

Министерство образования и науки Донецкой Народной Республики
ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»



**Материалы IV Республиканской конференции
молодых ученых, аспирантов, студентов «Научно-технические
достижения студентов, аспирантов, молодых ученых
строительно-архитектурной отрасли» (20 апреля 2018 г.)**

Раздел фундаментальных наук

Макеевка, 2018

Н 34

Материалы IV Республиканской конференции молодых ученых, аспирантов, студентов «Научно-технические достижения студентов, аспирантов, молодых ученых строительной-архитектурной отрасли» (20 апреля 2018 г.), раздел фундаментальных наук. – Макеевка: ГОУ ВПО «ДонНАСА», 2018. – 252 с.

Сборник содержит 56 научных работ участников IV Республиканской конференции молодых ученых, аспирантов, студентов «Научно-технические достижения студентов, аспирантов, молодых ученых строительной-архитектурной отрасли».

УДК 5(063)

ББК 2я43

Печатается по решению Ученого совета ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», протокол № 9 от 29 мая 2018 г.

Сборник подготовлен по материалам IV Республиканской конференции молодых ученых, аспирантов, студентов «Научно-технические достижения студентов, аспирантов, молодых ученых строительной-архитектурной отрасли» (20 апреля 2018 г.), представленным на секциях: «Физика», «Математика», «Физико-химическое материаловедение», «Прикладная химия».

Редакционная коллегия:

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

© ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 2018

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»	7
Чуина С.Е, Прокопенко Е.В., Масло С.В. ПРИМЕНЕНИЕ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНОГЕННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....	7
Наместникова А.М., Локтионов И.К. ОДНОРОДНОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ КООРДИНАТ В РОБОТОТЕХНИКЕ	12
Лапшина Е.В., Прокопенко Е.В. СОЗДАНИЕ АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЕМ ПОРОДЫ НА ОТВАЛЕ	18
Афанасьева В.Ю., Есакова О.О., Жмыхова Т.В. СИММЕТРИЯ В АРХИТЕКТУРЕ ДОНЕЦКА И МАКЕЕВКИ.....	23
Ткаченко О.В., Кислухина Н.В. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ В ЭКОНОМИКЕ.....	32
Коваленко Е.Р., Чудина Е.Ю. МОДЕЛЬ ВЗАИМОЗАЧЕТА ДОЛГОВ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	37
Бодня И.В., Чудина Е.Ю. ВИДЫ СРЕДНИХ ВЕЛИЧИН И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ	45
Сендецкий В.А., Максимова Т.С. ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И ШАНСЫ В ПОКЕРЕ.....	53
Киселев Н.О., Шитов А.А. ПОДОБНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ УРАВНЕНИЯ НАВЬЕ-СТОКСА	61
Токмаков А.Д., Шитов А.А. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ПОДОБИЯ	67
Ушаков И.Н., Локтионов И.К. ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРИВЫХ ВТОРОГО ПОРЯДКА.....	72
Халимоненко А.Н., Локтионов И.К. МЕТОД КАРДАНО РЕШЕНИЯ КУБИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ	80
Ставничук Д.С., Руссиян С.А. РАСЧЁТ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕГРАЛА ДЮАМЕЛЯ... 88	
Бондаренко Г.О., Волчкова Н.П. ИНТЕГРИРОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ДРОБЕЙ МЕТОДОМ ОСТРОГРАДСКОГО	93

Мартынова К.А., Прач В.С	МЕТОДЫ И ЗАДАЧИ ЭКОНОМЕТРИКИ.....	96
Крушин А.Р., Улитин Г.М.	ПРИВЕДЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ К РЕШЕНИЮ ИЗВЕСТНЫХ.....	103
Хитрова И.С., Сапронов Д.А.	ИСТЕЧЕНИЕ ЖИДКОСТИ ИЗ СОСУДОВ. ВОДЯНЫЕ ЧАСЫ	107
Чучко Р.А., Кислухина Н.В.	СТАНОВЛЕНИЕ МАТЕМАТИКИ В ДРЕВНЕЙ РУСИ	108
Бражник К.В., Симогин А.А.	К СТОЛЕТИЮ ИОСИФА ИЛЬИЧА ГИХМАНА.....	112
Свитайло И.Г., Сергеев Е.К.	ГЕОРГИЙ ДМИТРИЕВИЧ СУВОРОВ И ЕГО «СЕМЕЙСТВО ПЛОСКИХ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ ОТОБРАЖЕНИЙ».....	116
Щебетовский Е.М., Осипова Л.В.	ЗАДАЧИ НА МИЛЛИОН ДОЛЛАРОВ ..	122
Моргун А.А., Старченко М.В., Шевчук О.А.	ЕГИПЕТСКАЯ МАТЕМАТИКА	125
Колесникова И.А., Кононыхин Г.А.	ЖИЗНЬ И ТВОРЧЕСТВО ИЗВЕСТНОГО РОССИЙСКОГО МАТЕМАТИКА С.В. КОВАЛЕВСКОЙ.....	128
Тихова О.Э., Кононыхин Г.А.	СЛУЧАЙ С.В. КОВАЛЕВСКОЙ В КЛАССИЧЕСКОЙ ЗАДАЧЕ О ДВИЖЕНИИ ТВЕРДОГО ТЕЛА ВОКРУГ НЕПОДВИЖНОЙ ТОЧКИ.....	133
Аль Ага Е.К., Кононыхин Г.А.	ЖИЗНЬ И ТВОРЧЕСТВО ГЕНИАЛЬНОГО ИНДИЙСКОГО МАТЕМАТИКА С. РАМАНУДЖАНА	139
СЕКЦИЯ «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»		144
Кобзева Ю.И., Алимов В.И.	СВАРКА АРМАТУРЫ ДЛЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ	144
Соколова М.Е., Горбатенко В.П.	О ВЛИЯНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ НАГРЕВА НА СТРУКТУРУ И ТВЕРДОСТЬ ЗАКАЛЕННОЙ СТАЛИ 10Г2ФБ С РАЗНЫМ ИСХОДНЫМ СОСТОЯНИЕМ.....	150
Дмитрук М.Ю., Недопекин Ф.В.	ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ «ПЛАВЛЕНИЕ – КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ» В РАССПЛАВАХ	152

Несова А.В., Недопекин Ф.В. ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ УХУ НА ДОНБАССЕ ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВОГО МОНИТОРИНГА	158
Греднев Д.С., Дремов В.В. ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКА НА КИНЕТИКУ ФАЗОВОГО ПРЕВРАЩЕНИЯ.....	161
Сандомирская К.К., Алимов В.И. ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ КОМПОЗИТА «АРМИРУЮЩИЕ ВЫСОКОПРОЧНЫЕ НИТИ-РЕЗИНА».....	163
Громенко В.О., Александров А.А., Алимов В.И. УПРОЧНЕНИЕ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСПОРТИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПЕРАЦИЙ ДЕФОРМИРОВАНИЯ И РЕГЛАМЕНТИРОВАННОГО ОХЛАЖДЕНИЯ СКОВОЧНО-ШТАМПОВОЧНОГО НАГРЕВА.....	169
Псёл А.В., Горбатенко В.П. ВЛИЯНИЕ ПРЕДШЕСТВУЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ НА ПРОЦЕССЫ АУСТЕНИТИЗАЦИИ СТАЛИ 35	174
Наумов М.Ю., Моисеев Н.И., Фролова С.А. КОРПУС ДВИГАТЕЛЯ.....	178
СЕКЦИЯ «ФИЗИКА».....	179
Шажко О.В., Борисенко Э.В., Стариков Г.П. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТОЙ ЗАБОЙКИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ БУРО-ВЗРЫВНЫХ РАБОТ	179
Степакин В.Р., Соболев О.В. ЗЕРОТОРНЫЕ ХОЛОДОАККУМУЛЯТОРЫ .	180
Бережко Д.В., Покинтелица Е.А. УРАВНЕНИЕ МАЙЕРА	185
Щебетовский Е.М., Щебетовская Н.В. ЭФФЕКТ НАБЛЮДАТЕЛЯ.....	186
Моисеев Н.И., Наумов М.Ю., Соболев О.В. АЭРОДИНАМИКА АВТОМОБИЛЯ.....	188
Киселев Н.О., Ханычков С., Покинтелица Е.А. ИЗМЕРЕНИЕ СКОРОСТИ ПРИ ПОЛЕТЕ САМОЛЕТА.....	191
Гиматутдинова Ю.А., Соболев А.Ю. ТЕМНАЯ МАТЕРИЯ ВСЕЛЕННОЙ .	194
Бессчастный С. С., Останко А. С., Соболев А.Ю. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ «ПУШКА ГАУССА»	197

Старченко А.В., Щебетовская Н.В. «ОТ ПРИЗНАНИЯ К ИЗГНАНИЮ».	
САХАРОВ АНДРЕЙ ДМИТРИЕВИЧ	200
Колесникова. А.А., Греднев. Д.С. РАЗВИТИЕ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ	201
СЕКЦИЯ «ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ»	204
Максимов Н.Ю., Шевченко О.Н., Сохина С.И. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ОЦЕНКИ СРОКА СЛУЖБЫ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	204
Рыкова А.А., Малинина З.З. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИНЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕАКЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ АЗОМЕТИНОВ В БЕНЗОЛЕ.....	209
Старченко А.В., Шевченко О.Н. ДОПИНГОВЫЕ СРЕДСТВА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЗМ	212
Макаров А.С., Малинина З.З. НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ЦЕМЕНТНО-ВОДНЫХ СИСТЕМ.....	218
Счастный О.С., Сохина С.И. СТЕКЛОПЛАСТИКОВАЯ АРМАТУРА ДЛЯ ВНЕШНЕГО И ВНУТРЕННЕГО АРМИРОВАНИЯ	220
Тарасюк С.В., Сохина С.И. ПРОИЗВОДСТВО БЕТОНА ПУТЕМ СВЯЗЫВАНИЯ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА.....	224
Учасова С.А., Пикус А.В., Ищенко А.В., Сибирцева И.А. К ВОПРОСУ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ РАЗЛИЧНЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ.....	226
Балакай В.А., Муконина Е.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТАНОЛА В ВЫРАЩИВАНИИ БАКТЕРИЙ ДЛЯ УДОБРЕНИЯ ПОЧВЫ.....	230
Останко А.С., Бессчастный С.С., Печенева А.В. ИДЕИ АЛХИМИИ	233
Илюхин С.С., Печенева А.В. ТАЙНЫ ДРАГОЦЕННЫХ КАМНЕЙ.....	239
Сальникова А.Р., Ташкинов Ю.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИРТУАЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ	243
Яркина В.В., Ташкинов Ю.А. ХИМИЯ ВРЕДНЫХ ПРИВЫЧЕК.....	247



УДК 51-7

Чуина С.Е.,
студ. группы ГД-17а, ГОУ ВПО «ДонНТУ»
Руководители: Прокопенко Е.В.,
к.т.н., доцент кафедры прикладной математики;
Масло С.В.,
ассистент кафедры прикладной математики,
ГОУ ВПО «ДонНТУ»

ПРИМЕНЕНИЕ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНОГЕННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы применения линейного программирования для нахождения максимального компонента среди работающих пластов в результате чего имеется возможность построить хронолитологическую модель данного месторождения. Данная модель позволит выявить экологически опасные зоны в пределах месторождения и дать рекомендации для дальнейшего использования месторождения.

Ключевые слова: техногенное месторождение, компонент, хронолитологическая модель.

В отвалах угольных шахт много запасов некоторых металлов, соизмеримых по объему с природными месторождениями полезных ископаемых, получение которых для Украины будет экономически выгодным, тем более что в настоящее время многие из минеральных ресурсов уже исчерпаны, что является одной из глобальных проблем. Порода попадает на породный отвал не хаотически, а в определенных объемах и последовательности.

Основой для этого могут служить маркшейдерская горно-графическая документация, которая, по сути, является единым достоверным источником информации за весь период эксплуатации шахты, и, следовательно, за весь период отсыпки породы на отвал [1].

Технология формирования породного отвала заключается в насыпке породы на отвал отдельными ярусами. Так как отдельный ярус породного отвала насыпается определенное количество лет, то можно составить карту насыпки отвала за определенный период времени. Так как каждый пласт имеет свое геологическое строение, то можно составить прогноз тех химических реакций, которые произойдут при соприкосновении тех или иных элементов, содержащихся в различных пластах, то есть заранее выявить неблагоприятные зоны на отдельном ярусе и в целом на отвале [2].

Используя выше сказанное, можно сформулировать задачу о нахождении максимального компонента среди состава пород, входящих в пласт, а также сформировать вектор, позволяющий оценить объем выдачи на отвал породы, содержащий максимальный компонент по пластам [3].

С точки зрения линейного программирования, данная задача формулируется следующим образом.

Существует функция

$$f(v_1, v_2, \dots, v_m), \tag{1}$$

где

$$\begin{array}{ll} V_1 = (x_1^{(1)}, x_2^{(1)}, \dots, x_j^{(1)}, \dots, x_k^{(1)}) & g_1(x_1^{(1)}, x_1^{(2)}, \dots, x_1^{(i)}, \dots, x_1^{(m)}) \leq b_1 \\ V_2 = (x_1^{(2)}, x_2^{(2)}, \dots, x_j^{(2)}, \dots, x_k^{(2)}) & g_2(x_2^{(1)}, x_2^{(2)}, \dots, x_2^{(i)}, \dots, x_2^{(m)}) \leq b_2 \\ \dots & \dots \\ V_i = (x_1^{(i)}, x_2^{(i)}, \dots, x_j^{(i)}, \dots, x_k^{(i)}) & \text{при ограничениях } g_j(x_j^{(1)}, x_j^{(2)}, \dots, x_j^{(i)}, \dots, x_j^{(m)}) \leq b_j \\ \dots & \dots \\ V_m = (x_1^{(m)}, x_2^{(m)}, \dots, x_j^{(m)}, \dots, x_k^{(m)}) & g_k(x_k^{(1)}, x_k^{(2)}, \dots, x_k^{(i)}, \dots, x_k^{(m)}) \leq b_k \end{array}$$

где $f(v_1, v_2, \dots, v_m)$ – целевая функция или критерий эффективности. В данном случае, вектор f характеризует значение максимального объема по пластам в зависимости от максимального компонента в составе пород пласта,

$X = (x_1, x_2, \dots, x_j, \dots, x_k)$ – варьируемые параметры, которые обозначают соответствующую компоненту в составе пород пласта,

$$g_1(x_1^{(1)}, x_1^{(2)}, \dots, x_1^{(i)}, \dots, x_1^{(m)}) \leq b_1 \quad (2)$$

$$g_k(x_k^{(1)}, x_k^{(2)}, \dots, x_k^{(i)}, \dots, x_k^{(m)}) \leq b_k$$

– функции, которые задают ограничения на компоненты, входящие в состав пород пласта.

Таким образом, используя данные выше приведенных функций, можно составить матрицу размерностью $[1..k, 1..m]$, где k – количество компонент, m – количество пластов. Данная матрица будет иметь вид, представленный ниже.

$$\begin{array}{cccccc}
 V_1 & V_2 & \dots & V_i & \dots & V_m \\
 x_1^{(1)} & x_1^{(2)} & \dots & x_1^{(i)} & \dots & x_1^{(m)} \\
 x_1^{(1)} & x_1^{(2)} & \dots & x_1^{(i)} & \dots & x_1^{(m)} \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 x_j^{(1)} & x_j^{(2)} & \dots & x_j^{(i)} & \dots & x_j^{(m)} \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 x_k^{(1)} & x_k^{(2)} & \dots & x_k^{(i)} & \dots & x_k^{(m)}
 \end{array} \quad (3)$$

Для нахождения вектора $V = (V^{(1)}, V^{(2)}, \dots, V^{(m)})$, характеризующего максимальное значение объемов по пластам в зависимости от химического компонента, необходимо вычислить параметры, входящие в вектор, по формуле

$$V^{(l)} = \sum_{i=1}^m x_l^{(i)} \cdot V_i \quad (4)$$

Используя найденные объемы, можно составить вывод о составе компонент, входящих в пласт, то есть, какие компоненты больше содержатся в объеме породы, отсыпанной на отвал, в зависимости от графика проведения подготовительных выработок. На рисунке 1 показан процесс нахождения такого компонента и дальнейшее его применение для формирования техногенного месторождения (рис. 2).

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

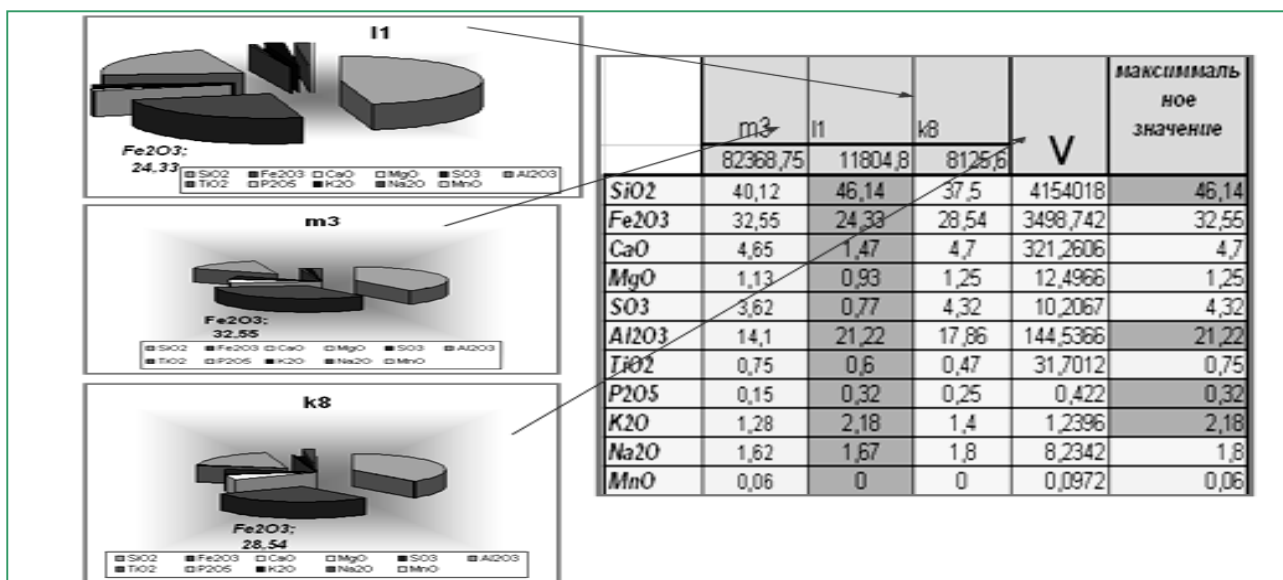


Рис.1. Нахождение максимального компонента среди работающих пластов

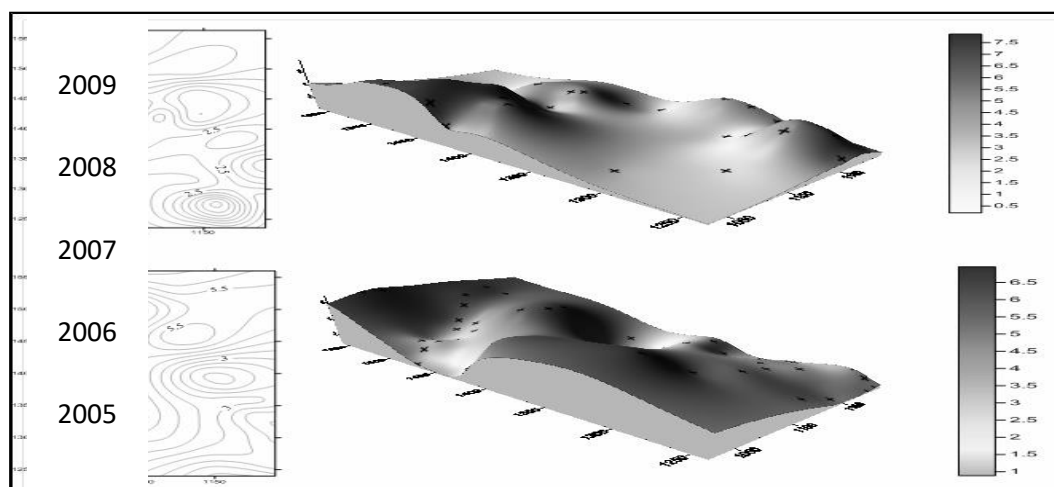
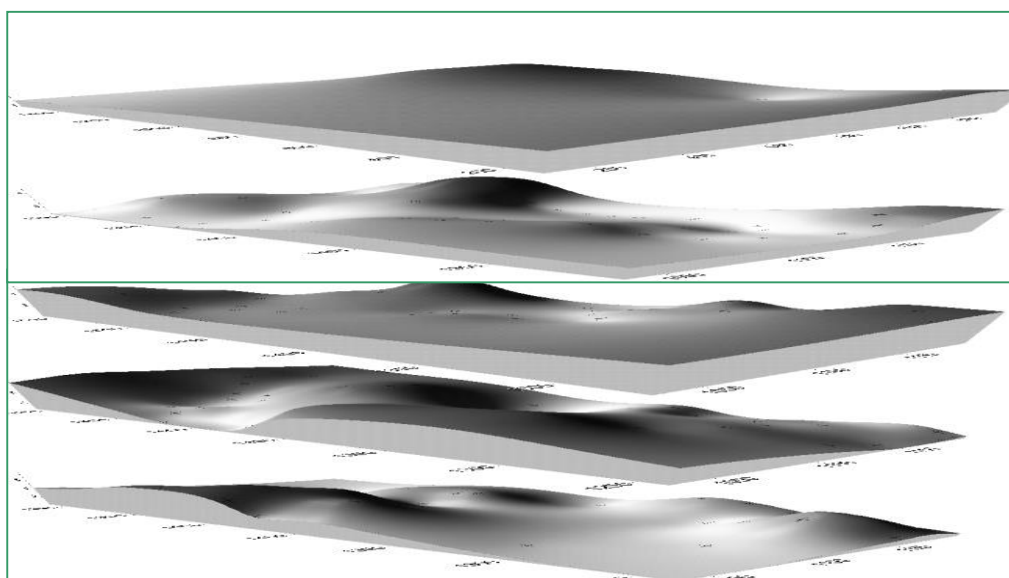


Рис.2. Построение поверхности техногенного месторождения в зависимости от найденного максимального компонента

Таким образом, зная, что происходит с насыпкой породы в пределах одного пласта, и, зная какие работают пласты, то ли одновременно, то ли каждый по отдельности, можно составить хронолитологическую модель насыпки породы, в результате которой могут быть выявлены места с накоплением вредных веществ. По данной модели можно составить рекомендации контроля за данными веществами, а также дать рекомендации по дальнейшему использованию этих веществ.

Литература

1. Разработка динамической модели породных отвалов угольных шахт / Прокопенко Е.В., Борщевский С.В. // Наукові праці УкрНДМІ НАН України. Випуск 6 / Під заг. ред. А.В. Анциферова. – Донецьк, УкрНДМІ НАН України, 2010. – 14 с.

2. Вахмянин И.С. Разработка модели алгоритма управления информационными потоками в ситуационных центрах органов государственной власти / Вахмянин И.С., Ильин Н.И., Новикова Е.В. – Бизнес-Информатика №1(15). – 2011. – С. 3-9.

3. Прокопенко Е.В. Построение пространственной модели отвала с использованием программного пакета Surfer / С.В. Борщевский, Е.В. Прокопенко // Збірник наукових праць НГУ. – Національний гірничий університет, 2010. – №34, т.1. – С. 82-87.



УДК 51-7

Наместникова А.М.,
студ. группы ЭАПУ-16м, ГОУ ВПО «ДонНТУ»
Руководитель: Локтионов И.К.,
ст. преподаватель кафедры высшей математики
им. В.В. Пака, ГОУ ВПО «ДонНТУ»

ОДНОРОДНОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ КООРДИНАТ В РОБОТОТЕХНИКЕ

Аннотация. Рассмотрено применение однородного преобразования координат при решении задач робототехники.

Ключевые слова: декартова система координат, однородное преобразование координат, робототехника.

Введение. Использование декартовой системы координат при решении задач определения положения тела в пространстве ограничивает применяемый математический аппарат, поскольку отсутствует механизм объединения операций поворота, смещения, масштабирования и перспективного преобразования. Для создания универсального и существенно более простого алгоритма решения таких задач можно использовать матрицы однородного преобразования координат. При этом сложное движение тела представляется как последовательность простых, каждое из которых связано с некоторой промежуточной системой координат.

Постановка задачи. Пусть в декартовом пространстве имеется некоторая точка M с координатами (a, b, c) . Тогда соответствующий ей вектор \bar{p} можно представить в виде

$$\bar{p} = (a, b, c)^T. \quad (1)$$

Однородными координатами данной точки с декартовыми координатами (a, b, c) является четверка чисел (x, y, z, w) , где $x = aw$, $y = bw$, $z = cw$,

$x^2 + y^2 + z^2 + w^2 \neq 0$, а w – некоторое вещественное число. При $w=1$ однородные координаты вектора \bar{p} совпадают с декартовыми, а при $w=0$ описывают бесконечно удаленную точку. Очевидно, что количество координат, необходимое для представления точки, всегда на одну больше, чем размерность пространства, в котором эти координаты используются.

В рамках данной работы рассматривается трехмерная система координат, следовательно, однородное преобразование требует нахождения матрицы T размерностью 4×4 , называемой однородной и связывающей начала координат, а также взаимную ориентацию ортов двух систем координат.

Однородная матрица T может быть разбита на четыре подматрицы

$$T = \begin{pmatrix} R_{3 \times 3} & p_{3 \times 1} \\ f_{1 \times 3} & m_{1 \times 1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & p_1 \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & p_2 \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & p_3 \\ f_1 & f_2 & f_3 & m \end{pmatrix}, \quad (2)$$

где R – матрица поворота; p – вектор переноса; f – вектор преобразования перспективы (изменения размера и формы объекта в зависимости от расстояния между объектом и наблюдателем); m – коэффициент масштабирования или глобальный масштабирующий множитель.

Используя эту матрицу, можно определить координаты некоторой точки в исходной системе координат, зная ее координаты в новой системе. К примеру, имеются две ортогональные правосторонние системы координат – $OXYZ$ и $O_2X_2Y_2Z_2$, показанные на рис. 1. Также дана некоторая точка M , координаты которой в системе координат $O_2X_2Y_2Z_2$ известны. Необходимо найти координаты данной точки в системе координат $OXYZ$. Для этого определим составляющие однородной матрицы.

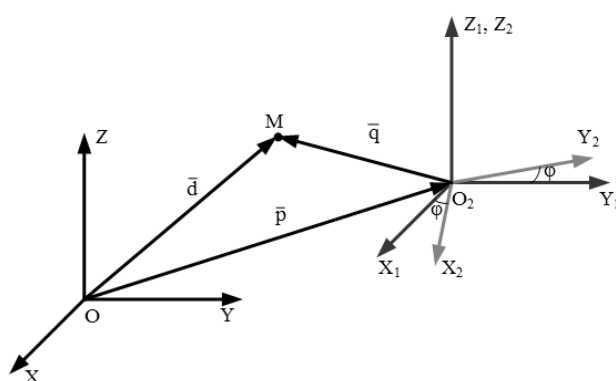


Рис. 1. Рассматриваемые системы координат

Для определения матрицы поворота введем промежуточную систему координат $O_1X_1Y_1Z_1$, начало которой находится в точке O_2 , а ее орты и орты системы $OXYZ$ коллинеарны и сонаправлены. В таком случае элементами матрицы поворота будут проекции ортов системы $O_2X_2Y_2Z_2$ на оси системы $O_1X_1Y_1Z_1$

$$R_{Z_2} = \begin{pmatrix} np_{X_1}X_2 & np_{X_1}Y_2 & np_{X_1}Z_2 \\ np_{Y_1}X_2 & np_{Y_1}Y_2 & np_{Y_1}Z_2 \\ np_{Z_1}X_2 & np_{Z_1}Y_2 & np_{Z_1}Z_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \varphi & -\sin \varphi & 0 \\ \sin \varphi & \cos \varphi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}. \quad (3)$$

Вектор переноса определяется как расстояние между началами координат O и O_2 , выраженное в виде проекций вектора \bar{p} на оси системы координат $OXYZ$. Вектор перспективного преобразования принимаем нулевым, поскольку при отображении всех систем координат соблюдается коллинеарность соответствующих ортов. Глобальный масштабирующий множитель принимаем равным единице.

Тогда матрица T запишется в виде

$$T = \begin{pmatrix} \cos \varphi & -\sin \varphi & 0 & p_x \\ \sin \varphi & \cos \varphi & 0 & p_y \\ 0 & 0 & 1 & p_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad (4)$$

а вектор искомых координат точки M в системе $OXYZ$ можно найти по формуле

$$\bar{d} = \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \\ 1 \end{pmatrix} = T \cdot \bar{q} = T \cdot \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \varphi & -\sin \varphi & 0 & p_x \\ \sin \varphi & \cos \varphi & 0 & p_y \\ 0 & 0 & 1 & p_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{pmatrix}, \quad (5)$$

где \bar{q} – вектор координат точки M в системе координат $O_2X_2Y_2Z_2$.

Следует отметить, что если имеет место сложный поворот, т.е. поворот вокруг нескольких осей одновременно, однородные матрицы составляются отдельно для каждого поворота, после чего вычисляется их произведение.

Результаты. Рассмотренную методику продемонстрируем на примере расчета кинематики робота-манипулятора. Движение его схвата можно представить в виде совокупности сдвигов систем координат на величину, соответствующую длине звена манипулятора, и поворотов этих систем координат на некоторый угол вокруг оси шарнира. Для упрощения расчетов полагаем, что звенья вращаются вокруг одной оси, т.е. движение каждого звена описывается одним углом поворота. Таким образом, в качестве исходных данных имеем длины l_i и углы поворота φ_i звеньев.

Решение задачи представляет собой нахождение однородных матриц всех звеньев (от основания манипулятора до его схвата) и последующее их перемножение. В данном примере рассмотрен трехзвенный робот-манипулятор со схватом, неподвижным относительно последнего звена, упрощенная кинематическая схема которого показана на рис. 2.

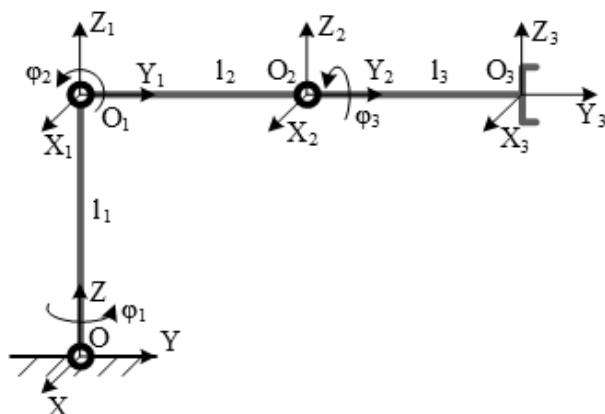


Рис. 2. Трехзвенный робот-манипулятор

Рассмотрим первое звено манипулятора. Для наглядности совместим начала систем координат $OXYZ$ и $O_1X_1Y_1Z_1$, что показано на рис. 3.

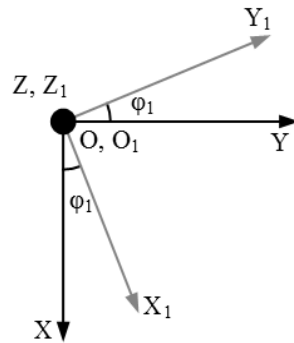


Рис. 3. Системы координат $OXYZ$ и $O_1X_1Y_1Z_1$.

Однородная матрица T_1 равна

$$T_1 = \begin{pmatrix} R_1 & p_1 \\ f & m \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \varphi_1 & -\sin \varphi_1 & 0 & 0 \\ \sin \varphi_1 & \cos \varphi_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & l_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Далее рассмотрим второе звено. Аналогичным образом совмещаем начала систем координат $O_1X_1Y_1Z_1$ и $O_2X_2Y_2Z_2$, что показано на рис. 4.

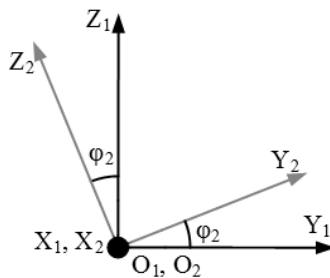


Рис. 4. Системы координат $O_1X_1Y_1Z_1$ и $O_2X_2Y_2Z_2$.

Однородная матрица T_2 имеет вид

$$T_2 = \begin{pmatrix} R_2 & p_2 \\ f & m \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \varphi_2 & -\sin \varphi_2 & l_2 \\ 0 & \sin \varphi_2 & \cos \varphi_2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

И, наконец, рассмотрим третье звено. Совместим начала систем координат $O_2X_2Y_2Z_2$ и $O_3X_3Y_3Z_3$, что показано на рис. 5.

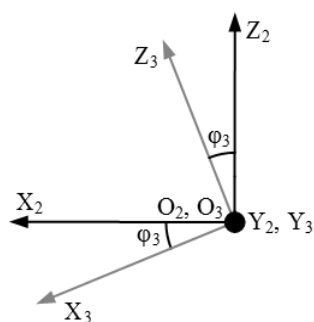


Рис. 5. Системы координат $O_2X_2Y_2Z_2$ и $O_3X_3Y_3Z_3$.

Однородная матрица T_3 будет равна

$$T_3 = \begin{pmatrix} R_3 & p_3 \\ f & m \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \varphi_3 & 0 & \sin \varphi_3 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & l_3 \\ -\sin \varphi_3 & 0 & \cos \varphi_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Поскольку переход от системы координат $OXYZ$ к системе $O_3X_3Y_3Z_3$ выполняется последовательно с помощью рассмотренных промежуточных систем $O_1X_1Y_1Z_1$ и $O_2X_2Y_2Z_2$, результирующая однородная матрица T запишется в виде произведения соответствующих матриц T_1 , T_2 и T_3

$$T = T_1 \cdot T_2 \cdot T_3 = \begin{pmatrix} c_1c_3 - s_1s_2s_3 & -s_1c_2 & c_1s_3 + s_1s_2c_3 & -s_1(l_2 + l_3c_2) \\ s_1c_3 + c_1s_2s_3 & c_1c_2 & s_1s_3 - c_1s_2c_3 & c_1(l_2 + l_3c_2) \\ -c_2s_3 & s_2 & c_2c_3 & l_1 + l_3s_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix},$$

где $c_1 = \cos \varphi_1$, $s_1 = \sin \varphi_1$, $c_2 = \cos \varphi_2$, $s_2 = \sin \varphi_2$, $c_3 = \cos \varphi_3$ и $s_3 = \sin \varphi_3$.

Последний столбец полученной матрицы определяет положение точки O_3 в системе $OXYZ$, т.е. является вектором искомым однородных координат схвата.

Выводы. Однородное преобразование координат находит широкое применение при решении задач компьютерной графики и робототехники, а также при реализации машинного зрения. Данный математический аппарат позволяет учесть операции переноса, масштабирования и перспективного проецирования. Однородные координаты предоставляют возможность описать бесконечно удаленную точку и провести различия между понятиями точки и вектора, на что использование декартовой системы координат накладывает ограничения.

Литература

1. Шафаревич И.Р. Линейная алгебра и геометрия/ И.Р. Шафаревич, А.О. Ремизов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 512с.
2. Зенкевич С.Л. Основы управления манипуляционными роботами: учебник для вузов/ С.Л. Зенкевич, А.С. Ющенко. – 2-е изд., исправ. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 480с.



УДК 51-7

Лапшина Е.В.,
студ. группы ПМК-16, ГОУ ВПО «ДонНТУ»
Руководитель: Прокопенко Е.В.,
к.т.н., доцент кафедры прикладной математики,
ГОУ ВПО «ДонНТУ»

СОЗДАНИЕ АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЕМ ПОРОДЫ НА ОТВАЛЕ

Аннотация. В статье предлагается концепция по применению теории графов для создания хронолитологической модели породного отвала, которая позволит выявить интервалы локализации вредных химических компонент на отвале, и дать рекомендации по дальнейшему использованию этих компонент.

Ключевые слова: шахта, отвал, порода, граф, модель отвала.

На сегодняшний день в регионе накоплено 4 млрд. тонн отходов, которыми занято чуть менее 2 % территории области. Основные отрасли, образующие отходы – угольная промышленность (около 120 шахт и горнодобывающих предприятий) [1]. Отходы угольных предприятий в основном сосредотачиваются на отвалах.

На территории Донбасса находится 1257 терриконов, которые занимают площадь 5526, 3 га. Большинство отвалов Донбасса являются горящими. В их

недрах держится высокая температура, так как там, в избытке накоплен мышьяк, ртуть, цианиды, сера и другие вредные вещества и их соединения. Отвалы принимают породу от отдельной шахты, обогатительной фабрики или от группы угольных предприятий [2].

В отвалах угольных шахт много запасов некоторых металлов, соизмеримых по объему с природными месторождениями полезных ископаемых, тем более что в настоящее время многие из минеральных ресурсов уже исчерпаны, что является одной из глобальных проблем. В ближайшем будущем все запасы благородных и цветных металлов, железа будут исчерпаны. Поэтому именно сейчас актуально рассматривать отходы горного производства, как альтернативный вариант пополнения природных ресурсов. Само по себе возведение террикона требует значительных усилий, ведь вначале надо построить собственно шахту, пройти километры горных выработок. Вся поднятая на-гора порода попадает в террикон, туда же идут и всевозможные отходы из шахты, это могут быть металлоконструкции, железобетон, дерево, кабели, и, небольшая часть угля (до 30 процентов). В модели отвала должна быть отражена локализация определенных типов (видов) пород и связанных с ними химические компоненты. Единственным достоверным источником такой информации являются результаты маркшейдерско-геологических съемок в горных выработках периодически с маркшейдерскими съемками отвалов. Так как каждый пласт имеет свое геологическое строение, то можно составить прогноз тех химических реакций, которые произойдут при соприкосновении тех или иных элементов, содержащихся в различных пластах, то есть заранее выявить неблагоприятные зоны на отдельном ярусе и в целом на отвале. Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что маркшейдерский план – это хронология деятельности "живого организма", и данную хронологию можно использовать для построения динамической модели формирования породного отвала.

Порода попадает на породный отвал не хаотически, а в определенных объемах и последовательности. Основой для этого могут служить

маркшейдерская горно-графическая документация, которая, по сути, является единым достоверным источником информации за весь период эксплуатации шахты, и, следовательно, за весь период отсыпки породы на отвал. Горные работы ведутся по определенной системе и планированию, используя планограмму развития горных работ.

Исходя из выше сказанного, можно проследить динамику насыпки породы на отвал за определенной период времени, состоящую из следующих этапов:

1. Горные работы ведутся по определенной системе и планированию, используя планограмму развития горных работ.

2. Данная планограмма отображается на планах горных работ по каждому пласту, на котором ведутся работы.

3. Развитие горных работ осуществляется за определенный интервал времени (t) и в определенном месте проходческого забоя, т. е. осуществляется во времени и в пространстве.

4. Данная информация отображается на маркшейдерских планах горных работ в виде подвигания каждой выработки за определенное время.

Зная динамику насыпки пород, можно выявить опасные очаги выбросов вредных веществ на отвале, так как загрязнение атмосферы вредными веществами оказывает значительное воздействие на здоровье населения и экосистему области [1].

Разработка данной модели предусматривает использование элементов теории графов, так как данная теория рассматривает постановку и решение задач управления организационными системами [3]. Одной их таких систем и является отсыпка породы на отвал.

Граф представляет собой систему, которая интуитивно может быть рассмотрена как множество кружков и множество соединяющих их линий. Кружки называются вершинами графа, линии со стрелками- дугами, без стрелок – ребрами.

На основании графиков ввода-вывода проходческих забоев, порода попадает на отвал в основном из квершлагов, уклонов, транспортных штреков и

штреков за лавами. Используя эти данные можно составить граф. На рисунке 1 представлен граф, реализующий доставку породы на отвал в пределах одного пласта.

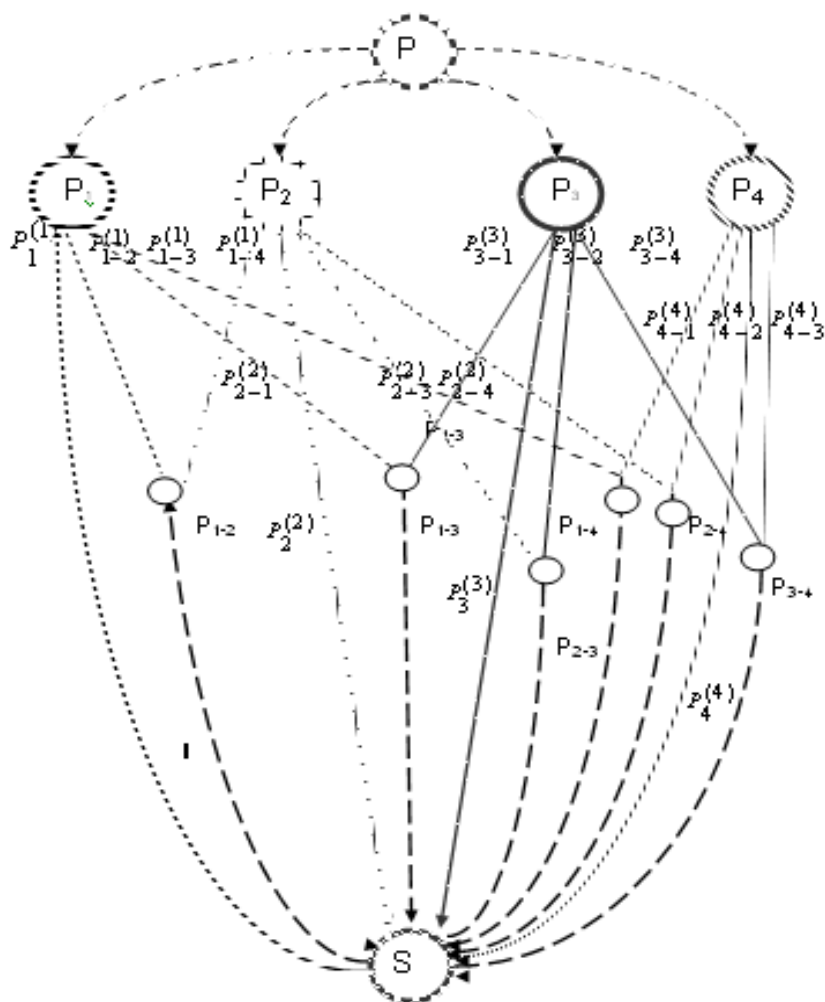


Рис.1. Модель формирования отвала в виде графа

Структура данного графа и все обозначения, представленные на схеме, могут быть сведены в таблицу 1, которая отражает полную характеристику данного графа.

Таблица 1. Характеристика элементов, входящих в граф

Обозначение вершины	Назначение вершины
P	Наименование пласта
P_1	Вид выработок- квершлагги
P_2	Вид выработок - уклоны

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

Обозначение вершины	Назначение вершины
P_3	Вид выработок- транспортные штреки
P_4	Вид выработок - штреки за лавами
P_{1-2}	Суммарный объем пород квершлагов и уклонов
P_{1-3}	Суммарный объем пород квершлагов и транспортных штреков
P_{1-4}	Суммарный объем пород квершлагов и штреков за лавами
P_{2-3}	Суммарный объем пород уклонов и транспортных штреков
P_{2-4}	Суммарный объем пород уклонов и штреков за лавами
P_{3-4}	Суммарный объем пород транспортных штреков и штреков за лавами
Обозначение дуг	Назначение дуг
$P_1^{(1)}$	Отсыпка породы только из квершлагов
$P_2^{(2)}$	Отсыпка породы только из уклонов
$P_3^{(3)}$	Отсыпка породы только из транспортных штреков
$P_4^{(4)}$	Отсыпка породы только из штреков за лавами
Обозначение ребер	Назначение ребер
$P_{1-2}^{(1)}, P_{1-3}^{(1)}, P_{1-4}^{(1)}$	Одновременная работа квершлагов с уклонами, транспортными штреками и штреками за лавой
$P_{2-1}^{(2)}, P_{2-3}^{(2)}, P_{2-4}^{(2)}$	Одновременная работа уклонов с квершлагами, транспортными штреками и штреками за лавой
$P_{3-1}^{(3)}, P_{3-2}^{(3)}, P_{3-4}^{(3)}$	Одновременная работа транспортных штреков с квершлагами, уклонами и штреками за лавой
$P_{4-1}^{(4)}, P_{4-2}^{(4)}, P_{4-3}^{(4)}$	Одновременная работа штреков за лавами с квершлагами, уклонами

Данная структура графа рассмотрена только в пределах одного пласта, т.е. по схеме можно рассмотреть динамику насыпки пород в зависимости от планограммы развития горных работ, которая отражена на маркшейдерских планах. По каждому пласту составляется геологический разрез и осуществляется характеристика состава пород, входящих в пласт.

Для остальных пластов составляется такой же граф.

Таким образом, зная, что происходит с насыпкой породы в пределах одного пласта, и, зная какие работают пласты, то ли одновременно, то ли каждый по отдельности, можно составить хронологическую модель насыпки породы, в результате которой могут быть выявлены места с накоплением вредных веществ [4]. По данной модели можно составить рекомендации по контролю за данными веществами, а также дать рекомендации по дальнейшему использованию этих веществ.

Литература

1. Земля тривоги нашої. За матеріалами доповіді про стан навколишнього природного середовища у Донецькій області у 2008-2009 роках / Під ред. С.В. Трет'якова, Г. Аверіна – Донецьк: Новий світ. – 2009. – 124 с.
2. Оценка влияния породных отвалов шах. «Горняк» ПО «Селидовуголь» на окружающую среду и перспективы их рекультивации / Соловьева Е.А. (магистерская работа) – Руководитель: доцент кафедры «Полезные ископаемые и экологическая геология» Проскурня Ю.А.
3. Теория графов в управлении организационными системами / Бурков В.Н., Заложнев А.Ю., Новиков Д.А.// М.: Синтег, 2001. – 124 с.
4. Прокопенко Е.В. Использование теории графов для создания хронолитологической модели формирования породного отвала/ Науковий вісник НГУ. – Національний гірничий університет, 2011. №5, т. С.28-31.



УДК 514

Афанасьева В. Ю.,

Есакова О. О.,

студ. группы ДАС-2, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: Жмыхова Т. В.,

к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедры физики,

математики и материаловедения ГОУ ВПО «ДонНАСА»

СИММЕТРИЯ В АРХИТЕКТУРЕ ДОНЕЦКА И МАКЕЕВКИ

Аннотация. В статье рассмотрены примеры реализации симметрии в архитектуре г. Донецка и г. Макеевки, а также антисимметрии и диссиметрии.

Ключевые слова: Донецк, Макеевка, архитектура, симметрия.

Введение. Симметрия есть чувство равновесия, соответствия, тяга к неизменности и гармонии. Это понятие играет ведущую, но не всегда

осознанную роль, в современной науке, искусстве и жизни. Если брать сферу архитектурной геометрии, то симметрия является наиболее понятным принципом, отражающим повторение одной стороны изображения другой. Для понимания черчения, правил построения рисунка и архитектуры, необходимо понимать, что такое симметрия в математике.

Цели и задачи. Основными задачами работы являются:

- рассмотрение некоторых видов симметрии;
- исследование сооружений, при проектировании которых использовалась симметрия;
- нахождение подобных сооружений в Донецке и Макеевке.

Если обратиться к математике, то можно сказать, что симметрию геометрических объектов, к которым относят архитектурные объекты (здания, сооружения, градостроительные комплексы), можно изучать с точки зрения элементов симметрии или различных геометрических преобразований, которые переводят фигуру в себя. Для точной характеристики закономерностей (в соответствии с которыми повторяются равные части фигур) используют элементы симметрии. Элементы симметрии, к которым относят центр симметрии, оси симметрии, зеркально-поворотные оси и плоскости симметрии, помогают выявлять и математически точно характеризовать симметрию фигур. С помощью этих элементов симметрии можно описать любой конечный объект. Корректное описание в контексте последующего прототипирования очень важно в последующем обеспечении технологического воплощения и однозначном понимании конструирования объекта [1].

К основным видам симметрии, изучаемым в геометрии и применяемым при проектировании архитектурных форм, относят центральную, осевую и зеркальную, а также зеркально-поворотную, скользящую и винтовую [2].

Рассмотрим некоторые виды симметрии на примерах сооружений мировой архитектуры.

1) Башня Сент-Мэри-Экс (Лондон, Великобритания, рис. 1) – яркий пример винтовой симметрии. При этом любое тело, фигура, а в нашем случае

архитектурное сооружение, переходят в себя при любом повороте вокруг центрально-осевой прямой. Тадж-Махал (Агра, Индия, рис. 2), Исакиевский собор (Санкт-Петербург, Россия, рис. 3) являются примерами осевой симметрии.



Рис. 1



Рис. 2

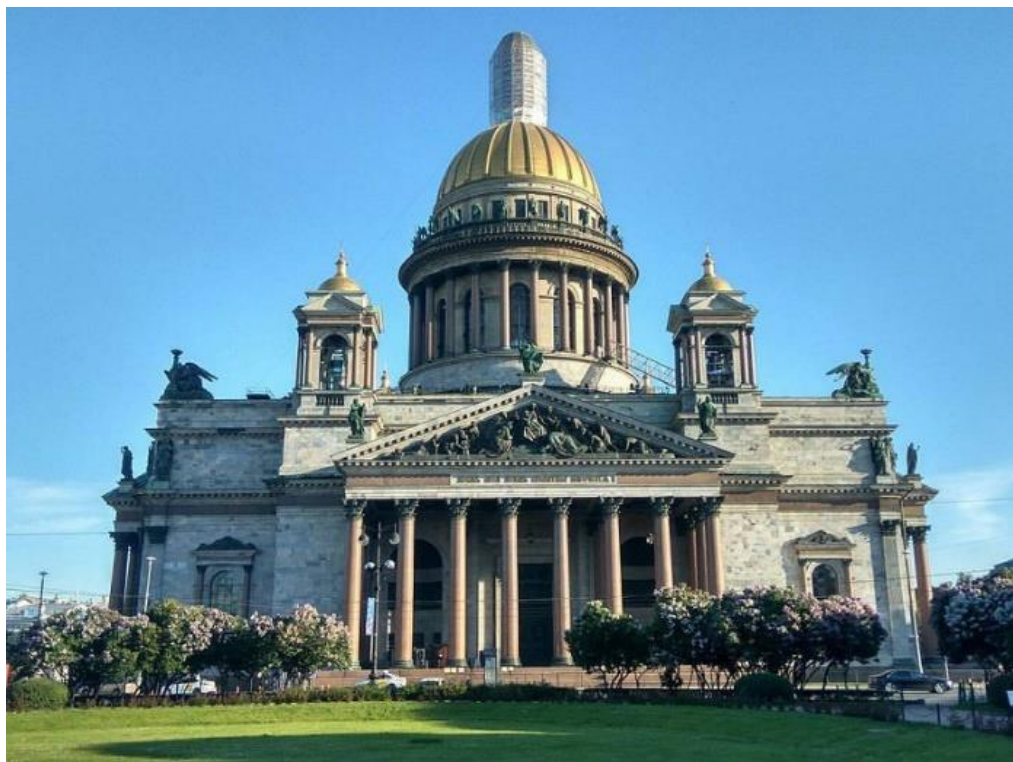


Рис. 3

2) В мировой архитектуре также множество примеров асимметричных сооружений, при которых ось может присутствовать, но части здания относительно неё не будут симметричны, примером чего служит, например,

музей Гуггенхайма (Бильбао, Испания, рис. 4), здание европейского парламента (Страсбург, Франция, рис. 5).



Рис. 4



Рис. 5

В наших городах так же много различных видов симметрии.

1) В архитектуре города Донецка часто встречается зеркальная симметрия, примером которой являются здания, расположенные на площади в центре города. Например, Донецкий государственный академический музыкально-драматический театр имени М.М. Бровуна (рис. 6), при проектировании которого задействована симметрия.



Рис. 6

Примерами симметрии в архитектуре города Донецка также служат здания Бизнес-центра «Столичный» (рис. 7) и жилого дома «Королевская башня» (рис. 8).



Рис. 7



Рис. 8

2) Также в Донецке при построении новых архитектурных объектов архитекторы применяют принцип антисимметричности зданий, что придаёт оригинальную и запоминающуюся форму сооружению. Между симметрией и ее отрицанием – асимметрией, есть еще такие два важных понятия симметрии – антисимметрия и диссимметрия [2]. Диссимметрия – частичное отсутствие симметрии, расстройство симметрии, выраженное в наличии одних симметричных свойств и отсутствии других, а антисимметрия – сохранение одного свойства объекта и замена другого свойства на противоположное (введено А.В. Шубниковым в 1951 г.). Примерами антисимметрии в архитектурных сооружениях Донецка являются здания, изображенные на рис. 9-12.



Рис. 9



Рис. 10



Рис. 11



Рис. 12

3) Зеркальную симметрию также можно использовать в ландшафтном дизайне местности (на примере Центрального парка культуры и отдыха имени А.С. Щербакова, а именно симметрия беседок, деревьев и заборов рис. 13-14).

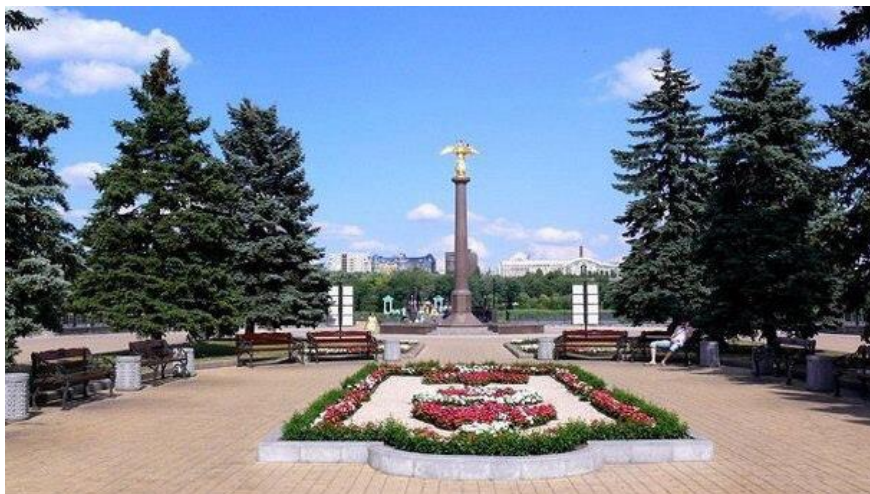


Рис. 13



Рис. 14

Приведем примеры и из архитектуры города Макеевки.

1) Хорошо выражено явление зеркальной симметрии на фасаде Собора Георгия Победоносца, которая характерна и для внутреннего интерьера помещения. Окна, люстры, различные росписи, а также изображения святых также расположены симметрично относительно вертикальной оси (рис. 15-16).



Рис. 15

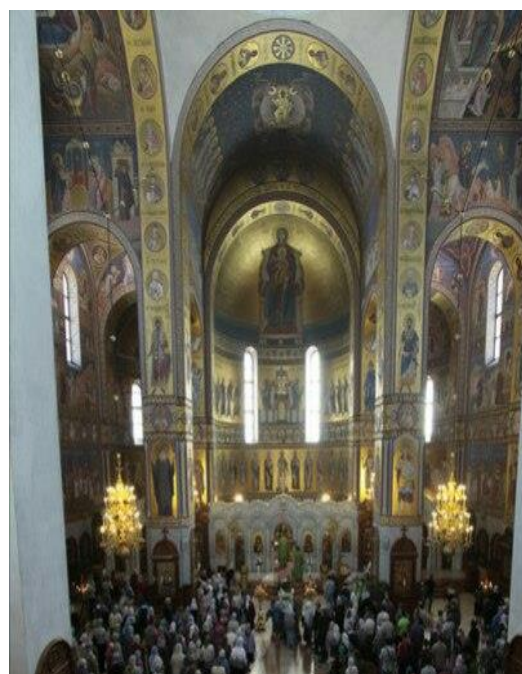


Рис. 16

2) Ещё одним примером зеркальной симметрии является Дворец Культуры Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Колонны,

фрески, окна здесь также расположены симметрично относительно вертикальной оси (рис. 17).



Рис. 17

3) Следующий пример – фасад здания детской городской больницы №2 г. Макеевки (рис. 18). С одной стороны, может показаться, что оно симметрично, однако расположение на разной от зрителя дальности левая и правая части здания, а также такие незначительные детали, как вывески, указывают на диссимметрию сооружения, при которой ощущение симметрии возникает только на первый взгляд.



Рис. 18

4) Симметрия объединяет композицию, что можно наблюдать на фасаде Дворца Культуры Макеевского металлургического завода имени С.М. Кирова (рис.19). Расположение главного компонента на оси, в данном случае это памятник Сергею Мироновичу Кирову, усиливает его значимость.

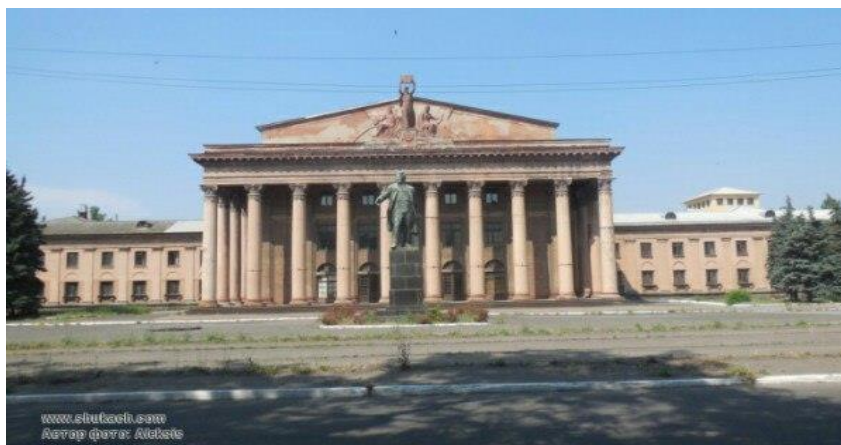


Рис. 19

Вывод. В городах Донецкой области (на примерах г. Донецка и г. Макеевки) архитектурные сооружения, во избежание разрушения, в большинстве случаев строятся симметрично, однако в архитектуре городов присутствуют и необычные и антисимметричные здания.

Литература

1. Бабич В.Н., Кремлев А.Г. Геометрическое моделирование архитектурных форм и градостроительных структур // «Архитектон: известия вузов», № 50, 2015. – [Электронный ресурс] – Режим доступа к ресурсу <http://archvuz.ru/cont/2862>
2. Лебедева С.В. Закон симметрии и его универсальный характер // Вестник Псковского государственного университета. Серия: Естественные и физико-математические науки, №2, 2007. – С. 107-111.
3. Симметрия и архитектура [Электронный ресурс] – Режим доступа к ресурсу <http://www.pandia.ru/text/77/214/914.php>.
4. Симметрия и асимметрия в архитектуре города [Электронный ресурс] – Режим доступа к ресурсу <http://gigabaza.ru/doc/13939.html>.

УДК 51-7

Ткаченко О.В.,
ученица 11-А класса МОУ «СШ №8 г. Макеевки»

Руководитель: Кислухина Н.В.,
учитель экономики МОУ «СШ №8 г. Макеевки»

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ В ЭКОНОМИКЕ

Аннотация. Рассмотрены основные виды экономико-математических моделей и их классификация.

Ключевые слова: экономико-математические модели, математические методы в экономике.

Удивительно высокая эффективность математики в естественных и технических науках постоянно подтверждается всей практической деятельностью человека. Наиболее грандиозные технические проекты XX и начала XXI века без использования мощного математического инструментария не могли бы быть осуществлены в современном виде и качестве при минимальном количестве катастрофических ошибок. Для экономических наук и экономики вообще дело обстоит сложнее. Однако, даже самый общий взгляд на проблему приводит к осознанию того, что тезис о возможной высокой эффективности математики в экономике является вполне естественными и логичным, так как вся математика изначально и многие её разделы впоследствии, своим происхождением и развитием обязаны именно практической, хозяйственной, экономической жизни общества.

В то же время, справедливость общих положений ещё не означает их безусловного приоритета в каждом конкретном случае, а любой метод в любой области знания имеет свою сферу применения, подчас весьма ограниченную. Поэтому, не следует преувеличивать и тем более абсолютизировать роль математических методов и математики вообще, что и вызывает у обучающихся негативное отношение к предмету: существует широкий класс экономических

структур, управление которыми осуществляется на интуитивном уровне без какого-либо использования математических моделей и методов и даёт вполне приемлемые результаты. К таким структурам относятся отдельные предприятия мелкого масштаба. Применение математики в организациях такого типа сводится к элементарным арифметическим расчётам в рамках задач бухгалтерского учёта, что создаёт и укрепляет иллюзию возможности успешного управления любыми экономическими системами без использования какой-либо серьёзной математики вообще.

Однако такая точка зрения является излишне упрощённой. Математическая модель объекта – это его гомоморфное отображение в виде совокупности уравнений, неравенств, логических отношений, графиков, условный образ объекта, созданный для упрощения его исследования, получения о нём новых знаний, анализа и оценки принимаемых решений в конкретных или возможных ситуациях.

Экономико-математическое моделирование, являясь одним из эффективных методов описания сложных социально-экономических объектов и процессов в виде математических моделей, превращается тем самым в часть самой экономики, вернее сплав экономики, математики и кибернетики.

В составе экономико-математических методов можно выделить следующие научные дисциплины и их разделы:

- Экономическая кибернетика;
- Математическая статистика;
- Математическая экономика и эконометрика;
- Методы принятия оптимальных решений;
- Специфические методы и дисциплины;
- Экспериментальные методы изучения экономики.

Экономико-математические модели можно классифицировать по следующим основным признакам:

- по общему целевому назначению – теоретико-аналитические и прикладные модели;

- по степени агрегирования объектов – микроэкономические и макроэкономические модели;

- по конкретному предназначению – балансовые (требование соответствия наличия ресурсов и их использования), трендовые (развитие моделируемой системы через длительную тенденцию её основных параметров), оптимизационные, имитационные (в процессе машинной имитации изучаемых систем или процессов) модели;

- по типу информации, используемой в модели, – аналитические и идентифицируемые (на базе апостериорной, экспериментальной информации) модели;

- по учёту фактора неопределённости – детерминированные и стохастические модели;

- по характеристике математических объектов или аппарата – матричные модели, модели линейного и нелинейного программирования, корреляционно-регрессионные модели, модели теории массового обслуживания, модели сетевого планирования и управления, модели теории игр и т.п.;

- по типу подхода к изучаемым системам – дескриптивные (описательные) модели (например, балансовые и трендовые) и нормативные модели (например, оптимизационные модели и модели уровня жизни).

- по используемому инструментарию – равновесные, статические, динамические, непрерывные и другие модели.

Теоретические модели на базе априорной информации отображают общие свойства экономики и её компонентов с дедукцией выводов из формальных предпосылок.

Прикладные модели обеспечивают возможность оценки параметров функционирования конкретных технико-экономических объектов и обоснования выводов для принятия управленческих решений.

Макроэкономические модели обычно описывают экономику страны как единое целое, связывая между собой укрупнённые материальные и финансовые

показатели: ВВП, потребление, инвестиции, занятость, бюджет, инфляцию, ценообразование и др.

Микроэкономические модели описывают взаимодействие структурных и функциональных составляющих экономики либо их автономное поведение в переходной неустойчивой или стабильной рыночной среде, стратегии поведения фирм в условиях олигополии с использованием методов оптимизации и теории игр и т. п.

Оптимизационные модели связаны в основном с микроуровнем, на макроуровне результатом рационального выбора поведения становится некоторое состояние равновесия.

Детерминированные модели предполагают жёсткие функциональные связи между переменными модели, а стохастические модели допускают наличие случайных воздействий на исследуемые показатели и используют инструментарию теории вероятностей и математической статистики для их описания.

Равновесные модели, присущие рыночной экономике, описывающие поведение субъектов хозяйствования как в стабильных устойчивых состояниях, так и в условиях нерыночной экономики, где неравновесие по одним параметрам компенсируется другими факторами.

Статические модели описывают состояние экономического объекта в конкретный текущий момент или период времени; динамические модели, напротив, включают взаимосвязи переменных во времени, описывая силы и взаимодействия процессов в экономике.

К числу сложной комбинированной экономико-математической модели, например, можно отнести экономико-математическую модель межотраслевого баланса, являющуюся прикладной, макроэкономической, аналитической, дескриптивной, детерминированной, балансовой, матричной моделью, причём выделяют как статические, так и динамические модели межотраслевого баланса.

Этапы экономико-математического моделирования: постановка экономической проблемы; построение математической модели; математический

анализ модели; эмпирическая спецификация модели; подготовка исходных данных; численное решение модели: отыскание оптимального решения; параметрическая идентификация (оценивание); вычислительный эксперимент; анализ полученных результатов; подготовка и принятие управленческих решений.

Таким образом, метод экономико-математического моделирования позволяет с минимальными затратами труда и времени обрабатывать огромный и весьма разнообразный статистический материал, различные исходные данные, характеризующие уровень, структуру, особенности социально-экономического комплекса региона. Позволяет выбирать оптимальные решения, которые поставлены перед демографическими исследованиями (к моделированию относятся демографические прогнозы).

Трудность применения экономико-математических методов заключается в том, что они требуют у персонала высокой квалификации и огромный блок соответствующих знаний, но в XXI веке эта трудность сводится лишь к соответствию рабочего места специалиста с современными технологиями. Т.е. оно должно обеспечивать оперативное удовлетворение информационных и вычислительных потребностей специалиста, дающего реально ощутимые результаты и не требующего при этом от пользователя специальных знаний по прикладному и системному программированию.

Также сложность заключается в том, что маркетинг исследует людское поведение, которое не может быть до конца изучено, соответственно математически просчитать что-либо связанное с этим очень сложно.

Но, несмотря на некоторые недостатки, все-таки с помощью математических методов намного проще найти оптимальное решение некоторых экономических задач.

Литература

1. Балдин К.В. Высшая математика для экономистов: учебник/ К.В. Балдин, В.Н. Башлыков, А.В. Рукосуев. – М.: Флинта, НОУ ВПО «МПСи», 2010. – 360 с.

2. Шипачев В.С. Высшая математика. Базовый курс: учебное пособие для бакалавров. / В.С. Шипачев; под ред. А.Н. Тихонова. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2012. – 447 с.



УДК 51-7

Коваленко Е.Р.,

студ. группы ИСИ-2, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: Чудина Е.Ю.,

к. пед. н., доцент кафедры физики,

математики и материаловедения ГОУ ВПО «ДонНАСА»

МОДЕЛЬ ВЗАИМОЗАЧЕТА ДОЛГОВ ПРЕДПРИЯТИЙ

Аннотация. Рассмотрена модель взаимозачета долгов предприятия и алгоритм взаимного погашения обязательств предприятий.

Ключевые слова: взаимозачет долгов, учет обязательств, предприятие.

Введение. Любая экономическая система включает в себя множество предприятий, обменивающихся между собой товарами и услугами. Даже небольшая фирма косвенно связана (через связи прямых и вторичных партнеров) с огромным числом предприятий, входящих в систему, и ее благополучие напрямую зависит от их состояния.

Постановка задачи. Возникает проблема взаимного учета обязательств предприятий, входящих в систему. Для разрешения ситуации возможен подход, когда некоторое уполномоченное учреждение (например, главный национальный банк) выдает всем предприятиям единовременный кредит, равный сумме всех долгов. Тогда они расплачиваются между собой и затем возвращают кредит. Однако такая кредитная эмиссия может спровоцировать сильную инфляцию (производство товаров не увеличилось, а денег в обороте стало значительно больше) со всеми ее отрицательными последствиями.

Необходимо использовать математический алгоритм взаимного погашения обязательств предприятий.

Результаты. Пусть экономическая система состоит из N предприятий, которые могут иметь взаимные долги. Обозначим долги n -го предприятия m -му через x_{nm} , где $1 \leq n, m \leq N, x_{nm} < 0$, если первое предприятие должно второму, и $x_{nm} > 0$ в обратном случае. Ясно, что $x_{nm} = -x_{mn}$, $x_{nn} = 0$, т. е. совокупность долгов описывается кососимметричной матрицей размера $N \times N$ с нулевой диагональю ($x_{nn} = 0$), поскольку предприятие самому себе должно быть не может).

Сумма всех взаимных долгов вычисляется через индивидуальные долги по формуле:

$$X = \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^N |x_{nm}|. \quad (1)$$

Величина (1) служит одной из интегральных количественных характеристик финансового положения системы: если она сопоставима с суммой всех свободных средств предприятий X_0 , т. е.

$$X \geq X_0 = \sum_{n=1}^N x_n, \quad (2)$$

то описываемая неравенством (2) ситуация и означает кризис неплатежей (здесь $x_n \geq 0$ — индивидуальные свободные средства предприятий).

Еще одна важная характеристика – баланс кредитов и долгов (сальдо) каждого предприятия:

$$S_n = \sum_{m=1}^N x_{nm}, \quad (3)$$

причем, как видно из (3), возможны варианты:

$$S_n > 0, \quad S_n < 0, \quad S_n = 0.$$

При $S_n = 0$ предприятие является в некотором смысле кредитором предприятий-должников, т. е. тех, у кого $S_n < 0$ (при $S_n = 0$ предприятие в отношении долгов «нейтрально»). При $|S_n| < x_n$ индивидуальное финансовое состояние предприятия по существу нормальное, поскольку его реальные суммарные долги (или кредиты, «данные» им другим) меньше его свободных средств.

Аналогично, суммарное абсолютное сальдо системы

$$S = \sum_{n=1}^N |S_n| \quad (4)$$

служит макропоказателем ее возможного финансового состояния. Если $S < X_0$, то свободных средств в системе больше, чем действительных долгов, и потенциально она может успешно функционировать.

Между величинами X и S всегда существует определенное соотношение. Для любой произвольной матрицы долгов выполняется неравенство

$$X \geq S, \quad (5)$$

т.е. суммарный долг никак не может быть меньше суммарного сальдо.

Задача погашения взаимных долгов состоит в том, чтобы, зная матрицу x_{nm} , найти матрицу x'_{nm} «новых» долгов, для которой выполнялось бы $X' < X$. Очевидно, что идеальным ее решением было бы $X' = S$, т. е. когда неравенство (5) становится равенством. Заметим, что тогда для благополучной по существу системы с $S \leq X_0$ достигалось бы соотношение $X' = S \leq X_0$, и после взаимозачета она могла бы нормально работать (хотя уменьшение величины X в любом случае полезно).

При построении математической модели процедуры взаимозачета долгов последовательно используется ряд действий, аналогичных проводимым при исследовании естественнонаучных объектов. Первое из них — отказ на определенном этапе от детального рассмотрения множества индивидуальных долгов и соответствующих связей между предприятиями.

В самом деле, из свойства $x_{nm} = -x_{mn}$ следует, что

$$\sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^N x_{nm} = 0$$

для любой совокупности неплатежей. Учитывая, что $S_n = \sum_{m=1}^N x_{nm}$, из последнего равенства получаем

$$\sum_{n=1}^N S_n = 0 \quad (6)$$

или

$$\sum_{S_n > 0} S_n = -\sum_{S_n < 0} S_n = \frac{S}{2}, \quad (7)$$

т. е. сумма положительных сальдо предприятий равна по абсолютной величине сумме отрицательных сальдо. Рассматриваемая на макроуровне система взаимных долгов обладает свойством «симметричной консервативности» (7), а «закон сохранения» (6) — аналог обычных законов сохранения (массы, энергии и т. д.) применительно к изучаемой ситуации.

Равенство (7) поясняет построение математической модели идеального взаимозачета, который производится при следующих естественных условиях:

- 1) все долги x_{nm} известны и признаются предприятиями;
- 2) при проведении взаимозачета сальдо предприятий S_n остаются неизменными: $S'_n = S_n$, т. е. индивидуальное финансовое положение каждого из них в этом смысле не изменяется;
- 3) часть долгов x_{nm} списывается, а часть переадресовывается, т. е. у предприятий могут появиться новые должники и кредиторы и исчезнуть часть старых.

Суть процедуры взаимозачета состоит в том, что вместо величин x_{nm} рассматриваются величины S_n . Предприятия с $S_n < 0$ объявляются должниками (в размере своих сальдо), а предприятия с $S_n > 0$ — кредиторами (в тех же размерах). Затем долги предприятий с $S_n < 0$ некоторым образом распределяются между кредиторами, т. е. находится новая система долгов x'_{nm} . При этом выполнены закон сохранения (6), и достигается равенство $X' = S$; поэтому решение задачи является оптимальным. Таких оптимальных решений может быть, вообще говоря, много, так как распределять долги между кредиторами можно разными способами. Приведем два наиболее простых и наглядных. Первое из них задается формулой, по которой новые долги вычисляются через старые:

$$x'_{nm} = \frac{S_n |S_m| - S_m |S_n|}{S} \quad (8)$$

Согласно формуле (8), долг любого предприятия (равный S_n , если $S_n < 0$) расписывается по предприятиям-кредиторам в долях, пропорциональных величинам их сальдо (равным S_m , если $S_m > 0$).

Предприятиям с большим положительным сальдо причитается от каждого из должников большая часть его долгов, причем в сумме они дают величину S_m . Для предприятий с нулевым сальдо взаимозачет сводится к погашению всех их долгов и всех долгов им. Заметим, что в решении (8) для новых долгов имеем $x'_{nm} = 0$ при $S_n < 0, S_m < 0$, либо при $S_n > 0, S_m > 0$, (после взаимозачета должники не должны должникам, а кредиторы – кредиторам). Это означает, что число получившихся финансовых связей между предприятиями значительно меньше максимально возможного, когда каждое предприятие является должником или кредитором любого другого, и матрица долгов не имеет нулевых элементов (кроме, разумеется, диагональных). Количество связей может быть значительно уменьшено, если провести предварительное упорядочивание предприятий по абсолютным значениям их сальдо и установить непосредственные связи между должниками и кредиторами одного масштаба (крупных с крупными, мелких с мелкими и т. д.). Эта процедура допускает простую геометрическую интерпретацию.

На рис. 1 на верхней прямой линии описано распределение сальдо кредиторов (в убывающем порядке). Длина отрезков этой прямой равна величине сальдо каждого предприятия $S_p > 0, 1 < p < N$, а её общая длина, очевидно, равна $S/2$. На нижней прямой описано распределение сальдо должников $S_q < 0, 1 < q < N, p + q \leq N$ (сальдо взяты с обратным знаком) также в убывающем порядке. Её длина согласно (7) также равна $S/2$. Штриховые линии, проведенные из узлов нижней прямой, делят «прямую кредиторов» на q отрезков, равных величине долга каждого предприятия. Этот долг либо достается одному кредитору, либо делится между несколькими в соответствии с расположением узлов верхней прямой относительно данного отрезка.

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

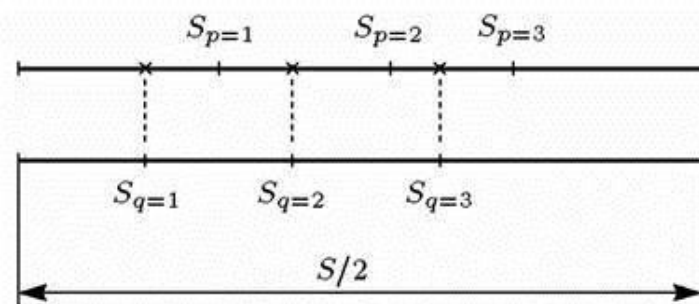


Рис. 1

Рассмотрим пример использования данного алгоритма. Взаимные долги 6 предприятий представлены в таблице 1 (в млн. руб.):

Таблица 1

Предприятия	1	2	3	4	5	6
1	0	20	50	-60	-125	100
2	-20	0	130	70	-100	-20
3	-50	-130	0	-60	160	50
4	60	-70	60	0	-100	150
5	125	100	-160	100	0	-200
6	-100	20	-50	-150	200	0

Необходимо найти сумму всех взаимных долгов, сальдо каждого предприятия, суммарное абсолютное сальдо системы, произвести взаимозачет долгов.

Сумма всех долгов предприятий: 2790 ед. Сальдо каждого предприятия:

$$S_1 = \sum s_1 = -15; S_2 = \sum s_2 = 60; S_3 = \sum s_3 = -30; S_4 = \sum s_4 = 100; S_5 = \sum s_5 = -35;$$

$$S_6 = \sum s_6 = -80.$$

Суммарное абсолютное сальдо системы: $\sum \sum |s_{ij}| = 320$ ед.

Баланс системы: 0.

Полученные долги предприятий:

$$s_{21} = (60 | -15 | - (-15) | 60 |) / 320 = 5,625;$$

$$s_{31} = (-30 | -15 | - (-15) | -30 |) / 320 = 0;$$

$$s_{32} = (-30 | 60 | - 60 | -30 |) / 320 = -11,25;$$

$$s_{41} = (100 | -15 | - (-15) | 100 |) / 320 = 9,375;$$

$$s_{42} = (100 | 60 | -60 | 100 |)/320 = 0;$$

$$s_{43} = (100 | -30 | -(-30) | 100 |)/320 = 18,75;$$

$$s_{51} = (-35 | -15 | -(-15) | -35 |)/320 = 0;$$

$$s_{52} = (-35 | 60 | -60 | -35 |)/320 = -13,125;$$

$$s_{53} = (-35 | -30 | -(-30) | -35 |)/320 = 0;$$

$$s_{54} = (-35 | 100 | -100 | -35 |)/320 = -21,875;$$

$$s_{61} = (-80 | -15 | -(-15) | -80 |)/320 = 0;$$

$$s_{62} = (-80 | 60 | -60 | -80 |)/320 = -30;$$

$$s_{63} = (-80 | -30 | -(-30) | -80 |)/320 = 0;$$

$$s_{64} = (-80 | 100 | -100 | -80 |)/320 = -50;$$

$$s_{65} = (-80 | -35 | -(-35) | -80 |)/320 = 0.$$

Таблица 2

0	-5,625	0	-9,375	0	0
5,625	0	11,25	0	13,125	30
0	-11,25	0	-18,75	0	0
9,375	0	18,75	0	21,875	50
0	-13,125	0	-21,875	0	0
0	-30	0	-50	0	0

Сумма всех долгов: 320 ед. Сальдо каждого предприятия:

$$S_1 = \sum s_1 = -15; S_2 = \sum s_2 = 60; S_3 = \sum s_3 = -30; S_4 = \sum s_4 = 100; S_5 = \sum s_5 = -35;$$

$$S_6 = \sum s_6 = -80.$$

Суммарное абсолютное сальдо системы: 320 ед. Баланс системы: 0.

Долги каждого предприятия представлены в таблице 2.

Данный алгоритм может быть использован и для более простых ситуаций, встречающихся в обыденной жизни. Рассмотрим такую ситуацию: три друга решили пойти в кино. После оплаты билетов, расходов на транспорт и покупки мороженого они посчитали, что каждый имеет перед остальными некоторые финансовые обязательства (таблица 3):

Таблица 3

0	50	70
-50	0	150
-70	-150	0

Сумма всех долгов: 540 ед.

Сальдо каждого:

$$S_1 = \sum s_1 = 120;$$

$$S_2 = \sum s_2 = 100;$$

$$S_3 = \sum s_3 = -220.$$

Суммарное абсолютное сальдо системы: $\sum \sum |s_{ij}| = 440$ ед.

Баланс системы: 0.

Полученные долги после взаимозачета (таблица 4):

$$s_{21} = (100 | 120 | - 120 | 100 |) / 440 = 0;$$

$$s_{31} = (-220 | 120 | - 120 | -220 |) / 440 = -120;$$

$$s_{32} = (-220 | 100 | - 100 | -220 |) / 440 = -100.$$

Таблица 4

0	0	120
0	0	100
-120	-100	0

Сумма всех долгов: 440 ед.

Сальдо каждого:

$$S_1 = \sum s_1 = 120;$$

$$S_2 = \sum s_2 = 100;$$

$$S_3 = \sum s_3 = -220.$$

Суммарное абсолютное сальдо системы: 440 ед. Баланс системы: 0.

Выводы. Рассмотренный алгоритм помогает произвести взаимозачеты долгов предприятий. Это позволяет упростить финансовые расчеты и избежать повышения инфляции, связанной с увеличением денежного оборота.

Литература

1. Бабук И.М. Экономика промышленного предприятия / И.М. Бабук, Т.А. Сахнович. – М.: ИНФРА-М, 2013. – 439 с.
2. Загірняк М. В. Економіка підприємства: магістерський курс. Підручник. Частина II / За ред. професорів Загірняка М. В., Перерви П. Г., Маслак О. І. – Кременчук: ТОВ «Кременчуцька міська друкарня», 2015. – 756 с.
3. Калиткин Н. Н. Задача зачета взаимных долгов предприятий // Докл. РАН. 1995. Т. 343, № 1. – С. 12-14.



УДК 519.2

Бодня И.В.,

студ. группы ИСИ-2, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: Чудина Е.Ю.,

к. пед. н., доцент кафедры физики,

математики и материаловедения ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ВИДЫ СРЕДНИХ ВЕЛИЧИН И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Аннотация. Рассмотрены основные виды средних величин, используемые при статистических расчетах и примеры их применения в экономической практике.

Ключевые слова: средние величины, среднее значение, статистические показатели.

Введение. Средние величины являются одними из наиболее распространенных обобщающих статистических показателей. Их целью является охарактеризовать статистическую совокупность, состоящую из множества измерений отдельного признака, одним числом. Средние широко применяются в различных плановых, прогнозных, финансовых расчетах.

Постановка задачи. Нашей задачей было изучить виды средних величин, используемые в экономической статистике, и определить условия их применения.

Результаты. Главное назначение средних величин состоит в их обобщающей функции, т.е. замене множества различных индивидуальных значений признака средней величиной, характеризующей всю совокупность явлений в целом.

Общие принципы применения средних величин:

1) необходим обоснованный выбор показателя совокупности, для которого рассчитывается среднее значение;

2) при расчете средней величины в каждом конкретном случае нужно исходить из качественного содержания усредняемого признака, учитывать взаимосвязь изучаемых признаков, а также имеющиеся для расчета данные;

3) средние величины должны рассчитываться, прежде всего, по однородным совокупностям.

Все средние величины делятся на два больших класса: степенные средние и структурные средние величины.

Степенные средние величины.

1. Средняя арифметическая величина.

Различают два вида арифметических средних: невзвешенную (простую) среднюю арифметическую и взвешенную. Средняя арифметическая невзвешенная рассчитывается для несгруппированных данных по формуле:

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} .$$

Пример 1. В семье Ивановых, состоящей из 4 человек, расходы на сотовую связь в прошедшем месяце составили 1450 рублей у главы семейства, Петра Иванова, 1200 рублей у Светланы Ивановой, 870 рублей у дочери Марии и 200 рублей у сына Николая. Определите величину среднемесячных расходов членов семьи Ивановых на сотовую связь.

Поскольку каждое значение анализируемой экономической величины (т.е. величина расходов на сотовую связь) встречается только один раз, то следует использовать формулу простой средней арифметической:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^4 x_i}{4} = \frac{1450 + 1200 + 870 + 200}{4} = 930(\text{рублей})$$

Таким образом, среднемесячные расходы семьи Ивановых на сотовую связь равны 930 рублей.

Для статистических совокупностей большого объема рассчитывается взвешенная средняя арифметическая по формуле:

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i f_i}{\sum f_i}.$$

Пример 2. Молокозавод закупает молоко на двух молочных фермах: 40% на первой, а остальную часть – на второй. Стоимость одной тонны молока на первой ферме составляет 12 тысяч рублей, тогда как на второй – 10 тысяч рублей. Определите среднюю стоимость тонны молока, поставляемой на молокозавод.

В данной задаче в роли анализируемого показателя (x) выступает стоимость тонны молока, тогда как весами выступают объемы поставок молока первой и второй фермами на молокозавод. Отсюда:

$$x_1 = 12 \text{ (тыс. рублей)}, x_2 = 10 \text{ (тыс. рублей)}.$$

Используя формулу средней арифметической взвешенной, получим:

$$\bar{x} = \frac{4}{10} \cdot 12 + \frac{6}{10} \cdot 10 = 4,8 + 6 = 10,8$$

Таким образом, средняя стоимость тонны молока, поставляемой на молокозавод, равна 10,8 тысяч рублей за одну тонну.

2. Средняя гармоническая величина.

Если по условиям задачи необходимо, чтобы неизменной оставалась при осреднении сумма величин, обратных индивидуальным значениям признака, то средняя величина является *гармонической средней*.

Средняя гармоническая величина, как и средняя арифметическая, может быть простой и взвешенной. Если веса у каждого значения признака равны, то можно использовать среднюю гармоническую простую:

$$\bar{X} = \frac{n}{\sum \frac{1}{x}}$$

Пример 3. В цепь параллельно включены 3 сопротивления: $R_1 = 200$ Ом, $R_2 = 300$ Ом, $R_3 = 600$ Ом. Необходимо заменить их на три сопротивления одинакового номинала. Найти величину этих сопротивлений. Как изменится эта задача в случае последовательного соединения?

В узлах цепи непосредственно складывающейся величиной является ток. При этом напряжение в случае параллельного соединения будет одинаковым. Ток обратно пропорционален сопротивлению. Значит среднее сопротивление будет определено так:

$$R_{cp} = \frac{3}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = 300 \text{ Ом}.$$

Пример 4. Лодка плывет по течению реки со скоростью 6 км/ч, а возвращается назад (против течения) со скоростью 4 км/ч. Какая средняя скорость у лодки? Здесь важно обратить внимание на тот факт, что скорость не является непосредственно измеряемой величиной, а всегда должна вычисляться как отношение расстояния ко времени. Именно расстояние и время – те величины, которые мы измеряем, а значит можем их складывать и вычитать.

Время, потраченное на путь, обратно пропорционально скорости, а средняя скорость обратно пропорциональна среднему времени. Значит, для вычисления средней скорости в случае прохождения равных по длине участков мы всегда должны пользоваться средним гармоническим.

$$v_{cp} = \frac{2v_1v_2}{v_1 + v_2} = \frac{2 \cdot 4 \cdot 6}{4 + 6} = 4,8 \text{ (км/ч)}$$

В статистической практике также применяется средняя гармоническая взвешенная:

$$\bar{X} = \frac{\sum m_i}{\sum \frac{m_i}{x_i}}, \text{ где } m_i = f_i x_i.$$

Она используется, как правило, при расчете общей средней из средних групповых. К средней гармонической простой следует прибегать в случаях определения, например, средних затрат труда, времени, материалов на единицу продукции, на одну деталь по двум (трем, четырем и т.д.) предприятиям, рабочим, занятым изготовлением одного и того же вида продукции, одной и той же детали, изделия.

3. Средняя геометрическая величина.

Если при замене индивидуальных величин признака на среднюю величину необходимо сохранить неизменным произведение индивидуальных величин, то следует применить *геометрическую среднюю величину*:

$$\bar{X} = \sqrt[n]{\prod x} = \sqrt[n]{x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_n} \quad \text{для простой,} \quad \bar{X} = \sqrt[\sum f]{\prod x^f} = \sqrt{x_1^{f_1} \cdot x_2^{f_2} \cdot \dots \cdot x_n^{f_n}} \quad \text{для}$$

взвешенной.

Основное применение геометрическая средняя находит при определении средних темпов роста. Геометрическая средняя величина дает наиболее верный по содержанию результат осреднения, если задача состоит в нахождении такого значения признака, который качественно был бы равноудален как от максимального, так и от минимального значения признака.

Пример 5. В результате инфляции за первый год цена товара возросла в 2 раза по отношению к уровню цен предыдущего года, а за второй год еще в 3 раза к уровню цен предыдущего года. Каков средний темп роста цены за 1 год?

Арифметическая средняя здесь непригодна, т.к. если за год цены возросли бы в $(2+3)/2=2,5$ раза, то за два года цена возросла бы в $2,5 \times 2,5 = 6,25$ раза, а не в 6 раз. Геометрическая средняя дает правильный ответ: $\sqrt{6}$ – цена в среднем возрастает в 2,45 раза за год. Таким образом, среднегодовой темп роста цен равен: 2,45 раза.

4. Средняя квадратическая величина.

Если при замене индивидуальных величин признака на среднюю величину необходимо сохранить неизменной сумму квадратов исходных величин, то средняя будет являться *квадратической средней величиной*:

$$\bar{X} = \sqrt{\frac{\sum x^2}{n}} \text{ для простой,} \quad \bar{X} = \sqrt{\frac{\sum x^2 f}{\sum f}} \text{ для взвешенной.}$$

Пример 6. Имеются три участка земельной площади со сторонами квадрата: $x_1 = 100$ м; $x_2 = 200$ м; $x_3 = 300$ м. Определить средний размер участка.

Заменяя разные значения длины сторон на среднюю, мы очевидно, должны исходить из сохранения общей площади всех участков. Правильный ответ дает квадратическая средняя:

$$\bar{X} = \sqrt{\frac{(100)^2 + (200)^2 + (300)^2}{3}} = 216 \text{ м.}$$

Средняя квадратическая используется для измерения степени отклонений индивидуальных значений признака относительно средней арифметической в рядах распределения. Так, среднее квадратическое отклонение вычисляют из суммы квадратов отклонений индивидуальных значений признака от средней арифметической величины.

5. Средняя кубическая величина.

Если по условиям задачи необходимо сохранить неизменной сумму кубов индивидуальных значений признака при их замене на среднюю величину, мы приходим к *средней кубической*, имеющей вид:

$$\bar{X} = \sqrt[3]{\frac{\sum x^3}{n}} \text{ для простой,} \quad \bar{X} = \sqrt[3]{\frac{\sum x^3 f}{\sum f}} \text{ для взвешенной.}$$

Средняя кубическая применяется крайне редко, например, при расчете индексов нищеты населения для развивающихся стран (ИНН-1) и для развитых (ИНН-2), предложенных и рассчитываемых ООН.

Структурные средние величины.

В качестве структурных средних применяют показатели *моды* и *медианы*. Мода и медиана определяются лишь структурой распределения. Эти показатели

часто используют как среднюю характеристику в тех совокупностях, где расчет средней степенной невозможен или нецелесообразен.

1. Медиана.

Медиана (M_e) — величина варьирующего признака, делящая совокупность на две равные части — со значениями признака меньше медианы и со значениями признака больше медианы. В ранжированном вариационном ряду с нечетным числом единиц совокупности медианой является значение признака у среднего наблюдения в ряду. Для четного числа наблюдений она равна среднему арифметическому двух центральных значений. Медиана не зависит от значений признака, стоящих на краях вариационного ряда. В отличие от степенной средней, она не является абстрактной величиной, представляя собой реальное значение признака.

Пример 7. А) Дан вариационный ряд роста студентов с нечетным числом наблюдений: 156, 158, 160, 161, 166, 168, 172 (см). Центральным членом (медианой) данного ряда является рост 161 см.

Б) Дан вариационный ряд роста студенток с четным числом наблюдений: 155, 156, 158, 160, 161, 166, 168, 172 (см). Медиана: $M_e = \frac{160+161}{2} = 160,5$.

2. Мода.

Мода (M_o) — это значение признака, которое наиболее часто встречается в вариационном ряду. Например, цена, по которой чаще всего реализуется данный товар на рынке, является модой, или модальной ценой. Месячная заработная плата, которая чаще всего встречается в данном коллективе, является модальной заработной платой.

Мода имеет важное значение для решения многих экономических задач, например, какой высоты должны быть предназначенные для массового потребления станки, столы и т. п., какое количество детей чаще всего встречается в семье, какой уровень выполнения плана наиболее часто встречается в том или ином коллективе рабочих или предприятий и т. п. В дискретном ряду мода определяется как значение признака с наибольшей частотой.

Пример 8. Крупной обувной фабрикой «Буревестник» проведено выборочное обследование потребляемой женщинами обуви.

Размер обуви	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
Количество опрошенных женщин	6	33	247	910	2093	2696	1923	1196	283	51	55

Как видно из приведенного вариационного ряда, наиболее часто встречающейся величиной, т. е. модой этого ряда, является размер обуви 37, который носит 2696 женщин из опрошенных 9493 человек. Очевидно, что нет смысла изготавливать женскую обувь размера, равного среднему арифметическому.

На практике моду находят, как правило, по сгруппированным данным. Для решения экономических задач наибольший интерес представляет модальный интервал (интервал с наибольшей частотой), а не значение моды для интервального ряда. Объясняется это назначением моды, которая должна выявить наиболее распространенные размеры явления.

Основные требования к расчетам средних величин. В связи с тем, что различные виды средних приводят к разным результатам, возникает проблема правильного выбора формы средней. Главное требование к формуле расчета среднего значения заключается в том, что полученное среднее значение должно заменить индивидуальные значения признака без нарушения связи индивидуальных и сводных показателей, т.е. при замене каждого индивидуального значения изучаемого показателя его средней величиной оставался без изменения некоторый итоговый сводный показатель. Например, при замене фактических скоростей на отдельных отрезках пути их средней скоростью не должно измениться общее расстояние, пройденное транспортным средством за одно и тоже время; при замене фактических заработных плат отдельных работников предприятия средней заработной платой не должен измениться фонд заработной платы.

Выводы. Наиболее часто на практике применяются средняя арифметическая, средняя гармоническая, средняя геометрическая и средняя квадратическая. В каждом конкретном случае в зависимости от характера имеющихся данных, выбирается среднее значение показателя, адекватное свойствам и сущности изучаемого социально-экономического явления.

Литература

1. Практикум по теории статистики: Учеб. пособие / Под ред. Р.А. Шмойловой. – М.; Финансы и статистика, 2001. –416 с.
2. Статистика: учебник / Л.П. Харченко, В.Г. Ионин, В.В. Глинский и др.; под ред. канд. экон. наук, проф. В.Г. Ионина. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2008. – 445 с.
3. Теория статистики: Учебно-методический комплекс / Под ред. В.В. Глинского, В.Г. Ионина, Л.И. Яковенко. – Новосибирск: НГУЭУ, 2007. – 108 с.
4. Чернова Т.В. Учебное пособие: Экономическая статистика. Глава 5. Таганрог: Изд-во ТРТУ, 1999. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.aup.ru/books/m81/5.htm> (Дата обращения 05.04.18).



УДК 519.2

Сендецкий В.А.,
студ. группы ИСИ-1, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: Максимова Т.С.,
к. пед. н., доцент, доцент кафедры
физики, математики и материаловедения

ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И ШАНСЫ В ПОКЕРЕ

Аннотация. В статье рассмотрены основные покерные комбинации карт и вероятности их выпадения.

Ключевые слова: покер, покерные комбинации, вероятность.

Введение. Все азартные игры по своему принципу основаны на вероятностях. Покер не является исключением. Покер как карточная игра существует более 450 лет. Зародился он в Европе: в Испании, Франции, Италии. Правила покера тогда были несколько иными. С течением времени правила игры менялись. Первые письменные упоминания о современном варианте покера появляются в 1829 году в мемуарах артиста Джо Кауэла. В 1834 году в покер стали играть колодой из 52 карт. Однако, как бы ни менялись правила, победитель определялся по наличию у него покерных комбинаций. Сейчас покер является самой распространённой игрой в мире среди карточных игр. Ежегодно проводится множество международных турниров.

Постановка задачи. Покер – игра мастерства, поэтому использование ваших умений «читать» ситуации и оппонентов, даст вам преимущество над соперниками в каждой руке. Кроме того, покер – игра, основанная на математике, где вы должны уметь считать шансы и вероятности как своей руки, так и руки оппонента в каждой конкретной ситуации.

Вероятности в покере играют ключевую роль не только в игре против заведения, но и в спортивном противостоянии (Техасский Холдем), где являются основой для проведения тактических приемов и составления общей стратегии игры в покер [1].

Для тех, кто регулярно проводит время за столом, не составляет труда изучить ключевые вероятности в покере, чтобы пользоваться соответствующими приемами и строить прибыльную игру, подстраивая общую стратегию под конкретную ситуацию.

Владение арифметическими основами и теорией вероятностей во время ведения покерной игры не пригодится лишь крупному везунчику. Если вы не являетесь таким, то знание некоторых тонкостей покерной математики принесет лишь пользу.

В связи с этим, в докладе рассматриваются вероятности и соответствующие шансы в покере. Это будет включать в себя математические вычисления на определенных стадиях игры.

Результаты. *Префлоп.* Всего в покере возможно 1326 различных комбинаций карманных карт. Первая карта может быть одной из 52, вторая – одна из 51, так как последовательность карт нам не важна ($K\spadesuit 9\clubsuit$ то же, что и $9\clubsuit K\spadesuit$), то делим на два: $52 \cdot 51 / 2 = 1326$. Определенная пара (например, пара тузов) может быть сдана 6 способами ($4 \cdot 3 / 2$), то есть пара тузов будет приходить вам каждую 221 сдачу ($6 / 1326 = 1 : 221$), а какая-нибудь пара – каждую 17 сдачу (всего 13 разных пар, $221 / 13 = 17$). Две определенных непарных карты (например, АК) могут быть сданы 16 способами – 4 одномастных (AKs) и 12 разномастных (AKo) [4].

Вероятность получить одномастные карты – $12 / 51 = 23,5\%$, а вероятность получить две карты определенной масти, например, две червы, в четыре раза меньше – $5,9\%$.

Как посчитать вероятность прихода хотя бы одному из оппонентов определенной карты? Например, нас интересует, какова вероятность, что хотя бы одному оппоненту был сдан туз. Неправильно взять вероятность прихода туза одному игроку (примерно 15% - вероятность прихода определенной карты без учета масти) и умножить ее на количество игроков, при 10 игроках получим вероятность 150% , чего быть в принципе не может. Легче всего найти вероятность, что туз не придет никому, она равна $(1 - 0,15)^n$ (n – число игроков). То есть вероятность, что туз будет сдан хотя бы одному из 10 игроков равна $1 - 0,85^{10} = 81\%$. Указанная формула верна при условии, что события независимые, например, сдача ведется из бесконечной колоды. В условиях конечной колоды правильные цифры нам дадут формулы комбинаторики, а по данной формуле ошибка будет расти с ростом игроков. Правильная формула следующая:

$$1 - C_{48}^{2n} / C_{52}^{2n}, \text{ где } n - \text{число игроков, а } C_n^m = \frac{n!}{m!(n-m)!} - \text{число сочетаний из } n \text{ по } m.$$

В случае одного игрока получим те же 15% , а при 10 игроках - почти 87% .

В предыдущем примере мы определяли теоретическую вероятность прихода какой-то карты, попробуем теперь определить вероятность, что у противника есть определенная карта после его ставки. Предположим, что мы сыграли с оппонентом как минимум десяток сдач и видим, что это адекватный игрок. Этот самый игрок входит рейзом из первой позиции. Какова вероятность, что у игрока есть туз, а какова – старшая пара? Предполагаем, что из ранней позиции этот игрок будет рейзить с AA, KK, QQ, JJ, AK, AQ, AJs. Тузы будут в комбинациях AA (6 вариантов), AK (16 вариантов), AQ (16 вариантов), AJs (4 варианта), старшие пары без туза – KK, QQ, JJ (по 6 вариантов), всего 60 вариантов. Итак, вероятность туза – $(6+16*2+4)/60=70\%$, вероятность старшей пары – $6*4/60=40\%$ (суммарная вероятность более 100%, так как AA мы учли два раза).

Если играть турниры и безлимитный холдем, то будет интересно узнать сравнительные шансы разных карманных карт выиграть, если игроки идут ва-банк, а значит, в любом случае продержатся до «вскрытия». Итак, шансы в дуэлях (указанные средние величины, одномастные карты и коннекторы добавляют до пары процентов):

- старшая пара против младшей: 82:18 (близость карт по величине и общие масти могут добавить старшей паре еще 1-2%);
- пара против двух оверкарт: 56:44;
- пара против старшей и младшей карты: 71:29;
- пара против двух младших карт: 83:17;
- две старших карты против двух младших карт: 62:38;
- старшая и младшая карта против двух средних: 56:44;
- первая и третья по величине против второй и четвертой: 63:37.

На этой стадии игры важно оценивать полученные карты, перебирать, какие возможные комбинации получится собрать, следить за поведением соперников, для того, чтобы решить, стоит ли продолжать игру. На префлопе можно почти обойтись без расчёта вероятностей – всё самое интересное начинается на флопе.

Флоп. На флопе выкладывается три карты из пяти общих и можно сказать, что большая часть игры уже прошла. Именно вероятности на флопе больше всего интересуют игроков [2].

Итак, если у вас на руках не пара, то вероятности на улучшение следующие:

- получить одну пару (карта на флопе совпадает с одной из ваших карт) – 26,94%;

- получить две пары (пара на столе плюс третья карта стола совпала с вашей картой) – 2,02%;

- получить две пары (на столе две карты, каждая из которых совпала с вашими) – 2,02%;

- получить трипс (пара на флопе совпала с вашей карманной картой) – 1,35%;

- получить фул – 0,09%;

- получить каре – 0,01%.

Как видим общие шансы (вероятность) на улучшение до пары и лучше составляют 32,4%, и это без учета возможностей стритов и флэшей.

Если у вас карманная пара, то шансы на дальнейшее улучшение следующие:

- получить две пары (карманная, плюс пара на столе) – 16,16%;

- получить сет – 10,77%;

- получить фул (пара на столе плюс карта к нашей карманной паре) – 0,74%;

- получить фул (тройка на столе) – 0,25%;

- получить каре – 0,25%.

Если у вас разномастные карманские карты, то вероятность получить флэш-дро – 2,25%. Если карманские карты одномастные, то шансы на улучшение следующие: получить флэш – 0,84%, получить флэш-дро – 10,94%.

Если у вас на руках коннекторы, то шансы улучшиться следующие:

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

Тип коннектора	До стрита	До стрит-дро
Коннектор без «дырки» (Т9)	1,31%	10,45%
Коннектор с одной «дыркой» (Т8)	0,98%	8,08%
Коннектор с двумя «дырками» (Т7)	0,65%	5,22%
Коннектор с тремя «дырками» (Т6)	0,33%	2,61%

Обратите внимание, в колонке стрит-дро указаны шансы для улучшения до дро с 8 концами (двухсторонний стрит или двойной «дырявый»). Не забывайте, что если у вас на руках карты старшие или младшие, то возможности к построению стрита значительно уменьшаются. С Т9 вы можете построить стриты от KQJT9 до T9876, четыре варианта, а с АК только один стрит АКQJT. То есть при наличие А или 2 любые коннекторы считаются как с тремя «дырками», К или 3 (естественно, в отсутствие вышеупомянутых А или 2) – как с двумя или более «дырками», Q или 4 – как минимум с одной «дыркой».

Разобраться с принципами расчета поможет пара примеров. Итак, вероятность получить именно пару к нашим непарным карманным картам. Для этого одна из трех карт должна совпасть с одной из наших карт (всего таких карт может быть 6), две другие карты не должны совпасть с нашими картами, а также не должны совпасть между собой (иначе будет две пары или лучше). Итак, одну карту (нашу пару) мы можем выбрать 6 способами, другую – 44 способами (52 в колоде, минус 8 карт – наши карманные и совпадающие с ними), третью – 40 способами (52 в колоде, минус 8, минус 4 – вторая выбранная карта и совпадающие с нею). Всего неизвестных карт до флопа – 50, после выкладывания первой карты флопа – 49, второй – 48. Итак, перемножаем вероятности получить первую карту нам в пару, и двух других – не совпадающих с нашими карманными и между собой: $6/50 * 44/49 * 40/48 = 8,98\%$. Так как нас устроит получение парной карты также второй и третьей по очереди, то полученную вероятность надо умножить на три, получим указанные выше 26,94%.

Как посчитать вероятность получить стрит? Начнем с простейшего примера – коннектор с тремя дырками. Если у нас Т6, то чтобы получить стрит нам помогут только выход трех определенных карт – 7, 8 и 9. Каждой из этих

карт в колоде по 4, значит, вероятность, что флоп будет 789 равна $4/50*4/49*4/48=0,0544\%$. Но нас также устроит флоп 798, 879, 897, 978 и 987 – всего шесть вариантов перестановок карт, то есть полная вероятность получить три нужных карты = $0,0544\%*6=0,326\%$. Как было указано выше, стрит с коннекторами без дырок можно получить четырьмя способами (если у нас 67, то нам помогут T98, 985, 854, 543), то есть расчетную вероятность надо просто умножить на 4 и получим искомые 1,31% [3].

На этом этапе игры я стараюсь максимально использовать свои знания по теории вероятностей, чтобы оценить шансы на победу с уже имеющейся комбинацией, шансы того, что прейдёт комбинация получше, и того, что у соперника есть комбинация повыше.

Ривер. Вероятности для торна мало кому интересны, поэтому его пропускаем, посмотрим на вероятности собрать определенную комбинацию на ривере, к концу игры. Методика вычислений аналогична подсчетам для флопа, однако, значительно усложняется за счет добавления еще двух карт. Итак, если у вас на руках не пара, то вероятность собрать к концу игры одну из комбинаций следующая (данные на основе моделирования, а не точных расчетов по формулам):

- получить одну пару – 46%;
- получить две пары – 22%;
- получить тройку – 4,5%;
- получить фул – 2,2%;
- получить каре – 0,1%.

Если у вас карманная пара, то шансы на улучшение к вскрытию: получить две пары – 40%; получить сет – 12%; получить фул – 8,5%; получить каре – 0,84%.

Если у вас разномастные карманные карты, то вероятность получить флэш 2%, если карманные карты одномастные, то вероятность собрать флэш 6,6%. Вероятность собрать роял флэш, имея две карманные карты от рояля, 0,05%,

вероятность собрать стрит-флэш с одномастными коннекторами – в четыре раза больше.

Если у вас на руках коннекторы, то шансы собрать стрит следующие: коннектор без «дырки» (Т9) – 9,1%; коннектор с одной «дыркой» (Т8) – 7,8%; коннектор с двумя «дырками» (Т7) – 6,5%; коннектор с тремя «дырками» (Т6) – 5,1%; любые две карты – 3,8%.

На торне и на ривере без знания теории вероятностей очень трудно. Ведь именно, на этом этапе важно понимать, какие ваши шансы на победу. Если этот процент мал, то стоит скинуть, а если велик, то можно и повысить.

Для широкого круга игроков проводить самостоятельно вычисления является довольно трудно, поэтому для них проще узнавать вероятности в покере из готовой таблицы. Например, для оценки шансов получить конкретные карты на префлопе или выиграть с определенными карманными картами в игре против нескольких оппонентов, используются таблицы, из которых можно узнать покерные вероятности [4].

Вероятность того, что ...	Процент, %	Козэффициенты
Любая из двух карманных карт соберет пару на флопе	32	1 к 3
Две карманные одномастные карты соберут флэш	6,5	1 к 15
Две карманные одномастные карты на флопе соберут флэш	0,85	1 к 118
Две карманные одномастные карты на флопе соберут флэш дро	10,9	1 к 9
Карманная пара на флопе станет сетом	12	1 к 8
Карманная пара на флопе станет каре	0,25	1 к 400

Игрок начинает действовать уже после получения карманных карт. Благодаря этой таблице, он может выяснить, какова вероятность того, что соперник получил карманные карты сильнее, чем у него.

Вывод. В заключении хочется отметить, что успешный игрок сможет использовать все данные, которые у него есть, чтобы забрать банк. Будь то интуитивное чувство о том, что нужно сделать тот или иной выбор, либо же точный расчет рационального ума.

Что касается меня, теория вероятностей не раз помогла мне избежать досадного поражения и помогала победить. Конечно, можно играть и даже

выигрывать без её использования, но с ней вы будете чувствовать себя уверенней.

Если вы хотите побеждать и стать лучше, выигрывая покерные игры, вам нужно использовать весь инструментарий, которым вы обладаете: внутренние чувства, внимание к действиям оппонентов, теорию вероятностей.

Покер начнет приносить удовольствие и результаты только в случае усердной работы – как и любое другое дело. Об этом стоит помнить, быть усердным и терпеливым – и тогда вы точно сможете побеждать даже самых искушенных игроков!

Литература

1. Джаред Тендлер «Покер: Игры разума» (том II). – 2014. – 215 с.
2. Рой Раундер «Легкая покерная математика». – 2006. – 36с.
3. Самойленко Н.И., Кузнецов А.И., Костенко А.Б. Теория вероятностей: Учебник. – Х.: Издательство «НТМТ», ХНАГХ. – 2009. – 200 с.
4. Интернет источник: <http://poker-shkola.ru/kak-igrat/matematika-pokera/313-teoriya-veroyatnosti-v-pokere>.



УДК 51-7

Киселев Н.О.,
студ. группы ПТМ-35а, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: Шитов А.А.,
к.ф.-м.н., доцент кафедры физики, математики
и материаловедения, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ПОДОБНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ УРАВНЕНИЯ НАВЬЕ-СТОКСА

Аннотация. Приведены три основные теоремы подобия. Указаны способы преобразования дифференциальных уравнений в критериальные на примере уравнения Навье-Стокса.

Ключевые слова: теоремы подобия, уравнение Навье-Стокса, критерии подобия, критериальное уравнение.

Для обеспечения максимальной эффективности экспериментальных исследований эти исследования необходимо организовать так, чтобы можно было определить критерии подобия и представить полученные результаты критериальной функциональной зависимости. Такой подход позволяет при ограниченном числе экспериментов дать оценку хода процесса или поведения системы при разнообразных сочетаниях параметров, их характеризующих, и, следовательно, получить ответы на те дополнительные вопросы, которые обычно возникают уже после окончания экспериментально-исследовательских и испытательных работ.

Положения относительно необходимых и достаточных условий подобия обычно систематизируются в виде первой, второй и третьей теорем подобия; первые две теоремы определяют необходимые, третья – необходимые и достаточные условия подобия

1. Первая теорема подобия – Ньютона: подобные явления характеризуются численно равными критериями подобия, или подобны те явления, для которых индикаторы подобия равны 1.

2. Вторая теорема подобия – Бэкингема, Федермана и Афанасьевой-Эренфест: решение любого дифференциального уравнения, описывающего процесс, может быть представлено в виде зависимости между критериями подобия, характеризующие процесс. Помимо критериев подобия в это уравнение могут входить симплексы – безразмерные отношения однородных физических величин.

Если условно обозначить критерии подобия (числа подобия) через k_1, k_2, \dots, k_n , то зависимость между критериями подобия выражается как:

$$f(k_1, k_2, \dots, k_n) = 0. \quad (1)$$

Уравнения типа (1) получили название обобщенными (или критериальными) уравнениями, а критерии подобия k_1, k_2, \dots, k_n – обобщенными

переменными величинами. Из всех критериев подобия выделяют определяемые и определяющие критерии подобия. Как правило, определяемым критерием является тот критерий, в который входит искомая величина, а все те критерии, в которые она не входит, являются определяющими. Так, например, если k_1 – определяемый критерий подобия, то уравнение (1) выразится следующим образом:

$$k_1 = f(k_2, \dots, k_n). \quad (2)$$

Все протекающие явления или процессы подчиняются степенному закону, что позволяет уравнение типа (2) представить в виде степенной зависимости:

$$k_1 = c \cdot k_2^l \cdot k_3^m \cdot \dots \cdot k_n^p. \quad (3)$$

В уравнениях типа (3) коэффициент c и показатели степеней l, m, \dots, p устанавливаются опытным путем на основе проведения исследований (экспериментов) на моделях. При этом, если какие-либо эффекты оказывают незначительное влияние, то их влиянием, как правило, пренебрегают. В таких случаях, процесс приобретает свойство автомодельности, а моделирование является приближенным.

Преобразование дифференциальных уравнений в критериальные уравнения может осуществляться двумя способами.

1. **Первый способ**, его иногда называют классическим, основывается на соблюдении всех требований метода обобщенных переменных, а именно: соблюдение условий однозначности, использовании констант или инвариантов подобия, введения индикаторов подобия и т. д.

2. **Второй способ (формализованный)**, в основе которого, несмотря на его условное название, используются методы теории размерностей. В основе используется следующий постулат: в любых уравнениях, в т. ч. и дифференциальных, которые получены на основе фундаментальных законов, соблюдается правило: размерности левой части уравнения всегда равны размерностям правой части. Этому же правилу следуют и члены уравнений, которые представлены алгебраической суммой (или разностью). Тогда, комбинируя между собой различные отношения этих членов, оказывается можно

формальным образом образовывать безразмерные комплексы величин или числа (критерии) подобия.

3. **Третья теорема подобия** называется также **обратной теоремой подобия или теоремой Кирпичева-Гухмана**: необходимыми и достаточными условиями подобия являются пропорциональность сходственных параметров, входящих в условия однозначности, и равенство критериев подобия сопоставляемых явлений.

Рассмотрим, как преобразуются дифференциальные уравнения в критериальные на примере уравнения Навье-Стокса. Это уравнение для практических случаев решить чисто математически невозможно:

$$\rho \frac{d\omega_z}{d\tau} = -\frac{dP}{dz} - \rho g + \mu \nabla^2 \omega_z, \quad \nabla^2 = \frac{\partial^2 \omega_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \omega_y}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \omega_z}{\partial z^2}$$

где ω_z – z проекция скорости ω течения жидкости, τ – время, P – давление, ρ – плотность жидкости, μ – коэффициент динамической вязкости, g – ускорение свободного падения.

Преобразуем уравнение Навье-Стокса для оси OZ в соответствии с положениями теории подобия. Рассмотрим установившийся поток.

Последовательность преобразования:

1. Отбрасываем знаки дифференциала;
2. Считаем геометрический размер $z=l$ (линейным)

Для установившегося режима отсутствуют изменения технологической переменной во времени, поэтому в левой части уравнения заменяем отношение дифференциалов на отношение конечных величин.

$$\rho \frac{\omega}{\tau} = -\rho \cdot g - \frac{p}{l} + \frac{\mu \cdot \omega}{l^2}$$

3. Делим все слагаемые на ρ .

4. Учитывая, что время может быть выражено $\tau = \frac{l}{\omega}$

$$\frac{\omega^2}{l} = -g - \frac{p}{l \cdot \rho} + \frac{\mu \cdot \omega}{\rho l^2}$$

5. Делим правую часть на левую

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

$$[1] = -\frac{g \cdot l}{\omega^2} - \frac{p}{\rho \omega^2} + \frac{\mu}{\rho \cdot l \cdot \omega}$$

$$\frac{g \cdot l}{\omega^2} = \frac{1}{Fr} \text{ – Критерий Фруда}$$

Отражает влияние силы тяжести на движение жидкости и характеризует отношение сил инерции к силе тяжести в подобных потоках.

$$\frac{\Delta p}{\rho \omega^2} = Eu \text{ – Критерий Эйлера}$$

Это отношение сил давления к силе инерции. Отражает влияние перепада гидростатического давления на давление жидкости.

$$\frac{\mu}{\rho \cdot l \cdot \omega} = \frac{1}{Re} \text{ – Критерий Рейнольдса}$$

Отражает влияние силы трения на движение жидкости.

Неустановившийся режим. Помимо этих критериев имеет место:

$$Ho = \frac{\omega \cdot \tau}{l} \text{ – Критерий гомохромности}$$

Критерии Рейнольдса, Фруда и гомохромности составлены из величин определяющих распределение скоростей в потоке, и поэтому являются определяющими критериями ГД подобия.

Согласно второй теории подобия, критерии подобия должны быть связаны между собой критериальным уравнением:

$$Eu = f\left(Re, Fr, Ho, \frac{1}{d}\right)$$

Любую функциональную зависимость можно описать степенной функцией $Eu = A \cdot Re^m \cdot Fr^n \cdot Ho^r \cdot \left(\frac{l}{d}\right)^q$

Путем обработки опытных данных на моделях находят численные значения коэффициента A и степеней m , n , r , q и получают обобщенное критериальное уравнение ГД для данного процесса.

Если процесс установившийся:

$$Eu = A \cdot Re^m \cdot Fr^n \cdot \left(\frac{l}{d}\right)^q$$

При турбулентном движении капельных жидкостей и газов,

перемещаемых с помощью насосов и компрессоров, влияние силы тяжести на распределение скоростей и перепад давления незначительно, поэтому Fr может быть исключен:

$$Eu = A \cdot Re^m \cdot \left(\frac{l}{d}\right)^q$$

Заключение. Следовательно, теория подобия позволяет, не интегрируя дифференциальных уравнений, получить из них критерии подобия и из опытных данных установить критериальные зависимости, последние будут справедливы для всех подобных между собою процессов.

При постановке любого эксперимента перед экспериментатором стоит ряд вопросов, ответы на которые дает теория подобия:

1. Какие величины надо измерять в опыте? На этот вопрос отвечает первая теорема подобия: в опытах надо измерять величины, которые содержатся в критериях подобия изучаемого явления.

2. На вопрос – как обрабатывать результаты опыта – отвечает вторая теорема подобия: результаты опытов надо представлять в виде критериальных зависимостей.

3. На третий вопрос – какие явления подобны – ответ дает третья теорема подобия: подобны те явления, у которых подобны условия однозначности и равны определяющие критерии.

Литература

1. Седов Л. И. Методы подобия и размерности в механике / Л. И. Седов М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. – 432 с.



УДК 51-7

Токмаков А.Д.,
студ. группы ПТМагр-35 Б, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: Шитов А.А.,
к.ф.-м.н., доцент кафедры физики, математики
и материаловедения, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ОСНОВЫ ТЕОРИИ ПОДОБИЯ

Аннотация. Приведены основные понятия теории подобия. Рассмотрены разные типы подобия: кинематическое, динамическое, тепловое.

Ключевые слова: теория подобия, кинематическое подобие, динамическое подобие, тепловое подобие, однородные величины.

Введение. Экспериментальные исследования ведутся, как правило, на моделях. При постановке эксперимента необходимо выбрать параметры исследуемой модели, определить измеряемые величины и методику их обработки. Естественно, что исследователь должен знать, как перенести полученные с помощью модели результаты на другие аналогичные натурные процессы. На все эти вопросы дает ответы теория подобия.

Теория подобия – это наука о подобных явлениях. Подобными явлениями называются такие физические явления, которые одинаковы качественно по форме и по содержанию, т.е. имеют одну физическую природу, развиваются под действием одинаковых сил и описываются одинаковыми по форме дифференциальными уравнениями и краевыми условиями.

Понятие подобия впервые введено в геометрии. Геометрически подобными называются такие фигуры, у которых соответствующие стороны пропорциональны, а соответствующие углы равны.

Оно справедливо для любых сходственных отрезков подобных фигур; высот, медиан и других геометрических размеров.

Точки геометрически подобных систем называются подобными, если их координаты удовлетворяют условию:

$$x_2 = k \cdot x_1; \quad y_2 = k \cdot y_1; \quad z_2 = k \cdot z_1.$$

Понятие подобия можно распространить и на физические явления. Можно, например, говорить о подобии движения двух потоков жидкости, так называемое кинематическое подобие; подобии сил – динамическое подобие; о подобии температур – тепловое подобие.

В кинематическом подобии подразумевается, что в любых сходных точках систем скорости движущихся тел параллельны и пропорциональны друг другу, т.е. что отношения между их скоростями одинаково во всех точках системы. Если система состоит из отдельных дискретных частиц, то у подобных явлений массы тоже относятся между собой как постоянное число; если же имеет место течение сплошного тела, капельной или газообразной жидкости, то плотности и коэффициенты вязкости во всех сходных точках подобных систем имеют постоянное отношение.

Понятие динамического подобия заключается в параллельности и пропорциональности сил в сходственных точках.

Тепловое подобие подразумевает пропорциональность друг другу всех характеризующих тепловые явления величин: температур, тепловых потоков, теплоемкостей, коэффициентов теплопроводности и т.д.

Понятие подобия в отношении физических величин применимо только к явлениям одного рода, которые качественно одинаковы, и аналитически описываются одними уравнениями и по форме, и по содержанию. Если аналитические уравнения двух каких-либо явлений одинаковы по форме, но различны по физическому содержанию, то такие явления называют аналогичными.

В основе анализа физического процесса (или физической задачи) методом подобия лежит приведение его математического описания к безразмерному виду. Под математическим описанием здесь и в дальнейшем понимается замкнутая система основных уравнений (дифференциальных, интегральных или

интегро-дифференциальных), описывающих процесс, в сочетании с начальными и граничными условиями задачи.

Математическое описание любого физического процесса отражает, как известно, не сам реальный физический процесс, а лишь его физическую модель. Ясно, что физическая модель процесса должна достаточно полно учитывать его особенности, существенные для изучаемой задачи, а ее математическое описание должно быть составлено математически корректно. Лишь при этих условиях система безразмерных чисел, полученная в результате анализа математического описания методом подобия, будет полной и корректной. Таким образом, использование метода подобия предполагает наличие математического описания изучаемого процесса. Между тем, при пользовании методом размерностей, наличие математического описания, не обязательно, достаточно иметь перечень величин, существенных для изучаемого процесса. Конечно, математическое описание процесса содержит более подробную информацию о процессе, чем просто перечень существенных величин. Именно поэтому с помощью метода подобия можно более полно проанализировать процесс, выявить влияние отдельных эффектов, рассмотреть предельные случаи. К тому же такой анализ отличается наглядностью и простотой. Естественно, что оба метода, примененные к одной и той же задаче (математическое описание которой известно), дают одинаковые результаты. Это и понятно, так как в основе математического описания и построения системы единиц измерения лежат одни и те же физические законы. Однако эффективность того или другого метода зависит от характера изучаемой задачи.

Приведение уравнений к безразмерному виду. С математической точки зрения приведение уравнений, описывающих какой-либо процесс, начальных и граничных условий к безразмерному виду означает ни что иное, как переход от размерных переменных и постоянных к новым безразмерным переменным и постоянным.

Принципиальное различие между размерными и безразмерными величинами заключается в том, что, оперируя с размерными величинами, мы

применяем для численного определения данной размерной величины в самых разнообразных явлениях один и тот же по существу произвольный масштаб (эталон метра, эталон килограмма, и т. п.), а при численном определении данной безразмерной величины применяется некоторый «внутренний» масштаб, органически связанный с рассматриваемым явлением. Так, например, любое течение газа можно численно характеризовать скоростью, выраженной в метрах в секунду. Характеризуя же скорость течения безразмерным числом M , т.е. отношением скорости течения к скорости распространения звука в данной среде, сразу получаем представление об области течения (дозвуковая, трансзвуковая, сверхзвуковая) и о ряде явлений, возникающих в этой области (влияние сжимаемости, аэродинамический нагрев, вероятность появления скачков уплотнения и т.п.).

Приведение уравнений к безразмерному виду сводится к выполнению следующих простых операций:

1) Все величины, входящие в уравнение процесса, подразделяются на группы однородных величин, т. е. величин, имеющих одинаковый физический смысл и одинаковую размерность. В каждую такую группу могут входить как переменные, так и постоянные величины. Например, группа координат и линейных размеров может включать: x, y, z, l_0 ; группа скоростей: w_x, w_y, w_z, w_0 .

2) Для каждой группы величин, в составе которой имеются постоянные, отличные от нуля и бесконечности, одну из постоянных выбирают в качестве масштаба (например, l_0 ; w_0 и т. д.). Для остальных групп величин масштабы не выбираются.

3) Делением величин данной группы на их масштабы приводят эти величины к безразмерному виду (например, $x/l_0 = X$, $y/l_0 = Y$, $w_x/w_0 = W_x$ и т. д.). Величины, для которых масштабы не выбраны, пока остаются размерными.

4) В уравнение вместо размерных величин, для которых выбраны масштабы, подставляют произведения из безразмерных величин на их масштабы (например, $x = X \cdot l_0$, $y = Y \cdot l_0$, $w_x = W_x \cdot w_0$ и т. д.).

5) Оставшиеся в уравнении размерные величины и появившиеся в нем масштабы группируются в безразмерные комплексы так, чтобы эти комплексы можно было рассматривать как новые безразмерные переменные и постоянные.

Уравнение, приведенное в результате этих операций к безразмерному виду, содержит всю совокупность безразмерных величин, характерных для изучаемой задачи. Поэтому безразмерные зависимые переменные можно выразить как функции безразмерных независимых переменных и постоянных.

Существование и единственность решения задачи, сформулированной в виде безразмерных уравнений процесса, начальных и граничных условий, строго говоря, должна быть предварительно доказана. Однако в большинстве случаев это трудно осуществить, так как для нелинейных уравнений в частных производных известно ограниченное число доказанных теорем существования. Поэтому обычно приходится довольствоваться экспериментальным подтверждением существования и единственности решения. Конечно, такое подтверждение по необходимости ограничено, что не следует упускать из виду.

Заключение. Теория подобия дает общие методические указания, как поступать в каждом отдельном случае при анализе уравнений, описывающих явление, при постановке и обработке данных опыта над ним и при распространении результатов опыта на другие явления. Если же дана натура и исследовать ее хотят на модели, то теория подобия содержит методические указания по расчету и построению модели, подобной натуре. Теория подобия позволяет:

Вместо трудоёмких опытов на промышленной установке выполнять исследование на моделях значительно меньшего размера. Опыты можно проводить не с рабочими веществами (часто вредными и опасными) и не в жестких условиях (высокая t , сильно агрессивные среды) реального производства, а с другими (модельными) веществами в условиях, отличающихся от промышленных. Позволяет получать в итоге единые уравнения для всех подобных явлений.

Литература

1. Седов Л. И. Методы подобия и размерности в механике / Л. И. Седов. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. – 432 с.



УДК 514

Ушаков И.Н.,

студ. гр.ЭАПУск-17, ГОУ ВПО «ДонНТУ»

Руководитель: Локтионов И.К.,

доцент кафедры высшей математики, ГОУ ВПО «ДонНТУ»

ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРИВЫХ ВТОРОГО ПОРЯДКА

Аннотация. Рассмотрены основные кривые второго порядка и геометрическая интерпретация их оптических свойств.

Ключевые слова: кривые второго порядка, оптические свойства.

Введение. Изучать кривые второго порядка начали древнегреческие математики, первым был Менехм, ученик Евдокса. Его идея заключалась в следующем: если взять две пересекающиеся прямые и вращать их вокруг биссектрисы угла, ими образованного, то получится конусная поверхность. Если пересечь эту поверхность плоскостью, то в сечении получаются различные геометрические фигуры, а именно эллипс, окружность, парабола, гипербола и несколько вырожденных фигур.

Однако эти научные знания пригодились лишь в 17 веке, когда стало известно, что планеты движутся по эллиптическим траекториям, а пушечное ядро летит по параболической кривой. Позже эти идеи нашли применение в космонавтике. Если придать телу первую космическую скорость, то оно будет двигаться по окружности вокруг Земли, при увеличении этой скорости — по эллипсу, а по достижении второй космической скорости тело по параболе покинет поле притяжения Земли.

Таким образом, кривые второго порядка получили широкое применение в различных отраслях науки. Они используются повсеместно, как в элементарной геометрии, так и в математике, физике и астрономии.

Постановка задачи. Продемонстрировать геометрическую интерпретацию оптических свойств кривых второго порядка. Ознакомится с применением оптических свойств.

Результаты. Кривые второго порядка. Кривыми второго порядка на плоскости называются линии пересечения кругового конуса с плоскостями, не проходящими через его вершину. Если такая плоскость пересекает все образующие одной полости конуса, то в сечении получается эллипс, при пересечении образующих обеих полостей – гипербола, а если секущая плоскость параллельна какой-либо образующей, то сечением конуса является парабола.

Эллипс. Эллипсом называется множество точек $M(x, y)$ на плоскости, для которых сумма расстояний до двух фиксированных точек F_1 и F_2 этой плоскости – величина постоянная:

$$F_1M + F_2M = const. \quad (1)$$

Точки F_1 и F_2 называются фокусами эллипса.

1. Рассмотрим первое оптическое свойство эллипса. Для этого предположим, что эллипс представляет собой «зеркальную кривую», от которой луч света отражается по закону «угол падения равен углу отражения» – закон Снелля. Оказывается, что если в одном из фокусов такого «зеркального» эллипса помещён точечный источник света, то после отражения от стенок эллипса все лучи пройдут через второй фокус. Другими словами, если в фокус F_1 поместить, например, свечу, то тело, находящееся в фокусе F_2 будет испытывать весьма интенсивный разогрев, который может привести к его возгоранию. Если же это тело расположено не в фокусе F_2 , то температура тела будет заметно меньше. Указанное свойство можно интерпретировать иначе – как бы мы ни выпустили бильярдный шар из одного фокуса, то он после одного отражения от эллипса (от

борта бильярдного стола в форме эллипса) пройдёт через второй фокус, после второго отражения – опять через первый фокус и так далее.

Для доказательства этого оптического свойства сформулируем его на языке математики:

- касательная к эллипсу, проведённая в его произвольной точке $M_0(x_0, y_0)$, образует равные углы с фокальными радиусами F_1M_0 и F_2M_0 – отрезками, соединяющими оба фокуса с точкой $M_0(x_0, y_0)$.

2. Второе оптическое свойство эллипса состоит в следующем: луч света, выпущенный из произвольного фокуса, асимптотически (т.е. после многократных отражений от «зеркального» эллипса) стремится к большой полуоси. При использовании эллиптического бильярда это свойство можно сформулировать так: звенья траектории бильярдного шара, выпущенного из одного фокуса эллипса, асимптотически стремятся к большой полуоси, т.е. после некоторого количества ударов о борт движение шара будет происходить в сколь угодно малой полосе, содержащей большую ось эллипса.

3. Любая бильярдная траектория в эллипсе касается либо эллипса, либо гиперболы, софокусных с данным эллипсом.

Доказательство свойства 1. Найдем коэффициент касательной к эллипсу в точке $M_0(x_0, y_0)$. Производная функции $y(x) = \pm(b/a)\sqrt{a^2 - x^2}$ в точке $M_0(x_0, y_0)$ равна

$$k_0 = -\frac{b^2}{a^2} \cdot \frac{x_0}{y_0}.$$

Уравнение прямой, проходящей через две точки $M_0(x_0, y_0)$ и $F_1(-c, 0)$

$$\frac{x - x_1}{x_1 - x_0} = \frac{y - y_0}{y_1 - y_0}, \quad y - y_0 = \frac{y_0(x - x_0)}{x_0 + c},$$

$$k_1 = \frac{y_0}{x_0 + c}$$

Уравнение прямой, проходящей через две точки $M_0(x_0, y_0)$ и $F_2(c, 0)$.

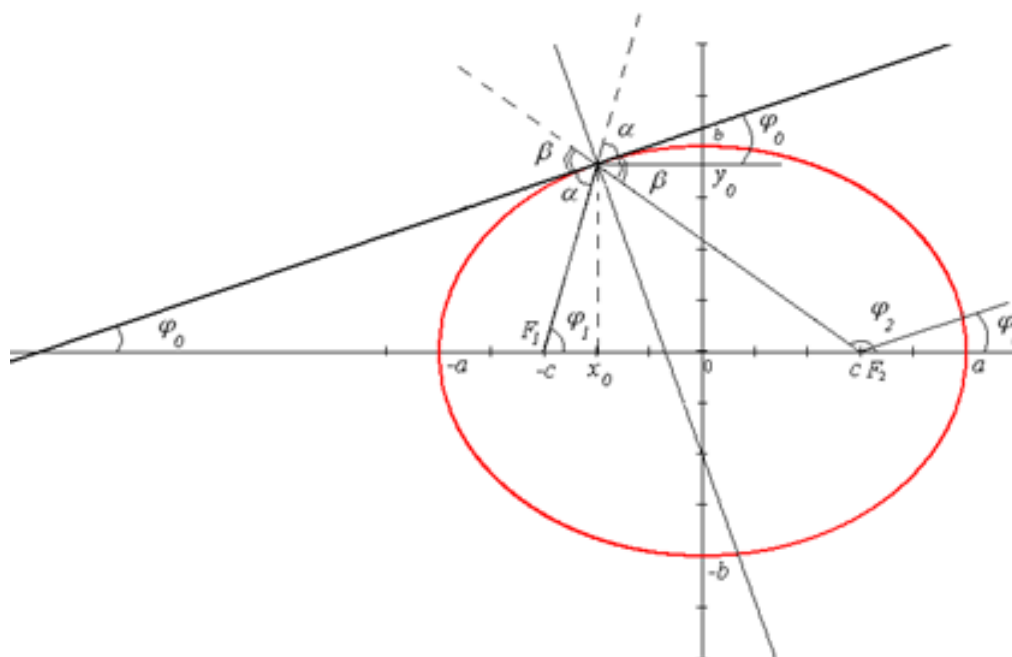


Рис.1. Эллипс. Траектория луча света, выходящего из фокуса F_1

Гипербола. Гиперболой называется множество точек $M(x, y)$ на плоскости, для которых модуль разности расстояний до двух фиксированных точек F_1 и F_2 этой плоскости, называемых фокусами – величина постоянная:

$$|F_1M - F_2M| = const. \quad (2)$$

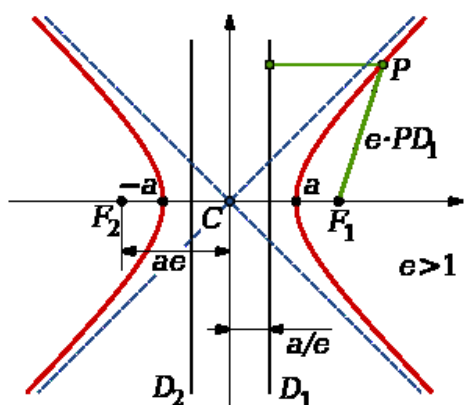
1. Лучи, выходящие из одного фокуса, отражаясь от гиперболы, будут расходиться таким образом, что они кажутся выходящими из второго фокуса.

Иначе говоря, если F_1 и F_2 фокусы гиперболы, то касательная в любой точки X гиперболы является биссектрисой угла $\angle F_1XF_2$.

2. Для любой точки, лежащей на гиперболе отношение расстояний от этой точки до фокуса к расстоянию от этой же точки до директрисы есть величина постоянная.

3. Гипербола обладает зеркальной симметрией относительно действительной и мнимой осей, а также вращательной симметрией при повороте на угол 180° вокруг центра гиперболы.

4. Каждая гипербола имеет сопряженную гиперболу, для которой действительная и мнимая оси меняются местами, но асимптоты остаются



прежними. Это соответствует замене a и b друг на друга в формуле, описывающей гиперболу. Сопряженная гипербола не является результатом поворота начальной гиперболы на угол 90° ; гиперболы различаются формой при $a \neq b$.

Асимптоты гиперболы (красные кривые), показанные пунктиром, пересекаются в центре гиперболы, C . Два фокуса гиперболы обозначены как F_1 и F_2 . Директрисы гиперболы обозначены линиями двойной толщины и обозначены D_1 и D_2 . Эксцентриситет ε равен отношению расстояний точки P на гиперболе до фокуса и до соответствующей директрисы (показаны зелёным). Вершины гиперболы обозначены как $\pm a$. Параметры гиперболы обозначают следующее:

a — расстояние от центра C до каждой из вершин

b — длина перпендикуляра, опущенного из каждой из вершин на асимптоты

c — расстояние от центра C до любого из фокусов, F_1 и F_2 ,

θ — угол, образованный каждой из асимптот и осью, проведенной между вершинами.

Парабола. Парабола — это геометрическое место точек плоскости, равноудаленных от данной точки, называемой фокусом, и данной прямой, называемой директрисой.

Параболой называется луч света, выходящий из фокуса параболы после зеркального отражения от параболы, распространяется параллельно оси симметрии этой параболы. Касательная в любой точке $M(x, y)$ параболы образует равные углы с фокальным радиусом FM и осью симметрии параболы. Уравнение параболы $y^2 = 2px$ ($y = \pm\sqrt{2px}$).

Это свойство параболы находит практическое применение при построении параболических антенн, которые представляют один из основных элементов

радиотелескопов, а также используются в быту (так называемые «тарелки», устанавливаемые на балконах и крышах домов) для приёма телевизионных программ, ретранслируемых через искусственные спутники Земли. Лучи света, радиоволны, исходящие от чрезвычайно удалённого источника можно считать распространяющимися

Параллельно оси симметрии параболы. Поэтому эти лучи, зеркально отраженные от параболы, будут концентрироваться в фокусе параболы, в котором размещен (установлен) приёмник.

Для доказательства этого свойства параболы рассмотрим рисунок.

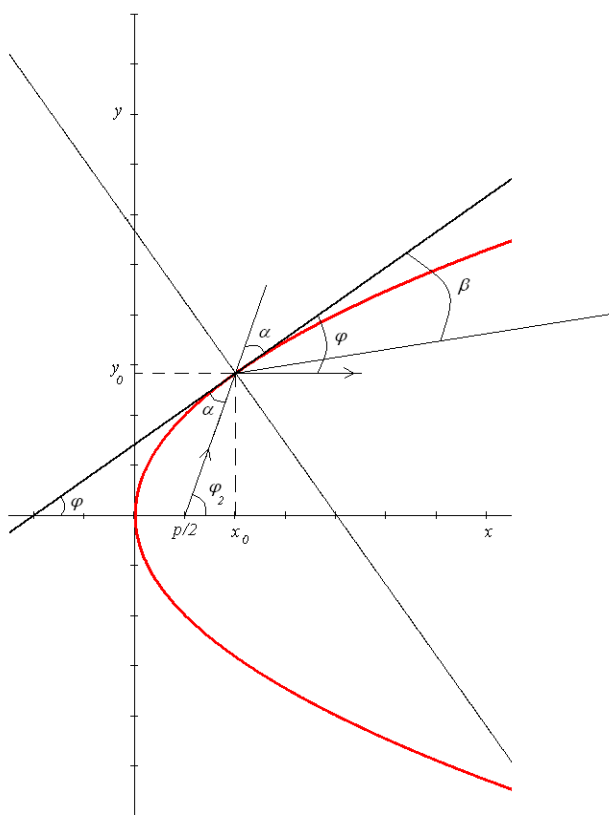


Рис.2. Парабола. Траектория луча света, выходящего из фокуса

Доказательство свойства. Предположим, что луч света, выходящий из фокуса $F(p/2, 0)$ после зеркального отражения от параболы, далее составляет с касательной к параболе в точке $M_0(x_0, y_0)$ угол β , а не угол α – угол между касательной и лучом, выходящим из фокуса $F(p/2, 0)$, т.е. мы предполагаем, что углы не равны: $\alpha \neq \beta$.

Найдём угловые коэффициенты касательной к параболе в точке $F(p/2, 0)$ и прямой, проходящей через фокус и точку $M_0(x_0, y_0)$.

Производная для верхней ветви параболы равна $y' = \sqrt{p/2x}$.

Тогда, подставляя в предыдущую формулу значение x_0 , получим производную (угловой коэффициент касательной к параболе в точке $M_0(x_0, y_0)$) в точке x_0 : $k_1 = \sqrt{p/2x_0}$.

Угловой коэффициент прямой FM_0 найдём из уравнения прямой, проходящей через две точки $F(p/2, 0)$ и $F(p/2, 0)$

$\frac{x - x_0}{p/2 - x_0} = \frac{y - y_0}{0 - y_0}$. Отсюда получаем, что

$$k_2 = \frac{y_0}{x_0 - p/2} = \frac{2\sqrt{2px_0}}{2x_0 - p}.$$

Выразим теперь, тангенсы углов $\alpha = \varphi_2 - \varphi_1$ и $\beta = \varphi_1 - \varphi_3$, связанные с производной функции $y = \sqrt{2px}$ через угловые коэффициенты прямых

$$\operatorname{tg}(\alpha) = \operatorname{tg}(\varphi_2 - \varphi_1) = \frac{\operatorname{tg}\varphi_2 - \operatorname{tg}\varphi_1}{1 + \operatorname{tg}\varphi_2 \operatorname{tg}\varphi_1} = \frac{k_2 - k_1}{1 - k_2 k_1},$$

где $k_2 - k_1 = \frac{2\sqrt{2px_0}}{2x_0 - p} - \sqrt{\frac{p}{2x_0}}$, $k_1 k_2 = \frac{2\sqrt{2px_0}}{(2x_0 - p)} \cdot \sqrt{\frac{p}{2x_0}} = \frac{2p}{2x_0 - p}$

$$\operatorname{tg}\beta = \operatorname{tg}(\varphi_1 - \varphi_3) = \frac{\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_3}{1 + \operatorname{tg}\varphi_1 \operatorname{tg}\varphi_3} = \frac{k_1 - k_3}{1 - k_3 k_1}.$$

Покажем теперь, что $\operatorname{tg}\alpha = \operatorname{tg}\beta$, т.е. $\alpha = \beta$ или $\frac{k_2 - k_1}{1 - k_2 k_1} = \frac{k_1 - k_3}{1 - k_3 k_1}$. Из последнего

следует, что $2k_1 + k_1^2 k_2 - k_2 = k_3(1 - k_1^2 + k_1 k_2)$, но правая часть последнего равенства оказывается равной нулю. $2k_1 + k_1^2 k_2 - k_2 = 2\sqrt{p/2x_0} - 2\sqrt{2px_0}/2x_0 = 2\sqrt{p/2x_0} - 2\sqrt{p/2x_0} = 0$

Это означает, что $k_3 = 0$, это значит, что угол $\beta = 0$. Следовательно, лучи выходящие из фокуса параболы и зеркально от неё отраженные будут распространяться параллельно оси симметрии параболы. Доказательство окончено.

Выводы. Применение в жизни оптических свойств кривых второго порядка. Значение конических сечений в нашей жизни довольно велико.

Оптическое свойство эллипса наблюдается в некоторых пещерах и искусственных сооружениях, своды которых имеют эллиптическую форму: если находиться в одном из фокусов, то речь человека, стоящего в другом фокусе, слышна так хорошо, как будто он находится рядом, хотя на самом деле расстояние велико.

Оптическое свойство параболы широко применяется сегодня в самых различных сферах жизни. Свойство параболы фокусировать пучок лучей, параллельных оси параболы, используется в конструкциях прожекторов, фонарей, фар, а также телескопов-рефлекторов (оптических, инфракрасных, радио...), в конструкции узконаправленных (спутниковых и других) антенн, необходимых для передачи данных на большие расстояния, солнечных электростанций и в других областях. Траекторией подброшенного вверх тела также является парабола. Форма параболы иногда используется в архитектуре для строительства крыш и куполов. Траектории некоторых космических тел (комет, астероидов и т.д.), проходящих вблизи звезды или другого массивного объекта (звезды или планеты) на достаточно большой скорости имеют форму параболы (или гиперболы). Эти тела вследствие своей большой скорости не захватываются гравитационным полем звезды и продолжают свободный полёт. Это явление используется для гравитационных манёвров космических кораблей.

Таким образом, мы рассмотрели оптические свойства кривых второго порядка и их применение. Получение этих сведений находят применение не только в науках физике, астрономии, математике, но и в повседневной жизни.

Литература

1. Акопян, А.В., Заславский, А.А. Геометрические свойства кривых второго порядка. — М.: МЦНМО, 2007. — 136 с.
2. Дорфман А.Г. Оптика конических сечений, 1959. – 29 с.
3. Корн Г. А., Корн Т. М. Справочник по математике для научных работников и инженеров. — М.: «Наука», 1974. — 832 с.



УДК 510

Халимоненко А.Н.,

студ. гр. ЭАПУск-17, ГОУ ВПО «ДонНТУ»

Руководитель: Локтионов И.К.,

доцент кафедры высшей математики ГОУ ВПО «ДонНТУ»

МЕТОД КАРДАНО РЕШЕНИЯ КУБИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ

Аннотация. Рассмотрены некоторые методы решения кубических уравнений; решение кубических уравнений методом Кардано.

Ключевые слова: кубические уравнения, метод Кардано.

Введение. Кубическим называют уравнение вида $ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$, где $[a, b, c, d]$ – некоторые числа.

Леонардо Пизанский, известный также как Фибоначчи (1170—1250), умел находить положительные решения кубического уравнения $x^3 + 2x^2 + 10x = 20$ с помощью вавилонских цифр. Он указал решение 1,22,7,42,33,4,40 (что эквивалентно $1 + 22/60 + 7/60^2 + 42/60^3 + 33/60^4 + 4/60^5 + 40/60^6$), что отличается от точного решения только на три триллионных.

В начале XVI века итальянский математик Сципион дель Ферро (1465-1526) нашёл общий метод решения важного класса кубических уравнений, а именно, уравнений вида $x^3 + mx = n$ с неотрицательными n и m . В это же время болонский университет был кузней европейской математической мысли. Сюда стекались студенты со всей Европы и здесь родился новый вид спорта – «Математическое состязание». Толпы народа собирались посмотреть на то как математики бросают друг другу вызов – нечто вроде «интеллектуального фехтования». Но даже в такой атмосфере пылливости считалось, что у некоторых задач нет решения. Говорили, что найти общий метод решения кубических уравнений невозможно! Но один ученый доказал, что это не так. Его звали Никколо Фонтана Тарталья. Он не был похож на героя-создателя «новой» математики. В 12 лет его хлестнул по лицу саблей француз из вражеской армии.

У него остался шрам и проблемы с речью. «Тарталья» – это его детское прозвище, которое означает «заика». Спасаясь от насмешек, он искал убежище в математике. Вскоре он нашел способ решения одного вида кубических уравнений. Никколо Фонтана Тарталья обнаружил, что он не единственный кто считает, что одолел их. Юный итальянец Фиор хвастался, что он владеет тайной формулой решения кубических уравнений. Когда разнеслась весть об открытии двух математиков между ними устроили соревнования. Вот-вот должен был начаться интеллектуальный матч века. Беда в том, что Тарталья умел решать только один вид кубических уравнений, а Фиор собирался задавать ему вопросы о другом. За несколько дней до состязания Тарталья придумал как решать и этот вид. Этим новым оружием в арсенале он разгромил противника решив все его уравнения меньше чем за два часа. Позже Тарталья нашел формулу для решения всех видов кубических уравнений. Вскоре об этом узнали и итальянский математик Джероламо (Иероним) Кардано так отчаянно хотел узнать решение, что уговорил Тарталью открыть ему секрет, но с одним условием, что Кардано будет хранить его в тайне и никому не сообщит. Но Кардано не удержался от обсуждения решения со своим учеником Феррари. Разобравшись в данном методе Феррари понял, что с его помощью можно решать уравнения четвертой степени. Учитель не мог отказать своему студенту в заслуженной награде и нарушил клятву молчания опубликовав работу Тарталья вместе с блестящим решением Феррари. Тарталья, узнав об этом, бросил вызов Кардано, который тот отказал, а вместо него поехал Феррари. Феррари с блеском выиграл своего оппонента. Тарталья умер без гроша в кармане, и формула решения кубических уравнений до сих пор называется Формулой Кардано.

Франсуа Виет (1540-1603) сумел вывести решение кубического уравнения с тремя действительным корнями.

Постановка задачи. Уравнения третьей степени могут быть решены рядом методов, среди них присутствуют следующие: «Формула Кардано» и «Тригонометрическое решение». Ознакомимся с ними более детально.

Результаты. Формула Кардано.

Уравнение третьей степени (кубическое уравнение) общего вида:

$$x^3 + ax^2 + bx + c = 0 \quad (1)$$

С помощью замены переменной $y = x + a/3$ которую нетрудно запомнить, если иметь в виду, что значение $x = -a/3$ – это абсцисса точки перегиба кубической параболы (1) приводится неполному уравнению

$$y^3 + py + q = 0. \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \left(y - \frac{a}{3}\right)^3 + a\left(y - \frac{a}{3}\right)^2 + b\left(y - \frac{a}{3}\right) + c &= y^3 - 3y^2 \frac{a}{3} + 3y\left(\frac{a}{3}\right)^2 - \left(\frac{a}{3}\right)^3 + ay^2 - \frac{2a^2y}{3} + \frac{a^3}{9} + by - \frac{ab}{3} + c = \\ &= y^3 + \left(b - \frac{a^2}{3}\right)y + 2\left(\frac{a}{3}\right)^3 - \frac{ab}{3} + c = y^3 + py + q \quad \text{ГДЕ } p = b - \frac{a^2}{3} \quad q = 2\left(\frac{a}{3}\right)^3 - \frac{ab}{3} + c. \end{aligned}$$

Решение неполного уравнения $y^3 + py + q = 0$. (2) будем искать в виде суммы 2-х величин:

$$y = u + v \quad (3)$$

Подставляя (3) в неполное уравнение, получим:

$$(u+v)^3 + p(u+v) + q = u^3 + v^3 + 3uv(u+v) + p(u+v) + q = u^3 + v^3 + (u+v)(3uv+p) + q = 0 \quad (4)$$

Далее, подчиним новые неизвестные u и v таким условиям, с помощью которых эти неизвестные можно было бы найти наиболее простым способом. На практике в качестве одного из условий выбирают равенство $3uv + p = 0$ (можно, конечно, предположить, что $3uv + p \neq 0$ но это только усложнит дальнейшие выкладки). Тогда из уравнения (4) получим второе условие для нахождения искомых величин u и v : $u^3 + v^3 = -q$. Таким образом, неполное уравнение сводится к решению системы уравнений

$$\begin{cases} uv = -p/3, \\ u^3 + v^3 = -q, \end{cases} \quad (5)$$

которая с помощью замены $t = u^3$ преобразуется к квадратному уравнению относительно « u » (или « v »). Имеем уравнение:

$$t^2 + qt - (p/3)^3 = 0 \quad (6)$$

с дискриминантом $D = 4\left[\left(\frac{q}{2}\right)^2 + \left(\frac{p}{3}\right)^3\right]$ и решением $t = u^3 = -\frac{q}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{q}{2}\right)^2 + \left(\frac{p}{3}\right)^3}$ (далее

перед квадратным корнем сохраняем знак «+», имея в виду, что корень извлекается из комплексного числа). Отсюда находим неизвестную

$$u = \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{\left(\frac{q}{2}\right)^2 + \left(\frac{p}{3}\right)^3}} \quad (7)$$

и 1-го уравнения системы (5) определяем неизвестную $v = -p/3u$. Тогда, учитывая (3), получим решения неполного уравнения (2)

$$y = u - \frac{p}{3u} \quad (8)$$

Вычисление корней исходного уравнения (1) производим по формуле $x = y - a/3$ обратной замены.

При решении кубического уравнения по формуле Кардано могут возникнуть три случая в зависимости от знака выражения под знаком квадратного корня (далее для удобства величину $(q/2)^2 + (p/3)^3$ можно обозначить через Δ и назвать дискриминантом Кардано):

1. $\Delta = \left(\frac{q}{2}\right)^2 + \left(\frac{p}{3}\right)^3 > 0$. В этом случае под знаком кубического корня стоит действительное число. Одно из значений кубического корня является действительным числом u_1 . Два других – являются комплексными числами:

$$u_2 = \left(-\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}i\right)u_1, \quad u_3 = \left(-\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2}i\right)u_1.$$

Корень y_1 соответствующий u_1 будет действительным, а корни y_2, y_3 – комплексными. Пример:

$$f_1 = x^3 - 4x^2 + 3x + 4 \quad a_1 = -4, b_1 = 3, c_1 = 4, p_1 = \frac{-7}{3}, q_1 = \frac{88}{27}, q_1 = 3.26$$

Неполное кубическое, соответствующее исходному уравнению:

$$Z_1(y) = y^3 + p_1 \cdot y + q_1, \quad y = -5, -4.9..5$$

Дискриминант Кардано положителен $\Delta_1 = \left(\frac{q_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{p_1}{3}\right)^3 = 2.19$,

$$p_1 = b_1 - \frac{a_1^2}{3} = -2.333, \quad q_1 = c_1 - \left(\frac{a_1 \cdot b_1}{3}\right) + 2 \cdot \left(\frac{a_1}{3}\right)^3 = 3.26$$

$$\sqrt{\Delta_1} = 1.478, \quad \frac{-q_1}{2} = -1.62963.$$

Выражение под знаком кубического корня отрицательно.

Вычисление действительного корня:

$$u = \sqrt[3]{\frac{-q_1}{2} + \sqrt{\Delta_1}} = -0.533$$

$$y = u - \frac{p_1}{3 \cdot u} = -1.9923, \quad Z_1(y) = 1.465 \cdot 10^{-14} \text{ ВЕРНО!}$$

$$x = y + \frac{4}{3} = -0.659, \quad f_1(x) = 1.421085 \cdot 10^{-14} \text{ ВЕРНО!}$$

Нахождение комплексных(сопряженных) корней:

$$u_1 = (-1 + i \cdot \sqrt{3}) \cdot \frac{u}{2} = 0.266484 - 0.461564i, \quad u_1 = (-1 - i \cdot \sqrt{3}) \cdot \frac{u}{2} = 0.266484 - 0.461564i$$

$$y_2 = u_2 - \frac{p_1}{3 \cdot u_2} = 0.99615 + 0.802255i, \quad Z_1(y_2) = 1.287859 \cdot 10^{-14} \text{ ВЕРНО!}$$

$$x_2 = y_2 + \frac{4}{3} = 2.329484 + 0.802255i, \quad f_1(x_2) = 1.509903 \cdot 10^{-14} + 1.332268 \cdot 10^{-15} \text{ ВЕРНО!}$$

Сопряженный корень $x_3 = 2.329484 + 0.802255i, \quad f_1(x_3) = -2.712401 \cdot 10^{-6}$

Корни кубического уравнения:

$$x_1 = 1.806063, \quad f_3(x_1) = -4.641737 \cdot 10^{-8}$$

$$x_2 = 3.903212, \quad f_3(x_1) = -3.107174 \cdot 10^{-7}$$

$$x_3 = -0.709275, \quad f_3(x_1) = 3.403767 \cdot 10^{-7}$$

2. $\Delta = \left(\frac{q}{2}\right)^2 + \left(\frac{p}{3}\right)^3 = 0$. В этом случае $u = \sqrt[3]{-\frac{q}{2}}$. Это выражение

преобразуется:

$$u = \sqrt[3]{\frac{\left(-\frac{q}{2}\right)^3}{\left(-\frac{q}{2}\right)^2}} = \frac{-\frac{q}{2}}{\sqrt[3]{\left(-\frac{q}{2}\right)^2}} = -\frac{q}{2 \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{q}{2}\right)^2}} = \left\{ \left(\frac{q}{2}\right)^2 - \left(\frac{p}{3}\right)^3 \right\} = -\frac{q}{2 \cdot \sqrt[3]{-\left(\frac{p}{3}\right)^3}} = \frac{3q}{2p}.$$

Корень уравнения находится по формуле:

$$y_1 = \frac{3q}{2p} - \frac{p}{3 \frac{3q}{2p}} = \frac{3q}{2p} - \frac{2p^2}{9q} = \frac{27q^2 - 4p^3}{18pq} = \left\{ p^3 = -\frac{27}{4} q^2 \right\} = \frac{3q}{p}.$$

Можно показать, что оставшиеся корни равны между собой и вычисляются по формуле:

$$y_2 = y_3 = -\frac{3q}{2p}.$$

Пример: $f_1 = x^3 - 3x^2 + 4$ $a_2 = -3, b_2 = 0, c_2 = 4, p_2 = -3, q_2 = 2$.

Неполное кубическое, соответствующее исходному уравнению:

$$Z_2(y) = y^3 + p_2 \cdot y + q_2, \quad y = -5, -4.9..5.$$

Дискриминант Кардано равен нулю: $\Delta_2 = \left(\frac{q_2}{2}\right)^2 + \left(\frac{p_2}{3}\right)^3 = 0$,

$$p_2 = b_2 - \frac{a_2^2}{3} = -3, \quad q_2 = c_2 - \left(\frac{a_2 \cdot b_2}{3}\right) + 2 \cdot \left(\frac{a_2}{3}\right)^3 = 2$$

$$\sqrt{\Delta_2} = 0, \quad y_1 = \frac{3 \cdot q_2}{p_2} = -2, \quad y_2 = y_3, \quad x_1 = y_1 + 1 = -1, \quad y_2 = \frac{-3 \cdot q_2}{2 \cdot p_2} = 1,$$

$$x_2 = y_2 + 1 = 2.$$

Проверка – подстановка в исходное уравнение:

$$f_2(x_1) = 0, \quad f_2(x_2) = 0.$$

3. $\Delta = \left(\frac{q}{2}\right)^2 + \left(\frac{p}{3}\right)^3 < 0$. В этом случае кубический корень извлекается из

комплексного числа и все три значения u_1, u_2, u_3 – комплексные числа. Однако можно показать, что все корни y_1, y_2, y_3 действительны.

Пример: $f_3 = x^3 - 5x^2 + 3x + 5$ $a_3 = -5, b_3 = 3, c_3 = 5, p_3 = \frac{-16}{3}, q_3 = \frac{20}{27}$.

Неполное кубическое, соответствующее исходному уравнению:

$$Z_3(y) = y^3 + p_3 \cdot y + q_3, \quad y = -5, -4.9..5.$$

Дискриминант Кардано отрицателен: $\Delta_3 = \left(\frac{q_3}{2}\right)^2 + \left(\frac{p_3}{3}\right)^3 = -5.481481$,

$$p_3 = b_3 - \frac{a_3^2}{3} = -5.333333, \quad q_3 = c_3 - \left(\frac{a_3 \cdot b_3}{3}\right) + 2 \cdot \left(\frac{a_3}{3}\right)^3 = 0.740741, \quad \sqrt{\Delta_3} = 2.341256.$$

Параметры комплексного числа под знаком кубического корня:

$$u = \sqrt[3]{\frac{-q}{2} + \sqrt{\left(\frac{q}{2}\right)^2 + \left(\frac{p}{3}\right)^3}} \quad \alpha = \frac{-q_3}{2} = -0.37037, \beta = 2.3412564, Z = \sqrt{\alpha^2 + \beta^2} = 2.34125639.$$

Аргумент К.Ч.

$$\alpha = \frac{-q_3}{2} = -0.37037, \beta = 2.3412564 \quad Z = -0.37037 + 2.341256i.$$

Комплексные числа, получаемые после извлечения кубического корня:

$$u_1 = 1.118273 - 0.726116i, \quad u_2 = -1.187971 + 0.605395i, \quad u_3 = 0.069698 - 1.33151i.$$

Действительные корни неполного уравнения $Z_3(y) = y^3 + p_3 \cdot y + q_3$.

Действительные корни исходного уравнения: $f_3 = x^3 - 5x^2 + 3x + 5$

Нахождение комплексных(сопряженных) корней:

$$u_1 = (-1 + i \cdot \sqrt{3}) \cdot \frac{u}{2} = 0.266484 - 0.461564i, \quad u_2 = (-1 - i \cdot \sqrt{3}) \cdot \frac{u}{2} = 0.266484 + 0.461564i$$

$$x_1 = y_1 + \frac{5}{3} = 3.90322, \quad f_1(x_1) = 1.472955 \cdot 10^{-10} + 9.310385 \cdot 10^{-10}$$

$$x_2 = y_2 + \frac{5}{3} = -0.709275 + 8.024825i, \quad f_1(x_2) = 1.47292 \cdot 10^{-10} + 9.310377i \cdot 10^{-10}$$

$$x_3 = y_3 + \frac{5}{3} = 1.806063, \quad f_1(x_3) = 1.472991 \cdot 10^{-10} + 9.310393 \cdot 10^{-10}$$

$$x = -5, -4.9..5$$

Пример решения кубического уравнения формулой Кордано. Решить

уравнение $x^3 - 6x^2 - 6x - 2 = 0$.

Решение. Сначала приведем уравнение к трехчленному виду. Чтобы это осуществить совершим замену: $x = y + 2$. Тогда получим:

$$x^3 - 6x^2 - 6x - 2 = (y+2)^3 - 6(y+2)^2 - 6(y+2) - 2 = y^3 - 18y - 30$$

Значит, первоначальное уравнение принимает вид: $y^3 - 18y - 30 = 0$

После, совершим еще одну замену: $y = z + \frac{6}{z}$

Тогда, поскольку: $(z + \frac{6}{z})^3 - 18(z + \frac{6}{z}) - 30 = z^3 + \frac{216}{z^3} - 30$, уравнение

$$y^3 - 18y - 30 = 0 \quad \text{будет иметь вид} \quad : \quad z^3 + \frac{216}{z^3} - 30 = 0.$$

Отсюда имеем:

$$z^6 - 30z^3 + 216 = 0 \Leftrightarrow z_{1,2}^3 = 15 \pm \sqrt{225 - 216} = 15 \pm 3 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow z_1^3 = 18, z_2^3 = 12 \Leftrightarrow z_1 = \sqrt[3]{18}, z_2 = \sqrt[3]{12}$$

$$y = z_1 + \frac{6}{z_1} = \sqrt[3]{18} + \sqrt[3]{\frac{6^3}{18}} = \sqrt[3]{18} + \sqrt[3]{12}, \quad x = y + 2 = \sqrt[3]{18} + \sqrt[3]{12} + 2.$$

И вот мы нашли в уравнении вещественный корень: $x = \sqrt[3]{18} + \sqrt[3]{12} + 2$

Ответ: $x = \sqrt[3]{18} + \sqrt[3]{12} + 2$.

Замечание №1. Уравнение имеет лишь один вещественный корень.

Замечание №2. Так как произвольное кубическое уравнение в комплексной области имеет 3 корня с учетом кратностей, то до полного решения уравнения остается найти еще 2 корня. Их ищут разными способами, в частности применив вариант формулы Кардано для области комплексных чисел.

Выводы. В заключении можно отметить, что задача решения кубического уравнения возникает, например, при интегрировании рациональных дробей, которые в знаменателе содержат многочлен 3-й степени. Для разложения такой дроби на сумму простейших дробей требуется найти корни знаменателя, т.е. требуется решить кубическое уравнение.

Кроме указанных выше методов решения кубических уравнений следует упомянуть о нестандартных приёмах, которые могут быть использованы для решения некоторых кубических уравнений и алгебраических уравнений более высоких степеней специального вида. К таким методам следует отнести:

- 1) Метод неопределённых коэффициентов.
- 2) Метод введения параметра.
- 3) Метод решения симметрического уравнения 3-й степени.
- 4) Тригонометрический метод решения.

Литература

1. Абрамов Б.И, Дацковский Л.Х., Кузьмин И.К., Придатков А.Г., Лиморенко П.М. Устройства плавного пуска в электроприводах горных механизмов // Электротехника. 2014. - №1. – С. 19-27.

2. Загускин В.Л. Справочник по численным методам решения уравнений//под редакцией Лопшица А.М., Москва 1960 – С.166-169.

3. Корн Г. и Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров// под общей редакцией Арамановича И.Г., Издательство «НАУКА», Москва, 1973.

4. Медведев В.С., Потемкин В.Г. Нейронные сети. MATLAB 6 / Под общ. ред. к.т.н. В.Г. Потемкина. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. – 496 с.

5. Пантелеев А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах: Учеб. пособие/ А.В. Пантелеев, Т.А. Летова. – 3-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2008. – 544 с.



УДК 517

Ставничук Д.С.,

студ. гр. ЭПГск-17, ГОУ ВПО «ДонНТУ»

Руководитель: Руссиян С.А.,

доцент кафедры высшей математики

им. В.В. Пака, ГОУ ВПО «ДонНТУ»

РАСЧЁТ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕГРАЛА ДЮАМЕЛЯ

Аннотация. Рассмотрено применение интеграла Дюамеля для расчёта отклика линейных систем в электротехнике.

Ключевые слова: интеграл Дюамеля, электротехника, переходные процессы.

Введение. Важной задачей в электротехнике является расчёт переходных процессов. Переходными процессами называются операции, которые происходят в электрической цепи в момент коммутации ключей, при обрывах линии или при возникновении короткого замыкания. Расчёт данных процессов необходим для выбора коммутационного оборудования и предотвращения критических режимов работы.

Переходные процессы могут быть рассчитаны несколькими методами: классическим, операторным, частотным, с помощью интеграла Дюамеля и методом переменных состояний.

Метод Дюамеля назван в честь Жана-Мари Констана Дюамеля (1797-1872 гг.), французского математика, который, в свою очередь, предложил его для расчёта механических систем. По сравнению с другими, он обеспечивает возможность упрощения методики и увеличения скорости расчёта. Данный метод основывается на интегральном исчислении, напрямую связанным с преобразованием Лапласа.

Преобразование Лапласа – интегральное преобразование, которое определяет связь функции $F(p)$ комплексной переменной с функцией $f(t)$ действительной переменной (1). Благодаря ему исследуются свойства динамических систем, решаются интегральные и дифференциальные уравнения.

$$F(p) = \int_0^{\infty} f(t)e^{-pt} dp. \quad (1)$$

Операционное исчисление играет важную роль при решении прикладных задач, особенно в современной автоматике и теплотехнике. Операционное исчисление – один из методов математического анализа, позволяющий в ряде случаев сводить исследование дифференциальных и некоторых типов интегральных уравнений, к рассмотрению более простых алгебраических задач.

Методы операционного исчисления предполагают реализацию следующей условной схемы решения задачи:

1. От искомым функций переходят к некоторым другим функциям – их изображениям.
2. Над изображениями производят операции, соответствующие заданным операциям над самими функциями.
3. Получив некоторый результат при действиях над изображениями, возвращаются к самим функциям.

Постановка задачи. Интеграл Дюамеля применяется для расчёта отклика линейных систем, произвольно изменяющихся во времени входящих воздействий. Его применение основано на принципе суперпозиции для

линейных систем, отклик которых на сумму нескольких воздействий как одновременных, так и вариативных по времени равен сумме откликов каждого из слагаемых сигналов.

Принцип метода Дюамеля: входной сигнал представляется в виде суммы определённых стандартных сигналов, для которых известен отклик системы $f(t)$. Стандартным входным сигналом считается ступенчатая функция Хевисайда $\Theta(t)$. Отклик системы выражается в виде интеграла от произведения зафиксированного отклика $f(t)$ на входное воздействие.

Метод Дюамеля используется при сложных формах кривой возмущающего воздействия.

Допустим, в момент времени $t = 0$ в цепи с нулевыми начальными условиями включается источник напряжения $u(\tau)$ какой-либо произвольной формы. Для определения тока $i(t)$ в цепи заменяем исходную кривую на ступенчатую (рис. 1).

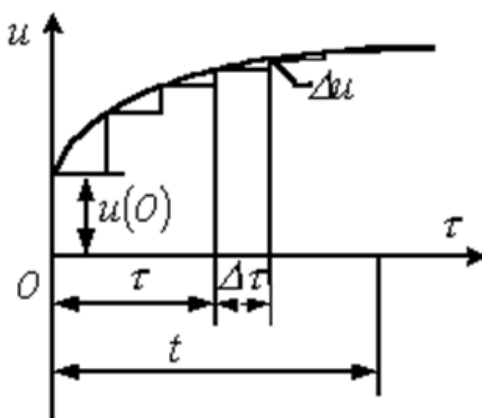


Рис. 1. График переходного процесса

Далее складываем токи начиная от начального скачка напряжения $u(0)$ и всех ступеней напряжения до момента t , которые действуют, запаздывая по времени. В момент времени t общий ток, определяемый начальным скачком напряжения $u(0)$, равен $u(0)g(t)$. В момент времени $\tau + \Delta\tau$ происходит скачок напряжения $\Delta u = u'(\tau)dt$, который учитывая временной интервал от начала скачка до момента времени t определяет составляющую тока $u'(\tau)g(t - \tau - \Delta\tau)$.

Полный ток $i(t)$ в цепи равен сумме всех составляющих тока отдельных скачков напряжения с учетом $u(0)g(t)$ (2).

$$i(t) = u(0)g(t) + \sum u'(\tau)g(t - \tau - \Delta\tau)\Delta\tau. \quad (2)$$

Если заменить конечный интервал приращения времени $\Delta\tau$ на бесконечно малый, получим интеграл Дюамеля (3).

$$i(t) = u(0)g(t) + \int_0^t u'(\tau)g(t - \tau)d\tau. \quad (3)$$

Результаты. Последовательность расчета с использованием интеграла Дюамеля.

1. Находим функцию $g(t)$ для исследуемой цепи.
2. Записываем выражение $g(t-\tau)$ с помощью замены t на $(t-\tau)$.
3. Находим производную $u'(\tau)$.
4. Подставляем найденные функции в (3) и выполняем интегрирование определенного интеграла.

Для примера рассчитаем схему в которой происходит переходный процесс (рис.2).

Исходные данные для расчета: $u(t)=1000e^{-5t}$ В, $R=10$ Ом, $L=1$ Гн.

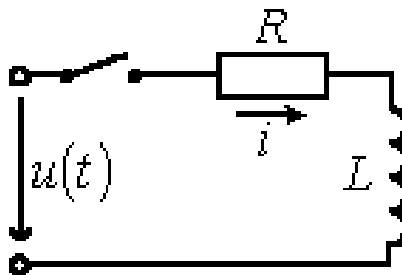


Рис. 2. Расчётная схема

Решение:

$$1) g(t) = \frac{1}{R} \left(1 - e^{-\frac{Rt}{L}} \right) = 0.1(1 - e^{-10t}), \text{ СМ}$$

$$2) g(t - \tau) = 0.1(1 - e^{-10t} e^{10\tau}), \text{ СМ}$$

$$3) u'(\tau) = -5000e^{-5\tau}, \text{ В}$$

$$4) i(t) = u(0)g(t) + \int_0^t u'(\tau)g(t - \tau)d\tau = 100(1 - e^{-10t}) - 500 \int_0^t e^{-5\tau} d\tau + 500e^{-10t} \int_0^t e^{5\tau} d\tau = 100(1 - e^{-10t}) + 100 \Big|_0^t e^{-5\tau} + 100e^{-10t} \Big|_0^t e^{5\tau} = 100(e^{-5\tau} - e^{-10\tau}), \text{ А}$$

Ответ: $i(t) = 100(e^{-5t} - e^{-10t}) \text{ А.}$

Рассмотрим пример расчёта переходного процесса с использованием классического метода для той же схемы (рис. 2).

Последовательность расчета с использованием классического метода:

1. В данном методе, ток рассчитывается методом наложения. Представим ток в виде принуждённой и свободной составляющей:

$$i = i_{\text{пр}} + i_{\text{св}}. \quad (4)$$

2. Находим принужденную составляющую:

$$i_{\text{пр}}R + L \frac{di_{\text{пр}}}{dt} = Ue^{\varphi u}. \quad (5)$$

С учётом $u(t)=U=const$, $i_{\text{пр}}=const$, получаем:

$$i_{\text{пр}} = \frac{U_m}{R} e^{\varphi u}. \quad (6)$$

3. Находим свободную составляющую:

$$i_{\text{св}} = Ae^{-\frac{R}{L}t}, \quad (7)$$

где

$$A = -\frac{U_m}{R}. \quad (8)$$

Подставляя (8) в (7) получаем:

$$i_{\text{св}} = -\frac{U_m}{R} e^{-\frac{R}{L}t}. \quad (9)$$

4. Путём подстановки (6) и (9) в (4), находим искомый ток:

$$i(t) = \frac{U_m}{R} e^{\varphi u} - \frac{U_m}{R} e^{-\frac{R}{L}t}. \quad (10)$$

Таким образом, нахождение тока для данной схемы сводится в одну формулу (10).

Решение:

$$i(t) = \frac{U_m}{R} e^{\varphi u} - \frac{U_m}{R} e^{-\frac{R}{L}t} = \frac{1000}{100} e^{-5t} - \frac{1000}{100} e^{-\frac{10}{1}t} = 100(e^{-5t} - e^{-10t}), \text{ А}$$

Ответ: $i(t) = 100(e^{-5t} - e^{-10t}) \text{ А}$.

Выводы. Как показывает расчёт, классический метод превосходит метод Дюамеля проведением меньших количеств необходимых операций. Однако, это справедливо лишь для данной схемы. Для более сложной испытательной схемы в классическом методе будет требоваться выводить больше формул для

определения параметров, которые в том или ином случае могут содержать свои нюансы. В свою очередь методом Дюамеля, достаточно сложный переходной процесс может быть рассчитан всего в четыре действия, основой которых является базовое понимание интегрального исчисления.

Таким образом, человек близко не знакомый с основами электротехники, но имеющий базовые знания математического анализа может с лёгкостью решить поставленную задачу и с помощью интеграла Дюамеля рассчитать переходной процесс.

Литература

1. Электротехника: Учеб. для вузов/А. С. Касаткин, М. В. Немцов. – 7-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2003. – 542 с.

2. Бессонов Л.А. Гл. 8. Переходные процессы в линейных электрических цепях // Теоретические основы электротехники. Электрические цепи: учебник. – 11-е изд., перераб. и доп. – М.: «Гардарики», 2007. – С. 231, 235-236. – 701 с.

3. Диткин В.А., Прудников А.П. Интегральные преобразования и операционное исчисление. – М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1974. – 544 с.



УДК 517

Бондаренко Г.О.,
студ. группы ПС-17, ГОУ ВПО «ДонНТУ»
Руководитель: Волчкова Н.П.,
к.ф.-м.н., доцент кафедры
высшей математики, ГОУ ВПО «ДонНТУ»

ИНТЕГРИРОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ДРОБЕЙ МЕТОДОМ ОСТРОГРАДСКОГО

Аннотация. Рассмотрен метод Остроградского интегрирования рациональных дробей.

Ключевые слова: интегрирование рациональных дробей, метод Остроградского.

Введение. Современная программа курса высшей математике наполнена большим объёмом материала при ограниченном количестве часов на лекционные и практические занятия. Поэтому некоторые разделы, которые могут быть полезны, либо значительно сокращаются, либо вовсе опускаются. Одним из таких разделов является «Интегрирование рациональных дробей». В этой работе мы рассмотрим метод Остроградского интегрирования рациональных функций.

Постановка задачи. Если знаменатель правильной рациональной дроби $\frac{P(x)}{Q(x)}$ имеет кратные корни, особенно комплексные, то интегрирование такой дроби обычно связано с громоздкими выкладками [1], [2]. В этом случае целесообразно пользоваться следующей формулой Остроградского:

$$\int \frac{P(x)}{Q(x)} dx = \frac{P_1(x)}{Q_1(x)} + \int \frac{P_2(x)}{Q_2(x)} dx. \quad (1)$$

В этой формуле $Q_2(x)$ – многочлен, имеющий те же корни, что и многочлен $Q(x)$, но все корни многочлена $Q_2(x)$ – простые (однократные). Многочлен $Q_1(x)$ есть частное от деления многочлена $Q(x)$ на многочлен $Q_2(x)$, т. е. $Q_1(x) = \frac{Q(x)}{Q_2(x)}$, а $P_1(x)$ и $P_2(x)$ – это некоторые многочлены, степени которых соответственно меньше степеней многочленов $Q_1(x)$ и $Q_2(x)$. Если корни $Q(x)$ известны, то тем самым известны многочлены $Q_1(x)$ и $Q_2(x)$. Для отыскания многочленов $P_1(x)$ и $P_2(x)$ их записывают с неопределёнными коэффициентами, которые находят после дифференцирования обеих частей формулы Остроградского. Если $P_2(x) \not\equiv 0$, то, так как корни $Q_2(x)$ простые, интеграл $\int \frac{P_2(x)}{Q_2(x)} dx$ есть функция трансцендентная (она равна сумме слагаемых вида

$$a \operatorname{arctg}(\alpha x + \beta) + b \ln(\gamma x + \delta) + C, \quad a^2 + b^2 \neq 0).$$

Результаты. Найти интеграл [3, № 2059].

$$\int \frac{x^6 + x^4 - 4x^2 - 2}{x^3(x^2 + 1)^2} dx.$$

Степень знаменателя больше, чем степень числителя. Следовательно, дробь правильная. Применим метод Остроградского. В нашем случае многочлен $Q(x) = x^3(x^2 + 1)^2$, поэтому

$$Q_2(x) = x(x^2 + 1), \quad Q_1(x) = \frac{Q(x)}{Q_2(x)} = x^2(x^2 + 1).$$

Следовательно, существуют многочлены

$$P_1(x) = Ax^3 + Bx^2 + Cx + D \quad \text{и} \quad P_2(x) = ax^2 + bx + c,$$

для которых верно равенство

$$\int \frac{x^6 + x^4 - 4x^2 - 2}{x^3(x^2 + 1)^2} dx = \frac{Ax^3 + Bx^2 + Cx + D}{x^2(x^2 + 1)} + \int \frac{ax^2 + bx + c}{x(x^2 + 1)} dx.$$

Рациональную дробь $\frac{ax^2+bx+c}{x(x^2+1)}$ удобно сразу представить в виде суммы элементарных дробей и переписать формулу Остроградского следующим образом:

$$\int \frac{x^6 + x^4 - 4x^2 - 2}{x^3(x^2 + 1)^2} dx = \frac{Ax^3 + Bx^2 + Cx + D}{x^2(x^2 + 1)} + \int \left(\frac{E}{x} + \frac{Fx + G}{x^2 + 1} \right) dx.$$

Дифференцируя обе части этого равенства, получаем

$$\begin{aligned} & \frac{x^6 + x^4 - 4x^2 - 2}{x^3(x^2 + 1)^2} = \\ & = \frac{(3Ax^2 + 2Bx + C)(x^3 + x) - (Ax^3 + Bx^2 + Cx + D)(4x^2 + 2)}{x^3(x^2 + 1)^2} + \frac{E}{x} + \frac{Fx + G}{x^2 + 1}, \end{aligned}$$

откуда вытекает равенство многочленов

$$\begin{aligned} & x^6 + x^4 - 4x^2 - 2 = \\ & = (3Ax^2 + 2Bx + C)(x^3 + x) - (Ax^3 + Bx^2 + Cx + D)(4x^2 + 2) + \\ & \quad + Ex^2(x^2 + 1)^2 + (Fx + G)x^3(x^2 + 1). \end{aligned}$$

Приравнявая коэффициенты при одинаковых степенях x , получаем систему

$$\begin{array}{l|l} x^6 & E + F = 1 \\ x^5 & -A + G = 0 \end{array}, \quad \begin{array}{l|l} x^4 & -2B + 2E + F = 1 \\ x^3 & A - 3C + G = 0 \end{array}, \quad \begin{array}{l|l} x^2 & -4D + E = -4 \\ x^1 & C = 0 \\ 1 & -2D = -2 \end{array}.$$

Решая эту систему, находим $A = 0, B = 0, C = 0, D = 1, E = 0, F = 1, G = 0$. Итак,

$$\int \frac{x^6 + x^4 - 4x^2 - 2}{x^3(x^2 + 1)^2} dx = \frac{1}{x^2(x^2 + 1)} + \int \frac{x}{x^2 + 1} dx.$$

Откуда с помощью замены $t = x^2 + 1, dt = 2x dx$, получаем

$$\int \frac{x^6 + x^4 - 4x^2 - 2}{x^3(x^2 + 1)^2} dx = \frac{1}{x^2(x^2 + 1)} + \frac{1}{2} \ln|x^2 + 1| + C.$$

Вывод. Метод Остроградского позволяет найти алгебраическую часть интеграла от правильной рациональной дроби чисто алгебраическим путем, т. е. не прибегая к интегрированию каких-либо функций.

Литература

1. Ильин В.А. Основы математического анализа / В.А. Ильин, Э.Г. Позняк. – М.: Физматлит. Ч.1, 2005. – 648с.
2. Фихтенгольц Г. М. Основы математического анализа / Г. М. Фихтенгольц. – М.: Наука, 1968. – 440 с.
3. Берман Г.Н. Сборник задач по курсу математического анализа / Г.Н. Берман. - СПб., 2001. – 432 с.



УДК 51-7

Мартынова К.А.,

студ. гр. ЭПР-17а, ГОУ ВПО «ДонНТУ»

Руководитель: Прач В. С.,

к.пед.н., доцент кафедры высшей математики,

ГОУ ВПО «ДонНТУ»

МЕТОДЫ И ЗАДАЧИ ЭКОНОМЕТРИКИ

Аннотация. Рассмотрены основные принципы и методы эконометрики.

Ключевые слова: эконометрика, методы эконометрики, задачи эконометрики.

Экономическое образование напрямую связано с уровнем понимания математического аппарата и умением применять его на практике. Наука, изучающая количественные и качественные экономические взаимосвязи с помощью математических и статистических методов и моделей, была впервые названа австро-венгерских бухгалтером П. Цемпой, как «эконометрика», который полагал, что применение методов алгебры и геометрии к бухгалтерскому учету даст новое, более гибкое представление о результатах хозяйственной деятельности. Спустя время прижилось лишь название, которое положило начало новому методу экономического анализа. Хотя истоки применения математических методов в экономике уходят далеко в XVIII век к Ф. Кенэ и его «Экономической таблице», на практике использовать их стали относительно недавно. Большинство ученых признают первой работой, которую целесообразно назвать эконометрической, книгу американского ученого Г. Мура «Законы заработной платы: эссе по статистической экономике» – изданную в 1911 году и представляющую собой анализ рынка труда, статистические проверки теории производительности Дж. Кларка и стратегии объединения пролетариата.

На данный момент, одно из самых популярных учебных пособий, посвященных эконометрике по праву, считается книга Кристофера Доугерти – «Введение в эконометрику». Популярность этой книги обусловлена недостатком литературы по этому вопросу, ясностью и простотой изложения. В ней автор указывает на актуальность и необходимость исследования этой науки. Кристофер считает, что главной задачей этого труда является обеспечение начальной базы знаний этого предмета, делая акцент на то, что каждый имеет свой «математический предел сложности» и если он превышает, то путь исследования становится тяжелым и скучным, поэтому важно ориентироваться на свои силы и брать столько, сколько позволяет уровень подготовки [1].

Предметом эконометрики является определение наблюдаемых в экономике количественных закономерностей, а цель – практический вывод

экономических законов. Эконометрика имеет три основных составляющих (см. рис. 1), раскрывающих ее смысл.



Рис.1. Составляющие эконометрики [1, стр. 8]

Существуют несколько принципов эконометрики:

1. Принцип правильной постановки проблемы (заключает в себе размышление над вопросами существует ли проблема вообще)
2. Принцип системной направленности эконометрических расчетов (например, при построении регрессионных моделей в первую очередь проводятся оценки качества исходной информации).
3. Принцип учета рыночной неопределенности (выявление неопределенностей и оценка ситуации их влияния на эффективность хозяйствования).
4. Принцип улучшения имеющихся альтернатив и поиска новых (поэтапная оптимизация результирующей переменной).

Среди эконометрических методов выделяют:

1. Сводка и группировка информации – это обработка, систематизация, группировка данных и составление отчета на их основании.
2. Вариационный и дисперсионный анализ – это нахождение среднего квадрата отклонения групповых от общей средней.
3. Регрессионный и корреляционный анализ – применение метода наименьших, квадратов (МНК).
4. Статистические уравнения зависимости – качество меры изменения количества независимо от изменения качественного признака (цены, себестоимости, производительности труда и т.п.).
5. Статистические индексы [2].

Особенность эконометрического метода состоит в том, что он может заменить эксперимент в экономике. Из-за этого метод математического моделирования так широко используется во всех сферах экономического исследования. Это не только выгодно с точки зрения снижения затрат на эксперимент, но и улучшает производительность и качество технико-экономических показателей. Чаще всего, люди принимая какое-либо экономическое решение ориентируются на интуицию и личный опыт, такие выводы обычно приводят к ошибочному результату, с появлением в экономике математических моделей соответственно снижает показатель интуитивных решений, что в следствии оказывает положительный результат на их качество.

В настоящее время человечество достаточно ясно понимает методологию применения математики в естественных науках. И хотя в экономике имеются определенные аналогии с физическими процессами, экономическое моделирование намного сложнее. Это объясняется в первую очередь тем, что экономика охватывает не только производственные процессы, но и производственные отношения. Моделирование производственных процессов не представляет принципиальных трудностей и не на много сложнее, чем моделирование физических процессов. Моделировать же производственные отношения невозможно, не учитывая поведения людей, их интересов и индивидуально принятых решений. Поэтому существуют две ступени экономических процессов:

1. Производственно-технический – отвечающий непосредственно на вопросы производственного потенциала.
2. Социально экономический – определяет метод реализации этого потенциала. [3]

Поэтому для экономической оценки требуется анализ обеих ступеней, что невозможно точно оценить. Но возможно посчитать наиболее приближенно благодаря корреляционному, информационному, вариационному и регрессионному анализу.

Одним из наиболее распространенных и наиболее разработанных вследствие своей простоты и эффективности методов оценки параметров линейных эконометрических моделей является метод наименьших квадратов. Вместе с тем, при его применении следует соблюдать определенную осторожность, поскольку построенные с его использованием модели могут не удовлетворять целому ряду требований к качеству их параметров и, вследствие этого, недостаточно «хорошо» отображать закономерности развития процесса.

Пример 2.1. Торговое предприятие имеет сеть, состоящую из 12 магазинов, информация о деятельности которых представлена в табл. 2.1. Руководство предприятия хотело бы знать, как зависит размер годового товарооборота от торговой площади магазина.

Таблица 2.1. Торговая сеть предприятий

Номер магазина	Годовой товарооборот, млн руб.	Торговая площадь, тыс. м ²
1	19,76	0,24
2	38,09	0,31
3	40,95	0,55
4	41,08	0,48
5	56,29	0,78
6	68,51	0,98
7	75,01	0,94
8	89,05	1,21
9	91,13	1,29
10	91,26	1,12
11	99,84	1,29
12	108,55	1,49

Решение методом наименьших квадратов. Обозначим y_t – годовой товарооборот t -го магазина, млн руб.; x_{1t} – торговая площадь t -го магазина, тыс. м².

Для определения формы функциональной зависимости между переменными y_t и x_{1t} построим диаграмму рассеяния (рис. 2.1). На основании диаграммы рассеяния можно сделать вывод о позитивной зависимости годового

товарооборота от торговой площади (т.е. y будет расти с ростом x_1). Наиболее подходящая форма функциональной связи – линейная.

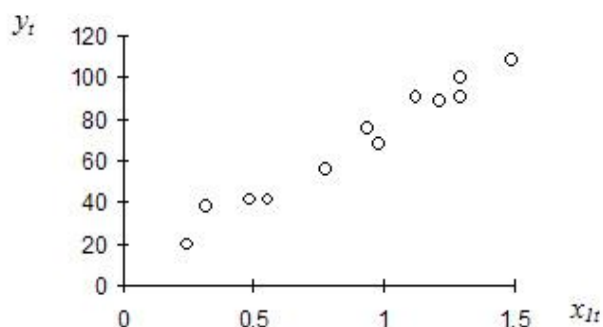


Рис.2.1. Диаграмма рассеяния для примера 2.1

Информация для проведения дальнейших расчетов представлена в табл. 2.2. С помощью метода наименьших квадратов оценим параметры линейной однофакторной эконометрической модели

$$y_t = a_0 + a_1 x_{1t} + \varepsilon_t$$

$$\hat{a}_0 = \frac{\sum y_t \sum x_{1t}^2 - \sum x_{1t} \sum y_t x_{1t}}{T \cdot \sum x_{1t}^2 - (\sum x_{1t})^2} = \frac{819,52 \cdot 11,4058 - 10,68 \cdot 858,3991}{12 \cdot 11,4058 - 10,68^2} = 7,8738.$$

$$\hat{a}_1 = \frac{T \sum y_t x_{1t} - \sum y_t \sum x_{1t}}{T \cdot \sum x_{1t}^2 - (\sum x_{1t})^2} = \frac{12 \cdot 858,3991 - 819,52 \cdot 10,68}{12 \cdot 11,4058 - 10,68^2} = 67,8871.$$

Таблица 2.2

t	y_t	x_{1t}	y_t^2	x_{1t}^2	$x_{1t} y_t$
1	2	3	4	5	6
1	19,76	0,24	390,4576	0,0576	4,7424
2	38,09	0,31	1450,8481	0,0961	11,8079
3	40,95	0,55	1676,9025	0,3025	22,5225
4	41,08	0,48	1687,5664	0,2304	19,7184
5	56,29	0,78	3168,5641	0,6084	43,9062
6	68,51	0,98	4693,6201	0,9604	67,1398
7	75,01	0,94	5626,5001	0,8836	70,5094
8	89,05	1,21	7929,9025	1,4641	107,7505
9	91,13	1,29	8304,6769	1,6641	117,5577
110	91,26	1,12	8328,3876	1,2544	102,2112
111	99,84	1,29	9968,0256	1,6641	128,7936
112	108,55	1,49	11783,1025	2,2201	161,7395

t	y_t	x_{1t}	y_t^2	x_{1t}^2	$x_{1t} y_t$
S	819,52	10,68	65008,554	11,4058	858,3991
Среднее	68,29	0,89			

Таким образом, $\hat{y}_t = 7,8738 + 67,8871x_{1t}$.

Следовательно, при увеличении торговой площади на 1 тыс. м² при прочих равных условиях среднегодовой товарооборот увеличивается на 67,8871 млн. руб.

Рыночная экономика требует точного статистического и экономического анализа хозяйственной деятельности, именно это и породило в 30х годах такую науку как эконометрика, которая отражает в себе статистические закономерности в экономике. Статистика, экономическая теория и математика по отдельности недостаточное условие для понимания соотношений в современной экономической жизни. И только симбиоз всех этих наук можем дать количественное выражение взаимосвязей экономике, ведь общество на своем этапе требует все более точного понимая происходящего вокруг и в экономике в частности, именно это и дает объективную платформу для развития и улучшения качества жизни всего человечества.

Литература

1. Эконометрика. Конспект лекций / Е. И. Кадочникова; Каз. федер. ун-т. – Казань, 2013. – 106 с.
2. Печерских, И.А. П 31 Математические модели в экономике: учебное пособие / И.А. Печерских, А.Г. Семенов; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2011. – 191 с.
3. В.П. Носко, Эконометрика для начинающих. Основные понятия, элементарные методы, границы применимости, интерпретация результатов, Москва 2000. – 255 с.
4. Эконометрика Кисляк Н. В., Екатеринбург 2007. – 153с.
5. Доугерти. Введение в эконометрику: Пер. с англ. — М: ИНФРА-М,1999. – XIV, 402 с.



УДК 517

Крушнин А.Р.,
студ. гр. ТКС-16а, ГОУ ВПО «ДонНТУ»
Руководитель: Улитин Г.М.,
д. т. н., профессор,
заведующий кафедры высшей математики,
ГОУ ВПО «ДонНТУ»

ПРИВЕДЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ К РЕШЕНИЮ ИЗВЕСТНЫХ

Аннотация. Рассмотрены методы решения некоторых дифференциальных уравнений с помощью приведения их к решению известных дифференциальных уравнений.

Ключевые слова: дифференциальные уравнения, методы решения дифференциальных уравнений.

Как известно, не существует общих методов интегрирования дифференциальных уравнений даже линейных выше первого порядка. В то же время есть много частных примеров, приводящих к интегрированию известных уравнений. Остановимся на случаях нелинейных дифференциальных уравнений первого порядка. Один из распространенных таких способов является метод замены переменных.

Начнем из наиболее простого, когда в качестве функции выбирается аргумент, а сам аргумент — функцией. Рассмотрим такое уравнение

$$(xe^y - y)y' + e^y = 0$$

Примем y за независимую переменную, тогда уравнение представим в виде

$$\frac{dx}{dy} + x = ye^{-y} \quad (1)$$

Уравнение (1) является линейным и легко находится его общее решение

$$x = \left(\frac{y^2}{2} + C \right) e^{-y}$$

Аналогично уравнение $(x^2 y^3 + xy)y' = 1$ приводится к известному уравнению Бернулли [1].

Иногда можно попробовать разрешить уравнение относительно y' , что порой приводит к более простым уравнениям.

Проинтегрировать уравнение

$$(y')^2 + y(y-x)y' - xy^3 = 0 \quad (2)$$

Рассмотрим его как квадратное относительно y'

$$y' = \frac{y(y-x)}{2} \pm y \sqrt{\frac{(y-x)^2}{4} + xy} = \frac{y(y-x)}{2} \pm \frac{y}{2}(y+x)$$

Уравнение (2) распалось на два простых

$$y' = y^2 \text{ и } y' = -x^2,$$

интегрирование которых никакого труда не составляет.

Теперь рассмотрим случай, когда в качестве замены можно использовать функцию y' . Рассмотрим уравнение [2]

$$2x^2 y y' - y^2 = x^2 e^{x-\frac{1}{x}}. \quad (3)$$

По структуре уравнения (3) можно предположить замену $U=y^2$, тогда оно примет вид

$$x^2 U' - U = x^2 e^{x-\frac{1}{x}} \text{ и } U' - \frac{1}{x^2} U = e^{x-\frac{1}{x}} \quad (4)$$

Уравнение (4) является линейным относительно функции U . Его общее решение

$$U = (e^x + C) e^{-\frac{1}{x}}$$

Тогда

$$y = \sqrt{e^{x-\frac{1}{x}} + C e^{-\frac{1}{x}}}$$

Аналогично с помощью замены $U = \sin y$ интегрируется уравнение $y' \cos y - \cos x \sin^2 y - \sin y = 0$.

К более сложным заменам относятся замены, в которые входят переменные x и y . Рассмотрим уравнение [2]

$$x^2(y' - y^2) - 3x^2y + 3x + 2 = 0. \quad (5)$$

Представим его в виде

$$x^2(y' - y^2) - 3x(xy - 1) + 2 = 0.$$

Попробуем выполнить замену $U = xy - 1$

Тогда уравнение (5) примет вид

$$x^2 \left(\frac{U'x - U}{x^2} - \frac{1}{x^2} - \frac{U^2}{x^2} - \frac{2U}{x^2} - \frac{1}{x^2} \right) - 3xU + 2 = 0,$$

Из которого получаем уравнение Бернулли

$$U' - \left(\frac{3}{x} + 3 \right) U = \frac{U^2}{x}$$

Тогда общий интеграл рассматриваемого уравнения с учетом замены будет иметь вид

$$\frac{1}{1 - xy} = (e^x + C)xe^x$$

Интересно отметить, что иногда можно привести к дифференциальному уравнению более высокого порядка, решение которого известно, например [2]

$$x^2(y' + y^2) + xy + 1 = 0.$$

Воспользуемся заменой $y = \frac{U'}{U}$, тогда

$$x^2 \left(\frac{U''U - U'^2}{U^2} + \frac{U'^2}{U^2} \right) + \frac{x}{U} U' + 1 = 0 \text{ или}$$

$$x^2 U'' + xU' + U = 0. \quad (6)$$

Уравнение (6) является известным уравнением Эйлера.

Более универсальным методом является метод введения параметра, когда решение дифференциального уравнения представляется в параметрической форме.

Рассмотрим уравнение вида

$$F(x, y') = 0. \quad (7)$$

Пусть x определено из уравнения (7), т.е. $x = \varphi(y')$. Обозначим $y' = p$ и будем считать параметром. Из тождества $dy = y' dx$ получаем $dy = p \varphi(p) dp$, т.е.

$$y = \int p(p) dp + C$$

Тогда получаем

$$\begin{cases} x = \varphi(y') \\ y = \int p(p) dp + C \end{cases} \quad (8)$$

Уравнения (8) представляют собой параметрические уравнения общего решения уравнения (7).

Если удастся исключить из этих двух уравнений параметр p , то получаем общий интеграл $\varphi(x, y, C)$ дифференциального уравнения.

Найти общее решение уравнения

$$y' e^{y'} - x = 0.$$

Выражаем $x = y' e^{y'}$ или, если $y' = p$, то $x = p e^p$.

Тогда

$$\begin{aligned} y &= \int p(e^p + p e^p) dp = \int (p + p^2) e^p dp = \\ &= (p + p^2) e^p - \int (1 + 2p) e^p dp = (p^2 - p + 1) e^p + C \end{aligned}$$

Общее решение

$$\begin{cases} x = p e^p \\ y = (p^2 - p + 1) e^p + C \end{cases}$$

Аналогично проводится решение уравнения $y' \sin y' - x = 0$. [3]

Таким образом, различные методы, способы замены переменных в дифференциальных уравнениях, которые позволяют привести их к решению известных дифференциальных уравнений, расширяют возможности интегрирования. Это служит наглядным примером того, что методы интегрирования, рассматриваемые в вузе, являются не всеобщими.

Литература

1. Пискунов Н.С. Дифференциальные и интегральные исчисления / Н.С. Пискунов. – М.: Наука, 1972. – 576 с.
2. Камке Э. Справочник по обыкновенным дифференциальным уравнениям / Э. Камке. – М.: Наука, 1976. – 576 с.
3. Еругин Н.П., Штокало И.З., и др. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений / Н.П. Еругин, И.З. Камке. – К.: Вища школа, 1974. – 472 с.



УДК 517

Хитрова И.С.,
студ. группы ГСХу-22, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: Сапронов Д.А.,
ассистент кафедры физики, математики
и материаловедения, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ИСТЕЧЕНИЕ ЖИДКОСТИ ИЗ СОСУДОВ. ВОДЯНЫЕ ЧАСЫ

Аннотация. Рассмотрена задача истечения жидкости из сосуда и ее решение с помощью дифференциальных уравнений.

Ключевые слова: дифференциальные уравнения, истечение жидкости из сосуда.

Рассматривается сосуд, площадь горизонтального сечения которого есть функция расстояния сечения от дна сосуда до сечения. Пусть s – площадь отверстия в дне, x – уровень жидкости, $S(x)$ – площадь сечения, высота жидкости в начальный момент $t=0$ равна h . Скорость истечения жидкости $v = k\sqrt{2gx}$, где g – ускорение свободного падения, $0 < k \leq 1$ – коэффициент скорости истечения из отверстия в дне. За бесконечно малое время dt из дна вытекает столбик жидкости объема $svdt$, уровень жидкости понизится на $-dx$,

объем жидкости в сосуде изменится на $-S(x)dx$. В результате получаем дифференциальное уравнение $dt = -S(x)(ks\sqrt{2gx})^{-1} dx$. Пусть $S(x) = S = const$. Интегрируя уравнение, приходим к зависимости $x(t) = (\sqrt{h} - tksS^{-1}\sqrt{g/2})^2$.

Задача о водяных часах состоит в следующем: найти такую форму сосуда, чтобы уровень воды убывал с постоянной скоростью. Перепишем дифференциальное уравнение в виде $\sqrt{x} = -S(x)(ks\sqrt{2g})^{-1} \frac{dx}{dt}$. Если сосуд есть поверхность вращения, то $\sqrt{x} = \pi r^2 (ks\sqrt{2g})^{-1} a$, где $a = \frac{dx}{dt}$ – скорость изменения уровня жидкости. В итоге форма сосуда определяется кривой $x = \frac{a^2 \pi^2}{2gk^2 s^2} r^4$.

Литература

1. Амелькин В.В. Дифференциальные уравнения в приложениях / Москва, «Наука», 1987, 158 с.



УДК 510

Чучко Р.А.,

ученик 11-А класса МОУ «СШ №8 г. Макеевки»

Руководитель: Кислухина Н.В.,

учитель экономики МОУ «СШ №8 г. Макеевки»

СТАНОВЛЕНИЕ МАТЕМАТИКИ В ДРЕВНЕЙ РУСИ

Аннотация. В статье кратко рассмотрена история становления математики в Древней Руси.

Ключевые слова: история математики, Древняя Русь.

Математика – это наука, в которой изучаются «пространственные формы и количественные отношения действительного мира» (Ф. Энгельс).

До начала 17 в. математика – преимущественно наука о числах, скалярных величинах и сравнительно простых геометрических фигурах: изучаемые ею

величины (длины, площади, объемы и пр.) рассматриваются как постоянные. Областью применения математики являлись: счет, торговля, землемерные работы, астрономия, отчасти архитектура.

Многим кажется, что математика в Древней Руси была примитивной и сводилась к простейшему счёту, однако это не так! В данной статье мы рассмотрим, как наши предки вели счёт, изучим цифры Руси и системы счисления.

Историки утверждают, что государство Древняя Русь, на момент своего существования была самой развитой в Европе. Население получало образование, строились первые высшие учебные заведения, писались книги, строились величайшие памятники культуры, и конечно же развивалась математика.

В начале становления Руси числа обозначались зарубками на палочках, которые именовались бирками. На палочке делались надрезы, соответствующие сумме долга. Палочку раскалывали пополам, одну половину оставляли должнику, другую лицу, взимающему долг. При оплате, обе палочки проверялись складыванием. Конечно же, такая система была очень ненадёжной, ведь палочку можно было легко потерять или сломать. При раскопках славянских поселений, археологи обнаружили изображения циркуля, что свидетельствует о познаниях жителей Руси в геометрии.

В качестве денежных знаков сначала использовались домашние животные и их шкуры. Так, существовали куны (от слова «куница»), резаны (куски шкур), а также ногаты. Затем расчеты стали вестись с помощью серебряных гривен. Одна гривна (около 50 г серебра) приравнивалась к 20 ногатам, 25 кунам или 50 резанам.

Меры длины, наши предки, в каком-то роде, переняли у англосаксов. Изменялись только их названия, а суть оставалась примерно такая же. Мерили длины различными частями человеческого тела: пядь, локоть, сажень, верста. В XVI столетии была введена такая мера, как аршин (от персидского слова «араш» – «локоть»), равная трети сажени. Сыпучие тела, например, крупу или даже

землю, измеряли калями, позднее четвертями, десятинами и сохами. Вес мерили в пудах и фунтах.

Стоит отметить, что наши предки начали пользоваться десятичной системой счисления раньше, чем, например, китайцы у которых в основе лежало число 5.

Когда в обиход вошла кириллица, цифры стали обозначать славянскими буквами. Этот метод записи позаимствовали у греков, которые обозначали цифры – титлами. Некоторым большим круглым числам были присвоены специальные названия. Таким образом, десять тысяч обозначали словом «тьма», сто тысяч – «легион» или «неведий», миллион – «леодр». А если речь шла о еще больших числах – триллионах, то применяли особую систему записи, называемую великим счетом. Такая система нумерации использовалась в России вплоть до XVIII века.

Самой ранней из известных нам публикаций математических сведений можно считать ту, которая фигурирует в сборнике «Русская правда» XI века. Там приводится ряд примеров по расчету долгов, штрафов, процентов и т.п. Из этого источника видно, что к тому времени русичи уверенно могли оперировать целыми и дробными числами. Первый известный в истории Руси математический трактат относится к 1136 году. Автором его стал новгородский монах Кирик. В сочинении, полное наименование которого звучало как «Кирика диакона и доместика Новгородскаго Антониева монастыря учение им же ведати человеку числа всех лет», содержались сведения как по математике, так и по астрономии, в числе прочего там приводился подробный расчет даты сотворения мира (тогда считалось, что мир был сотворен Богом за 5508 лет до начала христианской эры). Монах также делил сутки на мелкие доли, доходя до одной миллионной.

Между тем в это время уже начала складываться привычная для нас система счета. Появились такие термины, как сложение, вычитание, перечни (слагаемые). Некоторые термины заменялись кальками с латыни: скажем, корень

назывался радиксом. Были введены в обиход арабские цифры, которыми мы пользуемся и сегодня.

Первая высшая школа – духовная академия – открылась в Киеве в начале XVII века. Спустя полвека и в Москве появилась Славяно-греко-латинская академия (1687). В ней учились Л.Ф. Магницкий, М.В. Ломоносов и другие научные известные личности России. Впрочем, математику в Москве поначалу не преподавали, а в Киеве ограничивались начальными сведениями.

Но после того как на территории Руси пришла Золотая Орда, образованность населения резко упала. Математика и другие науки стали привилегиями богатых. Такая тенденция продолжалась и в Российской империи, вплоть до её распада. Такие тенденции вылились в отставание России от мировой науки, отставание, которое продолжалось долгие годы.

Литература

1. Анкилов, А.В. Высшая математика : учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 1 / А.В. Анкилов, П.А. Вельмисов, Ю.А. Решетников; под общ. ред. П.А. Вельмисова. – 2-е изд. – Ульяновск : УлГТУ, 2011. – 250 с.– [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cloud.mail.ru/public/BoNx/eXrKBtBzZ>

2. Кремер, Н.Ш. Высшая математика / Н.Ш. Кремер, Б.А. Путко, И.М. Тришин, М.Н. Фридман. – 3-е изд. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2007. – 479 с.



УДК 510

Бражник К.В.,
студ. группы ЭПу-23, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: Симогин А.А.,
к.ф.-м.н., доц., доцент кафедры физики,
математики и материаловедения, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

К СТОЛЕТИЮ ИОСИФА ИЛЬИЧА ГИХМАНА

Аннотация. В статье приведена биография известного советского математика И.И. Гихмана.

Ключевые слова: история математики, И.И. Гихман.

В этом году Иосифу Ильичу Гихману – советскому математику, члену-корреспонденту Академии наук Украинской ССР исполнилось бы 100 лет. Он принадлежит к когорте великих математиков, стоящих у истоков создания мощной донецкой научной школы. В частности, он был создателем и лидером теоретико-вероятностной школы, которая получила признание и уважение всемирного научного общества.

Родился Иосиф Ильич Гихман 26 мая 1918 г. в городе Умань Киевской губернии (ныне Черкасская область Украины), а его школьные годы прошли в городе Харьков. В 1934 г. он поступил в Харьковский полиграфический институт, а уже в феврале 1935 г. перевелся на физико-математический факультет КГУ, который закончил в 1939 г. В университете имел возможность общаться с такими корифеями математической науки, как Н.М. Крылов, Д.А. Граве, М.Ф. Кравчук, Н.Н. Боголюбов.

Он был примерным студентом, еще со студенческого возраста уделял много времени математике. Любил общаться с преподавателями, делился с ними своими расчетами. Знал на много больше своих сокурсников. 22 декабря 1938 в КГУ был объявлен конкурс на лучшую студенческую работу. Среди 18 студентов, которые приняли в нем участие, был студент 4 курса физико-

математического факультета Иосиф Ильич Гихман. Его работа была удостоена первой премии (денежное вознаграждение 400 руб.)

По завершении обучения в университете Иосиф Ильич в 1939 г. получил диплом с отличием.

В сентябре 1939 г. он был зачислен в состав аспирантов первого года обучения по кафедре теории функций. Наставником Иосифа Ильича Гихмана стал выдающийся математик и физик-теоретик Н.Н. Боголюбов, под влиянием которого и формировались научные интересы молодого исследователя.

Накануне войны у него уже была готова кандидатская диссертация «Динамические системы под действием случайных сил», написанная им за два года, защита которой была назначена на июнь 1941 года. Но, к сожалению, защита так и не состоялась.

Началась война, и Иосиф Ильич был направлен в Ташкентское офицерское пехотное училище. Как память о мирной творческой жизни он взял с собой экземпляр диссертации.

В то время в Ташкенте работал известный математик, специалист по теории вероятностей и математической статистики В. И. Романовский. Высоко оценив труд Иосифа Ильича Гихмана, предложил ему защитить диссертацию в Ташкентском университете. Защита состоялась в апреле 1942 г. А затем – фронтовые будни офицера пехоты. Он был участником Сталинградской битвы в составе 62 армии. Был тяжело ранен, но остался в строю. До конца войны Иосиф Ильич Гихман готовил младших командиров для действующей армии.

После окончания войны Гихман работал в вузах города Киева сначала в автодорожном институте, а с 1948 г. по 1966 г. он доцент, затем профессор и заведующий кафедрой теории вероятностей Киевского государственного университета. В 1956 г. Иосиф Ильич успешно защищает докторскую диссертацию, а в 1959 г. получает звание профессора.

В 1965 году, когда создавался Донецкий научный центр, Иосиф Ильич Гихман в числе первых специалистов был приглашен в наш город. В 1965 г. он избирается членом-корреспондентом АН УССР по Донецкому отделению. А уже

с 1966 г. заведует отделом теории вероятностей в Донецком вычислительном центре АН УССР, который в 1970 г. реорганизован в Институт прикладной математики и механики АН УССР. Одновременно с 1966 г. является заведующим кафедрой алгебры и теории вероятностей Донецкого государственного университета.

За сравнительно короткое время Иосифу Ильичу удалось и в Донецке создать жизнедеятельный и активный коллектив исследователей. Бесспорно, почти все украинские специалисты по теории вероятностей старшего поколения в той или иной степени являются учениками И.И. Гихмана. Доброжелательность, мягкий юмор, готовность прийти на помощь и дать совет в сложных ситуациях, колоссальная эрудиция, любовь к изящной словесности, истории, музыки, живописи – все эти качества всегда вызывали восхищение у всех, кому посчастливилось близко знать Иосифа Ильича.

Основные научные результаты Иосифа Ильича Гихмана относятся к теории вероятностей, математической статистике и теории дифференциальных уравнений. Трудно переоценить его вклад в развитие теории стохастических дифференциальных уравнений. Являясь одним из создателей этого важного направления в теории вероятностей, он открыл принцип усреднения для стохастических уравнений, исследовал нелинейные стохастические колебания.

Развивая методы теории марковских процессов, получил ряд важных результатов в математической статистике, в частности исследовал критерий согласованности Колмогорова и χ^2 -критерии согласованности при наличии параметров, определяемых эмпирически.

Он создал целую серию научных монографий и учебников, большинство из которых написана в творческом содружестве с бывшим учеником, а затем коллегой, близким другом А.В. Скороходом. К ним относятся «Введение в теорию случайных процессов» (1965 г.), «Стохастические дифференциальные уравнения» (1968 г.), трехтомник «Теория случайных процессов» (1971–1975), «Управляемые случайные процессы» (1977 г.), «Стохастические дифференциальные уравнения и их применение» (1982 г.), учебник «Теория

вероятностей и математическая статистика» (1988 г.), написанный вместе с А.В. Скороходом и М.И. Ядренко и др. Об уровне и научную ценность этих книг говорит тот факт, что большинство из них немедленно вышли в зарубежных изданиях на английском, немецком, французском и других языках мира.

Научная деятельность И. Гихмана была отмечена премией академии наук Украины им. Н. Крылова (1970, совместно с А.В. Скороходом) и Государственной премии Украины в области науки и техники (1982).

Иосиф Ильич был не только талантливым ученым, но и замечательным педагогом, воспитателем студентов и молодых ученых. Его педагогическая деятельность была чрезвычайно многогранна.

Несколько лет он возглавлял на математическом факультете Донецкого государственного университета учебно-методическую комиссию, которая была инициатором разработки и реализации мероприятий, направленных на совершенствование подготовки математиков-профессионалов.

Нельзя не отметить педагогическую работу Иосифа Ильича с учащимися и учителями по повышению уровня школьного математического образования.

Он принимал участие в проведении всевозможных математических конкурсов и мероприятий, пропагандирующих математические знания среди учащихся и учителей. Он был сторонником раннего привлечения школьной и студенческой молодежи к серьезным научным исследованиям. Из участников его семинаров для студентов младших курсов в Киевском и Донецком университетах выросли десятки докторов и кандидатов наук.

Многие поколения воспитанников Киевского и Донецкого университетов, математиков разных специальностей, с большой теплотой вспоминают его замечательные лекции по математическому анализу, теории вероятностей, функциональному анализу, интегральным уравнениям, математической физике, теории чисел и многочисленных специальных курсов по теории вероятностей и математической статистике.

Иосиф Ильич имел много учеников. Под его руководством защитили кандидатские диссертации в Киевском университете М.И. Ядренко,

А.Я. Дороговцев, И.И. Ежов, Х. Хекендорф, В.В. Баклан, М.И. Портенко, О.А. Ильяшенко, Б.М. Кучер, Ли Ши Линь, Х. Мансуров, А.Д. Шаташвили.

Круг интересов Иосифа Ильича Гихмана не ограничивался математикой и ее преподаванием. Он был разносторонней личностью. Хорошо знал классическую и современную литературу, любил читать стихи, хорошо знал живопись. Его библиотека, наряду с большим количеством книг по математике, содержала и художественную литературу, книги по искусству.

Умер И.И. Гихман 30 июля 1985 года.

Литература

1. Бородин А.И. Биографический словарь деятелей в области математики / А.И. Бородин, А.С. Бугай. –К.: Радянська школа, 1979. – 608 с.

2. Гордиенко М.Л. Аспиранты академика Н.Н. Боголюбова в Киевском университете / М.Л. Гордиенко, В.Г. Самойленко // Наука та наукознавство. – 2013. – №1. – С. 129–139.

3. Королюк В.С. Иосиф Ильич Гихман (к шестидесятилетию со дня рождения) / В.С. Королюк, Ю.А. Митропольский, А.В. Скороход // Успехи математических наук. – 1978. – том 33. – выпуск 5(203). – С. 205–208.



УДК 510

Свитайло И.Г.,

студ. группы ПГС-70а, ГОУ ВПО «Дон НАСА»

Руководитель: Сергеев Е.К.,

к. ф.-м. наук, доцент кафедры физики,

математики и материаловедения, ГОУ ВПО «Дон НАСА»

ГЕОРГИЙ ДМИТРИЕВИЧ СУВОРОВ И ЕГО «СЕМЕЙСТВО ПЛОСКИХ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ ОТОБРАЖЕНИЙ»

Аннотация. В статье приведена биография советского математика Г.Д. Суворова.

Ключевые слова: история математики, Г.Д. Суворов.

Вопреки впечатлению, которое обычно складывается у тех, кому довелось прослушать курс математики в стенах учебного заведения, математика – это не просто набор более или менее хитроумных приемов для решения задач. Математика открывает нам немало такого, о чем мы не знали и даже не подозревали, хотя речь идет о явлениях весьма существенных, и нередко ее выводы противоречат нашему чувственному восприятию. Математика – суть нашего знания о реальном мире. Она не только выходит за пределы чувственного восприятия, но и оказывает на него воздействие.

В нашем докладе речь пойдет о жителе нашего края, про Георгия Дмитриевича Суворова. Г.Д. Суворов родился 17 мая 1919 г. в городе Саратов, где прожил до 1924 г. Семья Суворовых в 1924-1927 гг. жила на Донбассе (в Енакиево, а затем в Макеевке), в 1928 г. переехала в Тулу, а в 1929 г. – в Сибирь. В 1936 г. окончив среднюю школу в городе Сталинск, он стал студентом физико-математического факультета Томского государственного университета. В тот год окончившие среднюю школу с отличием впервые получили право поступления в вузы без вступительных экзаменов.

Студент Суворов выделялся как своим внешним видом ухоженного, обеспеченного юноши, так и общим развитием, культурным уровнем и хорошим домашним воспитанием. Развитие математического профессионализма шло успешно путем серьезного изучения общих и специальных математических курсов профессоров Ф.Э. Молина, Н.П. Романова. От общего интереса к математике росла склонность к теоретическим, фундаментальным вопросам и задачам. В 1966 г. переехал из Томска в Донецк, где он заведовал отделом теории функций Донецкого вычислительного центра Академии наук УССР. По совместительству заведовал кафедрой математического анализа и теории функций Донецкого государственного университета, где он продолжил свои исследования.

Окончание университета в июне 1941 г. совпало с первыми днями Великой Отечественной войны. Последний государственный экзамен студенты физмата сдавали уже в военное время. После краткосрочного обучения на курсах при Военно-транспортной Академии в Ленинграде Г.Д. Суворов с января 1942 г. был на фронте в мостостроительном отряде. В 1944 г. его направляют на курсы водолазов в Москве, а затем он служит в частях водолазных работ на Украине, затем в Германии, а после окончания войны с Германией был направлен на Забайкальский фронт. В октябре 1946 г. Суворов поступил в аспирантуру Томского университета при кафедре математического анализа. Теория функций комплексного переменного становится математической специальностью Суворова. Целеустремленность, упорство, трудолюбие, военная закалка и дисциплинированность, математическое образование привели аспиранта Г.Д. Суворова к плодотворной научно-исследовательской работе под руководством профессора П.П. Куфарева. Изучение геометрических вопросов, связанных с отображением единичного круга с помощью последовательности аналитических функций, привело Г.Д. Суворова к развернутой теории простых концов последовательности областей, сходящихся к ядру. Это стало основой его кандидатской диссертации, защищённой 27 июня 1951 г. в Томске. В этой же работе рассматривается регулярно сходящаяся последовательность аналитических функций, осуществляющих отображение единичного круга на однолистные области, причем устанавливается соответствие между простыми концами последовательности областей и граничными точками круга.

В работах Г.Д. Суворова нашла применение введенная в плоскости сферическая метрика, получающаяся проецированием на плоскость сферы Римана радиуса R , касающейся плоскости в начале координат. Изучение топологического отображения областей показывает, что классическое в теории аналитических функций понятия сходимости последовательности плоских областей к ядру сохраняет свое значение и для более широкого класса отображений с некоторыми уточнениями. Подробно развита теория простых концов последовательности плоских областей, сходящихся к невырожденному

ядру. Развитая теория позволяет решать вопросы сходимости последовательности отображений. Итоги этих исследований были изложены в монографии Г.Д. Суворова «Семейства плоских топологических отображений», изданной в 1965 г.

В последующих исследованиях Г.Д. Суворова и его учеников развивалась теория плоских и пространственных отображений весьма общих классов, включающих в себя: конформные, квазиконформные, гармонические и другие отображения. Для плоских отображений были решены вопросы соответствия границ и получены двусторонние оценки искажения особым образом вводимых «относительных» расстояний. Эти оценки позволяют развить метод изучения основных метрико-геометрических свойств отображений замкнутых по таким расстояниям областей. Кроме основных свойств изучаемых классов отображений, таких как свойства равностепенной непрерывности и открытости, получены теоремы об искажении линий уровня, граничных дуг, площадей пограничных колец, теоремы типа покрытия. При этом даже для конформных отображений получаются новые результаты. Топологическая теория простых концов в соединении с результатами метрического характера позволила полностью исследовать вопросы о соответствии границ при топологическом отображении рассматриваемых классов областей с переменными границами. Используемый метод удалось распространить и на случай пространственных отображений. Проведенные исследования и полученные при этом результаты можно рассматривать как начало построения геометрической теории отображений, осуществляемых решениями линейной системы дифференциальных уравнений первого порядка в частных производных смешанного типа. Было начато построение теории, аналогичной теории квазиконформных отображений, охватывающей все три случая: эллиптический, параболический и гиперболический. Г.Д. Суворов распространил неравенство, выражающее «принцип длины и площади», на один специальный случай не однолистных квазиконформных отображений. Это неравенство получило применение в некоторых дальнейших исследованиях. В последующих работах

Г.Д. Суворова устанавливаются геометрические условия, обеспечивающие равномерную сходимость последовательности плоских топологических отображений широкого класса в замкнутых областях. Вводится понятие непрерывной сходимости последовательности комплексно-значимых функций и при помощи теории простых концов последовательности плоских областей получается необходимое и достаточное условие такой сходимости. В дальнейших исследованиях, развивающих и применяющих результаты и методы Г.Д. Суворова, принимали участие его ученики и последователи – доктора и кандидаты физико-математических наук И.С. Овчинников, А.И. Прилепко, В.К. Ионин, М.К. Бакланов и другие.

Результаты исследования Г.Д. Суворова привели к возникновению нового направления в теории функций комплексного переменного, посвященные изучению некоторых классов плоских и пространственных отображений. Другим новым направлением, возникшим на основе работ Г.Д. Суворова, было соединение методов теории функций и общей топологии. Это направление позволило изучить топологические свойства соответствия границ при конформном отображении. Работы Г.Д. Суворова открывали новые пути в теории функций и ставили новые задачи и проблемы.

В период работы в Томском государственном университете он участвовал в работе III и IV Всесоюзных съездов математиков (Москва, 1956 г.; Ленинград, 1961 г.), а после переезда на Донбасс Г.Д. Суворов до последних дней своей жизни не порывал связи с Томским государственным университетом: приезжал на научные конференции, консультировал, поддерживал научные поиски своих учеников и последователей, давал отзывы о выполненных работах, приглашал томских математиков с докладами и сообщениями на научные коллоквиумы в Донецк.

Свои мысли и педагогический опыт Г.Д. Суворов частично изложил в статье «О роли разных форм обучения и стимулирования студенческого научного творчества», опубликованной в 1964 году. Развитием своей Г.Д. Суворов служил прогрессу, и вместе с тем он утолял собственную жажду

познания и стремление к полноте жизни. И не было для него в мире работы более увлекательной, более прекрасной. «Для науки, – говорил Георгий Дмитриевич, – труд математика ценен результатами. Для самого ученого – не только результатами, дающими удовлетворение, но и тем, что сама работа его является могучим фактором, создающим его личное счастье». Неиссякаемая энергия, пытливый ум, энциклопедическая образованность, самоотверженное трудолюбие в поисках нового, смелость отказаться от прежних представлений, методов и в какой-то степени предполагаемого результата – все эти черты творческой индивидуальности Г.Д. Суворова придают оригинальность исследованиям учёного, и его влияние на развитие математики будет сказываться ещё очень долго.

Литература

1. Георгий Дмитриевич Суворов: биография, указатель трудов / Отв. за выпуск И.А. Александров, Н.Н. Круликовский, В.Ф. Галло. Томск, 1998.

2. Александров И.А., Копанева Л.С., Пестов Г.Г. История кафедры математического анализа Томского университета // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. 2014. № 3(29). – С. 109–124.

3. Суворов, Георгий Дмитриевич // Томск от А до Я: Краткая энциклопедия города. / Под ред. д-ра ист. наук Н. М. Дмитриенко. –1-е изд. –Томск: Изд-во НТЛ, 2004. –С. 339-340. –440 с.



УДК 510

Щебетовский Е.М.,
ученик 10-А класса Республиканского архитектурно-
строительного лицея-интерната «ДонНАСА»

Руководитель: Осипова Л.В.,
учитель высшей категории, Республиканский архитектурно-
строительный лицей-интернат «ДонНАСА»

ЗАДАЧИ НА МИЛЛИОН ДОЛЛАРОВ

Аннотация. В статье приведены известные математические задачи, решение которых на сегодняшний день не найдено.

Ключевые слова: история математики, нерешенные математические задачи.

Математика, как известно, «царица наук». Те, кто ей занимается всерьез, – люди особые – они живут в мире формул и цифр. В познании мира математики есть и практический смысл: за решение ряда задач Математический институт Клэя готов дать миллион долларов.

Уравнения Навье-Стокса. Уравнения Навье-Стокса являются основой для расчетов в геофизической гидродинамике, в том числе для описания движения течений в мантии Земли. Используются эти уравнения и в аэродинамике. Суть их в том, что любое движение сопровождается изменениями в среде, завихрениями и потоками. Например, если лодка плывет по озеру, то от её движения расходятся волны, за самолетом образуются турбулентные потоки. Эти процессы, если упрощать, и описывают созданные ещё в первой трети XIX века уравнения Навье-Стокса. Уравнения есть, но решить их по-прежнему не могут. Более того, неизвестно, существуют ли их решения. Математики, физики и конструкторы успешно пользуются этими уравнениями, подставляя в них уже известные значения скорости, давления, плотности, времени и так далее. Если у кого-нибудь получится использовать эти уравнения в обратном направлении, то

есть вычисляя из равенства параметры, либо докажет, что метода решения нет, тогда этот «кто-нибудь» станет долларовым миллионером.

Гипотеза Ходжа. В 1941 году профессор Кембриджа Вильям Ходж предположил, что любое геометрическое тело можно исследовать как алгебраическое уравнение и составить его математическую модель. Если подойти с другой стороны к описанию этой гипотезы, то можно сказать, что исследовать любой объект удобнее тогда, когда его можно разложить на составные части, а уже эти части исследовать. Однако здесь мы сталкиваемся с проблемой: исследуя отдельно взятый камень, мы не можем сказать фактически ничего о крепости, которая построена из таких камней, о том, сколько в ней помещений, и какой они формы. Кроме того, при составлении изначального объекта из составных частей (на которые мы его разобрали) можно обнаружить лишние части, либо напротив – недосчитаться. Достижение Ходжа в том, что он описал такие условия, при которых не будут возникать «лишние» части, и не будут теряться необходимые. И все это при помощи алгебраических вычислений. Ни доказать его предположение, ни опровергнуть математики не могут уже 70 лет. Если это получится у вас – станете миллионером.

Гипотеза Берча и Свинертон-Дайера. Уравнения вида $x_n + y_n + z_n + \dots = t_n$ были известны ещё математикам древности. Решение самого простого из них («египетский треугольник» - $32 + 42 = 52$) было известно ещё в Вавилоне. Его полностью исследовал в III веке нашей эры александрийский математик Диофант, на полях «Арифметики» которого Пьер Ферма сформулировал свою знаменитую теорему. В докомпьютерную эпоху самое больше решение этого уравнения было предложено в 1769 году Леонардом Эйлером. Общего, универсального способа вычисления для таких уравнений нет, но известно, что у каждого из них может быть либо конечное, либо бесконечное число решений. В 1960 году математикам Берчу и Свинертон-Дайеру, экспериментировавшим на компьютере с некоторыми известными кривыми, удалось создать метод, сводящий каждое такое уравнение к более простому, называемому дзета-функцией. По их предположению, если эта функция в точке

1 будет равна 0, то количество решений искомого уравнения будет бесконечным. Математики предположили, что это свойство будет сохраняться для любых кривых, но ни доказать, ни опровергнуть это предположение пока никто не смог. Чтобы получить заветный миллион, нужно найти пример, при котором предположение математиков не сработает.

Проблема Кука-Левина. Проблема решения-проверки Кука-Левина заключается в том, что на проверку любого решения уходит меньше времени, чем на решение самой задачи. Если наглядно: мы знаем, что где-то на дне океана есть клад, но не знаем, где именно. Его поиски могут проходить, поэтому, бесконечно долго. Если же мы знаем, что клад находится в таком-то квадрате, определенном заданными координатами, то поиск клада существенно упростится. И так всегда. Скорее всего. Пока что никому из математиков и простых смертных не удалось найти такую задачу, решение которой заняло бы меньше времени, чем проверка правильности её решения. Проблема Кука-Левина была сформулирована ещё в 1971 году, но до сих пор никем не решена. Её решение может стать настоящей революцией в криптографии и системах шифрования, поскольку появятся «идеальные шифры», взлом которых будет фактически невозможен.

Теория Янга-Миллса. Проблемы с квантовой теорией Янга-Миллса – это мяч, который снова попал на математическое поле. Физика требует от математики теории, которая описывала бы накопленные физиками идеи и соотношения, а математика пока не может дать подходящего аппарата. Взаимодействия между любыми природными объектами (телами, частицами, волнами) делятся на четыре типа: гравитационное, электромагнитное, сильное и слабое. Теория Янга-Миллса – это математический язык, который позволил физикам описать три из четырех основных сил природы (гравитация пока не поддается, так что об общей теории говорить пока рано).

Гипотеза Римана. Все мы помним ряд таких чисел, которые можно поделить только на само себя и на один. Они называются простыми (1, 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17...). Самое большое из известных на сегодня простых чисел было

найден в августе 2008 года и состоит из 12 978 189 цифр. Для математиков эти числа очень важны, но как они распределяются по числовому ряду до сих пор до конца не ясно. В 1859 году немецкий математик Бернхард Риман предложил свой способ их поиска и проверки, найдя метод, по которому можно определить максимальное количество простых чисел, не превышающих определенное заданное число. Математики подвергли проверке этот метод уже на полутора триллионах простых чисел, но никто не может доказать, что и дальше проверка будет успешной. Это не простые «игры разума». Гипотеза Римана широко используется при расчете систем безопасности передачи данных, поэтому ее доказательство имеет большой практический смысл.

По состоянию на март 2017 года одна из семи проблем тысячелетия (гипотеза Пуанкаре) решена. Премия за доказательство гипотезы Пуанкаре присуждена российскому математику Г.Я. Перельману, опубликовавшему в 2002 году серию работ, доказывающую исходную гипотезу. Однако, Григорий Перельман отказался принять премию и денежный приз, сказав: «У меня есть все, чего я хочу».



УДК 510

Моргун А.А., Старченко М.В.,
студ. группы ГСХ-23а, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: Шевчук О.А.,
ассистент кафедры физики, математики
и материаловедения, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ЕГИПЕТСКАЯ МАТЕМАТИКА

Аннотация. В статье кратко рассмотрена история становления математики в Древнем Египте.

Ключевые слова: история математики, Древний Египет.

Введение. Еще в древности египетские пирамиды считались одним из чудес света. Они и сегодня поражают своим величием и фундаментальностью. Достаточно интересен вопрос математических знаний, воплощенных в архитектуре пирамид, собственно, как и сама египетская математика.

Постановка задачи. Исследовать математические знания Древнего Египта и донести сведения до людей.

Результаты. Основные источники, которые свидетельствуют о математике древних египтян таковы:

1. Папирус Ахмеса или папирус Ринда – наиболее объёмный манускрипт, содержащий 84 математические задачи. Написан около 1650 г. до н. э.

2. Московский математический папирус (25 задач), около 1850 г. до н. э.

3. Менее значимые в плане количества рассматриваемых задач были Берлинский папирус – «кожаный свиток», папирусы из Лахуна, папирус Рейснера. В этих работах математические задачи перемежались с вопросами медицины.

Египтяне были самыми практичными из всех народов древности. Всегда после числа в египетском папирусе шло наименование. Все математические задачи носили прикладной характер.

Математика Древнего Египта использовалась при строительстве дамб, плотин и каналов; при проведении землемерных работ; расчете количества рабочих и их содержания; при проведении раскладки налоговых отчислений. В то время математика решала чисто практические цели для таких наук и сфер жизни как: астрономия и мореплавание.

Самыми значительными открытиями в области математики у древних египтян можно считать следующие:

1. Нумерация чисел. Она была похожа на римскую арифметику. В ней использовались числа, кратные 10. Потом появились значки, обозначающие цифры от 1 до 9.

2. Умножение чисел. Это действие египтяне выполняли с помощью сочетания сложения и удвоения чисел.

3. Решение уравнений.

4. Постановка и решение задач на площади плоских фигур.

5. Решение задач на вычисление объемов различных стереометрических фигур.

6. Введение значков сложения и вычитания чисел.

Выводы. Математика в Древнем Египте представляла собой совокупность знаний, еще не разделенную на арифметику, алгебру, геометрию. Многие решения находили путем проб и ошибок.

Можно сказать, что египетская математика в том виде, как мы ее знаем – это еще не наука в современном понимании, но самое начало пути к ней.

При этом математика Древнего Египта оказала несомненное влияние на последующую судьбу науки.

Литература

1. Ван дер Варден Б. Л. Пробуждающаяся наука Математика Древнего Египта, Вавилона и Греции. / пер. с голл. И.Н. Веселовского. – М.: Гос. изд-во физ.-мат. лит-ры, 1959. – 456 с. (Репринт: М.: «КомКнига», 2010. – 458 с.)

2. Улам С.М. Приключения математика / пер. с англ. Кунгуровой Л.А. Под ред. А.В. Борисова, Н.А. Зубченко. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. – 272 с.

3. Кружилин Р.Г. Математика пирамиды [Электронный ресурс]. – Монреаль, 2017. – 171 с. – Режим доступа: <http://personalpyramid.website/downloads>

УДК 510

Колесникова И.А.,
студ. группы ЭП-24а, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: Кононыхин Г.А.,
к. ф.-м. н., доцент кафедры физики, математики
и материаловедения ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ЖИЗНЬ И ТВОРЧЕСТВО ИЗВЕСТНОГО РОССИЙСКОГО МАТЕМАТИКА С.В. КОВАЛЕВСКОЙ

Аннотация. В статье приведена биография известного российского математика С.В. Ковалевской.

Ключевые слова: история математики, С.В. Ковалевская.

Софья Васильевна Корвин-Круковская (3 января 1850 – 29 января 1891) – русский математик и первая женщина-профессор, удостоившаяся чести быть в составе Петербургской Академии наук как одна из выдающихся ученых своего времени. Автор автобиографических произведений «Воспоминания детства» и «Нигилистка».

Софья Васильевна родилась 3 января в Москве, в семье генерал-лейтенанта Корвин-Круковского и его законной жены. Считается, что невероятным способностям в точных науках девочка обязана своим предкам. Её дед был выдающимся математиком, а прадед преуспел в изучении астрономии. Сама же Софья с юных лет воспитывалась не только в аристократической школе, но и на дому. К ней приходил Иосиф Игнатьевич Малевич, который преподавал ей основы математики и геометрии.

Удивительные способности девочки были видны практически с первых же дней учебы. То, что остальным удавалось с большим трудом, Софья считала пустяковыми задачами. Для своего возраста (на тот момент она еще даже не ходила в школу) она прекрасно складывала числа, обладала отличной фотографической памятью, а главное, любовью к точным наукам.

Этот факт отмечал и Иосиф Игнатьевич, который даже упомянул достижения своей воспитанницы в автобиографии «Русская старина» (1890), а впоследствии – еще один педагог, который сыграл немаловажную роль в жизни молодой и талантливой Софьи Ковалевской.

В 1866 году Софья переехала в Петербург и начала учиться у Александра Страннолюбского, знаменитого на то время педагога. Через два года девушка получила право слушать лекции Ивана Сеченова, а также изучать анатомию в Военно-медицинской академии. Однако вся семья ожидала того, что девушка найдет себе перспективного жениха и удачно выйдет замуж. Однако у девушки были другие цели. Она жаждала продолжать обучение точным наукам, поэтому несколько раз просила отца дать ей разрешение на выезд за пределы страны (на тот момент женщинам не было разрешено поступать в вузы). Но отец, твердо решивший отдать дочь замуж без высшего образования, постоянно отказывал ей в просьбе и продолжал самостоятельно искать достойных спутников своей единственной дочери.

Через пару месяцев Софья окончательно потеряла надежду на то, что её отец сможет понять её стремления и позволит уехать. Чтобы избавиться от постоянных ограничений родителей, Софья решает на фиктивный брак с Владимиром Ковалевским, после чего уезжает за границу учиться в Гейдельбергском университете.

К слову, молодой муж первоначально не питал к своей новоявленной жене абсолютно никаких чувств. Пара планировала разойтись сразу же по прибытии в другую страну. Но позже парень понял, что влюбился в талантливую и очень успешную леди.

Попав в другую страну, Софья Ковалевская не теряет времени и поступает сначала в Гейдельбергский, а затем Берлинский университет. Она учится параллельно в двух учебных заведениях, где ей преподают такие профессора, как Кенигсбергер и Вейерштрассе. Кстати, благодаря последнему, юная Софья получает возможность прослушивать курс лекций в Берлинском университете,

что для того времени считалось запретным для любой женщины, вне зависимости от её возраста и статуса в обществе.

В это время девушка усиленно штудировала математику, слушая лекции Германа Гельмгольца, Густава Кирхгофа и др. Муж восторгался способностями жены и в одном из своих писем сообщал, что его 18-летняя спутница жизни прекрасно образована, знает многие языки и усиленно занимается математикой.

В 1870 году семья Ковалевских решает поселиться в Берлине, где Софья хотела учиться в местном университете и посещать занятия Карла Вейерштрасса. Но оказалось, что в этом учебном заведении женщин не принимают. Ковалевской оставалось только просить ученого о частных уроках. Чтобы избавиться от назойливой девушки, Вейерштрасс решил задать Софье ряд труднейших задач. Но спустя некоторое время Ковалевская вернулась к учёному с готовыми решениями.

Вейерштрасс был поражён точностью и логичностью выводов Ковалевской и стал для неё постоянным учителем. Софья доверяла мнению наставника и консультировалась с ним по поводу каждой своей работы. Но профессор только рецензировал труды женщины-математика, а все идеи принадлежали Ковалевской.

В 1874 году Ковалевская стала доктором философии после защиты в Геттингенском университете диссертационного исследования «К теории дифференциальных уравнений». Это был величайший успех, под впечатлением от которого молодая семья решила возвратиться в Россию.

Софья мечтала преподавать в Петербургском университете, но российское научное общество было не готово открыть дверь перед талантливой женщиной. В родной стране выдающемуся математику могли предложить только должность учительницы в женской гимназии.

Разочарование вынудило Софью уйти из науки на шесть лет. Она пыталась реализовать себя в литературно-публицистической работе, часто выступала на съездах врачей и исследователей. В этот период Ковалевская родила дочь и на некоторое время уехала в Европу.

В 1880 году Софья вернулась в Москву, а через год стала членом местного математического общества. Женщина делала попытки сдать несложные для неё магистерские экзамены, но получила оскорбительный отказ. В итоге Ковалевская отправилась в Париж, где добивалась преподавательского места на Высших женских курсах. Тем не менее, и здесь гениального математика ожидало разочарование.

Чтобы обеспечить семью, Владимир Ковалевский бросил научную деятельность и занялся бизнесом. Он вложил в дело сбережения Софьи, но потерпел неудачу. Мужчину постоянно обманывали компаньоны, и на 1883 год семья учёных полностью лишилась средств к существованию. При этом Ковалевского обвинили в спекуляциях, и, потеряв надежду выбраться из сложного положения, мужчина покончил жизнь самоубийством. Ужасные известия потрясли Софью, которая вскоре возвратилась в Россию и восстановила доброе имя мужа.

Важные изменения в жизни Софьи Ковалевской произошли после того, как её пригласили в 1884 году преподавать в Стокгольмском университете. Устройству женщины-учёного на работу содействовал Карл Вейерштрасс и Магнус Миттаг-Леффлер. Сначала Софья читала лекции на немецком языке, а спустя год перешла на шведский. Кроме того, в Ковалевской проявился литературный талант, и она начала писать рассказы и повести.

На это время приходится большинство научных открытий Ковалевской. Женщина изучала процесс вращения тяжёлого несимметричного волчка, а также открыла третий вариант решения задачи относительно вращения твёрдого тела, если имеется неподвижная точка.

В 1888 году Парижская академия наук объявила конкурс на лучшую работу по изучению движения твердого тела, которое имеет неподвижную точку. В итоге жюри выбрало исследование, которое демонстрировало удивительную математическую эрудицию.

Конкурсная работа настолько впечатлила учёных, что они увеличили премию с 3 до 5 тыс. франков. После этого жюри открыло конверт с именем

математика, написавшего блестящую научную работу. Автором этого исследования оказалась Софья Ковалевская – единственная на то время женщина, преподававшая математику в должности профессора.

Открытия Ковалевской были оценены в 1889 году и Шведской академией наук, которая вручила женщине премию и профессорское звание в Стокгольмском университете (пожизненно). В том же году Российская Академия наук избрала Софью членом-корреспондентом.

Слава и любимое дело за границей не избавили Ковалевскую от тоски по родине. Женщина хотела преподавать в Петербургском университете, и такая возможность появилась в 1890 году. Софья приехала в Россию, но талантливому учёному не позволили даже участвовать в заседании академии. Это решение аргументировалось тем, что в обычаи научного собрания не входит присутствие женщин.

Софья Ковалевская пользовалась авторитетом в престижных университетах Европы, стала признанным учёным и преподавателем, но научное общество родной страны женщину не признало. Оказавшись ненужной в России, Ковалевская решила вернуться в Стокгольм. По дороге Софья сильно простудилась и заболела воспалением лёгких. Медики оказались бессильными помочь великому математику, и 10 февраля 1891 года Ковалевская умерла в возрасте 41 года.

Спустя пять лет женщины с разных уголков Российской империи собрали деньги на памятник знаменитой соотечественнице. Этим поступком они выразили признание достижений Ковалевской в области математики и её вклада в борьбу за права женщин на образование.

Сегодня достижения Софьи Ковалевской высоко ценятся мировым учёным сообществом. В её честь назван лунный кратер и астероид. Фото Софьи было изображено в 1951 году на советской почтовой марке. С 1992 года Российская АН присуждает математикам премию имени С. Ковалевской. Во многих городах постсоветского пространства в честь знаменитой женщины-учёного названы

улицы. В Стокгольме (Швеция), Великих Луках (Россия) и Вильнюсе (Литва) её имя носят учебные заведения.

Литература

1. Малинин В. В. Софья Ковалевская – женщина-математик. Её жизнь и учёная деятельность. – ЦИТ СГГА, 2004.
2. Литвинова Е.Ф. С.В. Ковалевская, ее жизнь и научная деятельность. – СПб., 1894. – 92 с.
3. Ковалевская С.В. Воспоминания детства и автобиографические очерки / Ред. и прим. С.Я. Штрайха. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1945г. – 225 с.
4. Ушакова О. Поговорим о великих женщинах: (К 150-летию С.В. Ковалевской) / Наука в Сибири. – 2000 г.
5. Ковалевская С.В. Воспоминания и письма. – Изд. испр. и доп. – М.: Изд-во АН СССР, 1961г. – 579 с.



УДК 510

Тихова О.Э.,
студ. группы ЭП-24а, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: Кононыхин Г.А.,
к. ф.-м. н., доцент кафедры физики, математики
и материаловедения ГОУ ВПО «ДонНАСА»

СЛУЧАЙ С.В. КОВАЛЕВСКОЙ В КЛАССИЧЕСКОЙ ЗАДАЧЕ О ДВИЖЕНИИ ТВЕРДОГО ТЕЛА ВОКРУГ НЕПОДВИЖНОЙ ТОЧКИ

Аннотация. Рассмотрен случай С.В. Ковалевской классической задачи о движении твердого тела вокруг неподвижной точки.

Ключевые слова: история математики, С.В. Ковалевская, задача о движении твердого тела вокруг неподвижной точки.

Введение. Самую большую славу С.В. Ковалевской принесла задача о вращении тяжёлого твёрдого тела вокруг неподвижной точки. Пояснить сущность этой задачи можно на примере волчка или юлы. В старину была распространена детская игрушка юла, которую делали из обрубка дерева, обточенного так, чтобы получилось соединение конуса с цилиндром. На цилиндрическую часть наматывали верёвку. Если быстро дёрнуть за верёвку и тотчас спустить юлу на землю, то она, вращаясь вокруг своей оси, начнёт перемещаться, причём остриё юлы будет описывать некоторую кривую.



Рис. 1. Юла (волчок)

Современный волчок представляет красивую металлическую игрушку с более совершенным способом запуска, однако сущность остаётся здесь той же самой: нужно привести волчок во вращение, после чего он будет двигаться более или менее долго в зависимости от величины силы трения острия о поверхность, по которой оно перемещается.

Движение волчка обладает рядом замечательных свойств. Если ударить движущийся волчок, причём направление удара будет известно, то можно точно указать, в какую сторону наклонится ось волчка. Это отклонение будет кратковременным; волчок быстро возвратится в первоначальное положение. Такое свойство, как мы уже говорили раньше, называется устойчивостью движения волчка.

По принципу волчка устроен прибор, называемый гироскопом. Слово «гироскоп» происходит от соединения греческих слов «кружусь» и «наблюдаю» и, следовательно, означает прибор для наблюдения вращения. Гироскопические приборы имеют широкое применение в современной технике. Они служат для

определения курса самолётов, судов и т. д., для стабилизации их движения (т. е. для того, чтобы сделать это движение устойчивым), а также для других целей.

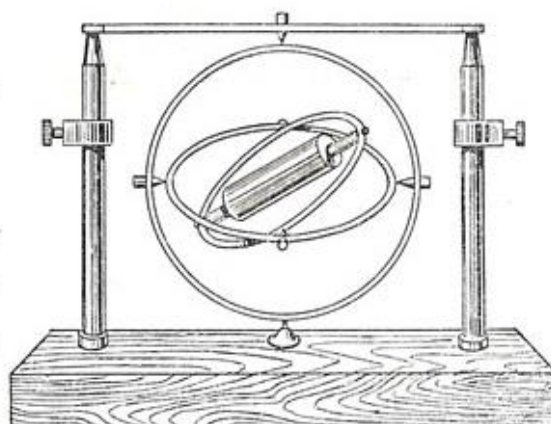


Рис. 2. Гироскоп Н.И. Мерцалова

Ковалевская занялась изучением общих свойств гироскопа и характера его движения. Профессор механики Николай Иванович Мерцалов сконструировал прибор, на котором можно пояснить задачу Ковалевской. Он состоит из довольно узкого цилиндра с двумя тонкими кольцами, неподвижно с ним связанными, – такая форма позволяет уменьшить сопротивление воздуха при движении. Два других кольца позволяют цилиндру свободно вращаться вокруг двух осей – вертикальной и горизонтальной.

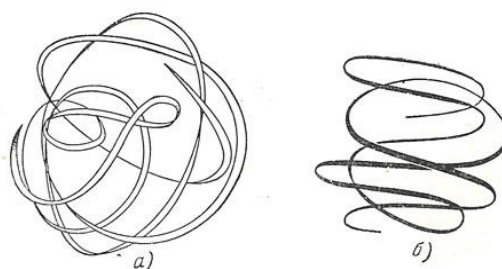


Рис. 3. Траектории движения точки на гироскопе

Одну точку на цилиндре Мерцалов сделал светящейся. Гироскоп был приведён в движение в темноте, перед открытым объективом фотоаппарата. Светящаяся точка запечатлелась на снимке в виде очень сложной кривой. На рисунке выше приведены такие кривые, полученные при разных начальных положениях оси цилиндра и различных скоростях вращения. Вот как сложен путь отдельной точки гироскопа!

Математическая задача, которую решала Ковалевская, состояла в том, чтобы рассчитать этот путь и найти положение заданной точки в любой момент времени. Полное решение такой задачи для гироскопа произвольной формы и положения встречает большие трудности. Поэтому для решения задачи прибегают к отдельным частным случаям.

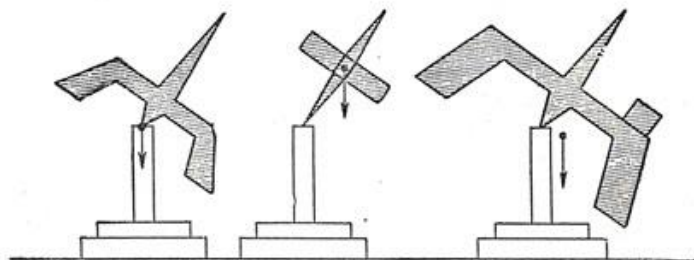


Рис. 4. Варианты задачи о вращении твердого тела. Иллюстрации Н.Е. Жуковского

На рисунке, сделанном Н.Е. Жуковским для пояснения результатов, полученных Ковалевской, представлены три таких частных случая. Два первых были известны до Ковалевской, третий исследован ею. В первом случае гироскоп представляет тело произвольной формы, опирающееся на подставку таким образом, что точка опоры совпадает с центром тяжести тела. Этот случай был рассмотрен великим математиком, петербургским академиком Эйлером.

Второй гироскоп представляет тело вращения, т. е. тело, получаемое вращением некоторой линии вокруг прямой, которая называется осью симметрии; при этом центр тяжести его находится в одной из точек этой оси, не совпадая с точкой опоры. Такое тело, конечно, упадет, если мы поставим его так, как указано на рисунке, и не сообщим ему вращательного движения. Однако вращающееся тело может в некоторый момент времени занимать указанное положение, меняя его в последующие моменты. Этот случай был рассмотрен знаменитым французским математиком Лагранжем.

На этих двух случаях дело остановилось, так как изучение других случаев было необычайно сложным. Ковалевская произвела глубокий анализ задачи, выяснила возможности решения её современными математическими методами и

открыла новый, прославивший её случай, когда решение задачи можно полностью провести и довести до конца.

Случай, открытый Ковалевской, Н.Е. Жуковский изобразил в виде третьего волчка. Этот волчок не вполне симметричен; его центр тяжести не лежит на оси симметрии, а смещён относительно точки опоры.

Ковалевская полностью решила задачу для этого частного случая, причём решение получилось гораздо более сложным, чем в первых двух случаях. Таким образом, Ковалевская поставила своё имя рядом с именами Эйлера и Лагранжа, завершив исследования, относящиеся к классической задаче о вращении твёрдого тела. Ей понадобилось при этом глубокое знакомство с очень сложным разделом математики – гиперэллиптическими функциями, относящимися к абелевым функциям, о которых мы упоминали выше.

Научная деятельность. Наиболее важные исследования относятся к теории вращения твёрдого тела. Ковалевская открыла третий классический случай разрешимости задачи о вращении твёрдого тела вокруг неподвижной точки. Этим продвинула вперёд решение задачи, начатое Леонардом Эйлером и Ж. Л. Лагранжем.

Ковалевская доказала существование аналитического (голоморфного) решения задачи Коши для систем дифференциальных уравнений с частными производными, исследовала задачу Лапласа о равновесии кольца Сатурна, получила второе приближение. Решила задачу о приведении некоторого класса абелевых интегралов третьего ранга к эллиптическим интегралам. Работала также в области теории потенциала, математической физики, небесной механики.

Премия Бордена. В 1888 году, 6 декабря, Парижская академия направила Ковалевской письмо. В нем было сказано, что ей присуждена премия Бордена. Следует сказать, что за полвека с момента ее учреждения ее обладателями стали всего 10 человек. При этом все эти десять раз она была присуждена не полностью, а за отдельные, частные решения. До открытия Ковалевской этой премией никто не награждался в течение трех лет подряд. Через неделю после получения

известия она приехала в Париж. Президент академии Жансен, астроном и физик, горячо приветствовал Софью Васильевну. Он сказал, что ввиду серьезности проведенного ею исследования, премия увеличена с 3-х до 5-ти тысяч франков.

После получения премии Бордена Ковалевская поселилась недалеко от Парижа. Здесь она продолжила исследования о вращении тел для конкурса на награду короля Оскара Второго от Шведской академии. Осенью, к началу семестра в университете, она вернулась в Стокгольм. Работа шла очень быстро. Ковалевская хотела успеть завершить исследование, чтобы представить труд на конкурсе. За свою работу она получила премию в полторы тысячи крон.

Заключение. Софья Ковалевская была выдающимся человеком. Она была исключительно требовательна ко всему, что ее окружало. Это не обычный русский математик и механик, это великий ученый, отдавший все свои силы науке. Печально осознавать, что в России в то время ей не было оказано должного внимания, не были признаны ее заслуги, несмотря на высокую популярность в научных кругах за рубежом.

Литература

1. Юшкевич А.П. История математики в России до 1917 года. – М.: Наука, 1968. – 592 с.
2. Боголюбов А.Н. Математики. Механики: Биографический справочник. – Киев, Наукова думка., 1983. – 639 с.
3. Литвинова Е. Ф. Софья Ковалевская. Женщина-математик. Её жизнь и ученая деятельность [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://profilib.net/chtenie/58209/e-litvinova-sofya-kovalevskaya-zhenschina-matematik.php> (Дата обращения 12.04.2018).

УДК 510

Аль Ага Е.К.,
студ. группы ЭП-24а, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: Кононыхин Г.А.,
к. ф.-м. н., доцент кафедры физики, математики
и материаловедения ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ЖИЗНЬ И ТВОРЧЕСТВО ГЕНИАЛЬНОГО ИНДИЙСКОГО МАТЕМАТИКА С. РАМАНУДЖАНА

Аннотация. В статье приведена биография известного индийского математика Сринивасы Рамануджана.

Ключевые слова: история математики, Сриниваса Рамануджан.

Сриниваса Рамануджан Айенгор (22 декабря 1887 – 26 апреля 1920) – индийский математик. Не имея специального математического образования, получил замечательные результаты в области теории чисел. Наиболее значительна его работа совместно с Годфри Харди по асимптотике числа разбиений.

Рамануджан Сриниваса в городе Ченнаи, Мадрасское президентство, на юге Индии, в тамильской семье. У этого человека тамильское имя без фамилии: Рамануджан – имя, Сриниваса – отчество, Айенгор – каста. Отец работал бухгалтером в небольшой текстильной лавке в городе Кумбаконаме Танджорского района Мадрасской провинции. Мать была глубоко религиозна. Рамануджан воспитывался в строгих традициях замкнутой касты брахманов. В 1889 году он перенёс оспу, но сумел выжить и выздороветь.

В школе проявились его способности к математике, и знакомый студент из города Мадраса дал ему книги по тригонометрии. В 14 лет Рамануджан открыл формулу Эйлера о синусе и косинусе и был очень расстроен, узнав, что она уже опубликована. В 16 лет в его руки попало двухтомное сочинение математика Джорджа Шубриджа Карра «Сборник элементарных результатов чистой и

прикладной математики». В нём было помещено 6165 теорем и формул, практически без доказательств и пояснений. Юноша, не имевший ни доступа в вуз, ни общения с математиками, погрузился в общение с этим сводом формул. Таким образом, у него сложился определенный способ мышления, своеобразный стиль доказательств. В этот период и определилась математическая судьба Рамануджана.

В 16 лет Рамануджан по окончании школы выдержал приёмные испытания в Мадрасский университет и в январе 1904 г. приступил к занятиям на первом курсе Кумбаконамского колледжа, входившего в состав Мадрасского университета. За свои первые успехи он получил специальную стипендию, предназначавшуюся для особо успевающих по английскому языку и математике. Однако вскоре его учебные дела в колледже пошли всё хуже и хуже, так как он отдавал всё время собственным математическим исследованиям, результаты которых он регулярно заносил в свои, ставшие впоследствии знаменитыми, записные книжки. Он перестал выполнять задания, пропускал много занятий и в конце концов был оставлен на первом курсе. В жизни Рамануджана началась полоса неудач, длившаяся почти 10 лет.

В 1907 г. он сделал попытку сдать экзамены за первые два курса университета экстерном, но провалился. После этого до 1909 г. он не имел определённых занятий, если не считать того, что всё это время Рамануджан неустанно занимался математикой, исписывая всё новые и новые страницы своих записных книжек.

В 1909 г. Рамануджан женился и начал поиски работы. В 1910 г. он обратился по поводу своего устройства к индийскому математику Рамасвами Айару, основателю Индийского математического общества. Рамасвами Айар, просмотрев записные книжки Рамануджана, убедился в том, что имеет дело с человеком необычных способностей, хотя всей силы таланта Рамануджана он никак не подозревал. Однако улучшение положения Рамануджана заставило себя ждать ещё три года, когда Рамануджану был, наконец, подсказан самый важный шаг в его жизни: письмо к Харди в Кембридж.

В 1913 году известный профессор Кембриджского университета Годфри Харди получил письмо от Рамануджана. К письму были приложены формулы, автор просил их опубликовать, если они интересны, поскольку сам он беден и не имеет для публикации достаточных средств. Между кембриджским профессором и индийским клерком завязалась оживленная переписка, в результате которой у Харди накопилось около 120 формул, неизвестных науке.

Переписка не удовлетворяла Харди, и он продолжал настойчиво добиваться приезда Рамануджана в Кембридж. в начале 1914 г. в Мадрас по приглашению университета для чтения лекций прибыл один из кембриджских доцентов, ученик Харди, Э. Г. Нэвил (род. в 1889 г., впоследствии профессор университета). По приезде в Мадрас Нэвил обратился в университет с меморандумом, в котором, в частности, писал: «Открытие гения Рамануджана обещает стать самым замечательным событием в математике нашего времени... Я не вижу оснований сомневаться в том, что Рамануджан извлечёт максимальную пользу из общения с выдающимися западными математиками. В этом случае его имя станет одним из величайших в истории математики, а Мадрасский университет и город Мадрас будут гордиться тем, что способствовали его переходу от неизвестности к славе...».

Рамануджан получил от университета стипендию в 250 фунтов стерлингов в год на 2 года, оплату проезда в Англию и обратно, дорожные расходы и пр. Выделив из своей стипендии 60 рупий в месяц для матери, Рамануджан отбыл в Кембридж 17 марта 1914 г. В апреле он уже был зачислен в колледж Св. Троицы, где стипендия была увеличена ещё на 60 фунтов стерлингов.

Рамануджан обладал поразительной способностью подмечать огромный числовой материал. Многие математики его времени считали Рамануджана просто экзотическим явлением, опоздавшим родиться на 100 лет. Не перестают удивляться проницательности индийского гения и математики нашего времени.

Научные интересы и результаты. Сфера его математических интересов была очень широка. Это магические квадраты, квадратура круга, бесконечные ряды, гладкие числа, разбиения чисел, гипергеометрические функции,

специальные суммы и функции, ныне носящие его имя, определённые интегралы, эллиптические и модулярные функции.

Он нашел несколько частных решений уравнения Эйлера (задача о четырех кубах), сформулировал около 120 теорем (в основном в виде исключительно сложных тождеств). Современными математиками Рамануджан считается крупнейшим знатоком цепных дробей в мире. Одним из самых замечательных результатов Рамануджана в этой области является формула, в соответствии с которой сумма простого числового ряда с цепной дробью в точности равна выражению, в котором присутствует произведение e на

$$1 + \frac{1}{1 \cdot 3} + \frac{1}{1 \cdot 3 \cdot 5} + \frac{1}{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7} + \frac{1}{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 9} + \dots + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \frac{2}{1 + \frac{3}{1 + \frac{4}{1 + \frac{5}{1 + \dots}}}}}} = \sqrt{\frac{e \cdot \pi}{2}}.$$

Математикам хорошо известна формула вычисления числа π , полученная Рамануджаном в 1910 году путём разложения арктангенса в ряд Тейлора:

$$\pi = \frac{9801}{2\sqrt{2} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(4k)!}{(k!)^4} \times \frac{[1103 + 26390k]}{(4 \times 99)^{4k}}}.$$

Уже при суммировании первых 100 элементов этого ряда достигается огромная точность – шестьсот верных значащих цифр!

Примеры бесконечных сумм, найденных Рамануджаном:

$$1 - 5\left(\frac{1}{2}\right)^3 + 9\left(\frac{1 \times 3}{2 \times 4}\right)^3 - 13\left(\frac{1 \times 3 \times 5}{2 \times 4 \times 6}\right)^3 + \dots = \frac{2}{\pi}.$$

$$1 + 9\left(\frac{1}{4}\right)^4 + 17\left(\frac{1 \times 5}{4 \times 8}\right)^4 + 25\left(\frac{1 \times 5 \times 9}{4 \times 8 \times 12}\right)^4 + \dots = \frac{2^{\frac{3}{2}}}{\pi^{\frac{1}{2}} \Gamma^2\left(\frac{3}{4}\right)}.$$

Эти удивительные формулы – одни из предложенных им в первом письме к Харди. Другие формулы Рамануджана не менее изящны:

$$\sqrt{1 + 2\sqrt{1 + 3\sqrt{1 + 4\sqrt{1 + \dots}}}} = 3.$$

$$x^3 + y^3 + z^3 = w^3, \text{ где}$$

$$\begin{aligned}x &= 3a^2 + 5ab - 5b^2, & y &= 5a^2 - 5ab - 3b^2, \\z &= 4a^2 - 4ab + 6b^2, & w &= 6a^2 - 4ab + 4b^2.\end{aligned}$$

Были найдены записки Рамануджана, в которых он рассматривает число 1729, которое представляет в виде суммы кубов двумя способами: $1729 = 1^3 + 12^3$ и $1729 = 9^3 + 10^3$. С точки зрения математики это означает, что он изучает эйлерово диофантово уравнение вида $x^3 + y^3 = z^3 + w^3$, специальной параметризацией которого (в современной интерпретации – при помощи использования эллиптических кривых) находит его решения.

О числе 1729 (число Харди-Рамануджана) впервые сообщил британский математик Годфри Харди, который навещал Рамануджана в больнице. Ученый приехал на такси с номером 1729, который назвал скучным, о чем и сообщил индийцу. Рамануджан не согласился с британцем, сказав, что «это число – наименьшее натуральное число, представимое в виде суммы кубов двумя различными способами». В настоящее время известно еще пять аналогичных чисел (представимых в виде суммы кубов). Самое малое из них $2 = 1^3 + 1^3$, а самое большое –24153319581254312065344 (оно представимо в виде суммы кубов шестью различными способами, например, $38787^3 + 365757^3$). Ученые продолжают поиски таких чисел до сих пор.

Умер Рамануджан 26 апреля 1920 г. в Чэтпите – одном из предместий Мадраасского президентства – вскоре после возвращения в Индию. Причиной ранней (в возрасте 32 лет) смерти мог быть туберкулёз, усугубленный последствиями недоедания, истощения и стресса.

Литература

1. Харди Г. Двенадцать лекций о Рамануджане. – М.: Институт компьютерных исследований, 2002. – 336 с.
2. Гиндикин С.Г. Загадка Рамануджана // Квант. – 1987. – № 10. – С. 14.
3. Аски Р.С. Рамануджан. Гипергеометрические и базисные гипергеометрические ряды // УМН. – 1990. – Т. 45, № 1(271). – С. 33–76.



УДК 539

Кобзева Ю.И.,
студ. группы ПМ-14, ГОУ ВПО «ДонНТУ»
Научный руководитель: Алимов В.И.,
д.т.н., профессор кафедры
«Физического материаловедения», ГОУ ВПО «ДонНТУ»

СВАРКА АРМАТУРЫ ДЛЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Аннотация. В данной работе изучены возможности использования среднеуглеродистых сталей для изготовления арматуры. Стали, содержание углерода в которых варьируется от 0,3 до 0,5% С при соответствующей термической обработке могут обладать высокими показателями механических свойств при сохранении хорошей свариваемости.

Ключевые слова: сварка, арматура, термическая обработка, микроструктура, механические свойства.

Введение. Арматура применяется в различных строительных конструкциях, которым необходимо придать определенную прочность и возможность сопротивляться внешним факторам и нагрузкам. Для этого формируются специальные объёмные конструкции, которые устанавливаются в формы и заливаются бетонным раствором. Чтобы создать объёмность, необходимо арматурные стержни каким-то образом закрепить. Существует два вида скрепления: связка и сварка. Что касается последнего, то можно отметить электросварку плавящимися электродами и такой необычный процесс, как контактная сварка арматуры [1].

Качество арматуры напрямую влияет на прочность и надежность железобетонных и других строительных конструкций, в изготовлении которых применяется арматура. Поэтому к качеству арматуры и стали, из которой она изготавливается, предъявляются самые жесткие требования:

- высокая устойчивость к коррозии и усталостной прочности;
- прочность и жесткость сцепления с бетоном;
- низкая распорность в бетоне;
- высокие прочностные и пластические механические свойства;
- хорошая свариваемость.

Арматура классифицируется по ряду признаков: по назначению, ориентации в конструкции, условиям применения, по виду материала из которого арматура изготавливается.

За оптимальный режим термообработки для каждой исходной марки арматурной стали принимается такой, при котором механические свойства термически упрочненной арматуры совпадают с характеристиками, установленными для определенных классов стали, указанных в технических требованиях.

Все вышеперечисленные виды арматуры имеют свои преимущества и недостатки. Стержневую арматуру изготавливают предпочтительно из низкоуглеродистых сталей, которые обладают хорошей свариваемостью, но при этом имеют низкий комплекс прочностных свойств. Проволочную арматуру, напротив, изготавливают из высокоуглеродистых сталей, обладающих достаточно высоким комплексом свойств, при соответствующей термической обработке, но при этом она характеризуется высоким углеродным эквивалентом, а соответственно низкой свариваемостью.

Цель. Целью данной работы является изучение возможности использования среднеуглеродистых сталей для изготовления арматуры. Стали, содержание углерода в которых варьируется от 0,3 до 0,5% С при соответствующей термической обработке могут обладать высокими показателями механических свойств при сохранении хорошей свариваемости.

Материал и методика эксперимента. Для микроскопического анализа сварного соединения отобран образец из стали 08Г2С сечением 14 мм. Приготовление микрошлифа состоит в вырезании образца, шлифовке и полировке его поверхности, выбранной для изучения, и последующего травления. Для исследования микроструктуры образец подвергали травлению. Перед травлением поверхность микрошлифа обезжиривается спиртом, а затем погружается в травитель. Травителем в данном случае являлся 5%–ный раствор азотной кислоты в этиловом спирте.

Микроисследование и фотосъемка образца проводилась на микроскопе инверсионном металлографическом GX51 с анализатором изображения IA 32 при увеличении $\times 1000$.

Результаты экспериментов. Изучены зоны сварного соединения. Представлены фотографии основного металла, металла шва и участков зоны термического влияния. Проведенная работа позволяет вести дальнейшие исследования по изучению участков зоны термического влияния, что позволит оценить их влияние на механические свойства сварного соединения в целом [2].

На рисунке 1 представлена микроструктура сварного шва.

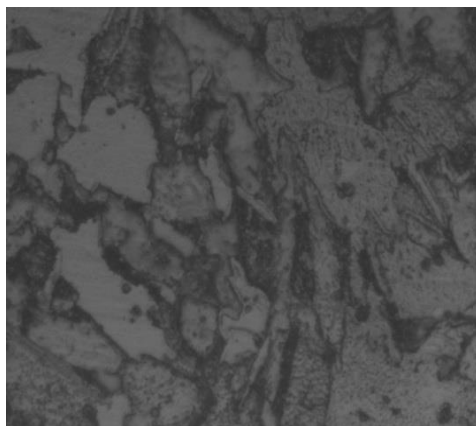


Рис. 1. Микроструктура сварного шва, $\times 1000$

Микроструктура сварного шва формируется условиями охлаждения, влияющими на процессы кристаллизации и на диффузионные процессы. Участок наплавленного металла (шва) имеет столбчатое строение, так как процесс кристаллизации в металле шва имеет направленность: кристаллы растут в направлении, обратном отводу тепла, вглубь жидкой ванны, и металл

приобретает столбчатую структуру. Кристаллит состоит из отдельных дендритов, имеющих общую направленность, которые иногда могут иметь и различную разветвленность. Группа дендритов, имеющая четкую границу, составляет столбчатый кристаллит. В корне шва, ближе к переходной зоне, составляющие столбчатый кристаллит дендриты разветвлены минимально.

Участок перегрева находится в интервале максимальных температур и ограничивается: со стороны шва – температурой участка неполного расплавления (1450°C , идет интенсивный рост зерна аустенита); со стороны основного металла – температурой плавления основного металла ($1100 - 1200^{\circ}\text{C}$). На этом участке металл претерпевает полиморфное превращение из (ОЦК–решетка) в (ГЦК–решетка). Наблюдается перегрев и, следовательно, рост аустенитного зерна. В процессе остывания образуется крупнозернистая видманштеттова структура. Формирующаяся неблагоприятная структура характеризуется резким снижением пластичности и снижением сопротивления хрупкому разрушению, что оказывает решающее

Влияние на качество сварного соединения. На рисунке 2 представлена микроструктура участка перегрева.

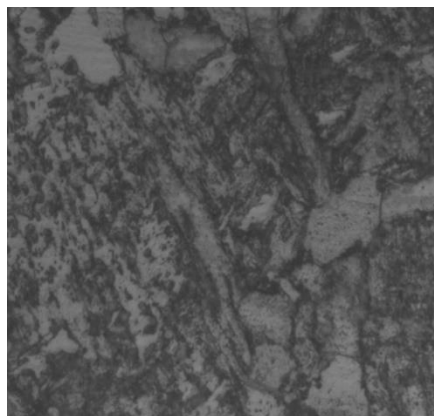


Рис. 2. Микроструктура участка перегрева, $\times 1000$

На участке перекристаллизации или нормализации температура находится несколько выше точки A_{c3} ($1000-900^{\circ}\text{C}$). На этом участке происходит полная перекристаллизация или нормализация, образуется мелкозернистая структура. Длительность пребывания стали при этих температурах невелика, зерно

аустенита не успевает вырасти. Участок характеризуется высоким комплексом механических свойств [3].

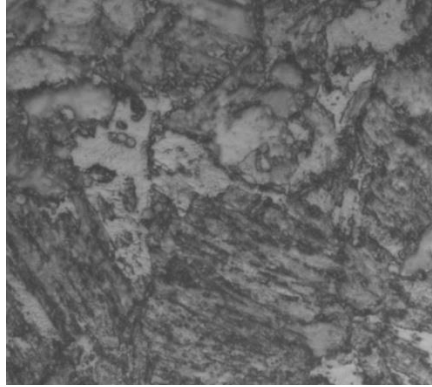


Рис. 3. Микроструктура участка перекристаллизации, $\times 1000$

Участок неполной перекристаллизации имеет максимальную температуру нагрева в интервале температур точек от A_{c1} до A_{c3} ($725\text{--}850^\circ\text{C}$). Структура состоит из крупных неперекристаллизовавшихся зерен феррита и расположенных вокруг них колоний мелких перекристаллизовавшихся зерен феррита и перлита. Механические свойства более низкие, чем у участка нормализации. Влияние на свойства сварного соединения менее отрицательны, чем у участка перегрева, механические свойства выше.

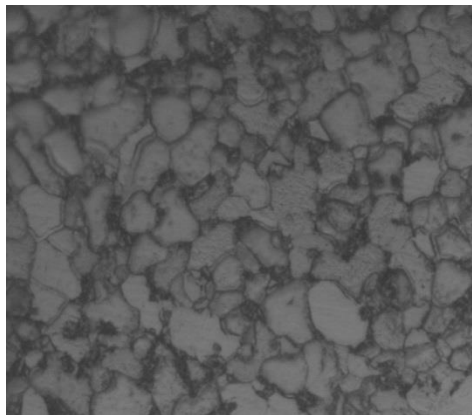


Рис. 4. Участок неполной перекристаллизации, $\times 1000$

Основной металл – это малоуглеродистая сталь. Микроструктура состоит из феррита и небольшое количество перлита. Приблизительное количество перлита 5–14%, что соответствует содержанию углерода $\approx 0,05\text{--}0,15\%$.

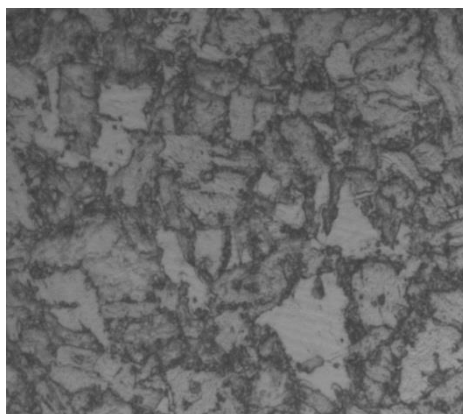


Рис. 5. Основной металл, ×1000

Выводы. Таким образом в получаемых сварных соединениях можно выделить три зоны, отличающиеся друг от друга структурным строением: зона наплавленного металла (шов) – I, зона термического влияния (околошовная) – II, зона основного металла – III. Структура и свойства металла последней зоны в процессе сварки не изменяются. Металл же шва и околошовной зоны претерпевает фазовые превращения вследствие нагрева и последующего охлаждения. Следовательно, качество сварного соединения в основном определяется свойствами металла этих двух зон.

Литература

1. Сварка арматуры. – Режим доступа: <https://svarkalegko.com/tehnology/svarka-armatury.html>
2. Структура сварных соединений. – Режим доступа: <http://stalevarim.ru/pub/struktura-svarnyh-soedineniy/>
3. Ефименко Л.А. Металловедение и термическая обработка сварных соединений/ Л.А. Ефименко, А.К. Прыгаев, О.Ю. Елагина. М.: Логос, 2007. 456с.



УДК 539

Соколова М.Е.,

студ. группы МТОм-16, ГОУ ВПО «ДонНТУ»

Руководитель: Горбатенко В.П.,

д.т.н., профессор кафедры

«Физическое материаловедение», ГОУ ВПО «ДонНТУ»

О ВЛИЯНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ НАГРЕВА НА СТРУКТУРУ И ТВЕРДОСТЬ ЗАКАЛЕННОЙ СТАЛИ 10Г2ФБ С РАЗНЫМ ИСХОДНЫМ СОСТОЯНИЕМ

Аннотация. В данной работе проведен сравнительный анализ структур, полученных в результате проведения закалки при нагреве при разных температурах. Установлена связь между температурами и структурами при нагреве до 850⁰С, 930⁰С, 1000⁰С, 1100⁰С, 1200⁰С. Использовали два вида образцов: после контролируемой прокатки и в литом состоянии.

Ключевые слова: нагрев, сталь, закалка, структура, твердость.

Проведен сравнительный анализ структур, полученных в результате проведения закалки при нагреве при разных температурах. Установлена связь между температурами и структурами при нагреве до 850⁰С, 930⁰С, 1000⁰С, 1100⁰С, 1200⁰С. Использовали два вида образцов: после контролируемой прокатки и в литом состоянии.

Целью нашей работы является сравнительное исследование влияния температуры нагрева на структуру и твердость трубной стали 10Г2ФБ при реализации закалки и отжига в различном исходном состоянии.

Исследования были выполнены на образцах размером 10×12×11мм (для литых образцов) и 15 × 15 × 3 мм (для образцов после контролируемой прокатки) из стали 10Г2ФБ, вырезанных из листа литой заготовки и листа после контролируемой прокатки. Нагрев под закалку проводили до температур 850⁰С-1200⁰С ±20⁰С; время выдержки при нагреве составляло 15 минут. Охлаждение

при закалке проводили в воде. Исследование микроструктуры проводилось на микроскопе «Neophot – 21», при увеличении $\times 500$ и $\times 1000$. Твердость измеряли на твердомере ТК-2М.

Графики зависимости твердости от температур нагрева трубной стали 10Г2ФБ показаны на рисунках 1 и 2.

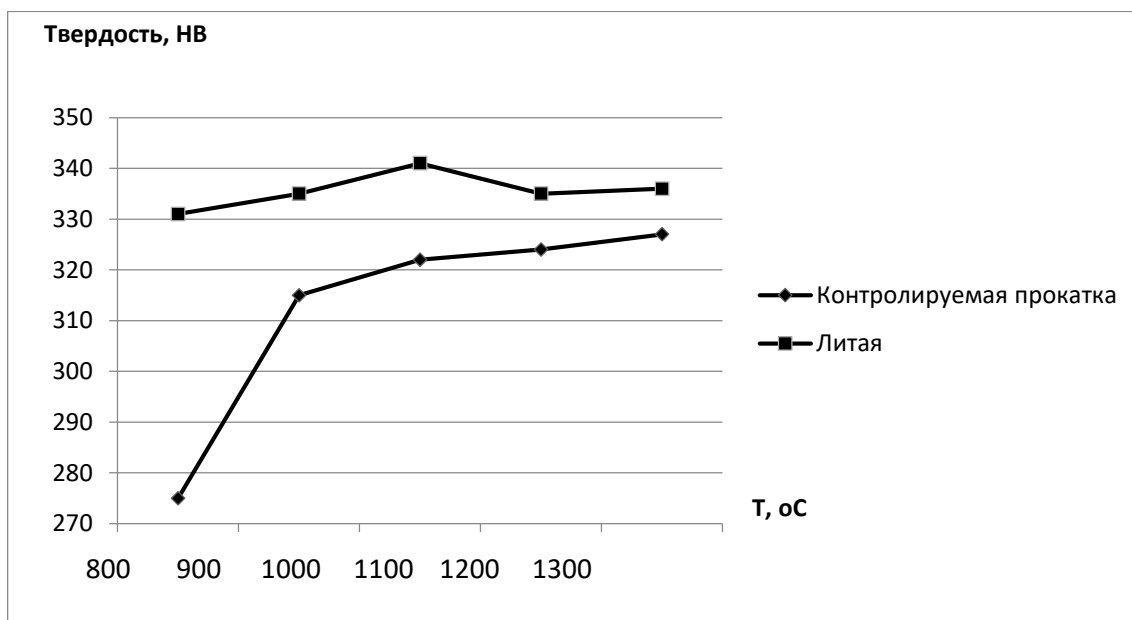


Рис. 1. Изменение твердости стали 10Г2ФБ после закалки в зависимости от исходного состояния и температуры нагрева

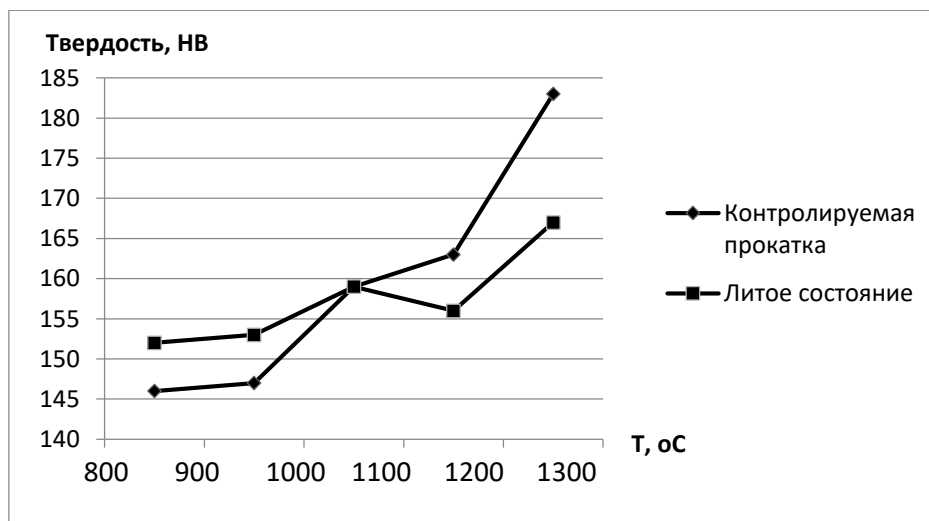


Рис. 2. Изменение твердости стали 10Г2ФБ после отжига в зависимости от исходного состояния и температуры нагрева

На рисунках 1 и 2 показана зависимость твердости от температур нагрева под закалку и отжиг. С повышением температуры происходит изменение структуры металла. После закалки из ферритно-перлитной структуры образуется

мартенситно-бейнитная структура, в зависимости от процентного содержания каждой из составляющих варьируются значения твердости. После отжига ферритно-перлитная укрупняется при повышении температуры, что и приводит к изменению твердости.

На рисунке 1 видно, что твердость после закалки выше у образцов в литом исходном состоянии, однако твердость изменяется не значительно. На рисунке 2 видно, что при повышении температуры отжига значительно повышается твердость у образцов после контролируемой прокатки по сравнению с образцами в литом исходном состоянии. Твердость литых образцов изменяется менее значительно.

Выводы. Сравнительный анализ твердости образцов из стали 10Г2ФБ после закалки и отжига в разных исходных состояниях показал, что при повышении температур нагрева твердость образцов после контролируемой прокатки возрастает интенсивнее, чем в образцах в литом исходном состоянии. Установлено, что существует достаточно «тесная» связь между показателями твердости и повышением температур под соответствующую термическую обработку.



УДК 539

Дмитрук М.Ю.,

аспирант, ГОУ ВПО «ДонНУ»

Руководитель: Недопекин Ф.В.,

д.т.н., профессор кафедры

физики неравновесных процессов, метрологии и экологии

им. И.Л. Повха, ГОУ ВПО «ДонНУ»

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ «ПЛАВЛЕНИЕ – КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ» В РАССПЛАВАХ

Аннотация. В работе установлено, что кристаллизация осуществляется при постоянном переохлаждении для каждого вещества, которое может быть

рассчитано. Теоретическим путём получены формулы для расчёта основных параметров кристаллизации.

Ключевые слова: нагрев, сталь, закалка, структура, твердость.

Введение. Современные требования к литейным материалам и изделиям, особенно к полупроводниковым материалам предполагают обязательную термообработку материала. Непосредственно процесс легирования материалов производят в твердой фазе на границе $T_{пл}$. Данный параметр определяют приблизительно по величине предкристаллизационных переохлаждений расплавов. Считается, что эта величина зависит от условий кристаллизации, имеет вероятностный характер и сильно разнится у различных материалов [1].

Экспериментально установлено, что известный разброс регистрируемых значений предкристаллизационных переохлаждений определяется чисто техническими причинами. Даже если предположить, что термопара в образце строго неподвижна, точка, в которой начинается кристаллизация в расплаве, никогда не будет совпадать с точкой расположения термопары. Именно поэтому экспериментально регистрируемый разброс величины при обычных методах термографирования (при линейном нагреве и охлаждении) имеет статистический характер. Это обусловлено тем, что в расплаве при охлаждении всегда очень высокие температурные градиенты, особенно на фронте кристаллизации. Фактическая температура на фронте кристаллизации и температура, регистрируемая термопарой, всегда значительно отличаются, отсюда и разброс регистрируемых температур переохлаждения, т.е. начало кристаллизации.

Существующие модели кристаллизации расплавов строятся из предположения, что скорость кристаллизации функционально зависит от предкристаллизационного переохлаждения расплава. В данной работе предполагается, что все фазовые переходы происходят аналогично – при строго определенной температуре.

Постановка задачи. Исключить влияние температурных градиентов в расплаве на показания термопары можно только в том случае, если в момент

регистрации температуры в расплаве будут отсутствовать температурные градиенты. А это возможно только в том случае, когда тепловые потоки в образце изменяют знак с нагревания на охлаждение. Только в этом случае во всем объеме образца будет одинаковая температура, т.е. образец некоторое время будет находиться в тепловом равновесии с окружающей средой, т.е. при одинаковой температуре.

Для решения этой задачи был разработан специальный метод – Баллистический Термический Анализ (БТА). Физическая сущность этого метода заключается в том, что максимальные и минимальные температуры нагревания и охлаждения образца достигаются по инерции при отключении или включении нагревателя в точке фазового перехода. В обычных условиях, при отсутствии в образце структурно-фазовых переходов (в твердой или жидкой фазах) термограммы нагревания и охлаждения имеют правильную синусоиду при нагревании и охлаждении в небольшом температурном интервале. Процесс термографирования методом БТА – многоциклический. В каждом цикле максимальная температура нагревания или минимальная при охлаждении повышается или понижается на несколько градусов, а в критических точках даже на доли градуса. [2- 5]

Для исследования процессов плавления-кристаллизации разработана экспериментальная установка, представляющая собой специальную печь. В качестве нагревательных элементов применена нихромовая нить. Термопара располагается в тигле с исследуемым материалом, который на кронштейне погружается в печь. Для регулировки температуры печи используется лабораторный автотрансформатор. Его применение позволяет точнее отработать термопрофиль исследуемого вещества.

В качестве регистратора температурных изменений в расплавах изготовлен специальный контроллер. Применение микроконтроллера ADS1220 в основе устройства обработки сигналов дает следующие преимущества по сравнению с аналогичными устройствами:

Реализация «холодного» спая термопары силами микроконтроллера.

Наличие встроенного фильтра для подавления сетевых помех.

Для записи и обработки результатов был разработан программный продукт в среде программирования C++. Программа позволяет менять частоту опроса датчика температуры, т.к. длительность исследуемого процесса для различных материалов отличается. По полученным данным в режиме реального времени строится график зависимости температуры от времени.

Расчет параметров кристаллизации. Для расчёта величины длительности единичного акта кристаллизации, который протекает, пока расплав на границе раздела фаз не повысится от $T_{кр}$ до $T_{пл}$, используется формула:

$$\tau_{кр} = 1.27\alpha V_{кр}^{-1} \quad (1)$$

где α – коэффициент температуропроводности.

При повышении температуры на границе раздела фаз до $T_{пл}$ образование твёрдой фазы прекращается и происходит охлаждение границы раздела фаз до $T_{кр}$, после чего происходит следующий цикл кристаллизации. За время кристаллизации происходит образование твёрдой фазы, толщина которой $\chi_{кр}$ может быть рассчитана по формуле:

$$\chi_{кр} = 1.27\alpha V_{кр}^{-1} \quad (2)$$

У различных веществ эта величина колеблется также в широких пределах. Длительность охлаждения закристаллизовавшегося слоя от $T_{пл}$ до $T_{кр}$ может быть рассчитана по формуле:

$$\tau_{ох} = 5.06 \frac{\alpha L^2}{V_{кр}^2 C^2 (\Delta T_0 - \Delta T_{кр})^2}, \quad (3)$$

где ΔT_0 – разница между температурами плавления и охлаждения; – толщина закристаллизовавшегося слоя за один акт кристаллизации.

Зная параметры кристаллизации в единичном акте кристаллизации, можно рассчитать и среднюю скорость затвердевания расплава из соотношения:

$$V_p = \frac{V}{4L^2} (\Delta T_0 - \Delta T_{кр})^2 = K (\Delta T_0 - \Delta T_{кр})^2 \quad (4)$$

Согласно выполненным расчётам длительность единичного акта кристаллизации составляет $10^{-8} - 10^{-12}$ с. Длительность охлаждения расплава между единичными актами кристаллизации составляет $10^{-4} - 10^{-5}$ с. [3-5]. Для

эксперимента выбрано несколько веществ с различными теплофизическими свойствами. Применялись материалы с температурой плавления лежащей в рабочем диапазоне термопары типа К. Далее приведены физические характеристики исследуемых веществ, термограммы а также результаты экспериментов.

На рис. 1 представлена взрывная кристаллизация олова со следующими параметрами: $\Delta T_{кр} = 8,37^{\circ}\text{C}$, $\tau_{кр} = 0,47$ с. Для висмута были получены следующие параметры взрывной кристаллизации: $\Delta T_{кр} = 29,4^{\circ}\text{C}$, $\tau_{кр} = 0,11$ с. Соответствующая термограмма представлена на рис. 2.

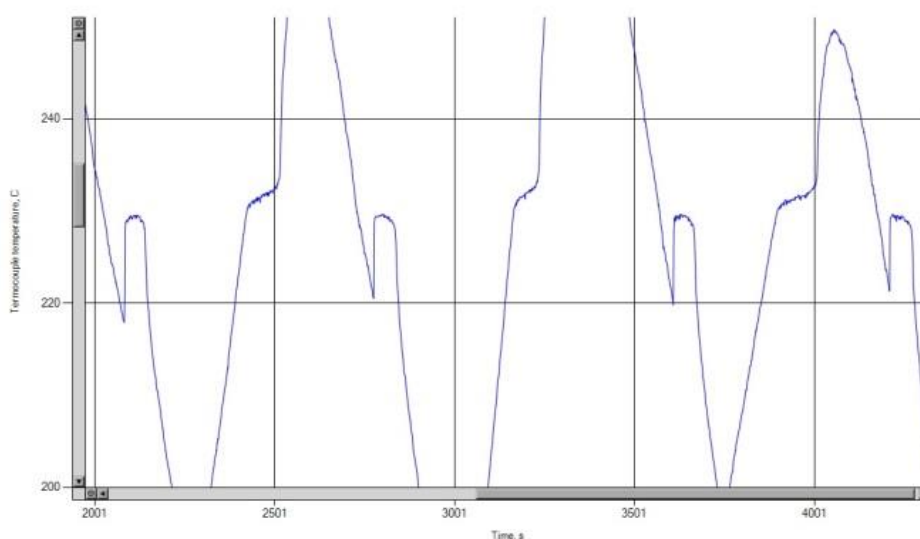


Рис. 1. Термограмма взрывной кристаллизации олова

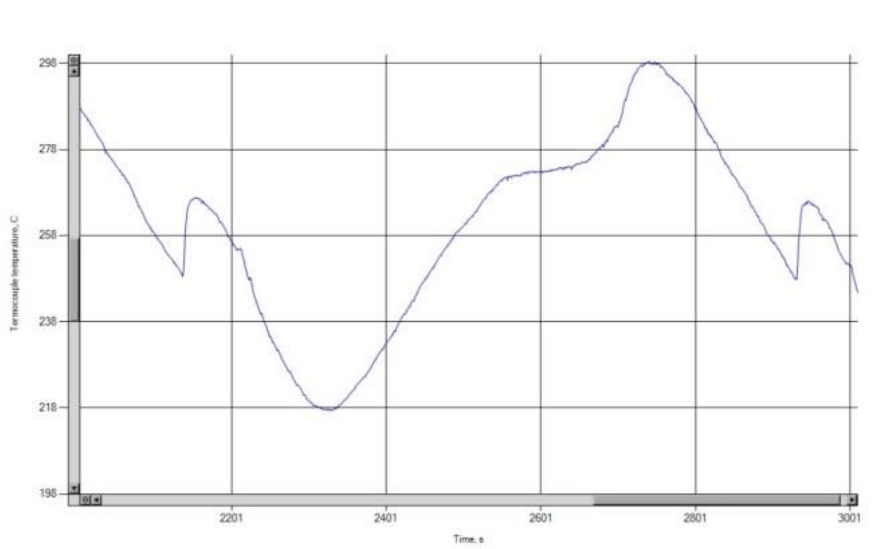


Рис. 2. Термограмма взрывной кристаллизации висмута

Выводы.

1. Установлено, что кристаллизация осуществляется при постоянном переохлаждении для каждого вещества, которое может быть рассчитано.
2. Приведенные формулы, получены теоретическим путём, для расчёта основных параметров кристаллизации.
3. Следуя предложенной новой методике термографирования можно установить оптимальный температурный интервал вблизи температуры плавления для легирования, что особенно важно при обработке полупроводниковых материалов.

Литература

1. Александров Л.Н. Новые экзо- и эндотермические эффекты в расплаве теллура, обнаруженные методом БТА. – Письма в ЖТФ, 1982. – Т.8., В.6. – С. 368- 371.
2. Александров В.Д. Новый метод термического анализа для исследования кристаллизации селена. Неорганические материалы / В.Д. Александров, А.Ю. Кудзин, В.И. Петренко. 1990. – Т.26, №10. – С. 2091-2096.
3. Недопекин Ф.В. Теоретическая модель и экспериментальные исследования кинетики взрывной кристаллизации расплавов / Ф.В. Недопекин, А.А. Петренко – Вестник Донецкого Национального университета: Сер. А, Вып. 2, 2010. – С. 141-147.
4. Свойства элементов: справочник под редакцией М.Е. Дриза – М: Metallurgy, 1985. – С. 672.
5. Таблицы физических величин: справочник под ред. И.К. Кикоина – М.: Атомиздат, 1976. – С. 1006.



УДК 539

Несова А.В.,

аспирант, инженер, ГОУ ВПО «ДонНУ»

Руководитель: Недопекин Ф.В.,

д.т.н., профессор кафедры

физики неравновесных процессов, метрологии и экологии

им. И.Л. Повха, ГОУ ВПО «ДонНУ»

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ УХУ НА ДОНБАССЕ ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВОГО МОНИТОРИНГА

Аннотация. В данной работе проведена оценка внедрения технологий УХУ на Донбассе. Оценено поглощение диоксида углерода по данным спутникового мониторинга участков его хранения.

Ключевые слова: атмосфера, диоксид углерода, улавливание, хранение, спутниковый мониторинг.

Введение. Глобальное изменение климата, является одной из проблем решаемых человечеством, по сей день, что стало поводом для обсуждений, темой международных форумов. К основным причинам этих изменений можно отнести выбросы парниковых газов в атмосферу и, в первую очередь, эмиссия диоксида углерода (CO₂) из стационарных источников. Современные разработанные технологии улавливания и хранения углерода на Донбассе (УХУ), позволят в значительной степени уменьшить неблагоприятные последствия до создания безопасных источников энергии. Но при этом возникают риски утечки CO₂, которые могут оказывать неблагоприятное влияние на человека и окружающую природную среду [1].

Цель. Произвести оценку внедрения технологий УХУ на Донбассе, а именно оценить поглощение диоксида углерода по данным спутникового мониторинга участков его хранения.

Материалы и методика эксперимента. Мониторинг динамики естественного изменения состояния растительности при утечках CO₂ предлагается провести с применением подходов, в основе которых лежит использование нормализованного вегетационного индекса (НВИ). Иностраный аналог – NDVI.

НВИ представляет собой показатель, который вычисляется в результате обработки мультиспектральных данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и показывает наличие и состояние растительности.

НВИ представляется в виде следующей математической формулы:

$$NVI(x, y) = \frac{(IR(x, y) - R(x, y))}{(IR(x, y) + R(x, y))}, \quad (1)$$

где $IR(x, y)$ – значение яркости пикселя изображения ИК-диапазона, $R(x, y)$ – значение яркости пикселя изображения R-диапазона; (x, y) – локальные координаты пикселя.

В ходе выполнения работы были проведены экспериментальные исследования с применением космических снимков 5 областей Донбасса красного и инфракрасных спектральных каналов, сделанные космическим аппаратом Landsat 7 и обработаны с использованием нормализованного вегетационного индекса в программной среде MATLAB [3].

Результаты экспериментов. Получено, что индекс НВИ находится в диапазоне $[-1;1]$, при этом для Донецкой области соответствуют траве, кустарникам значения $[0,1;0,2]$ а лиственным и хвойным деревьям $[0,3;0,4]$, плотность покрытия хвойными лесами – 20%, для Днепропетровской области соответствуют траве, кустарникам значения $[0,2;0,3]$, лиственным и хвойным деревьям $[0,4;0,5]$, плотность покрытия хвойными лесами – 60%, для Луганской области соответствуют траве, кустарникам значения $[0,1;0,2]$, лиственным и хвойным деревьям $[0,3;0,5]$, плотность покрытия хвойными лесами – 30%, для Харьковской области соответствуют траве, кустарникам значения $[0,1;0,2]$, лиственным и хвойным деревьям $[0,3;0,5]$, плотность покрытия хвойными лесами – 50%, для Запорожской области соответствуют траве, кустарникам

значения $[0,1;0,2]$, лиственным и хвойным деревьям $[0,3;0,4]$, плотность покрытия хвойными лесами – 20% [2].

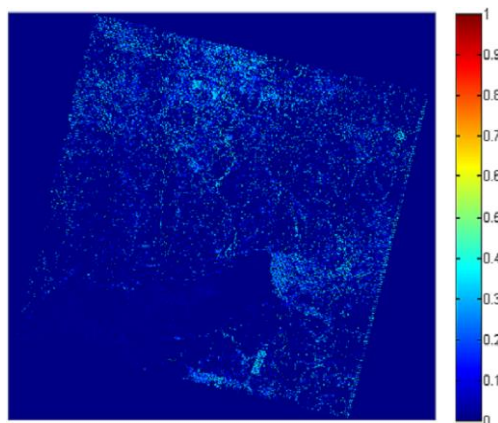


Рис. 1. Пример обработанного изображения Донецкой области с помощью NDVI

Выводы. В результате исследования с помощью методов вегетационного индексирования выполнена оценка экологических рисков при утечках CO_2 на окружающую среду. Полученные в итоге результаты обосновали возможность и перспективность использования технологий УХУ на предприятиях и территориях восточных регионов Украины для уменьшения эмиссии парниковых газов и смягчения последствий глобальных изменений климата.

Литература

1. Специальный доклад МГЭИК: Улавливание и хранение двуокси углерода – Резюме для лиц, определяющих политику и Техническое резюме [Текст] / Ред.: Берт Метц [и др.]. МГЭИК.2005.
2. Несова А.В., Гучмазова Т.К. Оценка влияния утечек диоксида углерода на растительность Донбасса // Материалы VI-й междунар. научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Проблемы техносферной безопасности - 2017». М.: Академия ГПС МЧС России. 2017, С. 257-263.
3. Колесенков А.Н., Несова А.В. Оценка состояния объектов лесного хозяйства на основе реализации нви-подхода средствами математического моделирования // ММТТ-28: Сборник трудов XXVIII Международной научной конференции. – Рязань: Рязанск. гос. радиотехн. ун-т, 2015. – Том 9. – С. 138-141.



УДК 539

Греднев Д.С.,

аспирант кафедры физики, математики и материаловедения

ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: Дремов В.В.,

д.т.н, профессор кафедры физики, математики и материаловедения

ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКА НА КИНЕТИКУ ФАЗОВОГО ПРЕВРАЩЕНИЯ

Аннотация. Рассмотрено влияние ультразвука на кинетику фазового превращения с точки зрения получения материалов с новыми свойствами.

Ключевые слова: расплав, фазовое превращение, ультразвук, переохлаждение.

Введение. Изучение влияния ультразвука на кинетику фазового превращения представляет теоретический интерес, так как способствует более глубокому пониманию статистических процессов, совершающихся при затвердевании расплавов, и одновременно практический интерес, так как ведет к получению материалов с новыми свойствами.

Целым рядом исследователей было установлено, что звуковые и ультразвуковые колебания являются весьма эффективным фактором влияния на вещество. Первые работы, посвященные применению ультразвука, были опубликованы начиная с 1939 года. В отечественной и зарубежной литературе получило широкое распространение ультразвук в металлургических процессах путем создания в них колебаний во время плавки, разлития и кристаллизации литого металла. Первые работы были посвящены легкоплавким металлам.

Гораздо позднее, важные процессы были применены к более тугоплавким металлам, а также к органическим и неорганическим веществам.

Работы многих авторов показали, что процесс кристаллизации под действием ультразвука отличается от классического. Было выявлено, что максимальное число центров кристаллизации можно получать не только при одной определенной, установленной Тамманом температуре переохлаждения, но и при различных ее значениях. Это позволяет смещать максимум из его естественного положения и дает основание для выдвижения метода, открывающего новые возможности управления кинетикой фазового превращения.

Дальнейшие исследования большого количества различных веществ позволили сделать вывод, что ультразвук влияет на процесс кристаллизации не только из расплава, но и из раствора. Это влияние выражается в том, что в присутствии затравки образуются новые центры кристаллизации. В результате влияния ультразвука наблюдается увеличение скорости кристаллизации, которая при значительных интенсивностях и соответствующих переохлаждениях может возрастать в сотни раз. Направление, в котором развивается процесс кристаллизации, определяется лишь геометрией сосуда с переохлажденным расплавом.

Влияние ультразвука на процесс кристаллизации металлов впервые отметил С.Я. Соколов. Ультразвуковое поле настолько ускоряет процесс кристаллизации, что в результате получают слитки с дендритной структурой. Механизм действия ультразвука в ультразвуковом поле сводится к происходящему на границе раздела двух фаз отщеплению мельчайших кристаллов, совершающих колебательные движения и увеличивающихся в размерах. Срастаясь с кристаллом, они образуют поликристаллический слиток. Скорость этого процесса зависит от интенсивности ультразвукового поля.

Применение ультразвукового воздействия позволяет улучшить осевую однородность распределения примесей и компонентов сплава за счет интенсификации тепло- и массообменных процессов. Однако специфика

ультразвуковой обработки заключается в том, что наиболее эффективное воздействие происходит при образовании в расплаве кавитации, а кавитационные эффекты обуславливают разрушение фронта кристаллизации и вызывают образование мелкозернистой структуры слитка, поэтому интенсивный ультразвук нецелесообразно использовать при получении монокристаллических образцов кристаллизационными методами.

В тех случаях, когда ставится задача получения поликристаллических слитков, применение ультразвука весьма перспективно, ультразвуковая обработка в процессе кристаллизации позволяет получить однородный, беспористый материал с мелкозернистой структурой.



УДК 539

Сандомирская К.К.,

студ. группы ПМм-16, ГОУ ВПО «ДонНТУ»

Руководитель: Алимов В.И.,

д.т.н., профессор кафедры

«Физического материаловедения», ГОУ ВПО «ДонНТУ»

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ КОМПОЗИТА «АРМИРУЮЩИЕ ВЫСОКОПРОЧНЫЕ НИТИ-РЕЗИНА»

Аннотация. Целью настоящей работы является изучение причин нарушения адгезионной связи металлического корда в резине, пути повышения надежности работы композита «резина-металлокорд» и его коррозионной стойкости.

Ключевые слова: композит, резина, металлокорд, надежность, коррозионная стойкость.

Введение. Широкое распространение во всём мире автомобильного транспорта влечёт за собой необходимость повышения качества одного из

главных элементов автомобиля, а именно автомобильных шин. Важной составляющей автомобильной шины является металлокорд, представляющий собой стальной трос, свитый из высокопрочной стальной проволоки с покрытием. Металлокорд обеспечивает высокую прочность и высокие показатели по теплостойкости и теплопроводности, а также способствуют равномерному распределению температуры.

Качество и долговечность шин зависят от многих факторов, в том числе и от прочности связи металлического корда с резиной. Проволоку латунируют для обеспечения необходимой прочности связи металлокорда с резиной. Адгезия резины к латунированному металлокорду возникает в результате реакции между латунным покрытием и составляющими резиновой смеси. Основными характеристиками латунного покрытия являются прочность его сцепления со стальной основой, масса или толщина покрытия, химический состав покрытия и его сплошность (пористость). Для образования прочной адгезионной связи толщина латунного покрытия должна составлять 1,4-2,0 мкм. Разработка новых способов повышения адгезии, обеспечивающих высокую прочность связи в системе резина-латунированный металлокорд, является перспективным направлением в настоящее время.

Цель. Целью настоящей работы является изучение причин нарушения адгезионной связи металлического корда в резине, пути повышения надежности работы композита «резина – металлокорд» и его коррозионная стойкость.

Материалы и методика эксперимента. В качестве материала для исследования использовалась автомобильная шина T 175/70 R13 и металлокорд конструкции 9Л15/25.

Результаты экспериментов. Конструктивная характеристика металлокорда и способ его расположения в шине, является одной из важнейших характеристик, влияющих на прочность связи с резиной и определяющих дальнейшие свойства обрешиненного полотна. По расположению нитей корда, существует два вида шин: диагональные и радиальные.

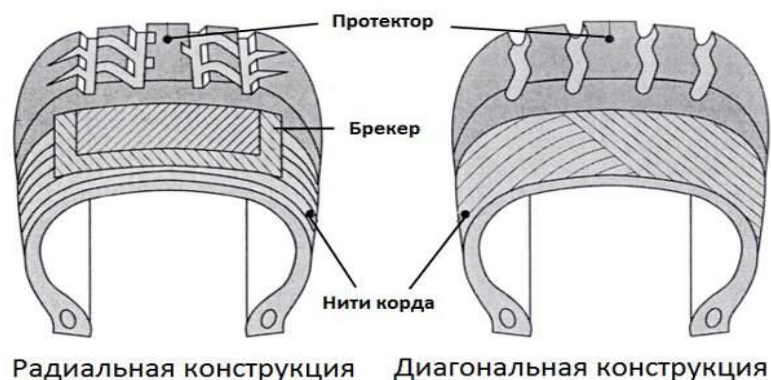


Рис. 1. Диагональная и радиальная конструкция автомобильных шин

В шинах с диагональным расположением нитей нити корда в слоях каркаса идут от борта к борту по диагонали. В связи с необходимостью перекрещивания нитей в двух смежных слоях каркаса, число слоев должно быть чётным. У радиальных шин нити корда в слоях каркаса не перекрещиваются как у диагональных шин, а имеют радиальное (меридиональное) расположение, т.е. направлены от борта к борту.

Определили, что исследуемая автомобильная шина имеет радиальную конструкцию; брекер шины состоит из одного слоя нейлона и двух слоев металлокорда. Металлокорд улучшает температурный режим покрышки, тогда как нейлон – позволяет остаться ей эластичной.

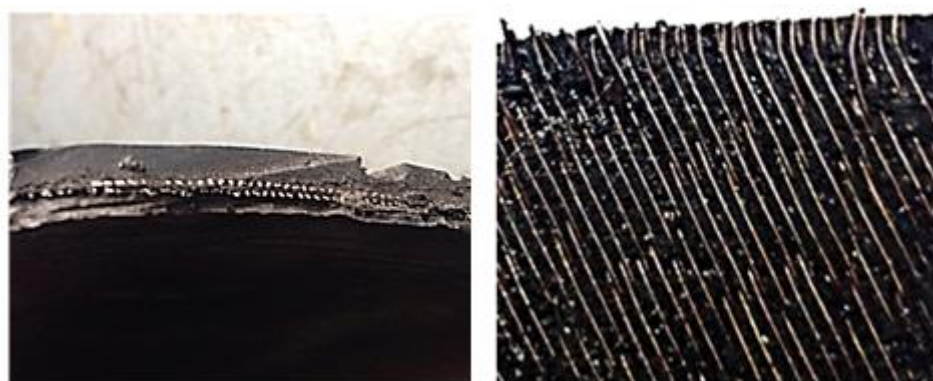


Рис. 2. Расположение нитей корда в радиальной шине T 175/70 R13

Радиальные шины обладают целым рядом преимуществ по сравнению с диагональными. Они имеют большую несущую способность, повышенную максимальную скорость, меньше весят, более эластичны и в меньшей степени подвержены нагреву. Нагрузка на нити в каркасе радиальной шины значительно

ниже, так как они воспринимают только один вид нагрузок. Это позволяет использовать меньшее число слоев корда для изготовления каркаса, поэтому теплоотвод в данном случае будет лучше. Кроме того, каждый слой корда является абсолютно самостоятельным, так как отпадает необходимость в перекрещивании волокон соседних слоев.

Конструкция нитей должна обеспечить полное проникновение резины внутрь корда, для исключения развития коррозионных процессов. Работоспособность резинометаллокордных изделий зависит от стабильности адгезионной связи к действию различных факторов – влаги, электролитов, кислорода воздуха и повышенной температуры. Вместе с влагой в изделия могут попадать соли, используемые для ускорения таяния снега и льда на дорогах в зимнее время, например, хлориды натрия и кальция.

При эксплуатации шины нагреваются до 50-60, а иногда и до 100°C. Повышение коррозионной стойкости металлокорда является актуальным вопросом в настоящее время. Из изложенного следует необходимость определения прочности связи металлокорда с резиной при воздействии различных факторов.

Образцы нитей металлокорда конструкции 9Л15/25 подвергали воздействию 10%-ного водного раствора H_2SO_4 и HCl . Результаты экспериментов представлены в таблице 1.

Таблица 1. Коррозионная стойкость металлокорда конструкции 9Л15/25

№ образца	Диаметр проволоки, мм	Коррозионная среда	Время экспозиции, мин	$\Delta m, г$	$K_m^-, г/(м^2*ч)$
1	0,25	водный раствор 10% H_2SO_4	30	0,007	0,020
2			60	0,0012	0,020
3			90	0,002	0,026
4			24 ч	0,0198	0,018
5	0,25	водный раствор 10% HCl	30	0,00035	0,0062
6			60	0,0005	0,0049
7			90	0,0006	0,0039

После проведения экспериментов было рассмотрено качество и сплошность латунного покрытия корда.

Также образцы подвергались нагреву до температур 150-500°C и выдерживались в течении 1 ч. Температурная зависимость показателя коррозии представлена на рисунке 3.

Широкое распространение резиновых изделий, армированных металлокордом, делает весьма актуальным повышение прочности сцепления металлокорда с резиной и устойчивости адгезионной связи в процессе работы изделий. Несмотря на большое количество обзоров и публикаций по этой проблеме, её нельзя считать решенной, т.к. известны случаи преждевременного выхода шин из строя вследствие нарушения связи между металлокордом и резиной.

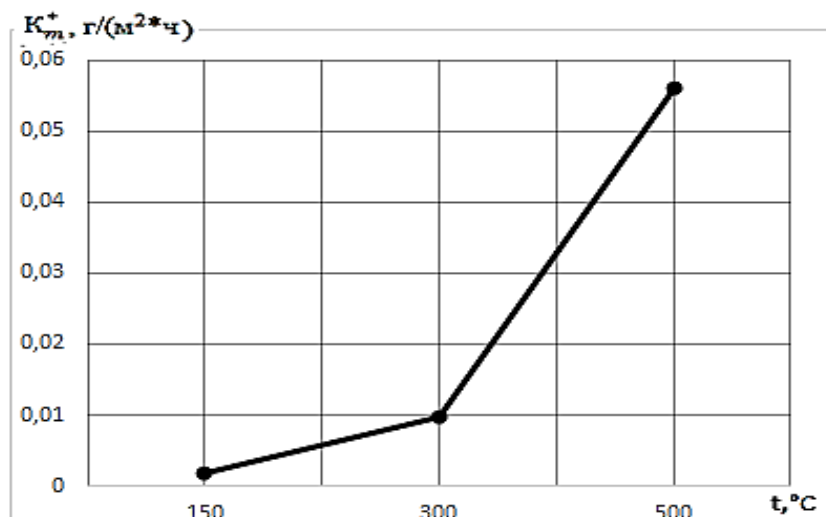


Рис. 3. Положительный показатель изменения массы металлокорда конструкции 9Л15/25 при нагреве до температур 150-500°C

Выводы. Таким образом, одним из путей повышения надежности работы системы резина-металлокорд является использование и поиск новых оптимальных конструкций расположения нитей корда. Конструкция должна обеспечить полное проникновение резины между нитями.

Одной из основных причин нарушения адгезионной связи между резиной и металлическим кордом является протекание коррозионных процессов под действием различных факторов, следовательно, повышение коррозионной стойкости металлокорда является актуальным вопросом в настоящее время.

Литература

1. Шмурак И.Л. Шинный корд и технология его обработки / В.Л. Шмурак // Москва, 2004. – 335 с. Физическое материаловедение. Под ред. Р. Кана, П. Хаазена. – М.: Мир, 1968. – Т. 2. – 490 с.
2. Алимов В.И. О влиянии нагревов и сред на долговечность канатной проволоки и канатов / В.И. Алимов, О.В. Ашихмина, Р.Ф. Алимова // Охрана окружающей среды. Сборник докладов, т.2. – Донецк, 2000. – С. 165-166.
3. Алимов В.И. Исследование свойств композиций «металлокорд – резина»/ В.И. Алимов, К.К. Сандомирская // Материаловедение. Сборник докладов – Донецк, 2017. – С. 52-56.
4. Никифорова, Н.А. Проблемы адгезии при производстве автомобильных шин / Н.А. Никифорова, М.А. Шерышев // Успехи в химии и химической технологии. – 2010. – Т. XXVI. – №4 (109). – С. 71-74.
5. Андрианов Н.В. Адгезия резины к металлокорду и ее сохранение/ Н.В. Андрианов, А.Н. Савенок. А.А. Кравцов, А.А. Леднева // Литье и металлургия, 2005. – № 2. – С. 36–44.



УДК 539

Громенко В.О., Александров А.А.,
студ. группы ТО-14, ПМ-16м, ГОУ ВПО «ДонНТУ»

Руководитель: Алимов В.И.,
д.т.н., профессор кафедры
«Физическое материаловедение», ГОУ ВПО «ДонНТУ»

УПРОЧНЕНИЕ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСПОРТИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПЕРАЦИЙ ДЕФОРМИРОВАНИЯ И РЕГЛАМЕНТИРОВАННОГО ОХЛАЖДЕНИЯ СКОВОЧНО-ШТАМПОВОЧНОГО НАГРЕВА

Аннотация. Установлены режимы ресурсосберегающего упрочнения соединительных деталей, транспортирующих устройств с использованием операций регламентированного охлаждения после деформирующего нагрева.

Ключевые слова: упрочнение, деформирование, охлаждение, нагрев, низкоуглеродистые стали.

Введение. В транспортирующих устройствах – конвейерах, подъемниках, шнеках и т.д. используется значительное количество соединительных деталей типа валиков, цилиндров, роликов и др. Основные проблемы возникают при их изготовлении и эксплуатации, при изготовлении одной из основных задач является достижение максимальной пластичности, а при эксплуатации максимальной износостойкости. В данной работе рассматриваются способы ресурсосберегающего упрочнения соединительных деталей, транспортирующих устройств с использованием операций регламентированного охлаждения после деформирующего ковочно-штамповочного нагрева. Рассмотрено влияние режимов термической обработки на способность к осадке холодновысадочной проволоки с целью повышения ресурсосбережения.

Цель. Установление режимов ресурсосберегающего упрочнения соединительных деталей, транспортирующих устройств с использованием операций регламентированного охлаждения после деформирующего нагрева.

Материалы и методика эксперимента. В качестве материала для исследования использовали низкоуглеродистые стали до 0,3% углерода и стандартным содержанием других элементов, а также заготовки после прокатки с различными режимами термической обработки.

Для исследований на осадку холодновысадочной проволоки взяли сталь Ст 3 diam. 6,5мм. Для испытаний на осадку со степенью обжатия до 80% изготавливали образцы высотой равной двум диаметрам в соответствии с ГОСТ 8817. Образцы подвергли высокотемпературному отжигу при температуре $970\pm 5^{\circ}\text{C}$ с кратковременной выдержкой и последующим охлаждением с печью.

После проведенного высокотемпературного отжига с образцов удалили окалину и подвергали испытаниям на осадку до 1/2, 1/3, 1/4, 1/5 и 1/6 исходной высоты.

Результаты экспериментов. Повышение надёжности соединительных деталей изготавливаемых холодной высадкой является одной из актуальных проблем современности. Одним из недостатков является разрушение разъемных соединений за счёт низкого качества крепежа, т.е. малой пластичности металлических изделий при осадке. Мы изучаем данную проблему с целью повышения качества крепежа, путём усовершенствования и оптимизации режимов термической обработки катанки с последующей холодной и горячей деформацией.

Установление режимов термической обработки заготовок, в том числе проволочных, для холодно высаживаемого крепежа является актуальным в связи с совершенствованием парка холодновысадочных скоростных автоматов и возрастанием требований, как к технологичности передела заготовки, так и требований к качеству крепёжных изделий, оцениваемому по отсутствию трещин при их глубокой посадке и уровню механических свойств. Это может быть обеспечено не только химическим составом исходного металла, но и его

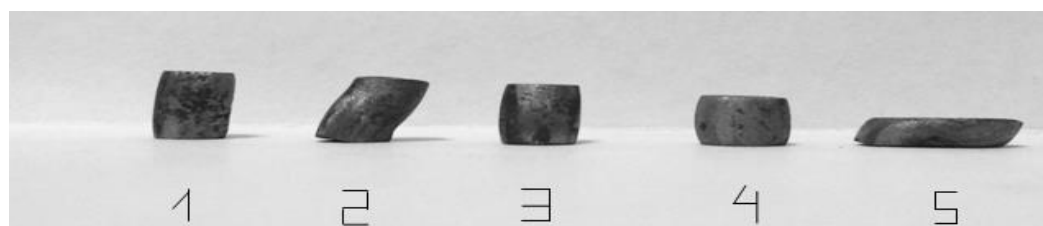
структурным состоянием – типом структурных составляющих, их долевым соотношением, размером элементов зёрненной структуры и особенно размером зерна. Совокупное качество катанки и волоченной проволоочной заготовки может быть достигнуто варьированием режимов термообработки с интегральной оценкой этого качества с помощью обобщающих критериев.

Микроструктура исходной катанки диаметром 6,5 мм приведена на рис. 1 и представляет собой структурно свободный феррит с небольшим количеством перлитной составляющей.



Рис. 1. Исходная структура катанки для холодновысадочной проволоки
($\times 418 \times 2$).

При визуальном осмотре установлено, что все образцы выдержали испытания, т.е. при осадке со степенью до 83,5% трещинообразование не происходило; при этом степени деформации, оцененные по уменьшению высоты, составляли соответственно 50, 67,75, 80 и 83,5 %.



Степень осадки: 1 – (1/2); 2 – (1/3); 3 – (1/4); 4 – (1/5); 5 – (1/6)

Рис. 2. Вид образцов после холодной высадки, (1 \times 1)

О том, что расслоение и трещинообразование при осадке связано с содержанием углерода и исходным структурным состоянием позволяет судить данные, полученные при осадке проб из проката, взятого в горячекатаном состоянии (рис. 3).

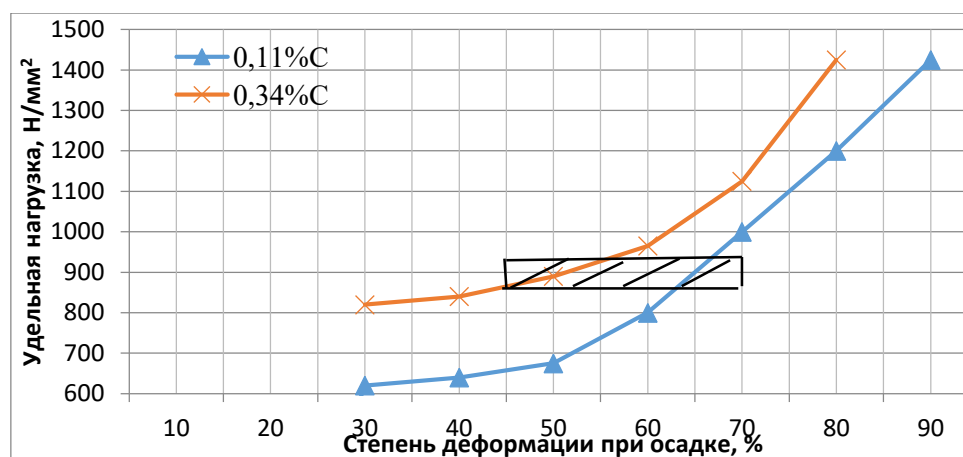


Рис. 3. Удельная нагрузка при осадке проб из проката в горячекатаном состоянии в связи с содержанием углерода.

Видно, что область предельных параметров осадки без расслоения соответствует удельной нагрузке порядка 900 Н/мм^2 и смещается к меньшей степени деформации с повышением содержания углерода. На ряду, со многими факторами холодная высадка имеет большое количество преимуществ, но также имеет один большой недостаток – это низкая пластичность. Поэтому для изготовления крепежа и соединительных элементов, более крупных размеров, не всегда является достаточным мощности прессов и пластичности металла, ввиду этой проблемы, производится нагрев металла для последующей горячей деформации.

Для изучения влияния горячей деформации на способность к осадке, были взяты четыре различные заготовки из разного проката с разным видом предшествующей термической обработкой. Заготовка образца под №1 была взята после отжига; заготовка под №2 ранее была подверженная термическому упрочнению с отдельного нагрева; заготовка под №3 является штамповка; заготовка под №4 штамповка, упрочненная со штамповочного нагрева с ускоренным охлаждением. Полученные заготовки подготовили к изготовлению шлифов, на рисунке 4 представлены полученные микроструктуры образцов.

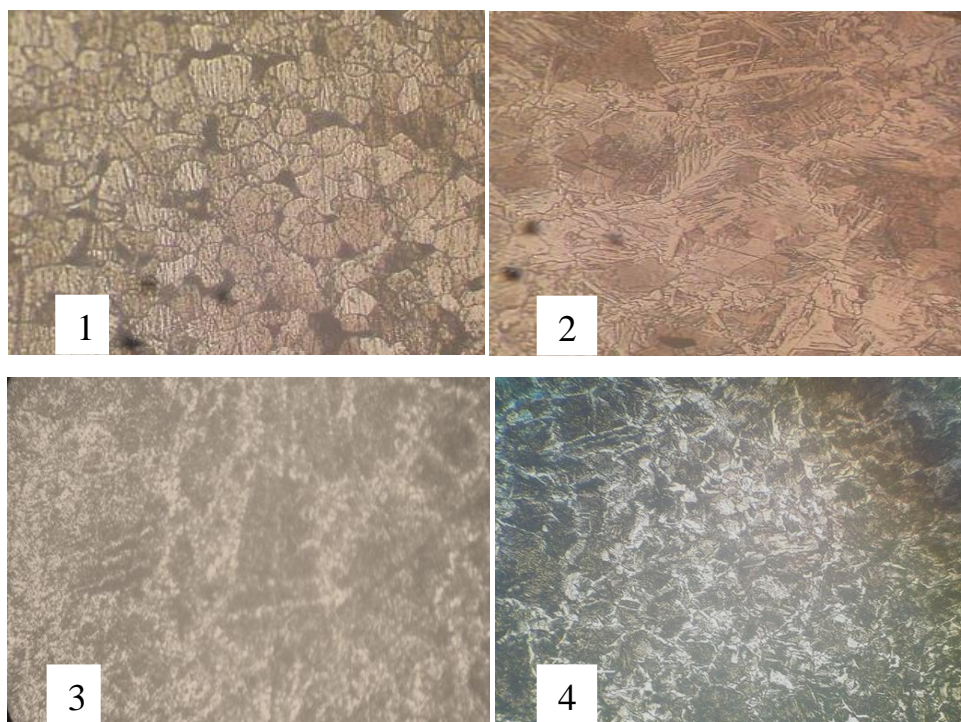


Рис. 4. Микроструктуры образцов после термической обработки, ($\times 418 \times 2$)

Из представленного рисунка 4 видно, что структура образца под №1 является неоднородной и состоит из ферритной матрицы с перлитными включениями. Образец под №2 состоит из мартенсита с крупными зернами нижнего бейнита. В структуре образца №3 присутствует ферритная сетка и бейнитная составляющая, вследствие высокой температуры произошла бейнитизация, в центре присутствует нижний бейнит. Структура образца №4 состоит из верхнего бейнита, по центру присутствует, тростит и бейнит.

Выводы. В данной работе было рассмотрено влияние режимов термической обработки ресурсосберегающего упрочнения соединительных деталей, транспортирующих устройств с использованием операций регламентированного охлаждения после деформирующего нагрева. Установили, что для холодной высадки наиболее оптимальным является режим высокотемпературного отжиг, при котором может быть повышена пластичность стали с содержанием углерода порядка 0,18%, что улучшает способность катаной заготовки из этой стали к осадке в холодном состоянии. Также было рассмотрено влияние термической обработки на способность к осадке металла в

горячее катаном состоянии. Данная тема остается актуальной, по сей день, поэтому её изучение будет продолжаться в дальнейшем.

Литература

1. Бернштейн М.Л. *Металловедение и термическая обработка стали* / М.Л. Бернштейн, А.Г. Рахштадт // Москва, 1983. – 352с.
2. ГОСТ 7564-73. *Общие правила отбора проб, заготовок и образцов для механических и технологических испытаний.* – Введен: 1975. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам. – 18 с.
3. Алимов В.И. *Критериальная оценка качества проволочной заготовки для крепежных изделий*/ В.И. Алимов, О.В. Пушкина // *Металлургические процессы и оборудование.* – 2012. – С. 23 – 27.



УДК 539

Псёл А.В.,

студ. группы ПМм-16, ГОУ ВПО «ДонНТУ»

Руководитель: Горбатенко В.П.,

д.т.н., профессор кафедры

«Физического материаловедения», ГОУ ВПО «ДонНТУ»

ВЛИЯНИЕ ПРЕДШЕСТВУЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ НА ПРОЦЕССЫ АУСТЕНИТИЗАЦИИ СТАЛИ 35

Аннотация. Целью данной статьи является изучение влияния предшествующей деформации холодной осадкой термической обработки на процесс аустенитизации стали 35 при нагреве.

Ключевые слова: нагрев, охлаждение, пластическая деформация, аустенитизация, сталь 35.

Введение. В ряде исследований, например, [1,2] приведены данные о том, что исходное состояние стали в значительной степени определяет развитие

процессов аустенитизации стали. Так, увеличение плотности дефектов кристаллического строения, увеличение степени дисперсности перлита способствуют ускорению процесса аустенитизации [1, 3]. Предшествующая холодная пластическая деформация приводит к снижению температуры превращения при нагреве и образованию метастабильного аустенита [1, 4].

Цель. В данных исследованиях целью является изучение влияния предшествующей деформации холодной осадкой термической обработки на процесс аустенитизации стали 35 при нагреве.

Материалы и методика эксперимента. Для исследований использовали горячекатаную и патентированную катанку диаметром 6,5 мм из стали 35. Осадку образцов в холодном состоянии выполняли на 50% и 75% от исходной высоты. Кинетику процесса аустенитизации оценивали по изменению твердости и микроструктуры стали, охлажденной в воде после нагрева до различных температур в интервале 680...850°C с выдержкой 5 минут.

Результаты экспериментов. На образцах из стали 35 проводилась закалка с температурой нагрева 680°C, 700°C, 720°C, 750°C, 800°C, 850°C с выдержкой в 5 минут и последующим охлаждением в воде. Полученные результаты представлены на графиках.

Сталь горячекатаная катанка нагрев до 700°C не приводит к изменению твердости. Следовательно, в предварительно деформированных сталях аустенитизация начинается при температуре ниже точки A_1 (рис. 1). Заметное повышение твердости наблюдали при нагреве до 720°C. Максимум твердости достигается при 750°C. В случае деформированной осадкой стали, рост твердости наблюдается уже при нагреве до 700°C. Причем, в случае деформации с максимальной степенью 75% в интервале температур нагрев 700...750°C скорость прироста твердости оказывается выше, чем в случае деформации на 50%. При температуре 750°C и выше прирост твердости не зависит от степени предшествующей деформации. Следовательно, влияние предшествовавшей деформации наиболее заметно проявляется при нагреве в нижней части межкритического интервала температур (рис. 1).

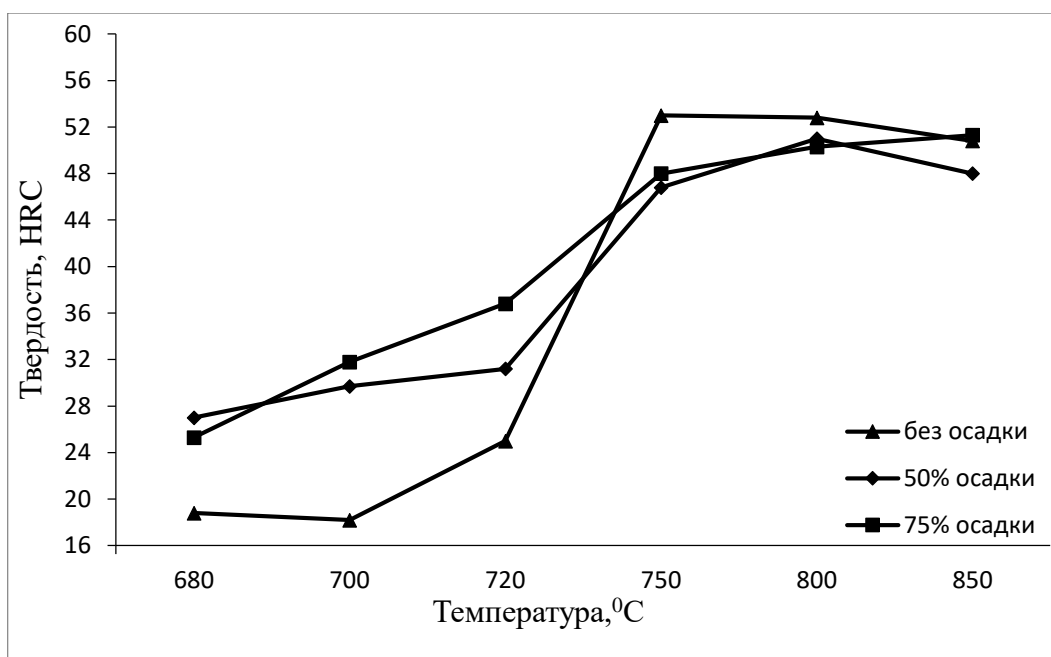


Рис. 1. График зависимости твердости от температуры нагрева и условий деформации исходного горячекатаного состояния

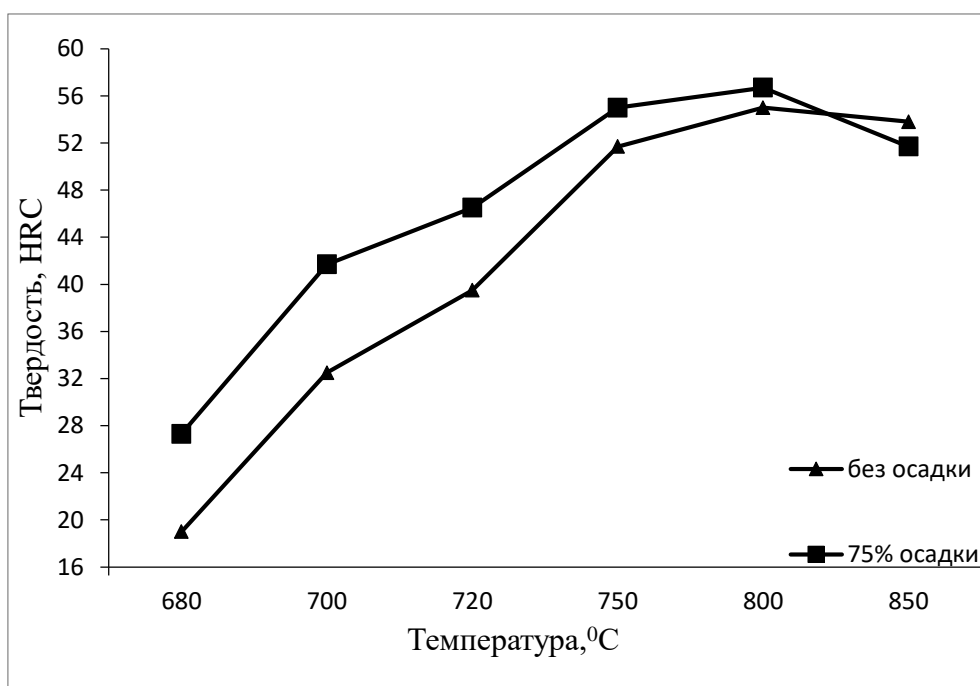


Рис. 2. График зависимости твердости от температуры нагрева и условий деформации исходного патентированного состояния

В предварительно патентированной стали не подвергавшейся предварительной деформации процесс аустенитизации происходит при нагреве до 700°C и завершается при температуре около 800°C (рис. 2). Предшествующая деформация осадкой на 75% так же приводит к ускорению процесса

аустенитизации. Твердость предварительно осаженной стали при нагреве до 700°C оказывается примерно на 9 единиц HRC, а при 720°C примерно на 8 единиц HRC выше, чем для исходной патентованной стали. Дальнейшее повышение температуры нагрева приводит к уменьшению различия твердости (рис. 2).

Предварительное патентирование приводит к получению более высокой твердости как в исходном, так и в деформированном состояниях по сравнению с исходной горячекатаной сталью при нагреве в интервале температур 700...750°C.

Выводы. Установлено, что предшествующая холодная пластическая деформация осадкой способствует ускорению процесса аустенитизации стали при нагреве, особенно заметному при температурах 700-720°C. Ускорению процесса аустенитизации способствует предварительное патентирование катанки.

Литература

1. Дьяченко С.С. Образование аустенита в железоуглеродистых сплавах [Текст] / С.С. Дьяченко. – М. : Metallurgy, 1982. – 128 с.
2. Дьяченко, С.С. Особенности $\alpha \rightarrow \gamma$ - превращения в стали с различным исходным состоянием [Текст] / С.С. Дьяченко, В.П. Тарабанова, А.М. Петриченко // ФММ. – 1972. – Т. 34. – Вып. 1. – С. 30-38.
3. Термическая обработка в машиностроении [Текст] : справочник / под ред. Ю. М. Лахтина, А. Г. Рахштадта. – М.: Машиностроение, 1980. – 783 с.
4. Баранов А.А. Влияние холодной деформации на аустенитизацию эвтектоидной стали [Текст] / А.А. Баранов, Ким Ир Ен // Черная металлургия. – 1986. – №10. – С. 77-81.



УДК 539

Наумов М.Ю., Моисеев Н.И.,
студ. группы ААХ-23, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: Фролова С.А.,
к.х.н., доцент кафедры физики, математики
и материаловедения, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

КОРПУС ДВИГАТЕЛЯ

Аннотация. В данной работе приведено краткое описание устройства двигателя внутреннего сгорания.

Ключевые слова: двигатель, корпус, блок цилиндров, головка, прокладка.

Двигателем называют устройство, предназначенное для преобразования одного из видов энергии в механическую. Самыми популярными сегодня считаются двигатели внутреннего сгорания. Остов (корпус) двигателя предназначен для размещения механизмов и устройств, необходимых для работы двигателя, а также для крепления вспомогательных узлов и агрегатов. Он состоит из литых чугунных и алюминиевых точно обработанных деталей, соединенных между собой болтами и шпильками. Герметичность соединений обеспечивают прокладки. Корпус двигателя состоит из блока цилиндров (блок-картера) и головки блока цилиндров, закрытых сверху клапанной крышкой, снизу – масляным поддоном, спереди и сзади – передней и задней крышками коленчатого вала. Блок цилиндров – цельнолитая деталь, объединяющая собой цилиндры двигателя. Отливается, как правило, из чугуна. На блоке цилиндров имеются опорные поверхности для установки коленчатого вала. К верхней части блока, как правило, крепится головка блока цилиндров (ГБЦ), которая представляет собой основной узел любого транспортного средства.

Прокладка ГБЦ изготавливается из армированного асбеста для обеспечения высокого уровня герметичности каналов охлаждающей системы, масляного прохода, а также камеры сгорания.



УДК 530

Шажко О.В.,

аспирант ГУ «ИФГП»;

Борисенко Э.В., к.т.н., доцент ГУ «ИФГП»

Руководитель: Стариков Г.П., д.т.н., профессор ГУ «ИФГП»

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТОЙ ЗАБОЙКИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ БУРО-ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос повышения качества внутренней забойки шпуров. Установлено, что основными требованиями, предъявляемыми к забоечным материалам, являются: обеспечение высокой эффективности взрыва; удобство в обращении и возможность механизации.

Ключевые слова: забойка, шпур, шахта, взрыв, механизация.

Качество внутренней забойки шпуров, прежде всего, зависит от применяемого забоечного материала. Специальными исследованиями установлено, что величина сопротивления, приходящегося на единицу площади поперечного сечения забойки одинаковой длины, но изготовленной из различных материалов, изменяется в широких пределах. Поэтому правильный выбор материала забойки имеет большое практическое значение. Основными требованиями, предъявляемыми к забоечным материалам, являются: обеспечение высокой эффективности взрыва; удобство в обращении и возможность механизации работ по забойке.

До настоящего времени из-за хорошей пластичности и дешевизны в качестве забоечного материала наиболее часто используют глину, суглинки или искусственно приготовленную песчано-глинистую смесь. Тем не менее

изготовление и применение такой забойки связано с большой трудоемкостью. Использование вместо песчано-глинистой забойки деревянных пробок не только не давало сколько-нибудь заметного улучшения эффективности взрыва, но и значительно ухудшало состояние рудничной атмосферы. Не совсем удачным оказался также и опыт использования в качестве забоечного материала быстротвердеющих вяжущих веществ. Применение в качестве забоечного материала ампул пластичной забойки ИПЗ-1 предназначенных для предотвращения воспламенения метановоздушной и пылевоздушной смесей высокотемпературными продуктами детонации взрывчатых веществ, позволяет повысить эффективность взрывных работ за счет увеличения коэффициента использования шпуров на 6-10%.

В связи с выше изложенным в ГУ «ИФГП» была разработана забойки патронированной с повышенной запирающей способностью марки ЗППЗС-1, которая в данный момент проходит цикл испытаний в шахтных условиях.



УДК 536

Степакин В.Р.,

студент гр. ААХ-23 а, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: Соболев О.В.,

к.х.н, доцент кафедры физики, математики и материаловедения

ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ЗЕРОТОРНЫЕ ХОЛОДОАККУМУЛЯТОРЫ

Аннотация. Раздел химической термодинамики и фазовые равновесия является фундаментальной основой решения многих задач современной техники и технологии. Перспективными веществами, которые могут быть использованы в качестве фазопереходных холодоаккумулирующих материалов (ФПХАМ), является ряд эвтектических водных растворов солей, т.к. они обладают высокой удельной теплотой плавления и на их основе можно разрабатывать

аккумуляторы холода (зероторы), необходимых в технике с широким диапазоном температур.

Ключевые слова: термодинамика, аккумуляирование, тепло, холод, зеротор.

Введение. Аккумуляированию холода в последнее время уделяют большое внимание. Это связано с тем, что оно получило широкое применение для стабилизации температуры ниже некоторых элементов радио- и оптоэлектронной аппаратуры, в холодильной технике, для хранения и транспортировки медицинских препаратов и пищевых продуктов.

Аккумуляирование холода, как правило, осуществляют с помощью индивидуальных веществ или их смесей, которые поглощают или отдают энергию за счет скрытой теплоты фазового перехода «жидкое-твердое» без переноса массы при температурах ниже 0°C.

Раздел химической термодинамики и фазовые равновесия является фундаментальной основой решения многих задач современной техники и технологии. Термодинамика гетерогенных равновесий и анализ соответствующих диаграмм состояния двойных, тройных и более сложных систем в сочетании с данными о молекулярном строении соответствующих фаз и сведения о кинетике гетерогенных процессов позволяют найти связи между условиями синтеза, составом и физико-химическими свойствами получаемых материалов и структур.

Перспективными веществами, которые могут быть использованы в качестве фазопереходных холодоаккумуляирующих материалов (ФПХАМ), является ряд эвтектических водных растворов солей, т.к. они обладают высокой удельной теплотой плавления и на их основе можно разрабатывать аккумуляторы холода, необходимых в технике с широким диапазоном температур.

Однако применение холодоаккумуляирующих материалов на основе водно-солевых систем ограничено из-за отсутствия достаточного количества разработанных веществ, пригодных для этих целей, так как ФПХАМы должны

характеризоваться следующими основными свойствами: необходимой температурой плавления (кристаллизации); высокой теплотой плавления; надежной обратимостью плавления температуры плавления и кристаллизации при многократных фазовых переходах; незначительным переохлаждением; малой токсичностью и взрыво-пожаробезопасностью.

Отсутствие важных физико-химических характеристик (характер плавления и кристаллизации, обратимость и стабильность температуры плавления и кристаллизации при многократных фазовых переходах) для многих водно-солевых систем исключает возможность использования их в качестве аккумуляторов холода без проведения специальных исследований. Тенденция многих растворов к сильному переохлаждению при фазовом переходе «жидкое - твердое» – значительное препятствие применения их в качестве аккумуляторов холода. Так как при этом для достижения температуры начала кристаллизации растворов расходуется большое количество энергии и времени, в отдельных случаях не удается даже достичь температуры начала кристаллизации. Хотя вопросу снижения переохлаждения растворов посвящено много экспериментальных и теоретических исследований, но до конца этот вопрос остается недостаточно решенным. Поэтому на практике для конкретного вещества этот вопрос решают методом проб и ошибок.

Холодоаккумулирующие материалы находят применение в зероторных холодоаккумуляторах (зероторах) переносного типа. В металлических и пластмассовых зероторах типа герметичных льдоформ или полых панелей замораживается вода и рассол с учетом фазового расширения. Переносные зероторы обычно замораживаются в соответствующих морозилках промышленного типа.

Во избежание разрушения при замораживании зероторы заполняются рассолом или водой не полностью, а на 85-88% объема. Зероторам придают разные формы – трехгранной призмы, параллелепипеда, цилиндра и даже шара. Иногда для увеличения теплопередающей поверхности и уменьшения толщины слоя при замораживании делают зероторы полыми.

Химический состав воды или рассола, геометрические размеры и массу зероторов выбирают в зависимости от их назначения. Наиболее распространены зероторы в виде трехгранной призмы с треугольным основанием 100X100X200 мм, высотой 500 мм. Часто применяются также цилиндрические зероторы диаметром 90 и длиной 400 мм и дисковые зероторы различных размеров.

Материалом для изготовления зероторов обычно служит оцинкованное железо (1-1,5 мм толщиной), стальные трубы и пластмасса. От тщательности изготовления зероторов в значительной мере зависит их долговечность. Зероторы из оцинкованного железа с пропаянными швами служат менее 1 года, зероторы из обычных труб с вваренными доньшками – более 1 года. По иностранным данным, металлические зероторы работают максимально 2-3 года. Основной причиной порчи металлических зероторов является коррозия. Поэтому к рассолам для зероторов добавляют различные антикоррозийные вещества (например, фосфорноокислый двухзамещенный натрий), Может быть также рекомендована окраска зероторов изнутри и снаружи суриком. Наиболее долговечны пластмассовые зероторы, однако время замораживания и размораживания для них несколько больше, чем для металлических зероторов.

За рубежом для охлаждения напитков в быту иногда применяются мини-зероторы из пластиковых шаровых оболочек диаметром 30 мм, заполненных водой и замораживаемых в домашних холодильниках.

Зероторы не выделяют из себя жидкости и являются весьма гигиеничными источниками холода. После использования их можно вновь заморозить (например, на зарядных станциях), и они снова оказываются готовыми к действию. Зероторы находят применение при охлаждении, в частности, изотермических автокузовов, контейнеров и торгового оборудования.

Замораживание (зарядку) зероторов можно производить в движущемся воздухе, на морозильных стеллажах и в рассоле. При замораживании на стеллажах температура в морозилке должна быть не менее чем на 6-8°C ниже температуры замерзания эвтектики.

По данным практики, зероторы с рассолом при температуре морозилки - 20°С замораживаются в течение 19-24 ч. Ориентировочно конец замораживания зеротора можно определить встряхиванием его, при этом не должно чувствоваться переливание жидкости. Вертикально погруженные в рассол зероторы при температуре рассола на 5-6° С ниже замерзания эвтектика замораживаются в течение 5-6 ч. После замораживания в рассоле следует промывать зероторы пресной водой. Длительность замораживания зероторов в рассоле обычно в 2,6-3,6 раза меньше, чем на стеллажах, и в 4,5-9,2 раза меньше, чем при замораживании в воздухе. Однако применение этого способа связано с возможностью значительной коррозии оболочки зеротора снаружи.

Толщина слоя рассола в зероторе значительно влияет на продолжительность замораживания. Расчеты показывают, что при частичном замораживании можно сократить его длительность на 40-60% при уменьшении энтальпии зеротора на 10-15%. За рубежом существуют зероторы с пустой сердцевиной.

Для зероторов 100X100X200X500 мм с рассолом KCl при температуре воздуха 5° С и его скоростях 0, 2 и 8 м/с могут быть приняты при размораживании средние коэффициенты теплопередачи около 10, 25 и 50 Вт/(м²·К). Для улучшения теплопередачи при размораживании (и замораживании) зероторов в условиях естественной конвекции их желательно располагать вертикально.

Т.о., разработка холодоаккумулирующих материалов с заранее заданными свойствами, для применения их в зероторах – задача физико-химического исследования, поскольку это позволяет установить зависимость между составом и свойствами индивидуальных веществ и их смесей.



УДК 533

Бережко Д.В.,
студ. группы ПТМ-35, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: Покинтелица Е.А.,
ассистент кафедры физики, математики
и материаловедения, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

УРАВНЕНИЕ МАЙЕРА

Аннотация. Рассмотрено уравнение Майера, связывающее между собой молярную теплоёмкость для идеального газа в изохорном процессе и молярную теплоёмкость при изобарном процессе.

Ключевые слова: уравнение Майера, теплоемкость, идеальный газ, газовая постоянная.

Уравнение Майера связывает между собой молярную теплоёмкость для идеального газа в изохорном процессе, и молярную теплоёмкость при изобарном процессе.

Именно в этом простом уравнении заключена физическая суть величины R – универсальной газовой постоянной, равной $8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$.

Уравнение Майера записывают в виде: $C_p - C_v = R$, где C_p – молярная теплоёмкость при постоянном давлении, а C_v соответственно – в условиях постоянного объема.

Молярная теплоемкость указывает, сколько теплоты в Джоулях следует подводить к одному молю газа, чтобы нагреть его на 1 Кельвин. Молярную теплоемкость изохорного процесса можно определить по следующей формуле: $C_v = i/2R$, где i – количество степеней свободы для молекулы газа. С учётом уравнения Майера, получим формулу для расчёта изобарной молярной теплоемкости: $C_p = C_v + R = (i+2)/2R$.

В термодинамике важное значение имеет величина $\gamma = C_p/C_v$ - адиабатическая постоянная. Подставляя значения теплоёмкостей можно получить: $\gamma = (i+2)/i$.

В основном уравнение Майера используется в теории тепловых машин и теплогидравлике для определения теплофизических характеристик рабочих тел. Однако оно нашло применение и в квантовой физике: постоянная Планка, связывающая энергию кванта света с его частотой, была получена с учётом физического смысла универсальной газовой постоянной.



УДК 530

Щебетовский Е.М.,
ученик 10-А класса Республиканского архитектурно-
строительного лицея-интерната «ДонНАСА»
Руководитель: Щебетовская Н.В.,
к.х.н., доцент кафедры физики, математики и
материаловедения, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ЭФФЕКТ НАБЛЮДАТЕЛЯ

Аннотация. Рассмотрено явление квантовой физики, носящее название «эффекта наблюдателя», и его объяснение с точки зрения современной физики.

Ключевые слова: квантовая физика, электроны, интерференция, иллюзия, наблюдатель.

Слышали ли вы об эффекте наблюдателя? Разговоры об этом удивительном явлении квантовой физики не утихают с тех самых пор, как Томас Юнг провел свой знаменитый эксперимент.

Суть эксперимента заключается в том, что на непрозрачный экран-ширму с двумя параллельными прорезями, позади которого установлен другой, проекционный экран, направляют пучок света. Особенность прорезей

заключается в том, что их ширина приблизительно равна длине волны излучаемого света. Логично было бы предположить, что фотоны должны проходить сквозь щели, создавая две параллельные полосы света на заднем экране. Но вместо этого свет распространяется в виде полос, в которых чередуются участки света и темноты, то есть свет ведет себя как волна.

В этом эксперименте электроны ведут себя довольно странно, дело в том, что если пропустить поток электронов через две щели то мы вместо двух полос, как в случае с шариками для гольфа, получим много чередующихся полос, как если бы мы пропускали через щели волны. Это называется интерференционным узором. Самое интересное заключается в том, что даже если электроны запускать поодиночке все равно выходит интерференционный узор, следовательно, даже один электрон является волной и может проходить через две щели одновременно. Казалось бы, при чем тут эффект наблюдателя да и сам наблюдатель? Когда ученые решили проследить за электронами, в том числе за тем, как они преодолевают эти две щели – физика поведения электронов сразу сменилась на классическую, то есть вместо интерференционного узора ученые в итоге обнаружили просто две полоски, как в случае с шариками для гольфа. Это и есть эффект наблюдателя, но из-за чего это произошло? Многие ученые ломали головы над этим вопросом, но к единому выводу так и не пришли. Первая теория заключается в том, что пространство окружающее нас и сознание тесно связаны, и именно благодаря существованию наблюдателя формируется и материальный мир. Исходя из этого, можно предположить, что весь мир и все что нас окружает лишь иллюзия нашего разума. Такое толкование квантовой физики называется: «Копенгагенской интерпретацией». Но существует еще одно предположение, загвоздка заключается в том, что в подобных экспериментах с квантовыми частицами во время установки приборов и наблюдения каждый раз происходит вмешательство и воздействие на эксперимент, ведь нельзя без взаимодействия с системой понаблюдать или что-то измерить, следовательно, вмешательство неизбежно. Этот процесс называется дикогеренция, во время него квантовая

система в теории теряет свои свойства из-за взаимодействия с крупными объектами и начинает работать по классической модели физики.

Возможно, Карл Юнг и Вольфганг Паули (австрийский физик, лауреат Нобелевской премии, пионер квантовой механики) были правы, когда заявили, что законы физики и сознания следует рассматривать как дополняющие одно другое? Мы находимся в одном шаге от признания того, что мир вокруг нас – просто иллюзорный продукт нашего разума.



УДК 530

Моисеев Н.И.,

Наумов М.Ю.,

студ. группы ААХ-23 а, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: Соболев О.В.,

к.х.н., доцент кафедры ФММ ГОУ ВПО «ДонНАСА»

АЭРОДИНАМИКА АВТОМОБИЛЯ

Аннотация. В статье рассмотрены главные цели улучшения аэродинамических показателей автомобиля – увеличение скоростей и экономия топлива.

Ключевые слова: аэродинамика, автомобиль, скорость, топливо, экономия, безопасность.

Введение. Аэродинамика – это раздел физики, который изучает законы движения воздуха и силы, возникающих на поверхности и воздействующих на движение тел.

В соответствии с законами физики движение любого механизма является результатом взаимодействия нескольких сил. Причем при различных внешних условиях, вклад тех или иных воздействий будет отличаться. В применении к транспортным средствам часто приходится пользоваться таким понятием как

аэродинамика автомобиля. Аэродинамика основана на фундаментальном принципе: чем меньше сопротивление, тем быстрее и эффективнее будет двигаться тело. Что это такое – ясно интуитивно, а вот коснуться некоторых подробностей будет, как минимум, просто интересно.

Отцом аэродинамики является немецкий физик Людвиг Прандтль. Т.к. именно он в 1904 году обнаружил пограничный слой воздуха, который прилегает к движущемуся телу.

Машина движется в воздушной среде, преодолевая ее сопротивление. Оно во многом определяется формой автомобиля, наличием и конструкцией внешних устройств. Для первых представителей авто, например «жестянка Лиззи», это не имело никакого значения, скорости движения были невелики, и время думать о том, что надо улучшать аэродинамику автомобиля, еще не пришло.

Однако по мере взросления автопрома росли скорости и мощности моторов, поэтому для дальнейшего развития автомобиля все более актуальными становились вопросы, затрагивающие улучшение его аэродинамики.

К числу первых автомобилей с кузовами обтекаемых форм следует отнести автомобили, построенные Женетти, Альфа-Ромео и Румплером, появившиеся не столько в связи с изучением законов аэродинамики, сколько в результате чисто механического заимствования форм, используемых в снарядо-, корабле-, дирижабле- и самолетостроении.

Хотим мы этого или нет, но машине при движении требуется преодолевать противодействие внешней среды. На нее действуют силы тяжести, инерции, сцепления с дорожным полотном, трения сопротивления качения, но для нас сейчас более интересны те из них, которые имеют отношение к аэродинамике.

Для автомобиля с этой точки зрения актуальны:

сила сопротивления среды;

подъемная сила, образованная воздушным потоком;

прижимная сила.

Именно их соотношение (равнодействующая) определяет устойчивость, маневренность и экономичность автомобиля на дороге.

Как пример можно привести их распределение, действующих на автомобиль при определенной скорости в зависимости от формы машины и наличия внешних элементов.

Простое сравнение результатов показывает, что даже минимальное улучшение, такое как изменение формы кузова и использование внешних элементов (спойлеров), приводит к тому, что аэродинамика автомобиля может поменяться самым кардинальным образом. Но относиться к этому надо достаточно осторожно, и вряд ли целесообразно экспериментировать самому.

Главные цели улучшения аэродинамических показателей – увеличение скоростей и экономия топлива.

Первыми с этим столкнулись спортивные машины, именно там стали появляться обтекаемые формы, позволившие снизить сопротивление внешней среды, благодаря чему повысились скорости движения.

Но со временем именно топливная экономичность, вопросы безопасности и управляемости стали решающими. Так что со временем улучшение эксплуатационных характеристик автомобиля, стало просто невозможно без учета влияния на них его аэродинамики. И достигается это кропотливым трудом многочисленных специалистов. Аэродинамика автомобилей изучается двумя основными методами – испытаниями в аэродинамической трубе и компьютерным моделированием.

Аэродинамика автомобиля имеет отношение практически ко всему спектру вопросов существования современного автомобиля. Дело не только в наличии внешних атрибутов, таких как спойлеры, колесные диски или зеркала специальной формы. В нынешнее время делается очень много попыток, чтобы оптимизировать форму автомобиля, т.к. аэродинамичная форма кузова автомобиля – это не только способ увеличения скорости и экономии топлива, но и составляющая безопасности и комфорта езды.



Киселев Н.О., Ханычков С.,
студ. группы ПТМ-35, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: Покинтелица Е.А.,
ассистент кафедры физики, математики
и материаловедения, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ИЗМЕРЕНИЕ СКОРОСТИ ПРИ ПОЛЕТЕ САМОЛЕТА

Аннотация. В данной работе рассмотрены устройства для сбора и обработки данных на современных самолетах. Одно из названий для них – система воздушных сигналов (СВС). Однако на современных летательных аппаратах эти устройства получили новое, более простое и правильное название: приемники воздушного давления (ПВД).

Ключевые слова: самолет, скорость полета, трубка Пито, поток, давление.

Скорость полета. Одна из важнейших характеристик для любого летательного аппарата. Мы все привыкли, что самолет обязательно означает «быстро». Все ассоциации работают только в этом направлении. Скорость многим нравится. Практически любой человек не прочь прокатиться на высокой скорости на своем авто. И информацию о движении здесь получить несложно. Достаточно взглянуть на спидометр, который механическим или электронным способом соединен с колесом. Скорость вращения колеса дает нам в конечном итоге скорость, с которой автомобиль движется по дороге. Но а как же быть с самолетом? Что касается конкретно скорости полета, то вполне понятно, что чем быстрее самолет летит, тем сильнее на него давит встречный воздушный поток. Отсюда логично было бы определять скорость полета в зависимости от величины этого давления. Так же как, кстати, и с атмосферным давлением и высотой. Ведь чем выше летит самолет, тем атмосферное давление ниже.

Для сбора и обработки такого рода данных на современных самолетах существуют специальные системы. Одно из названий для них — система

воздушных сигналов (СВС).

Она изобретена в 1732 году французским ученым А. Пито. Он занимался гидравликой, то есть изучал течение жидкости в трубах. Как известно законы гидравлики при определенных условиях вполне применимы для газов, то есть для воздуха.

Трубка Пито представляет собой Г-образную трубку, один конец которой помещен в воздушный поток (рис. 1). Этот поток в трубке тормозится, создавая в ней избыточное давление, по величине которого и можно судить о скорости потока, то есть по сути дела скорости полета.

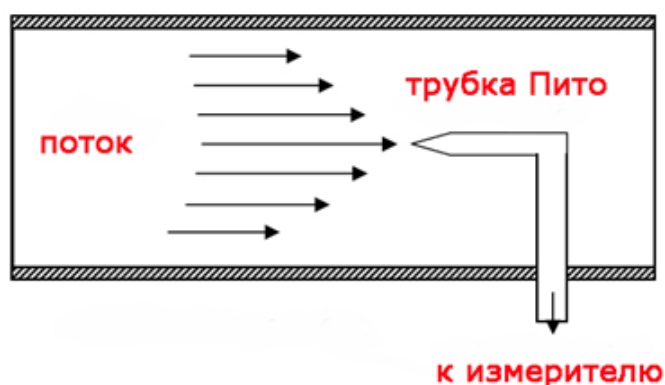


Рис. 1. Схема классической трубки Пито

Однако здесь надо не забывать еще об одной важной вещи. Все, что находится внутри земной атмосферы, существует в ней под постоянным атмосферным давлением. То давление, которое мы получаем при торможении воздушного потока в трубке Пито – это так называемое полное давление. Оно, на самом деле, равно сумме двух других давлений.

Полное давление = динамическое давление + атмосферное давление.

Динамическое давление, его еще называют скоростной напор, это то самое давление, которое и дает нам *скорость полета*. Статическое давление – это наше атмосферное давление. И при измерении скорости его обязательно надо учитывать, ведь оно в разных точках пространства может иметь различные значения, особенно с изменением высоты полета, и тем самым оказывать влияние на величину измеренной скорости полета.

Более усовершенствованное изобретение, сделал немецкий ученый-

физик Людвиг Прандтль, которого даже иногда называют отцом современной аэродинамики. Он объединил измерение полного давления потока и статического давления в одной трубке. Для этого в ней есть одно отверстие в направлении потока для полного давления и ряд отверстий на поверхности, обычно расположенных по кольцу, для статического давления (рис. 2). Оба эти давления обычно отводятся в герметичные емкости, разделенные чувствительной мембраной и уже ее движение передается на стрелочный указатель скорости полета. Такое устройство называют – трубкой Пито-Прандтля. На рис. 2: 1 – трубка Прандтля, 2 – воздухопроводы, 3 – шкала указателя скорости (УС), 4 – чувствительная мембрана.

На современных летательных аппаратах эти устройства получили новое, более простое и правильное название: приемники воздушного давления (ПВД). Они дают первичные данные в сложный комплекс системы воздушных сигналов. Трубки Пито в чистом виде сейчас практически не применяются.

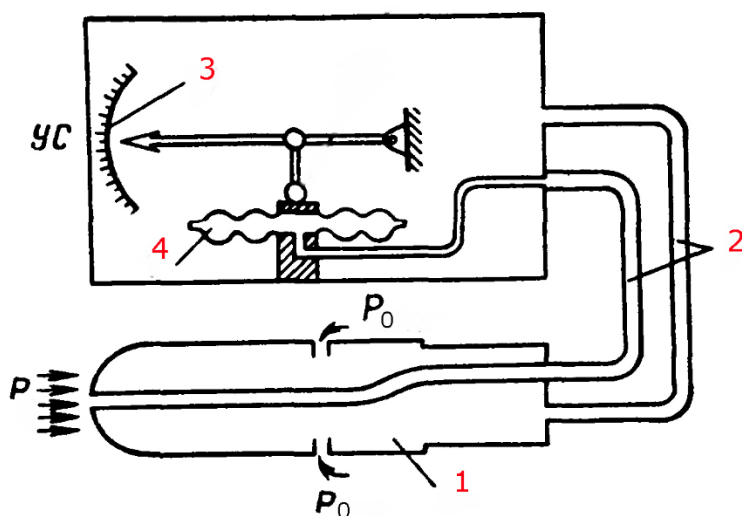


Рис. 2. Схема работы трубки Пито-Прандтля (ПВД)

Чаще используются так называемые комбинированные ПВД. Они по конструкции представляют собой типичные трубки Прандтля. Эти устройства обязательно снабжаются мощной системой электрического обогрева, так как небольшие отверстия для замера давлений при обледенении самолета вполне могут быть закупорены льдом, что, конечно, может помешать их корректной работе. На стоянках приемники воздушных давлений закрываются

специальными заглушками или чехлами для исключения попадания посторонних предметов и грязи в отверстия.



УДК 530

Гиматутдинова Ю.А.,
студ. группы ПГС-71а, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: Соболев А.Ю.,
ст. преподаватель кафедры физики, математики и материаловедения
ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ТЕМНАЯ МАТЕРИЯ ВСЕЛЕННОЙ

Аннотация. Рассмотрен вопрос скрытой массы Вселенной, которую не удается наблюдать существующими астрономическими методами и проявляющую себя гравитационным воздействием на космические объекты, доступные наблюдениям.

Ключевые слова: Вселенная, вещество, темная материя, скрытая масса, космические объекты.

Введение. Из анализа многих экспериментальных данных следует: Вселенная скрывает от наших глаз почти всю свою массу, оставляя видимой для приборов наблюдателей лишь около одной сотой доли вещества, участвующего в ее движении.

Основная часть. Чтобы согласовать теорию строения Вселенной и наблюдаемую Вселенную, необходимо предположить, что вокруг нашей галактики существует дополнительная невидимая материя, которая и создает недостающие гравитационные силы. Темная материя сродни обычному веществу в том смысле, что она способна собираться в сгустки и участвует в гравитационных взаимодействиях так же, как обычное вещество.

Примечательно, что количество такой темной материи должно быть огромно – во много раз больше, чем обычной видимой материи. Есть разные гипотезы, о ее возможной природе: от остывших старых звезд, которые уже не излучают свет и поэтому не видны, и космической пыли, до потоков нейтрино или иных неизвестных пока элементарных частиц. Есть в этом направлении и совсем мистические идеи, согласно которым большая часть скрытой массы и вовсе приходится даже не на материю, а на некую темную энергию [1].

Темная материя или Скрытая масса – это присутствующее во Вселенной вещество, которое не удается наблюдать существующими астрономическими методами и проявляющее себя гравитационным воздействием на космические объекты, доступные наблюдениям.

С излучением и обычным веществом, состоящим из атомов, мы постоянно имеем дело в повседневной жизни. Гораздо меньше мы знаем о темной материи. Тем не менее, достаточно надежно установлено, что ее физическим носителем являются некие слабовзаимодействующие частицы. Известны даже некоторые свойства этих частиц, например, что у них есть масса, а движутся они много медленнее света. Однако они никогда еще не регистрировались искусственными детекторами.

В нашей галактике, например, масса темной материи превышает массу звезд примерно в 20 раз, а размер занимаемой ею области превышает радиус звездного диска в 10 раз.

По-видимому, основной вклад в скрытую массу дает материя в рассеянном состоянии – элементарные частицы, слабо взаимодействующие с веществом и поэтому трудно обнаруживаемые. Обязательное свойство этих частиц – отличная от нуля масса покоя, так как концентрироваться в гравитационных полях галактик и звезд могут только объекты, имеющие скорость не более нескольких тысячных долей от скорости света. Безмассовые частицы могут дать лишь равномерный фон, не проявляющий себя гравитационно. Из «освоенных» современной наукой частиц на роль темной материи годится нейтрино [2].

Важное свидетельство присутствия тёмной материи в нашем мире приходит из расчётов, моделирующих процесс формирования галактик, который начался примерно через 300 тысяч лет после начала Большого взрыва. Эти расчёты показывают, что силы гравитационного притяжения, которые действовали между разлетающимися осколками возникшей при взрыве материи, не могли компенсировать кинетической энергии разлёта. Вещество просто не должно было собраться в галактики, которые мы тем не менее наблюдаем в современную эпоху. Эта проблема получила название галактического парадокса, и долгое время её считали серьёзным аргументом против теории Большого взрыва. Однако если предположить, что частицы обычного вещества в ранней Вселенной были перемешаны с частицами невидимой тёмной материи, то в расчётах всё становится на свои места и концы начинают сходиться с концами – формирование галактик из звёзд, а затем скоплений из галактик становится возможным. При этом, как показывают вычисления, сначала в галактики скучивалось огромное количество частиц тёмной материи и только потом, за счёт сил тяготения, на них собирались элементы обычного вещества, общая масса которого составляла лишь несколько процентов от полной массы Вселенной.

Наконец, общая теория относительности однозначно связывает темп расширения Вселенной со средней плотностью вещества, заключённого в ней. В предположении о том, что средняя кривизна пространства равна нулю, то есть в нём действует геометрия Эвклида, а не Лобачевского (что надёжно проверено, например, в экспериментах с реликтовым излучением), эта плотность должна быть равна 10^{-29} граммам на кубический сантиметр. Плотность же видимого вещества примерно в 20 раз меньше. Недостающие 95% от массы Вселенной и есть тёмная материя [3].

Вывод. Наш мир на 95% состоит из чего-то, о чём мы почти ничего не знаем, большая часть Вселенной скрыта от нас и неизвестна нам.

Литература

1. Энциклопедия для детей. Т. 8. Астрономия. – 2-е изд., Э68 испр. / Глав. ред. М.Д. Аксёнова. – М.: Аванта+, 2002. – 688 с.: ил.
2. Казаков Д.И. Ждем открытий в физике элементарных частиц! // Природа. 1999. №9. С.14-25.
3. Копылов А.В. Проблема солнечных нейтрино: от прошлого к будущему // Природа. 1998. №5. С.31-40; №6. С.27-36.



УДК 530

Бесщастный С. С., Останко А. С.,
студ. группы ПГС-71а, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: Соболев А.Ю.,
ст. преподаватель кафедры физики, математики и материаловедения
ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ «ПУШКА ГАУССА»

Аннотация. Рассмотрено устройство пушки Гаусса и отмечены ее преимущества, которыми не обладают другие виды стрелкового оружия.

Ключевые слова: электромагнетизм, пушка Гаусса, надежность, износостойкость.

Современные артиллерийские пушки представляют собой сплав новейших технологий, ювелирной точности поражения и возросшей мощности боеприпасов. И все же, несмотря на колоссальный прогресс, пушки XXI века стреляют, как и прежде, используя энергию пороховых газов.

Поколебать монополию пороха смогло электричество. Идея создания электромагнитной пушки зародилась практически одновременно в России и Франции в разгар Первой мировой войны. В ее основу легли труды немецкого

исследователя Й. Гаусса, который сделал огромный вклад в развитие теории электромагнетизма [1].

«Пушка Гаусса» состоит из соленоида, внутри которого находится ствол (как правило, из диэлектрика). В один из концов ствола вставляется снаряд (сделанный из ферромагнетика). При протекании электрического тока в соленоиде возникает магнитное поле, которое разгоняет снаряд, «втягивая» его внутрь соленоида. На концах снаряда при этом образуются полюса, ориентированные согласно полюсам катушки, из-за чего после прохода центра соленоида снаряд притягивается в обратном направлении, то есть тормозится. Такой же эффект возникает при использовании ферромагнетиков, но выражен он не так ярко благодаря тому, что снаряд легко перемагничивается (за счет коэрцитивной силы). Для наибольшего эффекта импульс тока в соленоиде должен быть кратковременным и мощным. Как правило, для получения такого импульса используются электролитические конденсаторы с высоким рабочим напряжением и большой емкостью.

Наша модель пушки Гаусса была собрана по следующей схеме [2]:

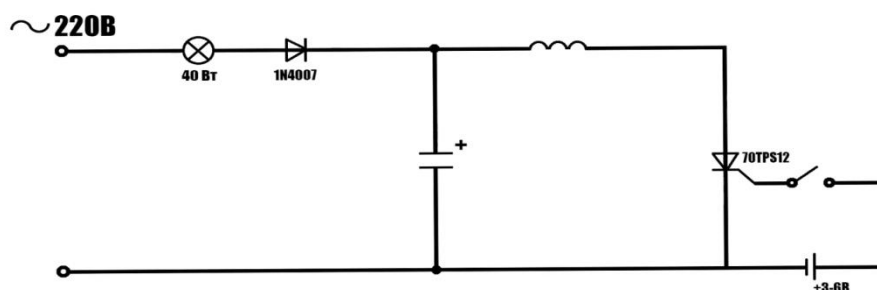


Рис. 1

Для изготовления были использованы:

1. Пластиковая трубка диаметром 0.5см.
2. Лампа накаливания 40Вт и патрон для нее.
3. Соединительные провода и силовой провод с вилкой.
4. Элементы питания 1.5В.
5. Намоточный провод диаметром 0.71мм.
6. Конденсатор емкостью 470мкФ на 400В.

7. Нефиксируемый переключатель.
8. Диод (1N4007).
9. Тиристор (70TPS12).
10. Железные снаряды диаметром 3мм и длиной 30мм.

Собранная по этой схеме «пушка Гаусса» стреляла снарядами на расстояние около 3 м при максимальном угле возвышения 45°.

«Пушка Гаусса» в качестве оружия обладает преимуществами, которыми не обладают другие виды стрелкового оружия. Это отсутствие гильз и неограниченность в выборе начальной скорости и энергии боеприпаса, возможность бесшумного выстрела (если скорость достаточно обтекаемого снаряда не превышает скорости звука) в том числе без смены ствола и боеприпаса, относительно малая отдача (равная импульсу вылетевшего снаряда, нет дополнительного импульса от пороховых газов или движущихся частей), теоретически, большая надежность и износостойкость, а также возможность работы в любых условиях, в том числе в космическом пространстве.

Однако, несмотря на кажущуюся простоту, использование её в качестве оружия сопряжено с серьёзными трудностями: низкий КПД (около 10 %); большой расход энергии (из-за низкого КПД); большой вес и габариты установки при её низкой эффективности: достаточно длительное время накопительной перезарядки конденсаторов, что заставляет вместе с пушкой Гаусса носить и источник питания (как правило, мощную аккумуляторную батарею), а также высокая их стоимость [3].

Вывод. На сегодняшний день у пушки Гаусса нет перспектив в качестве оружия, так как она значительно уступает другим видам стрелкового оружия, работающего на других принципах.

Литература

1. <https://www.popmech.ru/>
2. <http://gauss2k.narod.ru/>
3. Физика. 11 класс: учебник для общеобразовательных учреждений (базовый и углубленный уровень). – М.: Мнемозина, 2009.



УДК 530

Старченко А.В.

студ. группы ИЗОС-2 ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: Щебетовская Н.В.,

к.х.н., доцент кафедры физики, математики и

материаловедения, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

«ОТ ПРИЗНАНИЯ К ИЗГНАНИЮ». САХАРОВ АНДРЕЙ ДМИТРИЕВИЧ

Аннотация. Приведена биография А.Д. Сахарова – российского физика и общественного деятеля, академика АН СССР, одного из создателей водородной бомбы в СССР. Ему принадлежат также идея и расчеты по созданию сверхсильных магнитных полей обжатием магнитного потока проводящей цилиндрической оболочкой.

Ключевые слова: А.Д. Сахаров, физика, ядерная физика, термоядерная энергетика.

Андрей Дмитриевич Сахаров – российский физик и общественный деятель, академик АН СССР, один из создателей водородной бомбы в СССР.

В 1942 году окончил с отличием МГУ. 1945 году поступил в аспирантуру Физического института им. П.Н. Лебедева к известному физику-теоретику И.Е. Тамму, чтобы заниматься фундаментальными проблемами. В 1948 году Сахаров включен в специальную группу Тамма по проверке конкретного проекта водородной бомбы, над которым работала группа физика-теоретика Якова Борисовича Зельдовича. Вскоре Андрей Сахаров предложил собственный проект бомбы. Ему принадлежат также идея и расчеты по созданию сверхсильных магнитных полей обжатием магнитного потока проводящей цилиндрической оболочкой. Эти идеи положили начало масштабным исследованиям термоядерной энергетике. В 1968г. опубликована статья – манифест Сахарова

«Размышления о прогрессе, мирном сосуществовании и интеллектуальной свободе». За это был лишен всех правительственных наград и выслан в г. Горький. В феврале 1987 года Андрей Дмитриевич выступил на международном форуме «За безъядерный мир, за выживание человечества» с предложением рассматривать сокращение числа евrorакет отдельно от проблем СОИ, о сокращении армии, о безопасности атомных электростанций. Сахаров состоял иностранным членом Академий наук США, Франции, Италии, Нидерландов, Норвегии и почетным доктором многих университетов Европы, Америки и Азии.



УДК 530

Колесникова. А.А.,
ученица 11-Б класса архитектурно-строительного лицея
при ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: Греднев. Д.С.,
учитель физики архитектурно-строительного лицея
при ГОУ ВПО «ДонНАСА»

РАЗВИТИЕ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ

Аннотация. В данной работе рассмотрены основные направления развития современной физики, такие как лазерная техника, роботехника, развитие альтернативной энергетики и т.д.

Ключевые слова: физика, законы физики, развитие, Вселенная.

Введение. Физика – главная из естественных наук, поскольку она открывает истины, справедливые для всей Вселенной. Законы физики являются основой знания о строении и функционировании Вселенной, лежат в основе научного постижения действительности.

Характерной особенностью современной физики является то, что наряду с классическими развиваются и квантовые представления. На основании

квантовой механики объясняются многие микропроцессы, происходящие в пределах атома, ядра и элементарных частиц – появились новые отрасли современной физики: квантовая электродинамика, квантовая теория твердого тела и квантовая оптика. В развитие современной физики существенный вклад внесли такие выдающиеся ученые как датский физик Нильс Бор, создавший квантовую теорию атома, немецкий физик-теоретик Вернер Гейзенберг, сформулировавший принцип неопределенности и предложивший матричный вариант квантовой механики, финский физик-теоретик Эрвин Шредингер, разработавший волновую механику и предложивший ее основное уравнение, так же немецкий физик-теоретик Альберт Эйнштейн, создавший специальную теорию относительности Эйнштейна и др.

Появление теории относительности и теории атома поставило под сомнение представление ньютоновской механики об абсолютном характере времени и пространства. Старые понятия не находили применения в новых областях физики.

Основным научным событием является развитие лазерной техники. Она очень широко применяется, быстро развивается и стала мощным технологическим средством.

В связи со стремительным развитием науки и техники, а также внедрением современных разработок в жизнь человека возникла острая необходимость в обеспечении человечества альтернативными источниками энергии.

Существует несколько видов альтернативных источников энергии:

- 1) Солнечная энергия
- 2) Энергия ветра
- 3) Тепловая энергия Земли
- 4) Энергия приливов и волн

Ещё одним не маловажным этапом в развитии современной физики является робототехника. Современная робототехника является усовершенствованной только благодаря разработкам и чертежам предыдущих изобретателей. Развитие данной науки даёт возможность решать разного рода

социальные проблемы. Для дальнейшего развития данной науки требуется наращивание производства роботов и упрощение их применения.





УДК 544

Максимов Н.Ю.,
студ. группы ЗПГСм-48а, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководители: Шевченко О.Н.,
к.т.н., доц. кафедры «Прикладная химия», ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Сохина С.И.,
к.х.н., доц. кафедры «Прикладная химия», ГОУ ВПО «ДонНАСА»

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ОЦЕНКИ СРОКА СЛУЖБЫ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Аннотация. Приведен расчет гарантированного срока службы защитных покрытий стальных конструкций в коррозионной среде.

Ключевые слова: защитное покрытие, коррозионная среда, гарантированный срок службы покрытия.

В условиях промышленного региона актуальной является задача противокоррозионной защиты конструкционной стали в агрессивной среде.

Эффективное использование противокоррозионных материалов на основе инден-кумароновой фракции связано с определением области рационального применения защитных покрытий для конструкций и объектов различного назначения.

При разработке новых противокоррозионных материалов значительное внимание уделяется расчетно-экспериментальной оценке срока службы защитных покрытий на основе результатов ускоренных испытаний, позволяющих повысить конкурентоспособность за счет гарантированных показателей долговечности. В соответствии с рекомендациями стандарта

прогнозируемый срок службы защитных покрытий при выполнении испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов рассчитывают по формуле:

$$\tau_9 = k_y \cdot \bar{\tau}_y, \quad (1)$$

где τ_9 – прогнозируемый срок службы покрытий в условиях эксплуатации в месяцах; $\bar{\tau}_y$ – среднее значение продолжительности ускоренных испытаний в месяцах до достижения покрытием критического состояния; k_y – коэффициент ускорения испытаний, равный 22 для условий эксплуатации ОМ1, 28 – для условий эксплуатации ОМ3.

Ошибка прогнозирования составляет $\pm 10 \%$, поэтому окончательный срок службы покрытий определяют, как $\tau_9 \pm 10 \%$.

Определение срока службы новых покрытий более гарантийного выполняется путем сравнительных испытаний с покрытиями, для которых установлен срок службы на основе испытаний в природных условиях.

В соответствии с подходом, установленным в предыдущих работах [1] определение гарантированных сроков службы противокоррозионных материалов на основе инден-кумароновой фракции (ИКФ) коксохимического производства выполнялось при рассмотрении взаимодействия подсистем, представленных на рис. 1.

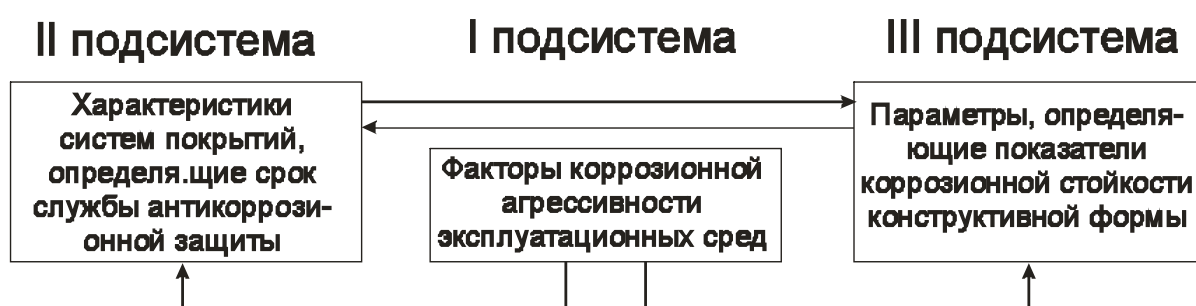


Рис. 1. Взаимодействие внешних и внутренних факторов режима эксплуатации, определяющих долговечность защитных покрытий.

Целью экспериментальных исследований по моделированию физико-химических воздействий на защитные покрытия, выполненные с

использованием разработанных противокоррозионных материалов на основе инден-кумароновой фракции, являлось:

- совершенствование методики определения гарантированных сроков службы защитных покрытий с учетом состояния поверхности строительных конструкций;
- обоснование критерия отказа для расчетно-экспериментальной оценки срока службы защитных покрытий;
- определение влияния технологических особенностей нанесения противокоррозионных материалов на характеристики относительной долговечности;
- оценка эффективности нанесения защитных покрытий при степени окисленности поверхности конструкции “А” по ГОСТ 9.402-80

Для реализации поставленных задач нами предложена математическая зависимость определения срока службы защитных покрытий (T_3), установленный по результатам физико-химического моделирования агрессивных воздействий при выполнении ускоренных испытаний:

$$T_3 = \frac{\Delta P(N)}{A(L,G,S)} \lambda \cdot \psi; \quad (2),$$

где: $\Delta P(N)$ – коррозионные потери незащищенной стали, соответствующие N циклам ускоренных испытаний до отказа защитного покрытия;

$A(L,G,S)$ – нормативная характеристика коррозионных воздействий (определяемая исходя из данных табл. 29 СНиП 2.03.11-85);

λ – коэффициент относительной долговечности;

ψ – коэффициент, учитывающий тип подложки и качество подготовки поверхности.

Гарантированный срок службы ($T_{3\gamma}$) защитных покрытий с доверительной вероятностью $\gamma=0,95$ рассчитывали с учетом коэффициента надежности противокоррозионной защиты (γ_{zn}):

$$T_{3\gamma} \geq \gamma_{zn} \cdot T_3; \quad (3),$$

Коэффициент γ_{zn} оценивался по результатам испытаний с помощью критерия отказа при определении качества противокоррозионного покрытия.

Определение коэффициента γ_{zn} выполнено с помощью номограммы.

Установленные коэффициенты надежности γ_{zn} использованы для расчета показателей гарантированной долговечности по формуле 2, что позволяет производить оценку срока службы с учетом толщины защитного покрытия и качества подготовки поверхности.

Гарантированный срок службы защитных покрытий $T_{з\gamma}$ рассчитывали по формуле (3), где $\gamma_{zn} = 0,95$ определен согласно номограмме (рис. 2):

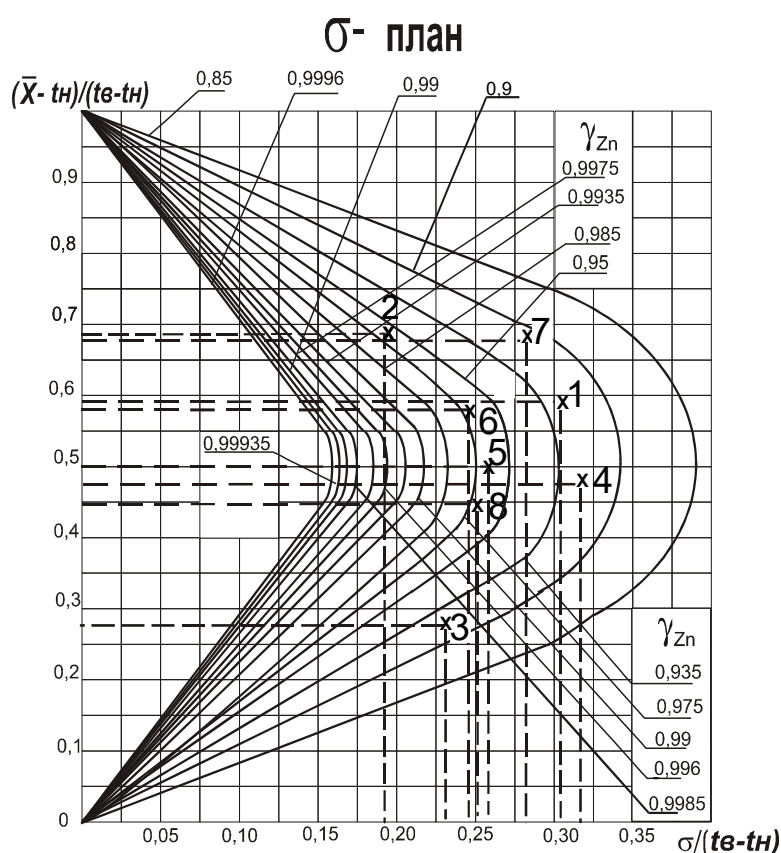


Рис. 2. Численные значения коэффициента γ_{zn} по результатам сертификационных испытаний на коррозионную стойкость и долговечность.

Полученные результаты позволяют перейти от времени отказа покрытия ($\tau_{отк}$) при ускоренных испытаниях к гарантированному сроку службы ($T_{з\gamma}$) защитных покрытий, считая, что эта зависимость линейная:

$$T_{з\gamma} = k_{cp} \cdot \tau_{отк}, \quad (4)$$

где k_{cp} – коэффициент перерасчета, зависящий от агрессивности среды.

Сравнивая полученные результаты для k_{cp} методом наименьших квадратов получили следующие значения:

- для слабоагрессивной среды $k_{cp} = 0,1025 \pm 0,0010$;
- для среднеагрессивной среды $k_{cp} = 0,0500 \pm 0,0008$;
- для сильноагрессивной среды $k_{cp} = 0,0165 \pm 0,0004$.

Анализ показывает, что, как и следовало ожидать, коэффициент k_{cp} (коэффициент агрессивности среды) обратно пропорционален степени агрессивности среды (определенному согласно СНиП 2.03.11-85 с учетом зонирования агрессивных воздействий на примере коксохимического предприятия).

Выводы.

1. Дана сравнительная оценка времени безотказной работы защитных покрытий из разработанных противокоррозионных материалов по коэффициенту надежности противокоррозионной защиты.

2. Разработана методика оценки расчетного срока службы противокоррозионных покрытий в агрессивных средах.

Литература

1. Горохов Е.В., Королев В.П., Высоцкий Ю.Б. / Расчетно-экспериментальное обоснование гарантированной долговечности при возобновлении противокоррозионной защиты. / Материалы международной конференции „Долговечность и защита конструкций от коррозии”. – М. – 1999. – С. 473-479.

2. Королев В.П. Теоретическое обоснование расчетного метода оценки показателей коррозионной стойкости и долговечности стальных конструкций. / Вестник Донбасской государственной академии строительства и архитектуры. – Макеевка. – 1999. – №99(1).

3. Горохов Е.В., Королев В.П. Расчеты на коррозионную стойкость и долговечность в структуре европейских норм проектирования стальных конструкций. / Металеві конструкції. – 1999. – №1 – С 3-9.

4. Королев В.П., Высоцкий Ю.Б., Сохина С.И., Шевченко О.Н., Селютин Ю.В. Оценка долговечности защитных покрытий на основе ИКФ по коэффициенту надежности противокоррозионной защиты и методика расчета эксплуатационной оценки срока службы покрытий. / Електрохімічний захист і корозійний контроль: Спецвипуск журналу «Фізико-хімічна механіка матеріалів»: / Львів, Сєверодонецьк. – 2007. – С. 68-72.



УДК 547

Рыкова А.А.,
студ. группы ГСХ-23, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: Малинина З.З.,
к.х.н., доцент кафедры «Прикладная химия», ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИНЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕАКЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ АЗОМЕТИНОВ В БЕНЗОЛЕ

Аннотация. Работа посвящена проблеме повышения реакционной способности реагентов в синтезе новых веществ с полезными свойствами.

Ключевые слова: кинетика, азометины, синтез, бензол.

Введение. Без знания количественных зависимостей между структурой реагентов и их реакционной способностью, обусловленной рядом различных факторов (влиянием температуры, свойствами среды, наличием катализатора и др.) целенаправленный синтез новых веществ с полезными свойствами невозможен. Азометины, в том числе основания Шиффа, с различными функциональными группами могут проявлять противомикробную активность, анальгетическое действие, использоваться в качестве антиконвульсантов, средств борьбы с плесневидной гнилью фруктов, пролонгаторов гербицидов, потенциальных фунгицидов, красителей, структурно-окрашенных полимеров, комплексообразователей и т.д. Интерес к изучению механизма и кинетики

реакции взаимодействия производных бензальдегида с замещенными ароматическими аминами связан с практическим значением продуктов этой реакции, получить которые можно только расширением теоретических представлений.

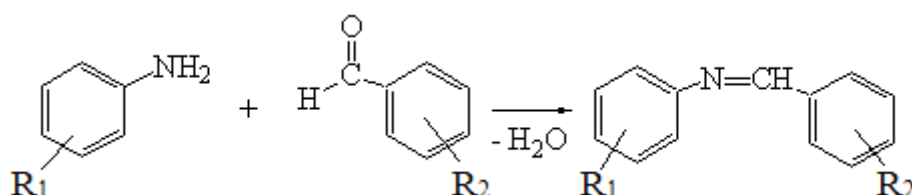
Целью настоящей работы явилось проведение систематического количественного изучения реакции взаимодействия замещенных бензальдегида с низко- и высокомолекулярными ароматическими аминами в бензоле.

Постановка задачи. Для достижения цели были поставлены следующие основные задачи исследования:

1. Получить кинетические кривые и рассчитать константы скорости реакции взаимодействия замещенных бензальдегида с низко- и высокомолекулярными ароматическими аминами в бензоле.

2. Получить корреляционные зависимости $\lg k_2$ от различных σ -постоянных.

Результаты работы. Изучение влияния строения реагентов в реакции образования азометинов



$R_1 = \text{H}$ (серия I); $n - \text{C}_2\text{H}_5$ (серия II); $m - \text{C}_2\text{H}_5$ (серия III);

$n - \text{CH} = \text{CH}_2$ (серия IV); $m - \text{CH} = \text{CH}_2$ (серия V);

$n - \text{CH} - \text{CH}_2$ (серия VI); $m - \text{CH} - \text{CH}_2$ (серия VII);

$R_2 = n - \text{NO}_2$; $m - \text{NO}_2$; H ; $n - \text{Cl}$; $n - \text{Br}$; $n - \text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2$

проводили в условиях стехиометрического соотношения реагентов в бензоле методом азеотропной отгонки воды. Бимолекулярные константы скорости реакции образования азометинов в бензоле рассчитывались по уравнению:

$$k = \frac{1}{t} \cdot \frac{a}{a(a-x)},$$

где a – исходная концентрация амина, моль \cdot л $^{-1}$;

x – количество амина, вступившего в реакцию к моменту времени t (или количество воды, выделившейся к моменту времени t), моль · л⁻¹;

$(a-x)$ – текущая концентрация амина, моль · л⁻¹;

t – время, с⁻¹;

k – константа скорости, л · моль⁻¹ · с⁻¹.

Обработка кинетических кривых показала, что имеет место общий второй порядок реакции и первый по каждому реагенту. Экспериментальные значения констант скорости (k_2) реакции при различных R_1 и R_2 приведены в таблице.

Таблица. Константы скорости ($k_2 \cdot 10^2$) реакции производных анилина с бензальдегидом и его замещенными в бензоле при температуре 80°C.

Серия	Заместитель в альдегидной компоненте											
	п – NO ₂		м – NO ₂		H		п– Cl		п– Br		п-N(C ₂ H ₅) ₂	
	расч	эксп	расч	эксп	расч	эксп	расч	эксп	расч	эксп	расч	эксп
I	0,78	0,74	0,50	0,53	0,29	0,24	0,21	0,16	0,19	0,15	0,07	0,07
II	1,38	1,44	0,90	0,86	0,52	0,78	0,38	0,31	0,34	0,23	0,12	0,15
III	1,00	0,87	0,65	0,64	0,38	0,59	0,27	0,25	0,25	0,18	0,09	0,10
IV	1,15	1,25	0,70	0,66	0,37	0,57	0,26	0,20	0,23	0,16	0,07	0,08
V	0,20	0,27	0,15	0,13	0,11	0,10	0,12	0,08	0,08	0,07	0,05	0,05
VI	0,25	0,23	0,18	0,15	0,12	0,13	0,09	0,11	0,09	0,10	0,04	0,03
VII	0,21	0,16	0,14	0,12	0,08	0,10	0,06	0,080	0,05	0,07	0,02	0,01

Выводы. Изучение корреляционных зависимостей $\lg k_2$ от различных σ -постоянных показало, что коэффициенты однопараметровых корреляций лежат в пределах 0,79-0,86, что ограничивает использование σ -гамметовского подхода для данной реакции. Вместе с тем, низкое значение ρ в альдегидной компоненте и отсутствие излома на графике $\lg k_2$ от σ , имеющегося в воде [1] может свидетельствовать о том, что лимитирующей стадией этой реакции является распад аминспирта.

Во всех рассмотренных случаях скорость реакции при введении заместителя в п–положение аминной компоненты, в том числе и полимерной матрицы, больше, чем для м–положения.

Литература

1. Безуглый В.Д. Изучение полярографическим методом реакции взаимодействия анилина с бензальдегидом и его производными / В.Д. Безуглый, В. Н. Дмитриева, Л. В. Скворцова // Кинетика и катализ, 1965. – Т. 6, № 4. – С. 737–740.



УДК 547

Старченко А В.,

студ. группы ИЗОС-2а, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: Шевченко О.Н.,

к.т.н., доц. кафедры «Прикладная химия», ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ДОПИНГОВЫЕ СРЕДСТВА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЗМ

Аннотация. Рассмотрены группы допинговых средств, проанализированы химические вещества, способные вызвать патологические изменения в работе систем и органов.

Ключевые слова: допинг, стероиды, эфедрин.

В последнее время слишком часто в спортивных новостях мелькает термин «допинг». Эта тема стала уже слишком скандальной. Давайте же хоть немного разберемся с тем, что это такое.

В семидесятых годах двадцатого века с научных позиций доказывалось, что потолок рекордов уже достигнут. И чтобы двигаться дальше, придется привлекать науку. Особенно фармакологию. Использование специальных препаратов для достижения физического превосходства старо, как мир. Почитайте летописи, предания, былины. Издревле, особенно в военном деле,

применялись специальные растительные средства, позволяющие на короткое время увеличить силу, выносливость; улучшить внимание; снизить болевой порог. Известна история о скандинавских воинах, которые пили какую-то растительную настойку перед боем. Говорят, что настойка эта прибавляет силу, увеличивает скорость движения и снижает утомляемость. Что и требовалось в условиях тогдашнего рукопашного боевого контакта.

До́пинг (англ. doping, от англ. dope — давать наркотики) — термин имеет употребление в спорте не только по отношению к наркотическим веществам, но к любым веществам природного или синтетического происхождения, позволяющих в результате их приема добиться улучшения спортивных результатов. Такие вещества могут резко поднимать на короткое время активность нервной и эндокринной систем и мышечную силу, к ним также относятся препараты, стимулирующие синтез мышечных белков после воздействия нагрузок на мышцы. Огромное количество лекарственных средств имеют статус запрещённых для спортсменов во время соревнований. Рассмотрим, как же химический состав этих веществ влияет на работу органов и систем нашего организма.

Группы допинговых средств

1. Стимулирующие средства

Стимулирующие средства, или стимуляторы, действуют на центральную и периферическую нервную систему. К ним относятся: амфетамин, эфедрин, псевдоэфедрин, кокаин, кофеин и стрихнин, фенотропил, мезокарб. Многие из этих соединений входят в состав противопростудных средств. Поэтому перед приемом самого банального лекарства спортсмен должен проверять, не содержит ли оно запрещенных ингредиентов. Стимуляторы, применяемые даже в малых дозах при пороговых физических нагрузках, способны вызвать:

- повышение кровяного давления и ускорение сердечной деятельности;
- нарушение терморегуляции и тепловой удар с последующим коллапсом и смертельным исходом;
- возникновение зависимости и психических расстройств.

Наиболее часто применяемым стимулятором является кофеин.

2. Обезболивающие

Наркотические обезболивающие средства уменьшают чувствительность к боли независимо от ее природы и причины. Спортсмены прибегают к ним, чтобы сократить восстановительный период после ушибов и травм.

3. Анаболические стероиды

Одной из наиболее популярных групп допинговых средств являются анаболически-андрогенные стероиды (анаболики). Это синтетические производные естественного мужского полового гормона тестостерона. Действие этих средств на организм двоякое: с одной стороны, они стимулируют усвоение белка, наращивание мышечной массы, развитие мужского телосложения; с другой – развитие мужских половых признаков (андрогенный эффект, или маскулинизация). Оба эти эффекта неразделимы.

Наиболее характерным свойством анаболических стероидов является их способность усиливать синтез нуклеиновых кислот и белка, а также структурных элементов клеток организма и, следовательно, активизировать процессы репарации в костной и мышечной тканях. Они стимулируют всасывание аминокислот в тонком кишечнике. Активизируют выработку эритропоэтина (вещества, стимулирующего процесс кроветворения) и анаболические процессы в костном мозге (антианемическое действие).

Положительно воздействуют на азотистый обмен: вызывают задержку азота в организме и уменьшение выделения почками мочевины; тормозят выведение необходимых для синтеза белков калия, серы и фосфора; усиливают реабсорбцию натрия и воды. Анаболики способствуют фиксации кальция в костях.

Неконтролируемое применение анаболиков может вызвать психические расстройства, печеночную недостаточность, развитие новообразований в печени и легких, склерозы и тромбозы, гипертрофию предстательной железы, нарушение функций половых органов.

4. Диуретики – мочегонные средства. В спорте их применяют по трем причинам. В тех видах, где есть весовые категории, диуретики помогают быстро уменьшить массу тела. Также диуретики помогают улучшить внешний вид в гимнастике, фигурном катании или бодифитнесе. Обезвоживание способствует приданию мускулатуре подчеркнутых форм. И, наконец, интенсивное мочеотделение помогает выводить из организма другие допинги или маскировать их.

Диуретики способны вызывать серьёзные нарушения водно-электролитного равновесия, падение кровяного давления, нарушение ритмичности работы сердца и внезапную смерть.

5. Пептидные гормоны

Примерами пептидных гормонов являются инсулин и гормон роста. У молодых людей гормон роста приводит к гигантизму (чрезвычайно высокому росту в целом), у взрослых – к акромегалии, то есть патологическому увеличению некоторых частей тела, в основном стоп и кистей. Их употребление может привести к повышенной вязкости крови, что в свою очередь ведет к тромбозу кровеносных сосудов и инфаркту со смертельным исходом, часто во время сна.

6. Стрихнин

Принадлежит к числу алкалоидов, являющихся производными индола. Эти алкалоиды содержатся в некоторых видах растений рода стрихнос (рвотный орех, или чилибуха, бобы Игнатия и др.). В указанных растениях кроме стрихнина содержатся бруцин и некоторые другие алкалоиды.

В медицинской практике применяют азотнокислую соль – стрихнина нитрат. Нитрат стрихнина представляет собой бесцветные блестящие игольчатые кристаллы или белый кристаллический порошок. Имеет чрезвычайно горький вкус. Молярная масса ≈ 334 г/моль. Стрихнин и другие препараты чилибухи возбуждают ЦНС и в первую очередь повышают рефлекторную возбудимость.

Стрихнин оказывает сильное ядовитое действие на организм. После поступления в организм токсических доз стрихнина быстро появляются признаки отравления этим алкалоидом. Наступают часто повторяющиеся судороги, а затем наступает смерть (при явлениях асфиксии). Средняя летальная доза составляет около 1 мг на 1 кг массы тела (для сравнения: у цианистого калия – 1,7 мг/кг).

7. Эфедрин

Эфедрин (1-фенил-2-метиламинопропанола-1-гидрохлорид) относится к ациклическим алкалоидам, в молекуле которых аминогруппа находится в боковой цепи. Эфедрин и его стереоизомер псевдоэфедрин находится в некоторых видах эфедры. Эфедрин также содержится в тиссе ягодном и в некоторых других растениях. Молярная масса ≈ 165 г/моль.

По фармакологическим свойствам эфедрин близок к адреналину. Он повышает артериальное давление, сужает сосуды, расширяет зрачок и бронхи, уменьшает перистальтику кишок, возбуждает центральную нервную систему.

Анализ источников информации убеждают в том, что однозначной научной картины о влиянии допинга на здоровья людей нет. Также противоречива информация о положительных и отрицательных эффектах использования разных стимулирующих препаратов. Антидопинговому просвещению среди молодежи уделяется мало внимания, зато интернет-ресурсы изобилуют рекомендациями и рекламами по употреблению этих веществ.

Борьба с допингом часто приводит к искусно раздуваемым скандалам, в пламени которого гибнут единицы, и которое не затрагивает подавляющее большинство. Как поступить в сложившейся ситуации? Можно сделать вид, что проблемы не существует и наблюдать за тем, как спортсмены наносят вред своему здоровью, употребляя сомнительные препараты в неограниченном количестве. А можно легализовать допинг в большом спорте. Но как считают специалисты, это не повысит спортивные результаты и не уменьшит число скандалов, а лишь станет причиной частых вызовов врачей на спортивные площадки.

Единственное правильное решение, которое видится в сложившейся ситуации – это публикация статей, посвященных различным допингам, которые будут снабжать спортсменов достоверной информацией. Только внимательно изучив негативную сторону использования допинга, каждый спортсмен сможет принять для себя единственно правильное решение. И если спортсмен решится прибегнуть к использованию того или иного препарата, он должен располагать сведениями о том, как им пользоваться и к каким осложнениям это может привести. Таким образом, можно свести к минимуму возможный риск для здоровья.

Но правильнее всего было бы, что бы спортсмен использовал для доказательства своего первенства только то, что в него заложила природа; и только то, что он сумел развить длительными тренировками, не нанося непоправимого вреда своему здоровью.

Литература

1. И. Ляхова. Анаболические стероиды – вопросы и ответы. – Ростов н /Д.: Феникс, 2005. – 45 с.
2. Б. Рагозин. Правда о допингах. Что можно и что нельзя принимать Спортсмену. – Москва: Планета Спорт, 2003. – 58 с.
3. Дворкин. Силовые единоборства. Анаболические стероиды и допинг-контроль. Москва: Спорт, 2001. – 125с.
4. А.Волохов. Бодибилдинг от А до Я. – Ростов н/Д.: Феникс, 2007. – 133 с.
5. Биохимия: Учебник для институтов физической культуры / Под ред. В.В. Меньшикова, Н.И. Волкова. — М.: Физкультура и спорт, 2006. — 384 с.
6. «О вреде или пользе кофеина» [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://romanbook.ru/book/1704083/>
7. Р.А. Беседин, Н.И. Сидорова Повседневный допинг // Молодежный научный форум: Естественные и медицинские науки: электр. сб. ст. по мат. VI междунар. студ. науч.-практ. конф. №6(6). URL: [https://nauchforum.ru/archive/MNF_nature/6\(6\).pdf](https://nauchforum.ru/archive/MNF_nature/6(6).pdf)



УДК 544

Макаров А.С.,

студ. группы ВВ-48, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: Малинина З.З.,

к.х.н., доцент кафедры «Прикладная химия», ГОУ ВПО «ДонНАСА»

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ЦЕМЕНТНО-ВОДНЫХ СИСТЕМ

Аннотация. Работа посвящена проблеме улучшения качества бетона путем управления процессами структурообразования в бетонных смесях.

Ключевые слова: бетон, управление, структурообразование, поверхность наполнителей, адсорбционное модифицирование.

Введение. Управление процессами структурообразования в бетонных смесях является основной предпосылкой улучшения качества бетонов. Одним из направлений управления этими процессами является адсорбционное модифицирование поверхности дисперсных наполнителей растворами поверхностно-активных веществ, в частности жидкими суперпластификаторами, имеющими в основном органическую природу. Адсорбционные слои ориентированных молекул ПАВ вызывают повышение адгезии, содействуя прочному прилипанию среды к поверхности [1].

Постановка задачи.

1. Установить возможность адсорбции из раствора некоторых ионогенных суперпластификаторов на поверхности различных наполнителей (песок, известняк) в условиях эксперимента.
2. Оценить величину адсорбции суперпластификаторов на поверхности микронаполнителей.

Результаты. Количественное определение величины адсорбции добавок суперпластификаторов проводили спектрофотометрическим методом в УФ видимой области спектра. Изменение оптической плотности в результате адсорбции ПАВ на поверхности заполнителя рассчитывали по разности между оптической плотностью исходного раствора ПАВ (D_0) и этого же раствора после адсорбции ($D(\text{песок})$, $D(\text{известняк})$). Результаты исследований приведены в таблице.

Таблица. Результаты определения адсорбции суперпластификаторов на поверхности минеральных наполнителей при температуре 25°C

Добавка	C, %	λ , нм	D_0	$D(\text{песок})$	$D(\text{известняк})$
Поликарбонатный эфир FM-34	1	380	0,192	0,189	0,217
Нафталиноформальдегид С-3	1	420	0,985	0,947	0,967
Лингосульфонат ЛСТ	0,125	380	1,160	1,132	1,270
Меламиноформальдегид Мареi	0,125	380	1,300	1,285	1,220
Полиакрилат Dynamon SP-1	15	380	1,135	1,115	1,170

Выводы.

1. Установлена возможность адсорбции из раствора ионогенных суперпластификаторов (поликарбонатный эфир FM-34, нафталиноформальдегид С-3, лингосульфонат ЛСТ, меламиноформальдегид Мареi, полиакрилат Dynamon SP-1) на поверхности наполнителей (песок, известняк) в условиях эксперимента.

2. Установлено, что адсорбция добавок суперпластификаторов на песке и известняке при указанных в таблице концентрационных условиях, длине волны и температуре незначительна.

Литература

1. Ребиндер П.А. Избранные труды. Поверхностные явления в дисперсных системах. Коллоидная химия. – М.: Наука, 1978. – 366 с.



УДК 544

Счастный О.С.,

студ. группы ПСМ-476, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: Сохина С.И.,

к.х.н., доцент кафедры «Прикладная химия», ГОУ ВПО «ДонНАСА»

СТЕКЛОПЛАСТИКОВАЯ АРМАТУРА ДЛЯ ВНЕШНЕГО И ВНУТРЕННЕГО АРМИРОВАНИЯ

Аннотация. Использование композитной на основе винилэфирной смолы стеклопластиковой арматуры вместо металлической в современном строительстве занимает все более прочные позиции, что обусловлено ее высокой удельной прочностью и коррозионной стойкостью. Отмечена значительная экономическая эффективность за счет замены железобетонных конструкций на стеклопластбетонные.

Ключевые слова: железобетонные конструкции, арматура, стеклопластиковая арматура, полиэфирные смолы.

Стеклопластиковая арматура занимает все более прочные позиции в современном строительстве. Это обусловлено, с одной стороны, ее высокой удельной прочностью, с другой стороны, высокой коррозионной стойкостью, морозостойкостью, низкой теплопроводностью. Конструкции, где используется стеклопластиковая арматура, неэлектропроводны, что очень важно для исключения блуждающих токов.



Стеклопластиковая и базальтопластиковая арматура «rebar»

представляет собой стеклопластиковые или базальтопластиковые стержни, имеющий шероховатую поверхность для связей в бетоне – предназначена для замены стальной арматуры в железобетонных конструкциях.

По механическим свойствам превосходит стальную арматуру:

- композиционная арматура в 4-5 раз легче стальной;
- стойкость в кислых средах выше, чем у стальной арматуры;
- стойкость к коррозии выше, чем у стальной арматуры;

Размер: диаметр 6,5 и 15,5 mm Вес 1 П/М 0,36кг

К бетонным элементам, где используется стеклопластиковая арматура, в основном применимы принципы проектирования железобетонных конструкций. Аналогична и классификация по видам применяемой стеклопластиковой арматуры.

Армирование может быть внутренним, внешним и комбинированным, представляющим собой сочетание первых двух.

Внутреннее неметаллическое армирование применяется в конструкциях, эксплуатируемых в средах, агрессивных к стальной арматуре, но не агрессивных по отношению к бетону. Внутреннее армирование можно разделить на дискретное, дисперсное и смешанное. К дискретному армированию относятся отдельные стержни, плоские и пространственные каркасы, сетки.

Стеклопластиковая арматура для внутреннего армирования представляет собой стеклопластиковый стержень (рис.1), имеющий ребристую поверхность для связей в бетоне, и предназначен для замены стальной арматуры в железобетонных конструкциях.



Рис.1. Стеклопластиковая арматура в виде стержней

Кроме этого стеклопластиковая арматура для **внутреннего** армирования применяется в виде дюбеля, стеклопластикового крепежа. Стеклопластиковая арматура применяется также в качестве гибких связей в трехслойных теплоэффективных строительных конструкциях. К ним относятся стеновые фасадные конструкции из кирпича, бетона, газобетона, природного камня, а также комбинированных материалов.

Внешнее стеклопластиковое армирование. В случае агрессивности среды эффективной защитой бетона является внешнее армирование. При этом внешняя листовая арматура может выполнять одновременно три функции: силовую, защитную и функцию опалубки при бетонировании.

Основная идея конструкций с внешним армированием состоит в том, что герметичная стеклопластиковая оболочка, надежно защищает бетонный элемент от воздействий внешней среды и, одновременно, выполняет функции арматуры, воспринимая механические нагрузки.

Стойкость стеклопластиков к воздействию агрессивных сред в основном зависит от вида полимерного связующего и волокна. Испытания показали, что стеклопластиковая арматура имеет стойкость в кислой среде более чем в 10 раз, а в растворах солей более чем в 5 раз выше стойкости стальной арматуры. Наиболее агрессивной для стеклопластиковой арматуры является щелочная среда.

При условии равного сечения стержней и их формы, значимое отличие базальтопластика от стеклопластика состоит в более высокой устойчивости базальтопластика в щелочной среде бетона и раствора. Результаты испытания по методике искусственного старения на базе НИИЖБ (г. Москва) [1,2] показали, что прочность базальтопластика после старения составляет 85%, а стеклопластика лишь 13% .

Технологией производства композитной арматуры обычно является **пултрузия**, с использованием ровинга из Е-стекла, винилэфирной смолы и стандартных техник формования. Продукция производится со спиралевидной закруткой для придания волнообразного профиля.

Оба вида арматуры имеют наружное песочное покрытие, наносимое во время производства, для придания поверхности шероховатости для оптимальной адгезии при связке с бетоном. Для этого необходима винилэфирная смола высокого качества, связанная с волокнами правильно подобранного размера, как для достижения наилучших коррозионных свойств и сопротивления щелочам в цементе, так и для прочной связи.

Экономическая эффективность. Срок эксплуатации стеклопластбетонных конструкций при воздействии агрессивных сред резко увеличивается. Замена железобетонных конструкций на стеклопластбетонные ликвидирует затраты на капитальные ремонты, убытки от которых существенно возрастают, когда на время ремонта требуется остановка производства. Капиталовложения на возведение конструкций, где используется стеклопластиковая арматура, практически одинаковы с затратами при возведении железобетонных. Однако через 5 лет они окупаются, а через 20 лет экономический эффект достигает двукратной стоимости возведения конструкций. В экономический эффект входят и сниженные транспортировочные расходы на стеклопластиковую арматуру, так как масса её в 6 раз меньше металлической. Ориентировочная цена за 1 п. м арматуры диаметром 8 мм. составляет 17-00 руб. с учётом НДС.

Литература

1. Асланова Л. Г. Неметаллическая арматура для бетона / ВНИИТПИ. Сер. "Строительные конструкции". Вып.4. М., 1990.
2. Асланова Л. Г., Евгеньев И. Е., Михайлов К. В. Стеклопластиковая и базальтопластиковая арматура для бетона в предварительно напряженных конструкциях // Бетон и железобетон. 1990. № 4.



УДК 544

Тарасюк С.В.,

студ. группы ПСМ-476, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: Сохина С.И.,

к.х.н., доцент кафедры «Прикладная химия» ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ПРОИЗВОДСТВО БЕТОНА ПУТЕМ СВЯЗЫВАНИЯ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА

Аннотация. Предложена технология изготовления бетона путем карбонизации влажного бетона диоксидом углерода, полученного как побочный продукт переработки нефти и заводов по производству удобрений.

Ключевые слова: производство бетона; бетон; утилизация; карбонизация.

Структура бетона – сложная многофазовая система, состоящая из цементного камня с равномерно распределенными заполнителями разных размеров и пустот в виде капилляров и пор, заполненных водными растворами минеральных веществ, воздухом или газом.

Структура бетона считается однородной, если все три фазы – твердая; жидкая и газообразная распределены равномерно.

Известно, что производство строительного цемента дает около 5% всех антропогенных глобальных выбросов углекислого газа, согласно отчету Международного энергетического агентства (МЭА).

Запатентованная технология CarbonCure system (CCS) использует «мусорный» углекислый газ от таких крупных эмитентов, как нефтеперерабатывающие заводы и заводы по производству удобрений при изготовлении бетона.

Химическая реакция в предложенной технологии является обратной реакцией процессу изготовления традиционного цемента как основного компонента бетона.

Технологии улавливания и хранения диоксида углерода (CO₂) были известны и раньше, но для них не удавалось предложить практической коммерческой программы по утилизации углекислого газа. С новой разработкой создается процесс с замкнутым контуром, решающий обе проблемы.

Технология Carbon Cure – это доступная модернизация существующих бетонных заводов, которая позволяет производителям перерабатывать углекислый газ (CO₂) во время производства, чтобы сделать более экологически чистый бетон.

Как работает технология?

Очищенный и сжиженный углекислый газ поставляется на заводы партнера производителя бетона в резервуарах под давлением.

По предложенной технологии во влажный бетон во время смешивания вводят строго определенное количество диоксида углерода, который будет химически преобразован в твердый минерал внутри бетона. При этом система дозирования не влияет на процесс производства бетона.

Механизм карбонизации влажного бетона заключается в том, что при смешивании его с углекислым газом, последний реагирует с водой для того чтобы сформировать ионы карбоната. Карбонат-ион после этого быстро реагирует с ионами кальция находящимися в гидратированном цементе для того чтобы сформировать минералы карбоната кальция нано-размера. Преобразование углекислого газа в твердые минералы карбоната кальция означает, что CO₂ надежно связан внутри бетона и никогда не будет выпущен назад в атмосферу.

Известно, что наноматериалы в виде крайне мелких частиц повышают прочностные характеристики бетона, но их использование ограничено производственными, технологическими и экономическими барьерами.

Однако, прочность бетона полученного по такой технологии увеличивается приблизительно на 10% относительно бетона с контрольным составом. При этом подвижность бетона нейтральна, а влияние на прочность при сжатии положительное.

Улучшение прочности готового бетона по предложенной технологии позволяет оптимизировать исходные бетонные смеси, что, как правило, приводит к уменьшению содержания цемента в них. В среднем, производитель товарного бетона способен понизить содержание цемента в шихте на 5-8% и сохранить первоначальную прочность на сжатие, не влияя на свойства бетона.

Предложенный метод утилизации углекислого газа в бетон – это уникальный способ очистить атмосферу и сделать мир чище.

При модернизации оборудования для использования новой технологии производители могут добиться тройного эффекта: бетон будет дешевле, прочнее и экологически безопаснее. Это неоспоримое преимущество: 100 000 серых бетонных блоков могут абсорбировать столько же углекислого газа, сколько усвоят за год 92 взрослых дерева.



УДК 543

Учасова С.А., Пикус А.В.,

студ. группы ТРХ-176, ГО ВПО «ДонНУЭТ имени М. Туган-Барановского»

Руководители:

Ищенко А.В., канд. хим. наук, доцент,

Сибирцева И.А., ассистент,

кафедра естествознания и безопасности жизнедеятельности,

ГО ВПО «ДонНУЭТ имени М. Туган-Барановского»

К ВОПРОСУ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ РАЗЛИЧНЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ

Аннотация. Рассмотрена актуальная проблема оценки качества питьевых вод в Донецкой Народной Республике по химическим и органолептическим показателям.

Ключевые слова: вода водопроводная, жесткость воды, санитарные нормы.

Потребность общества в хорошей питьевой воде возрастает по мере того, как происходит уменьшение доступных ресурсов питьевой воды на душу населения. Эта тенденция будет сохраняться, пока живет наша цивилизация. Доступность качественной воды – минимальная гарантия здоровья человека. С каждым годом знание о необходимости самоконтроля человека за потреблением продуктов питания, а тем более за качеством потребляемой воды, становится все более осознанным самыми широкими слоями нашего общества, тогда как в странах западной Европы и в США внимание населения к качеству воды растет в течение десятилетий. Всемирная организация здравоохранения признает проблему обеспечения населения качественной питьевой водой главным разделом программ охраны здоровья человека. В связи с этим возникает потребность контроля качества воды, которую мы употребляем.

При централизованном водоснабжении законодательно определено, что вода, поступающая к потребителю, должна соответствовать предъявленным органолептическим характеристикам и быть безопасной для здоровья; при этом подразумевается, что содержание вредных веществ в воде не должно превышать предельно допустимых концентраций.

Целью данной работы является оценка качества вод в Донецкой народной республике, используемых для питьевых целей, по некоторым химическим и органолептическим показателям.

Для проведения исследования были отобраны образцы питьевой воды из различных населенных пунктов Донецкой народной республики, а именно:

- образец № 1 – вода водопроводная, г. Донецк;
- образец № 2 – вода водопроводная, Червоногвардейский р-н, г. Макеевка;
- образец № 3 – вода водопроводная, мкрн. «Зелёный», г. Макеевка;
- образец № 4 – вода водопроводная, пгт. Старобешево;
- образец № 5 – вода водопроводная, г. Ясиноватая;
- образец № 6 – вода родниковая, г. Ясиноватая;
- образец № 7 – вода водопроводная, г. Торез;
- образец № 8 – вода водопроводная, г. Амвросиевка;

– образец № 9 – вода родниковая, г. Амвросиевка.

Исследование образцов питьевой воды проводили на основании ГОСТ Р 51232-98 «Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества» и СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения».

На начальном этапе нами были проведены исследования органолептических показателей: запаха, вкуса и привкуса. Результаты определения органолептических показателей приведены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты определения органолептических показателей

Наименование показателей	Согласно СанПиН 2.1.4.1074-01	Исследуемые образцы								
		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9
Вкус и привкус	вкус и привкус не ощущаются	вкус и привкус не ощущаются							солонватый привкус	
Запах	запах не ощущается	запах не ощущается								

По результатам органолептических исследований выявили, что образцы №8 и №9 не соответствуют требованиям нормативного документа по такому показателю как вкус и привкус.

Определение кислотно-основных свойств показало, что все пробы воды удовлетворяют гигиеническому требованию по значению рН, согласно которому рН питьевой воды не должен выходить за пределы интервала 6,5 - 8,5.

В связи с тем, что вода является хорошим растворителем можно сказать, что в природе нет совершенно чистой воды, хотя бы потому что она растворяет на своем пути многие соединения и вещества, становясь сразу же смесью многих растворенных веществ. Образовавшаяся смесь содержит многие ионы, в частности ионы кальция и магния, которые обуславливают жесткость воды (т. н. «соли жесткости»). Причем чем больше ионов кальция и магния, тем жестче вода.

На следующем этапе нами была определена жёсткость воды комплексометрическим титрованием. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты определения жёсткости

Наименование показателей	Согласно ГОСТ Р 51232-98	Исследуемые образцы								
		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9
Жесткость общая, мг-экв./л	не более 7	8,4	8,57	8,75	8,58	8,63	10,45	1,88	24,55	10,88

Анализируя данные приведенные в табл. 2 установлено, что образцы № 1-6 и № 8-9 имеют повышенную жесткость. Очень жесткой является водопроводная вода в г. Амвросиевка (24,55 мг-экв/л). Эти показатели намного превышают допустимые пределы жесткости, установленные СанПиН 2.1.4.1074-01 (верхний предел – не более 9 мг-экв/л). В результате систематического употребления такой воды могут развиваться патологические изменения в организме человека: мочекаменная болезнь, склероз, гипертоническая болезнь и т. д. [2]. Очень низкая жесткость в образце № 7 (г. Торез). Употребление такой воды так же неблагоприятно сказывается на здоровье людей, вызывая различные сердечно-сосудистые заболевания и нарушая минеральный обмен (происходит «вымывание» кальция из организма).

В связи с вышеуказанным можно сделать вывод о необходимости приведения к установленным санитарным нормам питьевой воды Амвросиевского района, г. Тореза и о необходимости постоянного мониторинга питьевых ресурсов Донецкой народной республики.

Литература

1. Мудрый И.В. О влиянии минерального состава питьевой воды на здоровье населения (обзор) // Гигиена и санитария. – 1999. – №1. – С. 15-18.
2. СанПиН 2.1.4. 1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».



УДК 547

Балакай В.А.,
студ. группы ЭУН-2а, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: Муконина Е.В.,
ассистент кафедры «Прикладная химия»,
ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТАНОЛА В ВЫРАЩИВАНИИ БАКТЕРИЙ ДЛЯ УДОБРЕНИЯ ПОЧВЫ

Аннотация. В данной статье рассматривается возможность использования метанола как перспективного источника углерода для культивирования продуцентов белка высокого качества в выращивании бактерий, обогащающих землю полезными элементами и улучшающих физиологические качества грунта.

Ключевые слова: метиловый спирт, бактерии, почва, белки, дрожжи, удобрение.

Введение. Значение микроорганизмов в жизнедеятельности растений достаточно велико. Нужные агропочвенные бактерии ежедневно перерабатывают органику животных в необходимые минеральные вещества. При подобной переработке почва обогащается кальцием, железом, фосфором, азотом и многими другими необходимыми элементами.

Почвенные бактерии не только обогащают землю полезными элементами, но и улучшают физиологические качества грунта. Чем больше в составе почвы нужных бактерий, тем выше ее плодородность.

Постановка проблемы. Современная нехватка продовольствия во всем мире вынуждает исследовать и разрабатывать методы производства высококачественных недорогостоящих белков, продуцируемых микроорганизмами, например, белков, продуцируемых одноклеточными организмами. В таких процессах ферментации большое значение имеют разработки по использованию углеводов и других углеродосодержащих

веществ, которые обычно сжигают или иным образом устраняют при очистке нефти.

Одним из перспективных источников углерода для культивирования продуцентов белка высокого качества считается метиловый спирт. Его можно получать методом микробного синтеза на таких субстратах, как древесина, солома, городские отходы. На метаноле как на источнике углерода и энергии способны расти около 25 видов дрожжей, в том числе *Pichia polymorpha*, *Pichia anomala*, *Yarrowia lipolytica*. Наилучшими продуцентами на этом субстрате считаются бактерии, потому что они могут расти на метаноле с добавлением минеральных солей.

Результаты. Процессы получения белка на метаноле достаточно экономичны. По данным концерна Ай-Си-Ай (Великобритания), себестоимость продукта, производимого на метаноле, на 10-15% ниже, чем при аналогичном производстве, базирующемся на основе высокоочищенных парафинов. Высокобелковые продукты из метанола получают фирмы ряда развитых стран мира: Великобритании, Швеции, Германии, США, Италии. Выращивание на метаноле метилотрофных бактерий, таких как *Methylphilus methylotrophus*, выгодно, так как они используют одноуглеродные соединения. При росте на метаноле бактерии дают больше биомассы, чем дрожжи.

В Светлом Яре (Волгоградская область) были проведены испытания процесса получения белка одноклеточных на основе метанола. Результаты превзошли самые смелые ожидания исследователей: 100%-е совпадение по всем параметрам процесса, заложенным в разработанном регламенте. Белок получался высококачественным, богатым аминокислотами, витаминами группы В, причем высокой концентрации. В бактериальной культуре также находится такой редкий витамин, как В₁₂. Важно и то, что с экологической точки зрения процесс получения биомассы из метанола абсолютно безвреден.

Ацидофильные метанолокисляющие бактерии выращивают на питательной среде с метанолом в качестве единственного источника углерода совместно с микроорганизмами, не использующими метанол, но способными

расти за счет продуктов метаболизма метанольных бактерий и образовывать факторы, стимулирующие рост клеток ацидофильных метанонокисляющих бактерий. В питательную среду входят источник азота в виде аммиака или солей аммония, источники фосфора и других минеральных компонентов. Выращивание проводят периодическим или непрерывным способом при аэрации питательной среды воздухом, кислородом или смесью воздуха с кислородом при подходящих для ацидофильных метанонокисляющих бактерий значениях pH 2,0-6,0 и температуре 28-40°C. Ацидофильные бактерии развиваются за счет метанола, а другой компонент смешанной культуры за счет продуктов жизнедеятельности ацидофильных бактерий. При этом не использующие метанол микроорганизмы в процессе роста образуют и выделяют в питательную среду факторы, стимулирующие развитие ацидофильных метанонокисляющих бактерий, что позволяет вести процесс без добавки факторов роста.

Питательные среды бывают естественные и синтетические. Естественные среды готовятся из природных компонентов. Это может быть речная вода, части растений, навоз, овощи, растительные и животные ткани, дрожжи и т. д. Такие среды характеризуются высоким содержанием природных химических веществ, многообразие которых способствует росту культуры бактерий. Синтетические среды отличаются тем, что их химический состав известен в точных соотношениях всех составляющих. Такие среды готовятся для определенной культуры бактерий, метаболизм которой заранее известен исследователю. Применяются они для анализа жизнедеятельности бактерий. Например, можно узнать, какие вещества они выделяют в окружающую среду и сколько.

Выводы. Возможно также использование этанола как субстрата, что снимает проблему очистки биомассы от аномальных продуктов обмена с нечетным числом углеродных атомов. Однако стоимость такого производства значительно выше. Реализация же предлагаемого выше метода обеспечивает возможность развития ацидофильных метанонокисляющих бактерий в отсутствие дополнительных факторов роста при одновременном повышении выхода биомассы на 15-20%.

Как известно, метиловый спирт входит в группу ядовитых наркотических соединений. Из всех видов отравлений, поражение метиловым спиртом считается наиболее опасной по негативным последствиям. Однако же, метанол характеризуется отсутствием потенциально канцерогенных полициклических углеводов, что позволяет позиционировать его как абсолютно безопасный субстрат для выращивания почвенных бактерий.

Литература

1. Микробиология / Учебник, 4-е издание, М.В. Гусев, Л.А. Минеева, 2003 г. – 464 с.
2. Биохимия /Учебник для ВУЗов, 2-е издание, Северин Е.С., 2004 г. – 784 с.
3. <http://www.findpatent.ru/patent/220/2209250.html>



УДК 541

Останко А.С.,

Бесчастный С.С.

студ. группы ПГС-71а, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: Печенева А.В.,

ассистент кафедры «Прикладная химия», ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ИДЕИ АЛХИМИИ

Аннотация. Рассмотрены основные задачи химической науки алхимического периода, причины упадка и вырождения алхимии.

Ключевые слова: алхимия, «философский камень», трансмутация, химический эксперимент.

Алхимия (позднелат. *alchemia*, *alchimia*, *alchymia*) – своеобразное явление культуры, особенно широко распространённое в Западной Европе в эпоху позднего средневековья. Слово «алхимия» производят от арабского *альхимия*, которое восходит к греческому *chēmía*, от *chéō* – лью, отливаю. Это указывает на связь алхимии с искусством плавки и литья металлов, либо от *Chemia* – Египет, что связывает алхимию с местом, где возникло это искусство. Своей главной задачей алхимики считали превращение («трансмутацию») неблагородных металлов в благородные с помощью воображаемого вещества – «философского камня». Возникновение и попытки осуществления этой задачи уходят в античность. Алхимический период (4-16 вв.) характеризуется не только распространением спекулятивной (умозрительной) и «опытной» алхимии, но и одновременным развитием практической, ремесленной химии. Из дошедших до нас алхимических текстов видно, что алхимикам принадлежит открытие или усовершенствование способов получения практически ценных соединений и смесей (минеральных и растительных красок, стекол, эмалей, металлических сплавов, кислот, щелочей, солей, лекарственных препаратов). А также создание или улучшение приёмов лабораторной работы (перегонка, возгонка, фильтрование), изобретение новых лабораторных приборов (например, печей для длительного нагревания, перегонных кубов).

Ученые данного времени считали всю природу живой и одушевленной. Поэтому они были уверены, что металлы «растут и созревают» в «лоне» земли. Золото рассматривалось как вполне созревший металл, а железо – как «недозревший». Таким образом, алхимики с помощью «химического искусства» стремились ускорить процессы «созревания», которые в природе протекали довольно медленно. Эта очень интересная идея ускорения природных процессов впоследствии послужила основой многих видов современного химического производства, например, веществами, ускоряющими процесс, были при выпечке хлеба – закваска, а при изготовлении красок – специальные добавки, способствующие высыханию масел.

Неудивительно, что «химики» средневековья не видели существенной разницы между живой и неживой природой. Это подтверждают некоторые термины, широко применявшиеся в алхимических трактатах. «Кровью голубя», например, назывался свинцовый сурик, «свернувшейся кровью» или «красной» – медь, «волком» – свинец.

Алхимики считали своим высоким призванием помогать рождаться новому существу, как врач помогает появлению на свет нового человека. Поэтому было принято, что алхимик должен не только хорошо владеть искусством превращения веществ, но и иметь определенные этические принципы. Корыстолюбие и стремление к обогащению считались пороками, поскольку они мешали алхимикам постигнуть мудрость Природы. Алхимик должен был забыть о своем Я и как можно полнее слиться сознанием с Природой. Для этого существовали специальные «колдовские зелья», которые резко усиливали силу воображения. В состав этих «зелий» входили мандрагора, дурман и белена, содержащие скополамин и другие аналогичные соединения. Эти «зелья» вызывали видения и грезы, во время которых, как казалось алхимикам, происходило приобщение к тайнам Природы. Все эти обстоятельства надо учитывать, чтобы понять удивительное смешение в алхимических книгах описаний реальных и фантастических событий, превращений веществ и т.д.

Как правило, алхимики придерживались определенных традиций. Это стало характерным и для других направлений развития химических знаний, а особенно для химии конца XVIII в.

Но алхимия процветала лишь в тех странах, где осуществлялся регулярный и стабильный товарно-денежный обмен, как это происходило в эллинистических и в исламских государствах и позднее, в эпоху Возрождения, в Европе. Незаинтересованность Бременского архиепископа в золоте на время погасила интерес к деятельности алхимиков. Однако, спустя примерно три века, алхимия в христианской Европе получила необычайно широкое распространение. Возросшая потребность в золоте заставила даже сомневающихся в успехе

алхимических опытов прибегнуть к помощи алхимиков. Жажда обогащения способствовала широкому распространению веры в трансмутацию, или «алхимическое искусство», а постоянно растущая всеобщая эйфория заглушила критические сомнения и сообщения о неудачах алхимиков.

«Алхимический бум» в Европе был подготовлен сочинениями, которые переводились с арабского языка на латынь начиная с XII в. Многие из этих сочинений попали в руки христианских европейских властителей после того, как они изгнали арабов из Испании. В 1085 г. Геральд Кремонский основал в Толедо специальную школу, где арабские рукописи переводились на латынь и изучались. В этой школе, в частности, были переведены два манускрипта по химии: «Книга о солях и квасцах» и «Собрание философских работ». В первой книге утверждается, что металлы состоят из ртути и серы. В течение тысячелетий они «дозревают» в недрах Земли. Алхимик же должен осуществлять эти процессы в течение нескольких дней. Второе сочинение содержит особенно интересные сведения. В нем описывается своеобразный конгресс, в котором участвовали известные философы и алхимики. Они обсуждали теоретические проблемы трансмутаций и практику проведения алхимических экспериментов, пытались выработать единую терминологию для названий веществ и их химических превращений.

Заключительная стадия развития алхимии началась в Европе в конце XVI в. и продолжалась до конца XVIII в. Это был период упадка и вырождения алхимии.

Уже в XVII в. прогрессивно мыслящие химики искали способы, с помощью которых можно было бы объединить химические знания в науку. Прежде всего они стремились освободиться от того, что, по их мнению, не соответствовало рациональному духу и направлению настоящей науки: «Златоделие» и связанные с ним мистика, астрология, вера в духов и заклинания были чужды теории и практике зарождающейся химической науки. Поэтому химики вначале отrekliсь от алхимиков, затем полностью отделились от них и, наконец, начали с ними решительную борьбу.

Роль алхимии в развитии общества, как нам кажется, заключалась в следующем. Алхимию нельзя отождествлять лишь со «златоделием», так как алхимики осуществляли и химические процессы, не связанные с попытками получить золото. Алхимией занимались многие исследователи-«теоретики» (Альберт Великий, Роджер Бэкон, Арнальдо да Вилланова, Раймунд Луллий) и практики (металлурги, ремесленники, связанные с производством красок, и др.). Однако связи между теорией и практикой в алхимии были развиты слабо. Отсюда понятно, почему алхимики-теоретики, которым были чужды ремесла, обычно развивали сугубо умозрительные учения, тогда как алхимики-экспериментаторы, далекие от всяческих теорий и не доверявшие им, склонялись к практицизму. Благодаря деятельности Парацельса перед фармацевтической химией были поставлены конкретные цели, которые можно было достигнуть при сотрудничестве химиков и опытных врачей. Однако в медицинской химии (иатрохимии) сохранились многие алхимические пережитки, например вера в «универсальное лекарство», подобное «философскому камню». Однако и алхимики, и иатрохимики достигли определенных успехов при изготовлении лекарственных средств и выделении чистых веществ. Ремесленная химия развивалась благодаря трудам Г. Агриколы, Василия Валентина, А. Либавия, И. Глаубера и др. Они сосредоточили свою деятельность на решении конкретных проблем металлургического производства, получения красителей, изготовления продуктов брожения и т.п. В то же время было немало алхимиков, которые преимущественно пытались осуществить превращение элементов. Они тормозили развитие химических знаний и поэтому прошли незамеченными в истории химии.

Не вызывает удивления, что вера в трансмутацию сохранялась, несмотря на все неудачи алхимиков. Причины процветания «златоделия» одновременно с развитием как медицинской химии, так и ремесленной химии, ставивших перед собой конкретные и насущные проблемы, – до сих пор один из самых спорных и неясных вопросов, решение которого помогло бы снять многие противоречия. Причины такого развития, кажущегося парадоксальным, следует искать не

только в сфере самого естествознания, но и в области общественно-политических отношений, сложившихся в Европе в XVI-XVII вв. Эта очень сложная проблема наглядно показывает, насколько тесно связаны между собой развитие естествознания с развитием общества, производства и производственных отношений.

Литература

1. Басовская Н. К истокам средневековой культуры // Знание – сила. – 2000. – №2. – С. 90-98.
2. История мировой культуры: Наследие Запада: Античность. Средневековье. Возрождение: Курс лекций /Под ред. С.Д. Серебряного. М.: Российск. гос. гуманит. ун-т, 1998. – 429 с.
3. Кириллин В.А. Страницы истории науки и техники / В.А. Кириллин – М., 1986 – 511с.
4. Меншуткин, Б.Н. Химия и пути ее развития / Б.Н. Меншуткин; АН СССР. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1937. – 352 с.
5. Соловьев Ю.И. История химии. Развитие химии с древнейших времен до конца XIX в./Пособие для учителей. – 2-е изд. – М.: Просвещение, 1983. – 368 с.
6. Фигуровский Н.А. Очерк общей истории химии. От древнейших времен до начала XIX века / Н.А. Фигуровский – М.: Наука, 1969. – 455 с.
7. Штрубе В. Пути развития химии: в 2-х томах. Т. 1. Пер. с нем. – М.: Мир, 1984. – 239 с.



УДК 549

Илюхин С.С.,
студ. группы ПГС-71а, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: Печенева А.В.,
ассистент кафедры «Прикладная химия»,
ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ТАЙНЫ ДРАГОЦЕННЫХ КАМНЕЙ

Аннотация. Рассмотрена классификация драгоценных камней, их химический состав, физические и химические свойства, а также возможность производства и применения искусственных камней.

Ключевые слова: драгоценные камни, оптические эффекты, искусственные камни.

Трудно себе представить, что были времена, когда драгоценные камни практически ничего не стоили, не имели названия, а использовали их нередко с абсолютно примитивными целями (например, кололи ими орехи). А всё потому, что извлекаемые из горных пород самоцветы на первоначальном этапе редко когда имеют презентабельный вид: удивительную красоту драгоценные камни приобретают лишь после того, как над ними как следует поработают ювелиры (сделают огранку, отшлифуют, создадут соответствующее оформление).

Драгоценными камнями называются природные химические соединения (минералы), обладающие кристаллической структурой и определённым составом, которые влияют на особенности и вид самоцветов. Поскольку в природе существует более четырёх тысяч названий самых разнообразных минералов, эксперты сходятся на том, что драгоценным можно считать лишь тот природный кристалл, который отличается красотой и прочностью, а потому пригоден для ювелирной обработки.

Учитывая все эти взаимосвязанные факторы, учёным до сих пор так и не удалось разработать чёткую и однозначную схему деления самоцветов на

группы. Основной список во многих классификациях всё же совпадает: ни у кого не вызывает сомнения, что природные рубины, алмазы, сапфиры, изумруды, александриты и жемчуг являются драгоценными камнями. Например, в России они признаны таковыми на законодательном уровне, а потому все остальные природные ювелирные камни считаются полудрагоценными. Среди них – гранат, аметист, топаз, малахит, бирюза, агат, нефрит, янтарь: несмотря на то, что после обработки эти минералы становятся прозрачными и приобретают неповторимый блеск, уникальными они не являются и не обладают нужной твёрдостью. Правда, это не мешает ювелирам широко использовать полудрагоценные камни в отделочных работах (малахитовые шкатулки, Янтарная комната в Екатерининском дворце).

Для драгоценных камней прежде всего характерна однотонность (они могут быть как бесцветными, так и иметь определённый цвет). Самоцвет может иметь как «свой», так и «чужой» окрас, который он приобретает из-за примесей других минералов (например, полудрагоценный агат может быть желтоватого оттенка из-за вкрапления гематита и гидроокислов железа). Также немаловажную роль в оценке самоцвета играет его блеск (уровень преломления лучей, способность камня их отражать) и прозрачность. Кроме того, красоту самоцветам придают оптические эффекты, которые получаются при сочетании блеска, цвета и прозрачности:

- астеризм – из середины самоцвета в разные стороны расходятся световые лучики. Такое свойство можно увидеть, когда вдоль рёбер и граней самоцветов наблюдаются вкрапления других минералов (рубин, сапфир);
- кошачий глаз – получается за счёт наличия в структуре трубообразных пустот или волокон других кристаллов, придающие самоцвету шёлковый блеск (нефрит, кварц, хризоберилл);
- опалесценция – образуется в результате преломления лучей от трёхмерной структуры камня. Это свойство лучше всего выражено у опалов, цвета которого переливаются и искрятся;

- иризация – проявляется в виде радужного цветового сияния при ярком освещении, характерен для шпата, кварца, лунных и солнечных камней;
- дисперсия – свойство можно увидеть у минералов с высоким преломлением световых лучей (алмаз). В этих самоцветах во время прохождения сквозь кристалл красиво переливаются волны фиолетового и красного тонов.

Чем меньшей прочностью обладает камень, тем он менее ценен: при ювелирной обработке самоцвета очень важно, чтобы его можно было без особых опасений резать, пилить, шлифовать и т.д. Таким образом, по твёрдости самоцветы делят на следующие виды: мягкие (от 1 до 5) – тальк, известковый шпат, мрамор, оникс; средние (от 5 до 6,5) – апатит, ортоклаз; твёрдые (от 6,5 до 7,5) – кварц; высокотвёрдые (более 7,5) – топаз, сапфир, алмаз. На качество драгоценных и полудрагоценных камней влияет такое их свойство, как вязкость – способность изменять и восстанавливать форму во время действия на них деформирующих сил. Самоцветы, обладающие высокой вязкостью (нефрит), легко сохраняют форму, и носить их можно без опасений, что они начнут крошиться, как, например, это могут сделать такие хрупкие полудрагоценные камни, как опал или обсидиан. Также ювелиры ценят такое свойство камня, как спайность – его способность разбиваться по кристаллографическим пластинам (очень нужное свойство для получения плоской поверхности). Между тем, если эта характеристика выражена слишком сильно, ювелиры предпочитают избегать работы с камнем: может покрыться трещинами и сколами. Одной из характеристик прочности самоцвета является его чистота или дефектность – отсутствие пустот, трещин, примесей. Стоит учитывать, что абсолютно чистый минерал практически никогда не встречается и всегда содержит следы ранних этапов своего развития.

Внешний вид большинства полудрагоценных и драгоценных камней во многом зависит от химического состава самоцветов. Самым распространённым элементом в составе самоцветов, является кислород, а дальше в порядке

убывания, следуют кремний, алюминий и кальций (наиболее многочисленной группой являются силикаты). По химическому составу список полудрагоценных и драгоценных камней выглядит следующим образом: силикаты – хризолит, гранат, берилл циркон, нефрит; оксиды – корунд, кварц, опалы, шпинель; сульфиды – пирит, галенит, сфалерит; галогениды – флюорит; самородные элементы – алмаз; карбонаты – малахит, мраморный оникс; органические соединения – янтарь, кораллы, жемчуг, гагат. Интересно, что химические свойства самоцветов одной и той же группы могут изменяться при неизменной кристаллической структуре: камни способны перейти как в драгоценные (рубин трансформируется в розовый сапфир), так и в полудрагоценные виды. Даже наименьшее колебание в свойствах способно изменить вид драгоценности, например, рубин и сапфир, будучи разновидностями минерала корунда и имеющие одинаковые характеристики, обладают разными цветами – сапфир синий, рубин красный. Что касается самоцветов, имеющих органическое происхождение, то перед тем, как приобрести свой нынешний вид, они являлись элементом живой природы: жемчуг вырос в раковине устрицы, янтарь является смолой старых деревьев, коралл – скелетом морских беспозвоночных животных, гагат – окаменевшим деревом.

В середине прошлого века наука сделала огромный скачок вперед – появились синтетические камни, которые ничем не уступали природным драгоценным камням, что сделало самоцветы доступными для широких масс населения. Стоит заметить, что если раньше создание подобных камней из-за дороговизны оборудования стоило очень дорого, то в последнее время стоимость на них падает. Главное отличие этих камней от оригинальных состоит в том, что они были образованы не внутри горной породы, а были созданы искусственным путём на фабрике или в лаборатории. Поэтому у них есть ещё одно название – «выращенные ювелирные камни»: нередко происходит полная имитация природного процесса образования самоцвета. В создании искусственных камней существует немало положительных моментов. Прежде всего, ювелирные изделия стали более доступными для широких масс, следовательно, вырос объём

продаж и прибыль. Искусственные самоцветы нередко более совершенны, чем их природные аналоги (у них нет трещин, примесей, они обычно более насыщенного и глубокого цвета). Не стоит забывать, что в некоторых случаях создание синтетического камня является единственным способом заменить исчезающие природные самоцветы их искусственными аналогами.

Литература

1. Андерсон Б. Определение драгоценных камней. – М.: Мир камня, 1996. – 456 с.
2. Дронова Н.Д. Оценка рыночной стоимости драгоценных камней и ювелирных изделий. – М.: Дело, 2001. – 295 с.
3. [https://awesomeworld.ru/nezhivaya-prioda/dragotsennyie-kamni.html](https://awesomeworld.ru/nezhivaya-priroda/dragotsennyie-kamni.html)
4. <https://private-person23.ru/dragocennie-kamni.html>



УДК 54.07

Сальникова А.Р.,
студ. группы ПСМиКу-49, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: Ташкинов Ю. А.,
ассистент кафедры «Прикладная химия»,
ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИРТУАЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ

Аннотация. Исследована возможность применения виртуальных лабораторий как мощного средства проведения эксперимента без наличия дорогостоящего оборудования; выявлены положительные и отрицательные аспекты их применения.

Ключевые слова: виртуальная лаборатория, эксперимент, компьютерные технологии, химия.

Виртуальные химические эксперименты безопасны даже для неподготовленных пользователей. Обучающиеся могут проводить такие опыты, выполнение которых в реальной лаборатории может быть опасно или дорого. Проведение виртуальных экспериментов могло бы помочь обучающимся освоить навыки записи наблюдений, составления отчетов и интерпретации данных в тетрадях для практических работ.

Электронные образовательные ресурсы – совокупность средств программного, информационного, технического и организационного обеспечения, электронных изданий.

Мы поставили перед собой следующую задачу: исследование возможностей виртуальных лабораторий по химии, как мощного средства обучения студентов.

В процессе объяснения нового материала, виртуальная лаборатория (ВЛ) способствует проведению тех экспериментов, которые невозможно провести во время занятия. Эти реакции, как правило, представлены в учебниках, даны их описания, приведены уравнения, например: взаимодействие ртути с серой, разложение нитратов, взаимодействие металлов с хлором и бромом. Лекции и лабораторные работы с применением ВЛ проходят гораздо интереснее, познавательнее и нагляднее, а значит и мотивация к обучению выше.

Рассмотрим методические аспекты применения виртуальной химической лаборатории при изучении химических дисциплин для студентов 1-3 курсов нехимических специальностей. Химические опыты проводятся в реализованной на экране монитора лаборатории со всем необходимым оборудованием, а также химическими реагентами. Большое внимание уделяется соблюдению правил техники безопасности. Содержащиеся материалы представляют собой видеофрагменты с сопроводительным комментарием лаборанта, поэтому материал изучается и закрепляется не только со слов преподавателя.

Во время выполнения опыта обучающиеся могут интерпретировать данные, полученные в ходе эксперимента. При проведении практических работ обучающиеся используют видеофрагменты, позволяющие увидеть проводимый

ими эксперимент в реальной лаборатории и вести записи непосредственно на электронных носителях. Апробация данного продукта показала возрастание познавательного интереса к реальному эксперименту после работы в «виртуальной лаборатории», развитие их исследовательских и экспериментаторских навыков: соблюдение общих и специфических правил безопасности, выбор оптимальных алгоритмов выполнения эксперимента, умение наблюдать, выделять главное, акцентировать внимание на наиболее существенных изменениях. Применяя «Виртуальный кабинет химии», удалось сократить время и затраты на проведение некоторых практических работ и лабораторных опытов.

Конечно, проведение опытов в лаборатории обладает неоспоримыми преимуществами, но при изучении токсичных веществ, например галогенов, виртуальный мир дает возможность проводить химический эксперимент без риска для здоровья. Компьютерные технологии дают возможность демонстрировать реакции со взрывчатыми или ядовитыми веществами, редкими или дорогостоящими реактивами, процессы, протекающие слишком быстро или медленно, что невозможно в условиях поурочной системы.

Программа «Конструктор молекул» позволяет самостоятельно моделировать молекулы органических и неорганических веществ из предоставленного набора атомов химических элементов.

Чтобы исследовать мнение студентов и преподавателей касательно применения технологии виртуальной лаборатории в образовательном процессе, мы провели соцопрос на базе социальной сети «ВКонтакте», в котором приняли участие студенты и преподаватели ГОУ ВПО «ДонНАСА», а также студенты химического факультета ГОУ ВПО «ДонНУ». В опросе принял участие 31 человек. 51.6% проголосовали за применение виртуальных лабораторий в преподавании химии, 3.2% – против виртуальных экспериментов, и исключительно за применение реальных лабораторий, 45.2% считают, что стоит практиковать и реальный, и виртуальный методы лабораторных работ в допустимом соотношении.

Подводя итоги, следует отметить преимущества виртуальных лабораторий:

1. Возможность демонстрации сложных химических экспериментов с использованием специализированного оборудования и дорогостоящих реактивов.

2. Возможность моделирования процессов, протекание которых принципиально невозможно в лабораторных условиях. Современные компьютерные технологии позволяют пронаблюдать процессы, трудноразличимые в реальных условиях без применения дополнительной техники, например, из-за малых размеров наблюдаемых частиц, наблюдения происходящего в другом масштабе времени, что актуально для процессов, протекающих за доли секунды или, напротив, длящихся в течение нескольких лет.

3. Безопасность. Безопасность является немаловажным плюсом использования виртуальных лабораторий в случаях, где идет работа, например, с высокими напряжениями или ядовитыми химическими веществами.

4. Экономия времени и ресурсов за счет цвета, звука, динамики изображения.

5. Ситуация успеха, как эмоциональная составляющая современного урока.

Однако мультимедийные технологии следует применять только в разумных пределах, т.к. они полностью не могут заменить реального эксперимента.

Результаты соцопроса не могут быть в полной мере достоверными, т.к. опрошено достаточно мало студентов, менее 100 человек, в связи с этим темой нашей дальнейшей работы будет наработка статистических данных и дальнейшее исследование возможностей виртуальных лабораторий.

Литература

1. Деркач Т.М. Информатизация преподавания химии: от теории к практике: монография. – Днепропетровск: Изд-во Днепропетровского национального университета, 2011. – 244с.
2. <http://studepedia.org/index.php?vol=2&post=3542>
3. http://www.virtulab.net/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=57
4. http://www.virtulab.net/index.php?option=com_content&view=article&id=258:2009-11-14-22-37-18&catid=57:2009-11-14-21-25-00&Itemid=108
5. <https://multiurok.ru/files/ispol-zovaniie-virtual-noi-laboratorii-na-urokakh-khimii.html>



УДК 547

Яркина В.В.,
студ. группы ПГС-71б, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: Ташкинов Ю. А.,
ассистент кафедры «Прикладная химия»,
ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ХИМИЯ ВРЕДНЫХ ПРИВЫЧЕК

Аннотация. Теоретически исследован механизм развития привыкания к наркотическим веществам.

Ключевые слова: зависимость, эндорфины, энкефалины, здоровый образ жизни, наркотик.

По данным Росстата, в современной России ежегодно продается 400 миллиардов сигарет и папирос – по 139 пачек в год на каждого человека, считая грудных младенцев и глубоких стариков. Международное исследование GATS (Global Adult Tobacco Survey), результаты которого приводятся на сайте

Всемирной организации здравоохранения, показало, что в России курят 60% мужчин и 22 % женщин – в общей сложности 44 млн. человек.

Американская психиатрическая ассоциация разработала семь критериев зависимости

1) толерантность. Присутствует, если для достижения интоксикации или желаемого эффекта требуется повышение дозы или если при сохранении прежней дозы эффект от употребления постепенно снижается;

2) синдром отмены. Негативные эффекты при прекращении употребления, которые исчезают при следующем приеме этого вещества или веществ, близких к нему;

3) неконтролируемое употребление. Вещество употребляется в больших дозах или более длительное время, чем изначально планировалось;

4) присутствует отчетливое желание или безуспешные попытки прекратить или хотя бы начать контролировать употребление вещества;

5) значительное количество времени уходит на то, чтобы найти вещество, употребить его или чтобы восстановиться после употребления этого вещества;

6) социальная дезадаптация. Общение, работа и отдых подвергаются ущербу из-за употребления вещества;

7) употребление вещества продолжается, несмотря на осознание связанных с ним проблем.

В связи с актуальностью проблем, связанных с несоблюдением здорового образа жизни среди подростков и молодёжи, в особенности связанных с применением наркотических и психотропных веществ, мы рассмотрели механизм развития вредных привычек, на примере привыкания к героину и других производных морфина.

В человеческом мозгу существуют две антагонистичные системы – энкефалиновая и эндорфиновая. Когда нам плохо, в мозгу вырабатываются особые вещества – энкефалины. Повышенный уровень эндорфинов вызывает в нас ощущения, которые мы характеризуем как положительные эмоции. Для нас важно то, что в одной ситуации наша чувствительность повышается, а в другой

– снижается. Нормальный человек с более или менее здоровой психикой постоянно переходит из одного состояния в другое, не задерживаясь слишком долго ни в одном из них. У здорового человека повышение уровня эндорфинов через какое-то время приводит к повышению уровня энкефалинов, после чего уровень эндорфинов снижается сам. И наоборот.

Что происходит, когда деятельность энкефалин-эндорфиновой системы нарушается, мы видим на примере наркоманов. Героин, как и остальные наркотики опиоидного ряда имитирует действие эндорфинов.

Наркоман стремится повышать уровень эндорфинов до бесконечности. Причем уровень вводимых химикалиев намного превышает обычный физиологический уровень эндорфинов. Человеку сначала так хорошо, как не бывает при нормальном уровне эндорфинов. Но потом чувствительность и к этому уровню снижается – и человеку требуется все больше и больше наркотика, чтобы стало хорошо. В итоге возникает зависимость – человек не может жить без наркотика, причем дозы требуются все большие.

Потом организм пытается восстановить нарушенный баланс. Мозг начинает стремиться компенсировать возросший уровень эндорфинов соответствующим уровнем энкефалинов. Если наркотик перестали вводить – начинается ломка, состояние, когда человек начинает вдруг ощущать жуткую боль даже от простой, самой обычной работы своих органов. Болезней может там никаких не быть – просто организм работает – и от этого ужасная боль. Искусственно поднятый при помощи наркотика уровень эндорфинов в организме приводит к тому, что организм вообще теряет способность вырабатывать эндорфины самостоятельно. А зачем ему трудиться и делать это самому, когда и так вводят, да еще в огромных дозах? Наркотик перестали вводить, а организм уже отвык вырабатывать эндорфины. В итоге эндорфинов в организме нет. А уровень энкефалинов компенсационно очень высок. В итоге все болевые реакции обостряются до предела, и человек начинает ощущать болевые компоненты обычной работы органов (эти болевые компоненты всегда

присутствуют в обычной работе органов, но здоровый человек этого не ощущает, потому что эта боль «замаскирована» эндорфинами)

Если наркомана лечить, уровень эндорфинов, производимых мозгом, постепенно опять придет в норму. Но он никогда не достигнет того уровня, который достигается героином. А испытанные раз ощущения может захотеться повторить. Поэтому так сложно лечится наркомания и так много случаев рецидивов этой болезни. Наркотик для человека становится и смыслом жизни, и другом, и родственником. Если даже человек сам очень хочет бросить принимать наркотики, если он все силы прилагает для излечения – стоит ему только из-за чего-нибудь расстроиться, как тут же в его мозгу создается такой дисбаланс химических веществ, что уравнивать его без наркотика почти невыносимо. Ведь эндорфиновая система у него не тренирована, а скорее атрофирована после приема наркотиков – значит, эндорфины не вырабатываются самостоятельно, зато энкефалиновая система, наоборот, оттренирована для восстановления баланса после приема героина – то есть энкефалина вырабатывается сверх всякой меры. И вот малейшая неприятность приводит к срыву, потому что мозг сам не может вернуть равновесие, справиться с этой неприятностью. Есть даже пословица такая: «Героин умеет ждать». Рецидивы бывают спустя годы.

Подводя итоги, следует заметить, что ведение здорового образа жизни – единственный эффективный метод защитить себя от пагубного влияния наркотиков, т.к. абсолютного способа излечиться от зависимости не существует. А здоровье молодёжи и подростков – это здоровье будущего нации Донецкой Народной Республики.

Литература

1. Казанцева А. Как мозг заставляет нас делать глупости. – Москва: Аст, 2014. – 180 с.
2. Верищагин Д.С. Мудрость. – СПб: Невский проспект, 2004. – 146 с.
3. Игонин А. Л., Тузикова Ю. Б. Героиновая наркомания, развивающаяся у больных с различными особенностями личности (условия

формирования, клиническая картина, терапевтический подход) // Наркология.
2002. № 1.

4. http://www.who.int/tobacco/surveillance/ru_tfi_gatsrussian_countryreport.pdf - подсчет числа курильщиков от ВОЗ.



Материалы IV Республиканской конференции молодых ученых, аспирантов, студентов «Научно-технические достижения студентов, аспирантов, молодых ученых строительно-архитектурной отрасли» (20 апреля 2018 г.)

Раздел фундаментальных наук

г. Макеевка: ГОУ ВПО Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, 2018

Авторы научных статей несут ответственность за оригинальность текстов, а также достоверность изложенных фактов и положений.

Ответственный за выпуск: Чудина Е.Ю.

Компьютерная верстка: Чудина Е.Ю.