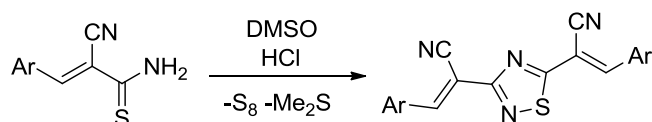


Схема 2. Окислительная димеризация 2-цианотиоакриламидов



Полученные нами производные 1,2,4-тиадиазола были окислены в условиях реакции Радзишевского (H₂O₂ 32%, KOH 10%) с вовлечением только одного из акрилонитрильных фрагментов и образованием смесей эпоксиамидов (схема 3).

Реакция протекает неселективно, и дает смесь продуктов региоизомерного окисления. Лишь в одном из случаев удалось выделить продукт двойного эпоксицирования.

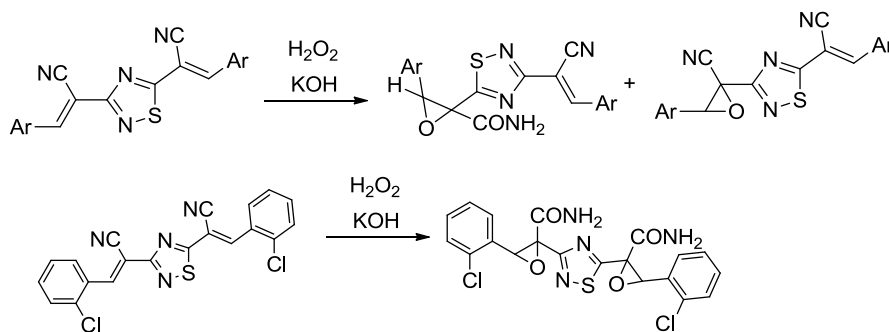


Схема 3. Окисление 3,5-(α -цианостирил)-1,2,4-тиадиазолов по Радзишевскому

Ввиду невысоких выходов (35–50%) и неселективности протекания реакции данный способ получения эпоксиамидов нельзя считать препаративным. Низкие выходы обусловлены тем, что исходные 1,2,4-тиадиазолы плохо растворимы в спирте, а также тем, что гидроксид калия, будучи сильным основанием вызывает гидролиз образующихся эпоксиамидов.

Строение синтезированных соединений подтверждается результатами спектральных исследований.

Выводы. В заключение стоит отметить, что перекись водорода может быть с успехом использована для окисления многих соединений с акрилонитрильным фрагментом. Реакция окисления 3,5-(α -цианостирил)-1,2,4-тиадиазолов протекает неселективно, и дает смесь продуктов региоизомерного окисления. Строение полученных эпоксиамидов подтверждено комплексом спектральных методов. Ввиду невысоких выходов и неселективности протекания реакции данный способ получения эпоксиамидов нельзя считать препаративным.

Литература

1. Доценко В.В., Кривоколыско С.Г. Окисление тиамидов системой ДМСО–HCl: удобный и эффективный метод синтеза 1,2,4-тиадиазолов, изотиазоло[5,4-b]пиридинов и гетероциклических дисульфидов // Химия гетероциклических соединений. 2013. №4. С. 682-690.
2. Murray, J.V. and Cloke, J.B., 1934. The Formation of Glycidamides by the Action of Hydrogen Peroxide on α,β -Ethylenic Nitriles // Journal of the American Chemical Society, 56(12), pp.2749-2751.
3. Litvinov V. P. Cyanoacetamides and their thio- and selenocarbonyl analogues as promising reagents for fine organic synthesis // Russian Chemical Reviews – 1999. – Vol. 68. № 9. – P. 737-763.

Дахно Полина Григорьевна, студентка 4 курса факультета химии и высоких технологий ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», 350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149.

e-mail: p.dahno@yandex.ru

Научный руководитель:

Доценко Виктор Викторович, д-р. хим. наук, профессор, заведующий кафедрой органической химии и технологий, факультет химии и высоких технологий, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», 350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149.

e-mail: victor_dotsenko@mail.ru

Dakhno Polina Grigorievna, 4th year student of the Faculty of Chemistry and High Technologies "Kuban State University", 350040, Krasnodar, Stavropolskaya st., 149.

Scientific supervisor:

Dotsenko Viktor Viktorovich, Dr. chem. Sciences, Professor, Head of the Department of Organic Chemistry and Technology, Faculty of Chemistry and High Technologies, Kuban State University, 350040, Krasnodar, Stavropolskaya st., 149.





УДК: 547.789.13 : 547.834.22

Киндоп В.К.,

аспирант, ФБОУ ВО «КубГУ»

Руководитель: д.х.н., профессор Доценко В.В.,

заведующий кафедрой органической химии и технологий

ФБОУ ВО «КубГУ»

НОВЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ ТИЕНОПИРИДИНА: СИНТЕЗ, СТРОЕНИЕ И ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ

Аннотация. Получены ранее не описанные гибридные молекулы, сочетающих в своей структуре несколько фармакофорных субъединиц.

Ключевые слова: Тиено[2,3-*b*]пиридин, молекулярный докинг, расчетная биологическая активность.

Annotation. Hybrid molecules combining several pharmacophoric subunits in their structure have been obtained that have not been described before.

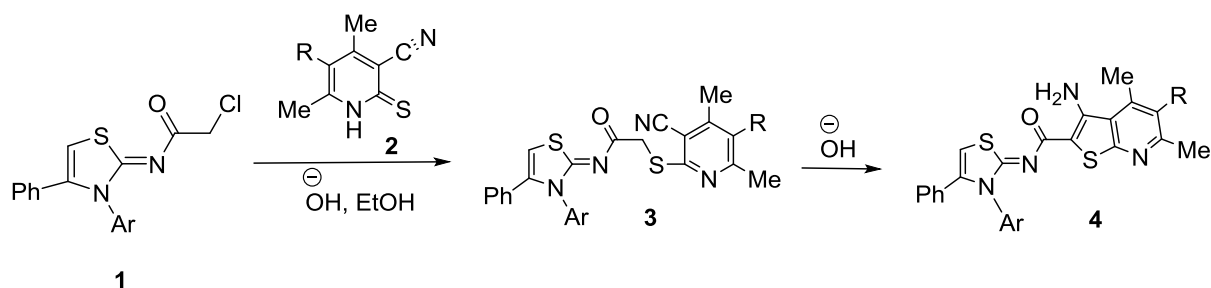
Keywords: Thieno[2,3-*b*]pyridine, molecular docking, calculated biological activity.

Введение. Известно, что соединения, содержащие пиридиновое ядро, в частности, тиено[2,3-*b*]пиридины – известны широчайшим спектром биологической активности и практически полезных качеств.

Постановка задачи. С целью более глубокого изучения химии тиенопиридина, нами были проведены синтезы новых производных тиено[2,3-*b*]пиридина, а также изучена их потенциальная биологическая активность.

Результаты. Ранее нами были получены замещенные хлорацетамиды 1, которые представляют интерес как реагенты для тонкого органического синтеза. Хлорацетамиды 1 в дальнейшем вводились в реакцию с различными 3-

цианопиридин-2(1*H*)-тионами **2** в присутствии оснований. В результате нами были получены ранее не описанные в литературе производные пиридина **3** с высокими выходами (85-96%).



Добавление избытка основания приводит к циклизации данных соединений. Было установлено, что протекает циклизация по Торпу-Циглеру с образованием ранее не описанных [1,2] гибридных молекул **4**, сочетающих в своей структуре фармакофорные субъединицы тиено[2,3-*b*]пиридина и 2-иминотиазолина. Строение полученных структур подтверждено данными ЯМР спектроскопии, ИК-спектрофотометрии и рентгеноструктурного анализа (рис. 1).

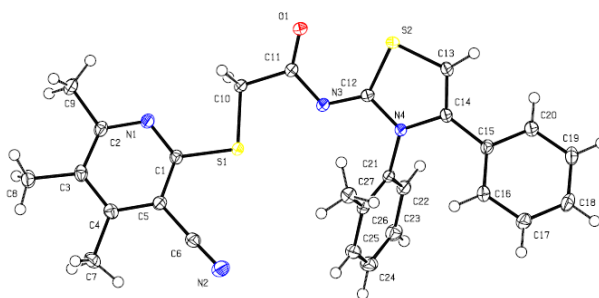


Рисунок 1. Структура соединения **3b** по данным РСА

Исходя из относительно недавней концепции гибридных молекул, мы предполагаем, что наличие двух фармакофорных фрагментов может повышать потенциал полученных соединений в качестве объектов для скрининга. Введение фармакофорного тиено[2,3-*b*]пиридинового фрагмента создает дополнительные возможности для структурной модификации, а также ведет к увеличению сродства по отношению к белковым мишеням. Решающую роль при этом играет возникновение качественно новых свойств аннелированной молекулы, увеличение возможности варьирования фармакофорных групп в различных ее

положениях, а также способность взаимодействовать с более широким кругом рецепторов, находящихся в различных конформациях.

Для полученных соединений нами были спрогнозированы возможные протеиновые мишени (рис. 2). Для данной цели нами был использован новый протокол протеин-лигандного докинга GalaxyWeb Sagittarius, молекулярная графика визуализирована с использованием программного комплекса UCSF Chimera.

3D-структуры соединений были оптимизированы по геометрии и минимуму энергии. Докинг с использованием протокола GalaxySagittarius проводился в режимах Binding compatability prediction и Re-ranking using docking. В табл. 2 представлены результаты докинга для структуры 4b и 5 комплексов мишень-лиганд с минимальной свободной энергии связывания ΔG_{bind} и наилучшей оценкой протеин-лигандного взаимодействия.

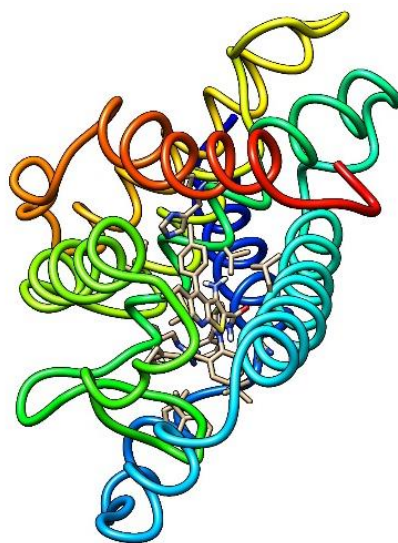
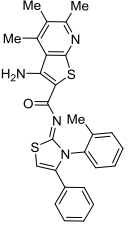


Рисунок 2 – Прогнозируемая структура протеин-лигандного комплекса соединения 4b и трансферазы 2b4d (P21673); (Получено с использованием протокола GalaxySagittarius. Молекулярная графика визуализирована с использованием программного комплекса UCSF Chimera.)

Таблица 2. Результаты прогнозирования протеин-лигандного взаимодействия для соединения 4b.

Структура	Идентификатор протеина PDB ID	Идентификатор протеина UniProt ID	Пре-докинговая оценка протеин-лигандного взаимодействия (Predock score)	Свободная энергия связывания, ккал/моль (Docking score)	Общая оценка протеин-лигандного взаимодействия
	2b4d	P21673	0,241	-28,236	0,523
	6f1n	P07900	0,175	-24,770	0,423
	4c7k	P28845	0,070	-33,621	0,406
	5hi3	Q16552	0,067	-33,535	0,402
	5jy3	P55055	0,086	-30,830	0,394

Как можно заметить из табл. 2, полученные соединения обнаруживают сродство к широкой группе протеинов. В частности, выражено сродство к трансферазе (2b4d), которая катализирует ацетилирование полиаминов [3]; белку (6f1n), который поддерживает структуру и надлежащую регуляцию специфических целевых белков, участвующих, например, в контроле клеточного цикла и передаче сигналов; оксидоредуктазе (4c7k), которая контролирует обратимое превращение биологически активных глюкокортикоидов, таких как кортизон в кортизол и 11-дегидрокортикостерон в кортикостерон в присутствии NADP(H).

Литература

1. Litvinov V.P., Dotsenko V.V., Krivokolysko S.G. Thienopyridines: synthesis, properties, and biological activity // Russian chemical bulletin, 2005. – №4 (54)., p. 864–904.
2. Litvinov V.P., Dotsenko V.V., Krivokolysko S.G. The chemistry of thienopyridines // Advances in heterocyclic chemistry, 2007, № 93. – p. 117–178.
3. Goldberg F. W. et al. Optimization of brain penetrant 11 β -hydroxysteroid dehydrogenase type I inhibitors and in vivo testing in diet-induced obese mice // Journal of Medicinal Chemistry. – 2014. – Т. 57. – №. 3. – С. 970-986.

Киндоп Вячеслав Константинович, аспирант, ФБОУ ВО «Кубанский государственный университет», 350040, ул. Ставропольская, 149, г. Краснодар.

e-mail: Slavakindop@mail.ru.

Научный руководитель:

Доценко Виктор Викторович, д.х.н., профессор, заведующий кафедрой органической химии и технологий, ФБОУ ВО «Кубанский государственный университет», 350040, ул. Ставропольская, 149, г. Краснодар

e-mail: [Victor dotsenko @mail.ru](mailto:Victor_dotsenko@mail.ru).

Viacheslav Konstantinovich Kindop, postgraduate student, FBOOU VPO "Kuban State University", 149 Stavropolskaya St., 350040, Krasnodar.

Scientific supervisor:

Dotsenko Victor Victorovich, DrSci, in Chemistry, Professor, Head of the Department of Organic Chemistry and Technology, FBOVU VPO "Kuban State University", 149 Stavropolskaya St., 350040, Krasnodar.





УДК 620.92

Александрова А.А.,
студ. группы ИЗОС-4а, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: д.х.н., проф. Сердюк А.И.,
профессор кафедры «Техносферная безопасность»
ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ПЛЮСЫ И МИНУСЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДОРОДА В КАЧЕСТВЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ТОПЛИВА

Аннотация. В настоящей работе рассматриваются плюсы и минусы использования водорода в качестве автомобильного топлива.

Ключевые слова: водородная энергия, изменение климата, возобновляемые источники (ВИЭ), загрязнение воздуха, декарбонизация.

Annotation. This paper discusses the pros and cons of using hydrogen as an automotive fuel.

Keywords: hydrogen energy, climate change, renewable sources (RES), air pollution, decarbonization.

Проблема создания энергосберегающих технологий является одной из главных задач современного техногенного общества. Успехи в развитии водородных технологий продемонстрировали, что использование водорода и водородсодержащих топлив приводит к качественно новым показателям в работе энергетических систем. Преимущество водородной энергетики в том, что водород можно не сжигать, а электрохимически окислять, то есть непосредственно превращать в электроэнергию, минуя стадию сжигания. В этом случае намного выше КПД, абсолютно отсутствуют выбросы, нет никаких тепловых загрязнений. Водород также считается хорошим топливом.

Большинство авиа-, автопроизводителей, а также производителей водных судов сейчас очень активно работают в этом направлении.

В настоящее время полагают, что попытки пересадить планету на электромобили обречены на неудачу, а водородный транспорт станет обыденностью совсем скоро. К такому выводу пришли британские эксперты, которые прогнозируют взрывной рост продаж автомобилей с водородными двигателями к 2025 году. По сути, водородный транспорт, это тот же электромобиль, только с другим аккумулятором. Емкость водородного аккумулятора в десять раз больше емкости литий-ионного. Баллон с 5 кг водорода заправляется около 3 минут, его хватает до 500 км. Плюсы водородного двигателя – экологичность при использовании. Водородный транспорт не выбрасывает в атмосферу диоксид углерода, высокий уровень коэффициента полезного действия, например у двигателя внутреннего сгорания (ДВС) он составляет около 35%, а у водородного – от 45%. Водородный автомобиль сможет проехать на 1 кг водорода в 2,5-3 раза больше, чем на эквивалентном ему по энергоемкости и объему галлоне (3,8 л) бензина, бесшумная работа двигателя, более быстрая заправка – особенно в сравнении с электрокарами, сокращение зависимости от углеводородов. Водородным двигателям не нужна нефть, запасы которой не бесконечны и к тому же сосредоточены в нескольких странах [1]. Это позволяет нефтяным государствам диктовать цены на рынке, что невыгодно для развитых экономик других стран.

Но у водорода присутствуют и минусы. Водород обладает высокой летучестью, проникает даже в небольшие щели и легко воспламеняется, высокая стоимость, для заправки водородом нужны специальные станции, до 95% сырья для водородного топлива получают из углеродсодержащих ископаемых, кроме того, при создании топлива используют паровой риформинг метана, для которого нужны углеводороды. Так что и здесь возникает зависимость от природных ресурсов.

К отрицательным свойствам водорода (по сравнению с природным газом) следует отнести более низкую теплоту сгорания (3050 ккал/м³ против 9572

ккал/м³ для метана, или соответственно 12 750 и 40 000 кДж/м³), необходимость большего производственного объема для хранения (при равных потенциалах хранимого тепла), более высокий уровень генерируемой влаги при равных количествах высвобождаемой тепловой энергии (0,35 м³ против 0,22 м³ для метана), т. е. при использовании водорода в качестве теплоносителя при сгорании в замкнутом объеме образуется большее количество конденсата. Концентрационные пределы взрываемости водорода (4,1-75%) значительно шире, чем природного газа (5-15%), потому что, несмотря на более высокую температуру начала воспламенения (510°С), необходимая для этого энергия активации у водорода в десять раз ниже, чем у метана [1, 2].

Водород для топлива можно получать разными способами. В зависимости от того, насколько они безвредны, итоговый продукт называют «желтым» или «зеленым». Желтый водород – тот, для которого нужна атомная энергия. Зеленый – тот, для которого используют возобновляемые ресурсы. Стоит еще добавить такой термин, как «черный водород», который получают электролизом водных растворов с использованием электроэнергии, получаемой на угольных тепловых электростанциях. В настоящее время он составляет 95% всего количества водорода.

Именно на «зеленый» водород делают ставку международные организации. Возобновляемые источники электрической энергии – это энергоресурсы постоянно существующих природных процессов, а также энергоресурсы продуктов жизнедеятельности биоцентров растительного и животного происхождения [3 - 5].

Рассмотрим на примере России. В России в 2014 году появился свой производитель водородных топливных ячеек – АТ Energy. Компания специализируется на аккумуляторных системах для дронов, в том числе военных. Именно ее топливные ячейки использовали для беспилотников, которые снимали Олимпиаду-2014 в Сочи. С 2018 года водородная энергетика – приоритетное направление научно-технического развития Госкорпорации «Росатом». Российская атомная отрасль обладает существенным

технологическим и научно-исследовательским потенциалом по развитию основных методов производства водорода – как паровой конверсии метана, так и электролизного производства. Одна из приоритетных технологических задач – обеспечить минимизацию выбросов углекислых газов при производстве водорода. Научная деятельность уже ведется крупнейшими научно-конструкторскими организациями отрасли, в 2019 году были получены первые результаты по оценке развития собственных технологий производства. Согласно разработанной Минэнерго РФ «дорожной карте», в ближайшие годы Росатом планирует испытать пилотную установку по производству водорода на АЭС и выступить одним из партнеров строительства полигона по отработке внедрения водорода на железнодорожном транспорте.

Литература

1. Реутов Б.Ф. Развитие НИОКР в области водородной энергетики в России. – Энергия: экономика, техника, экология. – №11, 2006. – С. 2-8.
2. Козлов С. И. Водородная энергетика: современное состояние, проблемы, перспективы. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2009. – 520 с.
3. Панич А. Альтернативные источники энергии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nestor.minsk.by/sn/2003/21/sn32118.html> (дата обращения: 22.04.2022).
4. Твайделл Дж. Возобновляемые источники энергии: Пер. с англ. / Дж. Твайделл, А. Уэйр // М. Энергоатомиздат. 1990. – 392 с.
5. Глухов В.В. Экономические основы экологии. 3-е изд. / В.В. Глухов, Т.П. Некрасова. // СПб.: Питер, 2003. – 384 с.

Александрова Александра Александрова, студентка группы ИЗОС-4а, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

Научный руководитель:

Сердюк Александр Иванович, д.х.н., профессор; профессор кафедры техносферной безопасности ГОУ ВПО «ДонНАСА», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: a.i.serdyuk@donnasa.ru

Alexandrova Alexandra Alexandrovna, student of IZOS-4a group, «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture», 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin st., 2.

Scientific supervisor:

Serdyuk Alexander Ivanovich, Doctor of Chemical Sciences, Professor; Professor of the Department of Technosphere Security, «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture», 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin st., 2.





УДК 648

Макух А.А.,

студ. группы ГК-11, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: к.т.н., доцент Самойлова Е.Э.,

доцент кафедры прикладной химии

ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ШЛАКОВ В КАЧЕСТВЕ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Аннотация. Рассмотрена возможность применения шлакощелочного бетона в дорожном строительстве. Обоснованием для этого является необходимость утилизации промышленных отходов, накопленных в результате многолетней работы горнодобывающих, металлургических предприятий, а также теплоэлектростанций в Донецкой Народной Республике.

Ключевые слова: твердые отходы, породные отвалы, металлургические шлаки, золошлаки ТЭС.

Annotation. The possibility of using slag-alkali concrete in road construction is considered. The rationale for this is the need to recycle industrial waste accumulated as a result of long-term work of mining, metallurgical enterprises, as well as thermal power plants in the Donetsk People's Republic.

Keywords: solid waste, rock dumps, metallurgical slags, ash slags of thermal power plants

Введение. В Донецкой Народной Республике накопилось большое количество твердых отходов – породные отвалы, металлургические шлаки и золошлаки ТЭС, поэтому использование этих производственных отходов в

качестве вторичного сырья является актуальным, особенно в дорожном строительстве. Особенность отходов заключается в том, что они уже прошли высокотемпературную обработку, кристаллические структуры в отходах сформированы, и не содержат органических примесей.

Постановка задачи. Рассмотреть химический состав шлаков, возможность применения шлакощелочного бетона в дорожном строительстве.

Разработка дорожных строительных материалов на основе комплексного использования промышленных отходов обусловлена эколого-экономическими факторами – необходимостью их утилизации.

В свою очередь, возможность применения шлакощелочного бетона в дорожном хозяйстве, как альтернативного асфальтобетону, в связи с более высокой стоимостью асфальтобетона, а также – отрицательным воздействием на окружающую среду при его производстве является актуальным на сегодняшний день.

Металлургия традиционно является одним из главных "поставщиков" техногенного сырья для промышленности строительных материалов. Особенность ее многотоннажных отходов заключается в том, что техногенное сырье уже прошло высокотемпературную обработку, кристаллические структуры в отходах сформированы, и они не содержат органических примесей. Шлаки – это искусственные силикаты. Они состоят из окислов кремния, алюминия, железа, кальция, магния, марганца и других. Эти же окислы содержатся в природных глубинных горных породах. В зависимости от количественного соотношения окислов, а также от условий и скорости охлаждения шлаковых расплавов шлаки могут иметь свойства гранита или вулканической пемзы. И по цвету шлаки близки к горным породам. Они могут быть иссиня-черными, снежно-белыми, зелеными, желтыми, розовыми, серыми.

Нередко они имеют серебристые, перламутровые и сиреневые оттенки. Шлаки могут быть плотными и пористыми, тяжелыми, как базальт, и легкими как туф или ракушечник.

Плотность шлака колеблется от 3200 кг/м³ до 800 кг/м³. Удельный вес шлака, т.е. вес его вещества, близок к весу природных каменных материалов и составляет 2,5-3,6 г/см³. По химическому составу доменные шлаки делятся как основные, нейтральные и кислые.

Основными являются шлаки с модулем основности ($M=(CaO+MgO)/(SiO_2+Al_2O_3)$), больше единицы, кислые – меньше единицы.

Примерный химический состав доменных шлаков следующий: SiO₂-30-40%, CaO -30-50% Al₂O₃ - 4-20%, MnO-0,5-2%, FeO-0,1-2%, SO₃ -0,4-2,5% [1].

В Киевском государственном техническом университете строительства и архитектуры под руководством докторов технических наук Глуховского и Кривенко в 80 годы прошлого века проводились исследования шлакощелочных цементов и бетонов. Шлакощелочные цементы придают большую водонепроницаемость, морозостойкость и жаростойкость, лучшую устойчивость к воздействию агрессивных сред.

Приготовление шлакощелочного бетона, по сути, не отличается от приготовления обычного бетона на основе портландцемента, с одной лишь разницей – затворение бетонной смеси производится растворами щелочных компонентов [2].

В Донбасской национальной академии строительства и архитектуры было проведено определение технических показателей дорожно-строительных материалов с использованием шлакощелочного бетона.

Согласно нормативным документам [3-4], покрытие (верхний слой) капитальных автодорог 1 и 2 категорий может производиться из горячего плотного мелкозернистого (максимальная крупность заполнителя 20 мм) асфальтобетона I марки и монолитного цементобетона. При этом расчетные уровни надежности для нежесткого (асфальтобетонного) дорожного покрытия должны составлять не менее 15 лет, для жесткого (цементобетонного) – 25 лет [4, табл.5.2].

Минимальная толщина многослойного асфальтобетона – 15 см и однослойного цементно-бетонного покрытия при закладке стальных соединительных штырей в поперечных швах 22 см и 24 см при отсутствии штырей [4, табл.5.3 5.4], т.е. расход асфальтобетона составит 0,15, а цементобетона 0,24 м³/м² дороги.

Согласно табл. 5.5 [4] под цементобетонное покрытие основой могут быть как цементные бетоны класса В 7.5, так и асфальтовые бетоны.

По данным на июль 2019 года отпускная цена асфальтобетона для дорожных покрытий составляла около 12000 руб./м³, а цементного бетона – 3500...5000 руб./м³ при примерно одинаковой средней плотности (объемной массе) – 2400 кг/м³. Если не учитывать расходы на укладку бетонов (а достигнутый уровень механизации при использовании цементного бетона существенно выше), то даже в этом случае стоимость квадратного метра цементобетонной дороги будет в 1,5 раза ниже ($5000 \cdot 0,24 = 1200$ руб./м² против $12000 \cdot 0,15 = 1800$ руб./м²).

Результаты. Были проведены испытания шлакощелочного бетона, использованного для бетонирования временной площадки пограничного и таможенного контроля ПШТК «Оленовка».

Определены предел прочности при сжатии и водопоглощение бетона на кубиках с ребром 10 см. Предел прочности при изгибе – на балочках 10x10x40 см. Бетонная смесь уплотнялась методом вибрации. Отформованные образцы в укрытых формах выдерживались в течение суток, затем извлекались из форм и помещались в камеру с гидрозатвором и выдерживались дополнительно 27 суток над водой при температуре 18-22 °С и относительной влажности 95-100%. Испытания проводились согласно документам, указанным в табл. 1.

Испытаны бетоны, составы которых приведены в табл. 2.

Таблица 1. Использованная нормативная документация

Шифр нормативного документа	Наименование нормативного документа
ГОСТ 1081-2000	Смеси бетонные. Методы испытаний.
ДСТУ Б В.2.7- 43-96	Бетоны тяжелые. Технические условия.
ДСТУ Б В.2.7- 214:2009	Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками.
ДСТУ Б В.2.7- 25-95	Бетони важкі шлаколувні. Технічні умови.
ГОСТ 12730.3-78	Бетоны. Метод определения водопоглощения.
ГОСТ 10060.1-95	Бетоны. Базовый (первый) метод определения морозостойкости.
ГОСТ 10060.1-95	Бетоны. Метод определения морозостойкости.

Таблица 2. Номинальные составы и свойства бетонных смесей

№/пп	Расход материалов, кг/м ³						Подвижность смеси, см
	Молотый доменный граншлак	Известняк 2,5 – 20 мм	Известняк 0 – 2,5 (0 – 5) мм	Раствор кальцинированной соды, л (кг)	Кальцинированная сода	Вода	
1	500	1200* (850)	500* (850)	240 (288)	–	–	2
2	500	1200* (850)	500* (850)	–	48	240	3

*Примечание: в скобках указан расход заполнителей при использовании отсева известняка фракции 0 – 5 мм, который содержит 40 – 45 % щебенистой фракции 2,5 – 5 мм.

Результаты испытания бетона приведены в табл. 3.

Таблица 3. Физико-механические свойства смесей бетонов

№ состава	Предел прочности, МПа		Морозостойкость	Водопоглощение, %
	При сжатии	При изгибе		
1	36,66	4,83	F200 (потеря массы 2,5%, потеря прочности 12%)	8,3
2	35,33	4,80	F200 (потеря массы 2,9%, потеря прочности 11,5%)	8,4

Выводы.

1. По пределу прочности при сжатии оба состава бетона относятся к классу В25, приближаясь к классу В30 (по ДСТУ Б В.2.2-43-96 и ДСТУ Б В.2.7-25-95 минимальная прочность при сжатии 3,5 МПа или 392,9 кг/см²).

2. По пределу прочности при изгибе оба состава бетона относятся к классу Вt3,6 (по ДСТУ Б В.2.2-43-96 и ДСТУ Б В.2.7-25-95 минимальная прочность при изгибе 4,62 МПа или 47,2 кг/см²).

3. Независимо от способа введения кальцинированной соды бетоны характеризуются высокой морозостойкостью F200.

4. Согласно формуле Дмитрия Ивановича Менделеева: «Отходов нет, есть сырье для других производств». Породные отвалы, металлургические шлаки и золошлаки ТЭС являются ценным источником вторичного сырья, которое можно достаточно эффективно использовать в дорожном строительстве.

Литература

1. Мчедлов-Петросян О.П. Химия неорганических строительных материалов. – М.: Стройиздат, 1981. – 224 с.

2. Глуховский В.Д. Шлакощелочные цементы и бетоны / В.Д. Глуховский, В.А. Пахомов // Киев: «Будівельник», 1978. – 184 с.

3. ДБН Б В.2.3-4-2000. Автомобільні дороги.- К.: Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України, 2000. – 117 с.

4. ДБН В.2.3-5-2001. Улицы и дороги населенных пунктов. – К.: Госстрой Украины, 2001. – 43 с.

Макух Антон Александрович, студент группы ГК-11, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка, ул. Державина,2.

e-mail: plastik_don@mail.ru

Научный руководитель:

Самойлова Елена Эдуардовна, к.т.н., доцент кафедры прикладной химии, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка, ул. Державина,2.

e-mail: plastik_don@mail.ru

Makukh Anton Alexandrovich, student of GC-11 group, Donbass National Academy of Construction and Architecture, Makeyevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: plastik_don@mail.ru

Scientific supervisor:

Elena Eduardovna Samojlova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Applied Chemistry, Donbass National Academy of Construction and Architecture, Makeyevka, Derzhavin str., 2.





УДК 541

Дворцевая В.В.,

студ. группы ИЗОС-6а, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: Демяненко И.В.,

ассистент кафедры прикладной химии

ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОЧИСТИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОИЗВОДСТВА

Аннотация. Рассмотрено использование очистительных систем при разработке производства.

Ключевые слова: очистительные системы, защита окружающей среды, экология.

Annotation. The use of cleaning systems in the development of production is considered.

Keywords: purification systems, environmental protection, ecology.

Введение. При разработке производства важно уделять внимание использованию очистительных систем.

Постановка задачи. Рассмотрим использование очистительных систем при разработке производства фосфорной кислоты.

Результаты. Наиболее экономичное использование сырья осуществляется при использовании дигидратного метода производства экстракционной фосфорной кислоты.

Еще одним существенным недостатком производства фосфорной кислоты с экологической точки зрения будет образование газообразных соединений фтора. Выбросы в атмосферу соединений, содержащие фтор представлены в таблице 1.

Для предотвращения их попадания в воздух применяют абсорбционные системы. Контролируют содержание фтора потенциметрически или фотометрически. При проведении технических работ выбросы не превышают 0,5% от суммарного годового выброса.

Таблица 1. Выбросы в атмосферу от производств фосфорной кислоты

Наименование загрязняющих веществ	Выбросы			Комментарии	
	Метод очистки	Количество выбросов загрязняющих веществ после очистки в расчете на тонну продукции, кг/т P ₂ O ₅	Источники выброса	Процесс производства	Метод определения загрязняющих веществ
Фториды газообразные (гидрофторид, кремний тетрафторид) (в пересчете на фтор (F))	Абсорбция	0,049 (0,024-0,125)	Выхлопная труба	ПГ	Потенциметрический ПНДФ 13.1.45-2003, П-СЛ-05-14-А-5
	Абсорбция	0,11 (0,018-0,16)	Выхлопная труба	ДГ	Потенциметрический или фотометрический

Побочным продуктом также является гексафторосиликат водорода. Однако, в атмосферу и окружающую среду это вещества при производстве не попадает.

С целью снижения нормы осадителя и повышения при этом эффекта обесфторивания, а также улучшения кристаллизации (т.е. фильтруемости пульпы) сульфата кальция (уменьшением кремнефторид ионов в растворе) и осаждение кремнефторидов на «подушке» фосфогипса в процессе разложения фосфоритов Каратау, в экстрактор ученые предложили вводить нафтенат натрия, который может влиять на кристаллизацию как поверхностно активный агент [1]. Нафтенат натрия при взаимодействии с кремнефтористоводородной кислотой образует крупные кристаллы кремнефторида натрия и нафтеную кислоту. Одним из ценных результатов данных исследований [2] является то что введением незначительного количества нафтенатов щелочных металлов (или отходов нефтеперерабатывающих заводов) в экстрактор можно улучшить структуру кристаллов сульфата кальция (особенно при обессульфачивании экстракционной пульпы введением дополнительного количества фосфата), приводящие к улучшению фильтрации экстракционной пульпы в 1,5 – 1,7 раза и соответственно к повышению производительности цеха экстракции.

Выводы. Использование современных очистительных систем при проектировании производств позволит снизить нагрузку на окружающую среду.

Литература

1. Арисланов А.С. Обесфторивание ЭФК фосфоритов Кызылкум в процессе разложения / А.С. Арисланов, Ф. Журабоев, М. Джураев. // Сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции (Челябинск, 26 мая 2018 г.). – Ч. 1. – Стерлитамак: АМИ, 2018. – 267 с.
2. Арисланов А.С. Удаления фтора в процессе экстракции фосфорной кислоты / А.С. Арисланов, И. Т. Шамшидинов, М. Н. Хусанова, З. Ш. Усманова // Global Science and Innovations: Central Asia. – 2021. – № 2(13). – С. 20-24.

Дворцевая Виктория Васильевна, студентка группы ИЗОС-6а, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: dvortsevaya.v.v-izos-6a@donnasa.ru

Научный руководитель:

Демяненко Ирина Валериевна, ассистент кафедры прикладной химии, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: i.v.demyanenko@donnasa.ru

Dvortsevaya Victoria Vasilievna, student of the IZOS-6a group, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin st., 2.

Scientific supervisor:

Demyanenko Irina Valerievna, Assistant of the Department of Applied Chemistry, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin st., 2.





УДК 541

Гнатова Д. М.,

студ. группы ИЗОС-6а, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: Демяненко И.В.,

ассистент кафедры прикладной химии

ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ПЕРЕРАБОТКА БЕЛКОВЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ НАГРУЗКИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Аннотация. Рассмотрена переработка белковых отходов для снижения нагрузки на окружающую среду.

Ключевые слова: белковые отходы, защита окружающей среды, экология.

Annotation. Excluding the processing of protein waste to reduce the consumption of the population.

Keywords: industrial waste, environmental protection, ecology.

Введение. В последнее время все более актуальным становится использование вторсырья (связок, сухожилий, хрящей) мясного и рыбного производств для получения продуктов питания.

Постановка задачи. Основной целью нашего исследования сравнить существующие способы гидролиза коллагенсодержащего сырья и установить наиболее оптимальные условия их проведения.

Результаты. Экстракционный способ. Данный способ основан на удалении из образца влаги, жира и жироподобных веществ с помощью органических растворителей и поэтому получают негидролизированный белок.

Среди преимуществ экстракционного способа следует выделить:

- концентраты обладают высокой пищевой ценностью
- отсутствие специфического вкуса и запаха

- светлая окраска

Несмотря на этого, данный способ обладает рядом недостатков:

- белки будут обладать низкими функциональными свойствами
- для них не характерна эмульгирующая и пенообразующая способность
- молекулы органического растворителя проникают внутрь молекулярной структуры белка и связываются за счет гидрофобных взаимодействий с внутриглобулярными остатками
- высокая себестоимость.

Биологические способы. Ферментативный гидролиз белков протекает в мягких условиях в нейтральной, слабокислой или слабощелочной среде и приводит к получению смеси аминокислот и пептидов.

При ферментативном гидролизе применяются коммерческие протеиназы животного происхождения – пепсин, трипсин и химотрипсин, протепсин коллагеназа, растительного – папаин, бромелин и др [1,2].

Ферментативный гидролиз обладает целым рядом преимуществ:

- протекает в мягких условиях – аминокислоты защищены от повреждения;
- хлорид натрия либо отсутствует, либо его содержание минимально;
- продукт имеет широкую сферу использования;
- производство продукта осуществимо непосредственно в месте вылова сырья;
- не требуется кислото- и щелочестойкое оборудование;
- малое число комплектующего оборудования, благодаря отсутствию стадии нейтрализации и деионизации.

Несмотря на это, стоит отметить недостатки ферментативного гидролиза:

- невысокая степень извлечения белковой компоненты из сырья;
- дороговизна из-за применения чистых ферментных препаратов;
- нестандартность получаемого гидролизата;
- длительное время ферментализации;
- многостадийность производства;

- необходимость обеспечения стерильности процесса ферментализа.

Химические способы. Кислотный и щелочной гидролиз относятся к химическим способам переработки белкового сырья. Химический гидролиз чаще используется в промышленности, но применение ферментативного гидролиза более перспективно, когда продукты требуется получить с более функциональные продукты либо с высокой пищевой ценностью [3].

Кислотный гидролиз. Кислотный гидролиз проводят с использованием органических кислот (уксусная кислота, лимонная кислота и молочная кислота), и неорганических кислот (соляная кислота, фосфорная, серная). Обработка щелочью белоксодержащего сырья животного, растительного и микробного происхождения является распространенным способом, применяемым для экстракции, препаративной очистки белков, удаления токсичных соединений, при хранении и приготовлении разнообразных продуктов.

Преимущества химических способов:

- обеспечение высоких степеней расщепления исходного белка;
- отсутствие заражения реакционной массы;
- небольшое время гидролиза;
- относительная доступность и дешевизна гидролизующих агентов;
- отсутствие контаминации реакционной массы;
- возможность организации крупномасштабного производства;
- гидролизаты удовлетворяют потребностям в азотистом питании большинства микроорганизмов

Выводы. В обзоре рассмотрены различия в процессах экстракции коллагена.

Литература

1. Гармашов С.Ю. Выбор условий ферментативного гидролиза коллагенсодержащего сырья / С.Ю. Гармашов // Вестник КрасГАУ. – 2018. – №3. – С.268-273.
2. Мелещя А.В. Влияние ферментативного гидролиза коллагенсодержащего сырья на показатели его качества и безопасности /

А.В. Мелещеня, И. В. Калтович, Т. А. Савельева // Вестник МГУП. – 2019. – №1 (26). – С. 84 – 91.

3. Martins, V.G. Hidrolisado protéico de pescado obtido por vias química e enzimática a partir de corvine / V.G. Martins, J.A.V. Costa, C.P. Hernandez // Química Nova. – 2009. – №32(1). – P. 61-66.

Гнатова Дарья Михайловна, студентка группы ИЗОС-6а, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: gnatova.d.m-izos-6a@donnasa.ru

Научный руководитель:

Демяненко Ирина Валериевна, ассистент кафедры прикладной химии, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: i.v.demyanenko@donnasa.ru

Gnatova Daria Mikhailovna, student of the IZOS-6a group, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin st., 2.

Scientific supervisor:

Demyanenko Irina Valerievna, Assistant of the Department of Applied Chemistry, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin st., 2.





УДК 648

Божко А. И.,
студ. группы ИЗОС-3а, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: к.т.н., доцент Самойлова Е.Э.,
доцент кафедры прикладной химии
ГОУ ВПО «ДонНАСА»

АНАЛИЗ ПОЖАРООПАСНЫХ СВОЙСТВ ВЕЩЕСТВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЭПОКСИДНЫХ СМОЛ

Аннотация. В процессе работы были проанализированы пожароопасные характеристики эпоксидных смол – температуры вспышки, воспламенения и самовоспламенения, которые необходимы для определения категории взрывопожарной и пожарной опасности помещений, а также выбора электрооборудования, используемого при внедрении технологий производства материалов на основе эпоксидных смол.

Ключевые слова: эпоксидные смолы, олигомеры, полимеры

Annotation. In the course of the work, the fire-hazardous characteristics of epoxy resins were analyzed - flash points, ignition and self-ignition, which are necessary to determine the category of explosion and fire hazard of premises, as well as the choice of electrical equipment used in the introduction of technologies for the production of materials based on epoxy resins.

Keywords: epoxy resins, oligomers, polymers

Введение. Эпоксидные смолы являются наиболее популярным видом полимерных смол, которые могут использоваться как в чистом виде, так и в качестве одного из компонентов при производстве различных клеев, герметиков,

Синтез эпоксидных смол можно отнести к потенциально опасному производству. При этом может сложиться аварийная ситуация, которая приведет или к отравлению, или к взрыву, или к выбросу реакционной массы и, как следствие, к разрушению оборудования и получению брака продукции.

По статистике пожаров, на химически опасных объектах происходят аварии с выбросом аварийно химически опасных веществ (АХОВ) в окружающую среду [2].

Наиболее частыми причинами возникновения аварий являются: износ аппаратов, несоблюдение требований пожарной безопасности.

Отсюда следует, что эпоксидные смолы, получаемые путем синтеза, являются потенциальным источником риска здоровью населения относительно неучтенной химической опасности при внедрении новых технологий.

На данный момент экспериментально изучены пожароопасные свойства большого количества веществ.

Исследование пожаровзрывоопасности эпоксидных смол и материалов на их основе – это совокупность свойств, характеризующих их способность к возникновению и распространению горения. Следствием горения, в зависимости от его скорости и условий протекания, могут быть пожар (диффузионное горение) или взрыв (дефлаграционное горение предварительно перемешанной смеси горючего с окислителем).

Были испытаны эпоксидные смолы марок: ЭД-8, ЭН-6, УП-610, УП-643, УП-666-1, УП-666-2, УП-666-3, УП-666-4 научно-исследовательского института пластических масс - головного предприятия по разработке и производству эпоксидных смол, отвердителей и материалов на их основе, а также других олигомеров и полимеров полимеризационного и поликонденсационного типов (фенолальдегидных, карбамидных, алкидных, акрилового и аллилового рядов, пластификаторов и др.).

На базе института имеется исследовательский завод, который обеспечивает отработку новых технологий и наработку разных полимерных материалов.

Критериями пожарной опасности неотвержденных (жидких) эпоксидных смол являются температуры вспышки, воспламенения, самовоспламенения. Согласно ГОСТ 12.1.044-89 «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов» были испытаны вышеуказанные смолы на предмет температуры вспышки, воспламенения в открытом тигле и самовоспламенения [3].

Суть метода определения температуры вспышки, воспламенения заключается в нагревании некоторого объема жидкости с заданной скоростью, периодическом зажигании выделяющихся паров и установлении факта наличия или отсутствия вспышки при определенной температуре.

Температура вспышки в открытом тигле – это температура, при которой появляется пламя (вспышка) над частью или над всей поверхностью жидкости на протяжении не более 5 с.

За температуру вспышки берут среднее арифметическое значение температур вспышки, которые получены на трех образцах с поправкой на атмосферное давление.

Для испытаний использовался прибор ТВО (тигель фарфоровый с электронагревом, температурные границы $-15 \div 360$ °С) в соответствии с п. 4.5. ГОСТ 12.1.044-89, и средства измерительной техники.

Температура воспламенения в открытом тигле – это температура, при которой пары выделяющейся над поверхностью жидкости воспламеняются и горят на протяжении не менее 5 с после его удаления источника зажигания.

За температуру воспламенения берут среднее арифметическое значение температур воспламенения, которые получены на трех образцах с поправкой на атмосферное давление.

Температура самовоспламенения – это минимальная температура при атмосферном давлении, при которой вещество воспламеняется при отсутствии внешнего источника воспламенения (искры или пламени). Тестер температуры самовоспламенения АИТ предназначен для определения температуры самовоспламенения как жидких, так и твердых химических веществ визуально и при помощи измерения температуры образца.

Измерение температуры самовоспламенения эпоксидных смол необходимо, т.к. в технологии получения этих продуктов есть операции с высокой температурой. Жидкие смолы при воздействии высокой температуры могут образовывать воспламеняемые пары, которые, в свою очередь, могут взорваться. АИТ идеально подходит для перспективных технологий, контроля безопасности эксплуатации, различных исследований и разработок. Полученные результаты используются для определения температурного класса.

Выводы. Результаты экспериментальных значений температур вспышки, воспламенения, самовоспламенения для ряда эпоксидных смол согласно и в соответствии с п.п. 2.1, 4.2.2 ГОСТ 12.1.044-89, показали, что эпоксидные смолы относятся к горючим жидкостям.

Зная температуры вспышки, воспламенения, самовоспламенения в данном случае эпоксидных смол, можно:

1. Анализировать электрооборудование, которое планируется использовать в конкретном помещении, т.е. это оборудование не будет являться источником возгорания.
2. Определять категории взрывопожарной и пожарной опасности помещений.

Литература

1. Киреев В.В. Высокомолекулярные соединения. М.: Высшая школа, 1992. 512 с.; 30. Технология пластических масс/Под ред. В.В. Коршака. Изд. 3-е. М.: Химия, 1985. - 560 с.
2. Официальный сайт ФГУП НТЦ «Производство изделий из пластмассы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.poliiolefins.ru (дата обращения: 05.06.2022).
3. ГОСТ 12.1.044-89 Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. – М.: Издательство стандартов, 1991. – 120 с.

Божко Алина Игоревна, студентка группы ИЗОС-3а, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: plastik_don@mail.ru

Научный руководитель:

Самойлова Елена Эдуардовна, к.т.н., доцент кафедры прикладной химии, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: plastik_don@mail.ru

Bozhko Alina Igorevna, student of IZOS-3a group, Donbass National Academy of Construction and Architecture, Makeyevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: plastik_don@mail.ru

Scientific supervisor:

Elena Eduardovna Samojlova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Applied Chemistry, Donbass National Academy of Construction and Architecture, Makeyevka, Derzhavin str., 2.





УДК 541

Майданиченко И. С.,
студ. группы ИЗОС-6а, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: Демяненко И.В.,
ассистент кафедры прикладной химии
ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ЗЕЛЕНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Аннотация. Рассмотрено понятие «зелёное строительство».

Ключевые слова: зелёное строительство, защита окружающей среды, экология.

Annotation. The concept of "green building" is considered.

Key words: green building, environmental protection, ecology.

Введение. Несомненно, что с прогрессом человечества культура не может постоянно развиваться линейно или по единой универсальной схеме. Ориентиром современной архитектуры является реализация идей новых пространств с использованием новых материалов и новейших высоких технологий.

Постановка задачи. Рассмотрим понятие «зелёное строительство».

Результаты. В настоящее время во многих странах понятие «зеленое строительство» не совсем ясно. Зеленое строительство – это квалифицированный проект сохранения тепла, систем вентиляции, водосбережения внутри здания. Современные системы вентиляции позволяют очищать воздух внутри здания, предотвращать попадание в него пыли и циркуляцию вредных летучих веществ, аллергенов и микробов [1]. Водосбережение позволяет собирать дождевую воду. Результатом этого является то, что дождевая вода собирается на крыше и используется для полива

сельскохозяйственных культур и других бытовых нужд. Для сохранения тепла внутри здания и предотвращения его перегрева фасады облицовывают отталкивающими панелями.

По мнению многих экспертов, развитие зеленого строительства мире носит массовый характер. Несмотря на многочисленные трудности и проблемы, застройщики в последнее время разработали проекты недвижимости с большим количеством экологически чистых элементов и энергоэффективностью. Чтобы свести к минимуму влияние изменения климата и устойчивого развития, Страны получают поддержку от многих международных организаций, таких как ПРООН, IFC, Организация по сотрудничеству в целях развития Германии (GIZ) в отношении консультантов, использующих энергосбережение и эффективность, способствуя сокращению выбросов парниковых газов.

Лондонская студия Tim Flynn Architects спроектировала международную школу так, чтобы она работала в гармонии с окружающей средой. Зеленые крыши и живые стены из местной растительности покрывают большие участки главного учебного корпуса школы, чтобы украсить структуру и связать здание с окружающей средой в Дилижанском национальном парке [2].

Палитра натуральных материалов интегрирует современные академические структуры в природную среду. В качестве основного строительного материала использовался туфовый известняк, который дополняют 4750 квадратных метров озеленения волнистых горных крыш и 1500 квадратных метров живых зеленых стен на фасаде. Для озеленения этих территорий использовались нестандартные газоны и местные растения, поэтому здание будет менять внешний вид при смене времен года.

Интерьер наполнен естественным светом и сосредоточен вокруг двух атриумов. Поскольку UWC Dilijan College построен в сейсмически активной зоне, школа спроектирована с учетом сейсмостойкости. На участке установлена дренажная система и возведены подпорные стены для защиты от оползней.

Выводы. Исследования дальнейшего внедрения поможет архитекторам, инженерам в будущем при проектировании зеленых зданий и улучшении

качества внутренней среды, путем разработки и применения механизмов проектирования зданий в условиях острого отказа и улучшения амортизации жилья.

Литература

1. Лисициан М.В. Архитектурное проектирование жилых зданий / М.В. Лисициан, В.Л. Пашковский, З.В. Петунина // М, 2006. – 488 с.
2. Пароуян А. The research on green building developmen in Armenia / А. Пароуян, Zh. Changhong // Young Don Researcher. – 2021. – No 3(30). – P. 11-15.

Майданиченко Илона Сергеевна, студентка группы ИЗОС-6а, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: maydanichenko.i.s-izos-6a@donnasa.ru.

Научный руководитель:

Демяненко Ирина Валериевна, ассистент кафедры прикладной химии, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: i.v.demyanenko@donnasa.ru.

Maydanichenko Iona Sergeevna, student of the IZOS-6a group, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin st., 2.

Scientific supervisor:

Demyanenko Irina Valerievna, Assistant of the Department of Applied Chemistry, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin st., 2.





УДК 648

Кугель Е.С.,

студ. группы ГК-11, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: к.т.н., доцент Самойлова Е.Э.,

доцент кафедры прикладной химии

ГОУ ВПО «ДонНАСА»

СОВРЕМЕННАЯ БЫТОВАЯ ХИМИЯ ДЛЯ ОБИХОДА ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Аннотация. Рассмотрено применение средств, предназначенных для ухода за мебелью, которые можно условно разделить на три основные группы: средства с добавлением масел, средства с добавлением воска и средства для так называемой сухой чистки мебели.

Ключевые слова: бытовая химия, раствор, мебель, пыль, поверхностные загрязнения, ковры.

Annotation. The use of products intended for the care of furniture, which can be divided into three main groups: products with the addition of oils, products with the addition of wax and products for the so-called dry cleaning of furniture, is considered.

Keywords: household chemicals, mortar, furniture, dust, surface contamination, carpets.

Введение. Химия окружает современного человека во всех областях жизни. Сегодня никто уже не сможет ни дня обойтись без веществ и материалов, подаренных этой могущественной наукой [1]. Действительно, химические препараты можно встретить повсюду: дома, на улице, на работе, в магазине и т.д. Среди всего этого многообразия даров химии можно выделить особую группу таких продуктов, которая называется бытовой химией, или бытовой косметикой.

Благодаря археологии и истории сегодня можно с уверенностью говорить о том, что химия является одной из древнейших наук. Так, согласно утверждениям специалистов, различные химические препараты люди использовали еще в древности [2]. Первые вещества, созданные искусственным путем, были во многом примитивными и простыми по составу. консервантов, позволявших сохранять продукты в течение довольно длительного времени.

Постановка задачи. Рассмотреть назначения химических препаратов по их составу, предназначению и наиболее эффективному применению для удаления пыли с мебели, а также чистки мягкой мебели и ковров.

Важным моментом в защите мебели от порчи является удаление пыли. Но, такая простая операция не должна занимать у хозяек много времени. Однако, снять слой пыли с полированной мебели не так просто, как это может показаться на первый взгляд. Действительно трение сухой ветоши о лакированную поверхность при вытирании приводит к электризации поверхности, в результате чего электрический заряд получают также и частички пыли, которые притягиваются обратно и вновь оседают на поверхности. В такой ситуации вряд ли может помочь и влажная уборка.

Поэтому, существуют специальные средства, в состав которых входят антистатические вещества. На полированной поверхности они создают тончайшую пленку, которая и предотвращает повторное оседание пыли. Однако пыль – не единственный враг мебели. Существует и другая задача – удаление загрязнений, в том числе жирных пятен, и придание поверхности блеска и глянца. А решить эту задачу помогут полироли, помимо антистатиков содержащие такие компоненты, как масла, растворители и воду, а защитить лаковый слой от растрескивания поможет препарат с добавлением воска.

Таким образом, все средства, предназначенные для ухода за мебелью, можно условно разделить на три основные группы:

1. Средства с добавлением масел. С их помощью вы легко удалите загрязнения с лакированной поверхности и придадите ей характерный блеск. Кроме того, в состав таких средств обычно входят антистатические вещества, создающие антипылевой барьер, а также минеральные масла и растворители. Как правило, такие препараты имеют жидкую форму.

2. Средства с добавлением воска. По степени эффективности они не уступают средствам, в состав которых включены масла. Преимуществом является содержание воска, создающего на поверхности тончайшую пленку, которая защищает мебель от воздействия солнечных лучей и растрескивания.

3. Средства для так называемой сухой чистки мебели. Обычно они представляют собой пропитанные специальным полирующим составом салфетки, с помощью которых вы можете снять с лаковой поверхности статическое напряжение и создать антипылевой барьер.

Чистка ковров и мягкой мебели требуют частого мытья. Все средства, предназначенные для чистки ковров и мягкой мебели, обладают высокими показателями пенообразования. Именно пена служит в качестве адсорбента, который собирает и удаляет грязь и пыль с поверхности плотного или ворсистого текстиля. Перед нанесением порошка или геля нужно очистить поверхность ковра или мягкой мебели от пыли, используя щетку или пылесос. Затем распределить препарат по всей обрабатываемой поверхности с помощью сухой губки или хлопчатобумажной ткани. После этого удалить остатки средства. Делать это можно как непосредственно после нанесения и распределения пены по поверхности, так и после ее полного высыхания.

Удалить застарелые и въевшиеся загрязнения с ковра или ковровой дорожки вы можете с помощью обычной поваренной соли (NaCl). Т.е. большое количество соли поместить на поверхность, распределить ее равномерно, после чего смести веником.

Веник периодически смачивать раствором, приготовленным из любого универсального синтетического моющего средства (на 1 л воды 2-3 г порошка или геля), соль также можно заменить отжатой чайной заваркой [3].

Результаты. В рамках данной работы рассматривается относительно безопасная бытовая косметика. Но, покупая то или иное средство для мебели, необходимо обращать внимание на его химический состав. Так, например, часто встречающаяся на полках наших магазинов полироль «Pronto», которая производится в Нидерландах, поступает в аэрозольной упаковке и имеет свои преимущества и недостатки.

Преимущества:

- обеспечивает мягкую чистку полированных поверхностей;
- не повреждает обрабатываемую поверхность;
- создает антипылевой барьер;
- легко удаляет поверхностные загрязнения;
- высокая экономичность.

Недостатки:

- аллергенно (людям, страдающим аллергией, применять данное средство не рекомендуется);
- при использовании нужно соблюдать крайнюю осторожность (баллон взрывоопасен).

Выводы. Действительно химия является одним из главных наших помощников. Но, к сожалению, используя то или какое-либо другое моющее, чистящее средство необходимо задумываться над тем, куда деваются остающиеся после их применения химические отходы. Экологи не случайно бьют тревогу. Люди научились правильно использовать товары бытовой химии, но еще не умеют, их утилизировать. Подсчитано, что в каждой городской квартире находится в среднем до 7 кг различных химических препаратов. Зачастую их упаковки в виде полиэтиленовых пакетов, аэрозолей, ненужных бумажных коробок, стеклянных и пластиковых бутылок и пр. оказываются

выброшенными на улицу и без предварительной специальной обработки попадают в окружающую среду, что наносит непоправимый вред экологии. Над этим необходимо задумываться [4].

Литература

1. Кукушкин, Ю. Н. Химия вокруг нас / Ю. Н. Кукушкин. – Москва : Высш. шк., 1993. – 191 с.
2. Миттова, И. Я. История химии с древнейших времен до конца XX века : учебное пособие для студентов высших учебных заведений : в 2 т. Т. 1 / И.Я. Миттова, А. М. Самойлов. – Долгопрудный : Интеллект, 2009. – 411 с.
3. Современная бытовая химия / Сост. Хворостухина С.А., Доброва Е.В. – М.: СТОЛИЦА-ПРИНТ, 2004. – 464 с.
4. Зайцев, В. А. Промышленная экология : учебное пособие / В.А. Зайцев. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 389 с.

Кугель Елизавета Сергеевна, студентка группы ГК-11, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка, ул. Державина,2.

e-mail: plastik_don@mail.ru

Научный руководитель:

Самойлова Елена Эдуардовна, к.т.н., доцент кафедры прикладной химии, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка, ул. Державина,2.

e-mail: plastik_don@mail.ru

Elizaveta Sergeevna Kugel, student of GC-11 group, Donbass National Academy of Construction and Architecture, Makeyevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: plastik_don@mail.ru

Scientific supervisor:

Elena Eduardovna Samojlova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Applied Chemistry, Donbass National Academy of Construction and Architecture, Makeyevka, Derzhavin str., 2.

Научное издание

Сборник научных трудов

VIII Республиканской конференции
молодых ученых, аспирантов, студентов «Научно-технические достижения
студентов, аспирантов, молодых ученых
строительно-архитектурной отрасли» (22 апреля 2022 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.