

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
(РОСАВИАЦИЯ)
ИРКУТСКИЙ ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)**

МОЛОДЕЖЬ В НАУКЕ

СБОРНИК ТРУДОВ

I студенческой научно-практической конференции

26 февраля 2020 г.

**Иркутск
2020**

ББК С 55
М 75

Ответственный редактор – Хазанов Дмитрий Владимирович

М 75 Молодежь в науке. Сборник трудов I студенческой научно-практической конференции. 26 февраля 2020г. – Иркутск: Иркутский филиал МГТУ ГА, 2020. – 173 с.

В сборнике представлены работы участников I студенческой научно-практической конференции «Молодежь в науке», заявленные в рамках работы секций «Физика», «Математика», «Химия. Биология. Экология» и «Информатика».

Сборник издается в авторской редакции

	Подписано в печать 27.03.2020 г.	
Печать трафаретная	Формат 60x84/16	6,9 уч.-изд. л.
10,8 печ. л.	Заказ № 749	Тираж 200 экз.

*Иркутский филиал МГТУ ГА
664047, г. Иркутск, ул. Коммунаров, д. 3
Отдел редакционно-издательской и научной работы
664009, г. Иркутск, ул. Советская, д. 139*

Иркутский филиал МГТУ ГА, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
---------------	---

СЕКЦИЯ «ФИЗИКА»

Шалаев А. А., Хазанов Д. В. РАСЧЁТ СИЛОВЫХ КАТУШЕК ИНДУКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО УСКОРИТЕЛЯ	12
---	----

Рогова К. В., Герок Е. Р., Неупокоева А. В. ЛАЗЕРНАЯ МОДИФИКАЦИЯ БЕЛКОВЫХ РАСТВОРОВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ РАЗЛИЧНЫМИ ДЛИНАМИ ВОЛН.....	19
--	----

Аветян А. Э., Вайчас А. А. ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ ЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ ГАЗОВЫМИ РАЗРЯДАМИ.....	25
--	----

Шалаев А. А., Хазанов Д. В. СЦИНТИЛЛЯЦИОННАЯ ГАММА-СПЕКТРОМЕТРИЯ НА КРИСТАЛЛЕ NaI(TL)	34
---	----

Скворцова Ю. А., Вайчас А. А. ПРОХОЖДЕНИЕ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ЧЕРЕЗ РАССЕЙВАЮЩИЕ СРЕДЫ, ПОДВЕРГАЮЩИЕСЯ СЖАТИЮ.....	40
--	----

Астраханцев Д. О., Хазанов Д. В. ПОЕЗД НА МАГНИТНОЙ ПОДУШКЕ	47
--	----

Ведерников М.Э., Тютрина Ю.А. ВЛИЯНИЕ ЯДЕРНЫХ ИСПЫТАНИЙ НА РАДИАЦИОННУЮ ОБСТАНОВКУ В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ	59
--	----

Бездольная А. А., Степанова Т. С. ОБУЧЕНИЕ ОРГАНИЗМА ТОЧНОМУ ВОСПРИЯТИЮ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН (ТЕМПЕРАТУРЫ)	66
--	----

Шклюдова А. Е., Новикова Г. П. ФИЗИКА В СОВРЕМЕННОЙ СЕЙСМОЛОГИИ	73
--	----

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

Ли А. В., Мартышкин А. В., Потемкина С. П. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В АВИАСТРОЕНИИ.....	83
--	----

Гейкина Д. П., Гейкина М. П., Зверева Н. А. ВЗАИМОСВЯЗЬ ГЕОМЕТРИИ И ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОГО ИСКУССТВА	92
---	----

Куренкова А. А., Курдамосова Е. С., Лисовая А. В. ЗОЛОТОЕ СЕЧЕНИЕ В ХРАМЕ ПЕТРА И ПАВЛА ГОРОДА ШЕЛЕХОВА	100
Белошедова М. А., Дёмкина Е. Е., Тринько Е. А. СПОСОБЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НА СМЕСИ, СПЛАВЫ И РАСТВОРЫ.....	107
Сидоров А. В., Курдамосова Е. С. ПУТЬ К УСПЕХУ В МАТЕМАТИКЕ ЧЕРЕЗ ШАХМАТЫ	115
Маслий Е. Е., Копылова Н. П., Маслий Т. С. РЕШЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ЗАДАЧ МЕТОДОМ ЦЕНТРА МАСС.....	124
Шуликова А. В., Водальчук С. А. ГЕОМЕТРИЯ ПЧЕЛИНЫХ СОТ	130

СЕКЦИЯ «ХИМИЯ. БИОЛОГИЯ. ЭКОЛОГИЯ»

Гордеев А. Е., Перепияко Г. В. ВИДЫ АВИАЦИОННОГО ТОПЛИВА.....	138
Радюк А. Р., Перепияко Г. В. ЖЕВАТЕЛЬНАЯ РЕЗИНКА: ПОЛЬЗА ИЛИ ВРЕД.....	145
Ткачев А. Л., Браташ С. П. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЧВ В ГОРОДЕ УСОЛЬЕ-СИБИРСКОЕ	152
Лякишев В. К., Перфильев М. С., Харлан А. Р. РЕЗОНАНСНЫЙ ВОЛНОВОЙ ВКЛАД В ХИМИЧЕСКУЮ КИНЕТИКУ.....	162

СЕКЦИЯ «ИНФОРМАТИКА»

Будяков А. Ю., Куулар Э. К. ПРАВОНАРУШЕНИЯ В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	167
---	-----



Иркутский филиал Московского государственного технического университета гражданской авиации (МГТУ ГА) приветствует участников I студенческой научно-практической конференции «Молодежь в науке».

Целью конференции явилось обсуждение практических разработок (исследований) школьников, обучающихся средних профессиональных образовательных организаций и студентов вузов в области физики, информатики, экологии, биологии и химии, а также поддержка и развитие студенческой научной мысли и активизация исследовательской деятельности школьников.

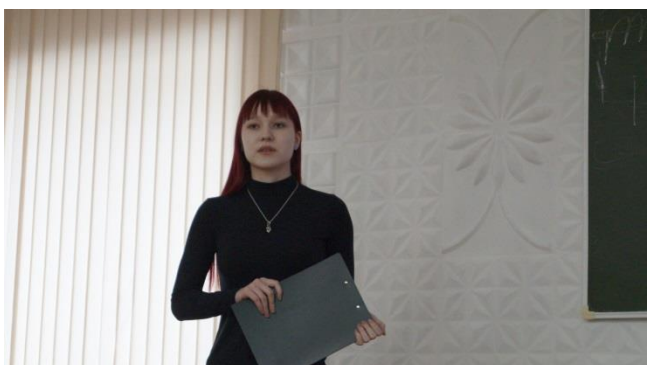
В рамках конференции состоялись пленарное и секционные заседания, которые собрали более 98 участников из образовательных организаций Иркутской области.

I студенческая научно-практическая конференция «Молодежь в науке» стала образовательным проектом, который пропагандирует лучшие достижения школьников и студентов, формирует научные и творческие связи с общеобразовательными организациями Иркутской области, реализует принцип преемственности основных образовательных программ среднего общего образования, среднего профессионального и высшего образования.

Иркутский филиал МГТУ ГА уделяет особое внимание созданию и совершенствованию условий преемственности формирования знаний обучающихся в системе «школа – колледж – вуз». Система непрерывного профессионального образования Иркутского филиала МГТУ ГА строится на основе взаимовыгодного сотрудничества с тридцатью стратегическими партнерами – образовательными организациями Иркутской области.

Благодаря стратегическим партнерам Иркутский филиал МГТУ ГА успешно выполняет задачи по формированию у школьников и студентов интереса к инженерным авиационным профессиям, по подготовке высококвалифицированных специалистов для гражданской авиации.

Администрация Иркутского филиала МГТУ ГА выражает искреннюю признательность педагогическим коллективам и обучающимся, принявшим активное участие в I студенческой научно-практической конференции «Молодежь в науке» за совместное стремление к организации единого развивающего пространства, интеллектуальное и деловое сотрудничество, успешное воплощение новых проектов и идей!



В настоящее время Московский государственный технический университет гражданской авиации (МГТУ ГА) – один из трех подведомственных Росавиации вертикально-интегрированных университетских комплексов, специализирующийся на подготовке специалистов по технической эксплуатации авиационной техники.

Иркутский филиал МГТУ ГА – единственная за Уралом подведомственная Росавиации образовательная организация, реализующая программы высшего образования, среднего профессионального образования и дополнительного профессионального образования.

Сегодня Иркутский филиал МГТУ ГА – это:

- ▶ Более 1610 студентов и курсантов.
- ▶ 3 факультета:
 - Эксплуатации летательных аппаратов;
 - Авиационных систем и комплексов;
 - Сервиса на транспорте.

▶ 5 кафедр высшего образования и 3 отделения среднего профессионального образования.

▶ Базовая кафедра на базе предприятий: «Международный аэропорт Иркутск», а/к «Ангара», а/к «Ираэро», «Аэронавигация Восточной Сибири».

- ▶ Учебный аэродром.
- ▶ Центр обучения авиационных специалистов.
- ▶ Центр дополнительного профессионального образования.
- ▶ Учебно-тренажерный центр.
- ▶ Собственный научный журнал "Crede Experto".

Материальная база Иркутского филиала МГТУ ГА по образовательным программам высшего образования и среднего профессионального образования включает:

- ▶ 5 учебно-лабораторных корпусов общей площадью 21634 кв.м.
- ▶ Учебный аэродром площадью 55000 кв.м., на котором расположены 9 учебных ВС: Ил-76, Ту-154, Ан-24/26, Ми-8Т, Ан-2.

- ▶ 4 процедурных тренажера (FPTD): Airbus-320/330 (2 ед.), Boeing-737NG, Ан-148.
- ▶ Современная учебно-лабораторная база для подготовки авиационных специалистов эксплуатационной направленности.
- ▶ 3 студенческих общежития на 770 мест общей площадью 11810 кв.м.
- ▶ Комбинат питания, клуб «Орбита».



Иркутский филиал МГТУ ГА

Проводит набор на очную и заочную формы обучения по образовательным программам

высшего образования:

25.05.03 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования (уровень подготовки – специалитет, срок обучения 5 лет 6 месяцев по очной и 6 лет 6 месяцев по заочной форме обучения).

25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей (уровень подготовки – бакалавриат, срок обучения 4 года по очной и 4 года 6 месяцев по заочной форме обучения).

25.03.02 Техническая эксплуатация авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов (уровень подготовки – бакалавриат, срок обучения 4 года по очной и 4 года 6 месяцев по заочной форме обучения).

23.03.01 Технология транспортных процессов (уровень подготовки – бакалавриат, срок обучения 4 года по очной и 4 года 6 месяцев по заочной форме обучения).

среднего профессионального образования:

25.02.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей (квалификация – техник, срок обучения 2 года 10 месяцев по очной, 3 года 10 месяцев по заочной форме обучения).

25.02.03 Техническая эксплуатация электрифицированных и пилотажно-навигационных комплексов (квалификация – техник, срок обучения 2 года 10 месяцев по очной форме обучения).

43.02.06 Сервис на транспорте (по видам транспорта), (квалификация – специалист по сервису на транспорте, срок обучения 1 год 10 месяцев по очной форме обучения).

Зачисление на программы высшего образования проводится по результатам ЕГЭ, а также по результатам вступительных испытаний по предметам математика, физика, русский.

Зачисление на программы среднего профессионального образования проводится по результатам конкурса аттестатов среднего общего образования (11 классов) или по результатам конкурса дипломов о профессиональном образовании (по среднему баллу).

Обучение проводится на бюджетной и договорной основе. Иногородние обучающиеся очной формы обучения обеспечиваются общежитием. Лица, обучающиеся по программам среднего профессионального образования, на бюджетной основе обеспечиваются бесплатно питанием. На все специальности и направления подготовки принимаются лица мужского и женского пола без ограничения по возрасту.

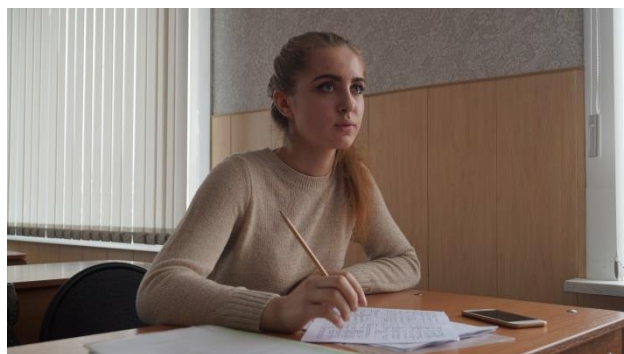
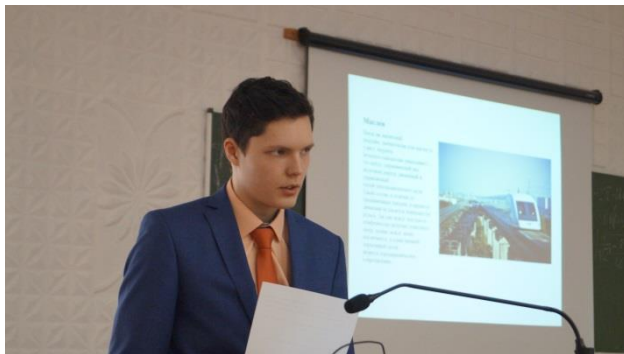
Прием документов, необходимых для поступления на обучение по очной и заочной формам осуществляется в единые сроки с 20 июня.

АДРЕС ПРИЕМНОЙ КОМИССИИ:

664009, г. Иркутск, ул. Советская, 139, тел/факс: (3952) 40-37-07; 54-44-02;

<http://www.if-mstuca.ru>





Руководитель: Хазанов Д.В., заведующий кафедрой естественно-научных дисциплин, к.ф.-м.н., доцент

РАСЧЁТ СИЛОВЫХ КАТУШЕК ИНДУКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО УСКОРИТЕЛЯ

Автор: Шалаев Алексей Александрович

Иркутский филиал МГТУ ГА, 2 курс

Научный руководитель: Хазанов Дмитрий Владимирович

ВВЕДЕНИЕ

Цель настоящей работы: аналитически и экспериментально разработать формулы и методы расчёта силовых электромагнитных катушек, в частности катушек ускорителей масс.

Актуальность работы обусловлена тем, что в основе всех доступных методов расчёта электромагнитных катушек лежат экспериментально полученные формулы и коэффициенты, недостатком которых являются весьма ограниченные области их применения и узкий круг величин, которые можно с их помощью рассчитать. Аналитический подход к решению задачи позволит расширить список рассчитываемых величин, а также уменьшить число величин, определяемых экспериментально при изготовлении катушки.

ПРИНЦИП РАБОТЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ УСКОРИТЕЛЕЙ МАСС

Электромагнитный ускоритель массы – устройство, преобразующее электрическую энергию в кинетическую энергию ускоряемого объекта при помощи явления электромагнетизма. Чаще всего для такого преобразования используется электромагнит в виде катушки, который, втягивая в себя

ускоряемый объект, придаёт ему некую скорость (рис. 1).

Основной задачей расчёта таких ускорителей является задача расчёта конечной скорости объекта по заданным параметрам катушки и самого объекта, и наоборот – расчёт катушки по заданной конечной скорости и параметрам объекта. Наиболее простой является первая задача, когда по заданной электромагнитной катушке необходимо рассчитать конечную скорость объекта, так как в этом случае гораздо меньше искомых величин. Поэтому при создании расчётных формул было принято решать именно её, что позволит в перспективе синтезировать решение обратной задачи.

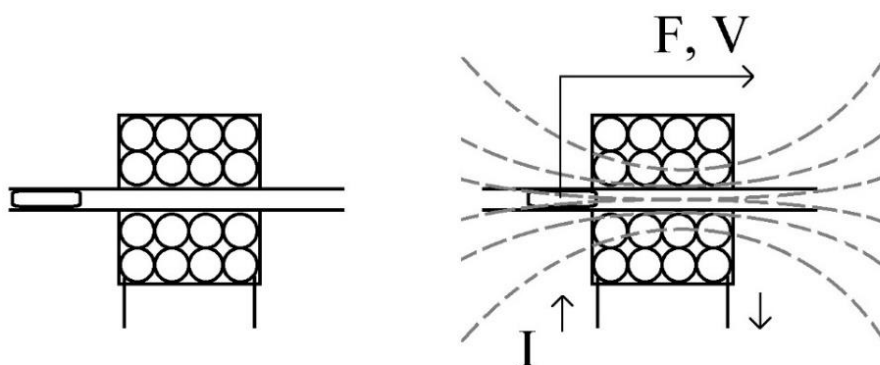


Рисунок 1 – Электромагнитный ускоритель: строение, принцип работы

Самым оптимальным способом решения данной задачи является поиск зависимости силы втягивания электромагнита от времени и нахождение изменения скорости ускоряемого объекта через закон изменения импульса:

$$P = V * m \qquad \Delta P = F * \Delta t$$

Зная начальный импульс и его полное изменение, можно легко выразить конечную скорость ускоряемого объекта через его массу. Следовательно, необходимо выразить силу втягивания объекта в электромагнит:

1) Так как соленоид – электромагнит: $F_{\text{элм}} = \frac{B^2 \cdot S}{2\mu_0}$, где B – магнитная индукция, S – площадь поперечного сечения электромагнита, μ_0 – магнитная проницаемость вакуума.

2) Магнитная индукция в соленоиде $B = \frac{\mu_0 \cdot N \cdot I}{l}$, а индуктивность соленоида $L = \mu_0 \cdot \frac{N^2 \cdot S}{l}$, в случае, когда сердечник в соленоиде отсутствует. N –

число витков соленоида, l – длина соленоида, I – ток в соленоиде.

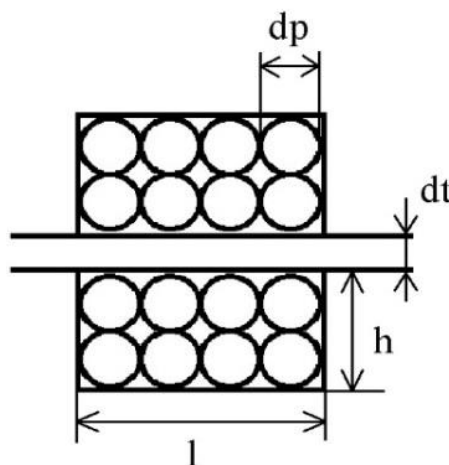
3) Потокосцепление, опираясь на вышеизложенные формулы, можно записать $\psi = B \cdot S \cdot N = \frac{\mu_0 \cdot N^2 \cdot I \cdot S}{l} = LI$, тогда $B = \frac{LI}{SN}$.

4) Подставим полученное выше выражение в формулу силы электромагнита $F = \frac{L^2 I^2}{2\mu_0 \cdot N^2 S}$, таким образом сила втягивания сердечника в катушку пропорциональна квадрату тока в ней и квадрату её индуктивности.

При заданных геометрических параметрах катушки индуктивность и сопротивление зависят от диаметра выбранного намоточного провода, причём ток тем больше, чем больше диаметр провода, а индуктивность – наоборот, меньше с увеличением диаметра. Индуктивность и сопротивление от диаметра провода были выражены и оформлены в среде Mathcad исходя из геометрии соленоида (рис. 2):

d_p – диаметр намоточного провода, d_t – диаметр трубки-каркаса, h – высота катушки, l – длина катушки.

m – относительная магнитная проницаемость, m_0 – магнитная проницаемость вакуума, r_0 – удельное сопротивление меди.



$$m := 1.00000037$$

$$d_t := 0.008 \quad l := 0.035$$

$$d_p := 0.00003, 0.000035 .. 0.0015$$

$$m_0 := 1.25 \cdot 10^{-6}$$

$$h := 0.00728 \quad r_0 := 0.018$$

Рисунок 2 – Сечение соленоида

$$L(dp) := \frac{m \cdot m0 \cdot \left(\text{floor}\left(\frac{h}{dp}\right) \cdot \text{floor}\left(\frac{1}{dp}\right) \right)^2 \cdot \pi \cdot \left(\frac{dt}{2} + \text{floor}\left(\frac{h}{dp}\right) \cdot dp \right)^2}{\text{floor}\left(\frac{1}{dp}\right) \cdot dp}$$

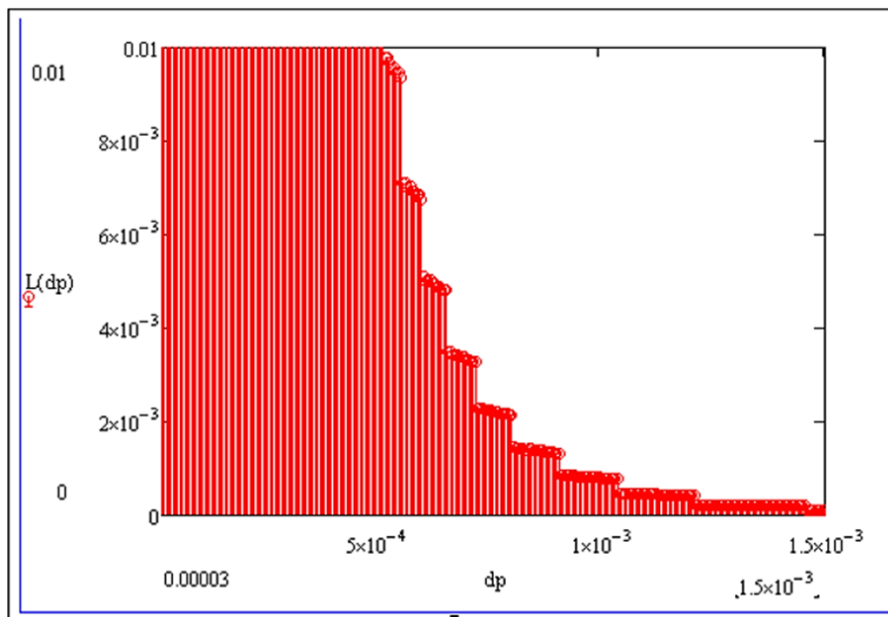


Рисунок 3 – График зависимости индуктивности катушки заданных размеров от диаметра намоточного провода

$$R(dp) := \frac{r0}{\frac{dp^2}{4} \cdot \pi \cdot 10^6} \cdot \sum_{n=1}^{\text{floor}\left(\frac{h}{dp}\right)} \left[\left[\frac{dt}{2} + \frac{dp}{2} + (n-1) \cdot dp \right] \cdot 2 \cdot \pi \cdot \text{floor}\left(\frac{1}{dp}\right) \right]$$

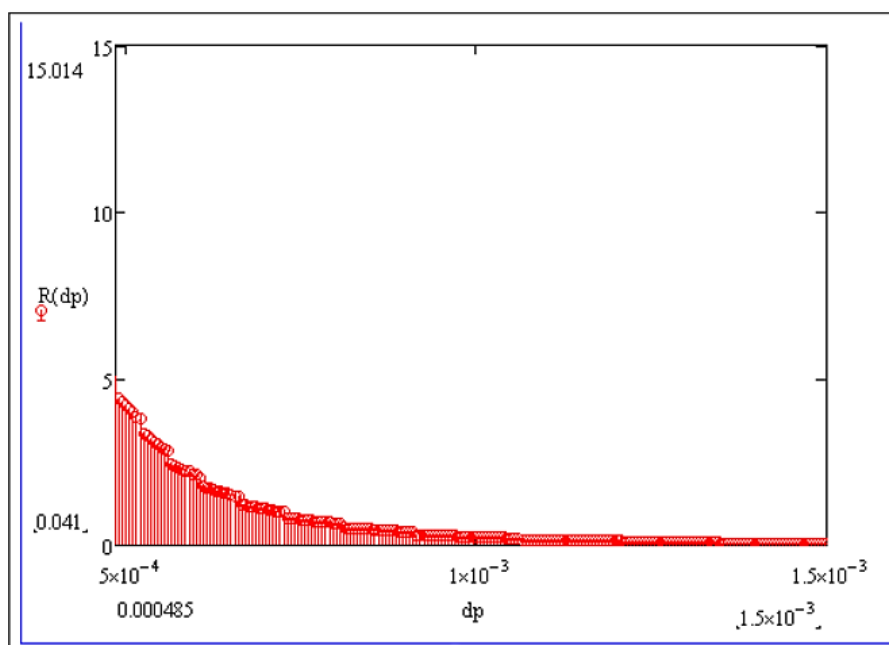


Рисунок 4 – График зависимости сопротивления катушки заданных размеров от диаметра намоточного провода

Оператор “floor” в Mathcad используется для округления результата выражения в меньшую сторону. Он был введён в расчёты с целью исключить выход геометрических параметров катушки за пределы заданной границы.

Важно отметить, что расчёты справедливы только для соленоидов «правильной» формы, а также то, что при расчётах не учитываются паразитные ёмкости между слоями витков, которые могут повлиять на значение индуктивности при прямом её измерении.

Так как при перемещении ускоряющего объекта внутрь соленоида его индуктивность будет меняться, это необходимо учитывать при расчёте силы. Зависимость индуктивности от положения сердечника была определена экспериментально, путём измерения падения амплитуды синусоидального колебания на индуктивности относительно источника. На основании этой зависимости была построен график $L(x)$, где x – длина захода ускоряемого объекта в соленоид. Принципиальная схема эксперимента (рис. 5) и полученные значения (табл. 1) приведены ниже.

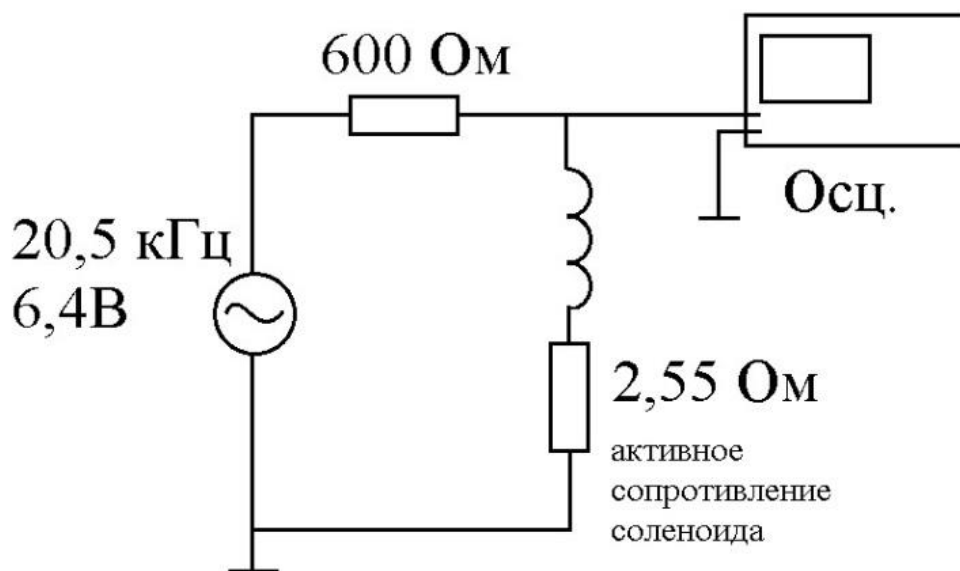


Рисунок 5 – Принципиальная схема

Рассмотрим зависимость тока от времени. Так как в качестве источника энергии для катушки ускорителей в подавляющем числе случаев является конденсатор, всю систему можно рассматривать как колебательный контур. Зависимость тока от времени в этом случае будет описываться функцией затухающих колебаний тока в цепи КК:

$$I(t) = -2\pi \cdot UC \cdot e^{-\frac{R}{2L} \cdot t} \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{1}{\sqrt{LC}} - \frac{R^2}{4L^2}} \cdot t\right) \text{ при } t \in [0; 5RC].$$

Такое представление учитывает ЭДС самоиндукции в катушке, а так же учитывает, что после полной разрядки конденсатора ($t = 5RC$) цепь размыкается.

Так как $L(x(t))$, а $I(L; t)$, найти изменение импульса аналитически не получится. В этом случае наиболее оптимально будет применить численный метод, взяв некое малое Δt , причём такое, чтобы изменение индуктивности и тока на этом промежутке времени было пренебрежительно мало. Тогда L и I на этом отрезке можно будет считать неизменными, и движение ускоряемого объекта будет равноускоренным, следовательно, используя закон изменения импульса, можно будет найти изменение скорости объекта на этом участке, а также расстояние, на которое объект втянуло в катушку: $\Delta x = v_H \cdot \Delta t + (v_K - v_H) \cdot \frac{\Delta t}{2}$.

Это позволит перейти к следующей итерации цикла подсчёта, так как будет известно значение индуктивности, полученное исходя из перемещения снаряда в предыдущей итерации. Таким образом, просуммировав все эти элементарные изменения импульсов, можно найти полное изменение импульса, а значит и конечную скорость ускоряемой массы. Данный численный метод наиболее удобно реализовывать на программном уровне, что позволит получить не только конечный результат расчётов, но и пошаговый результат на каждом промежутке Δt .

ВЫВОДЫ

Разработанные формулы и методы позволяют эффективно рассчитывать конечную и промежуточные скорости ускоряемого объекта, значительно уменьшая число величин, получаемых эмпирически. Также, опираясь на

полученные результаты можно решить обратную задачу, а также задачу по оптимизации параметров катушки. В перспективе планируется разработать программу, позволяющую полностью рассчитывать все необходимые параметры, опираясь на заданные величины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Расчет магнитного ускорителя масс // gauss2k.narod.ru URL: <http://gauss2k.narod.ru/calc.htm>
2. Формулы и идеи // gauss2k.narod.ru URL: <http://gauss2k.narod.ru/formid.htm>
3. Катушки индуктивности: теория, разновидности, применения. // СандерЭлектроникс URL: <http://sanderelectronics.ru/induction>

ЛАЗЕРНАЯ МОДИФИКАЦИЯ БЕЛКОВЫХ РАСТВОРОВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ РАЗЛИЧНЫМИ ДЛИНАМИ ВОЛН

Авторы: Рогова Ксения Владимировна, Герок Елена Ростиславовна

Иркутский государственный медицинский университет, 3 курс

Научный руководитель: Неупокоева Анна Валерьевна

Проведен сравнительный анализ структурных изменений белковых растворов путем получения кристаллограмм и их дальнейшего исследования с помощью зондового микроскопа. Экспериментально показано, что лазерное излучение вызывает уменьшение характерного размера белкового кластера в растворе, что приводит к изменению структуры кристаллограммы, полученной из облученного раствора. Показано также, что динамика структурных изменений зависит от длины волны излучения.

Ключевые слова: лазерная стимуляция, кристаллограмма, белковый раствор.

1. ВВЕДЕНИЕ

Появление большого разнообразия доступных источников лазерного излучения с различными длинами волн и широким диапазоном мощности ставит вопрос о возможности их применения в лазерной терапии. Известно [Картелишев, 2012, с. 12], что наиболее распространенными источниками лазерного излучения в медицине традиционно являются источники с длиной волны красного и инфракрасного диапазонов, а лазерное излучение УФ области спектра применяется редко и, как правило, для подавления патогенной микрофлоры. При этом многочисленные работы показывают [Картелишев, 2012, с. 395; Москвин, 2016, с. 890; Malov, 2013, р. 4], что лазерное излучение понижает вязкость крови, улучшает перенос кислорода, а также обладает системными эффектами: ускоряет естественную регенерацию, оказывает противовоспалительный и обезболивающий эффект, позволяет уменьшить количество анестетика при операциях. При этом до сих пор остаются открытыми вопросы о механизмах взаимодействия лазерного излучения и крови, а также не известно, почему при местном воздействии возникает ответ на уровне всего организма.

В работе [Malov, 2018, р. 1] выдвигалась гипотеза, что промежуточным звеном, обеспечивающим генерализацию лазерного воздействия при ВЛОК, могут выступать белки крови. Известно [Финкельштейн, 2002, с. 22; Лахно, 2001, с. 58], что макромолекулы в растворах образуют так называемые кластеры – ассоциаты, которые могут включать в себя десятки молекул. Биологическая активность молекулы, входящей в состав кластера, значительно отличается от активности одиночной молекулы, так как её активные центры могут перекрываться соседями, а молекула, находящаяся внутри кластера, вообще не способна реагировать с окружающей средой. В тоже время, чем мельче кластеры, тем больше площадь поверхности и тем выше реакционная способность молекул, включённых в такой комплекс.

Если предположить, что лазерное излучение, взаимодействуя с белковыми кластерами, вызывает их распад на более мелкие ассоциаты, то это

позволяет объяснить повышение ферментативной активности, улучшение переноса кислорода и другие эффекты в месте лазерного воздействия. Кроме того, перенос «активированных» лазерным излучением макромолекул в составе плазмы крови можно рассматривать как механизм генерализации лазерного воздействия на весь организм.

Поэтому целью настоящей работы является моделирование процессов, происходящих при ВЛОК, путем облучения белковых растворов лазерным излучением с различными длинами волн с дальнейшим контролем структурных изменений по кристаллограммам.

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1. Материалы и методы

Одним из самых методически простых и при этом наглядных методов мониторинга структурных изменений в жидких средах является получение кристаллограмм, размер сегментов которых непосредственно связан с характерным размером неоднородностей в биожидкостях [Лахно, 2001, с. 122; Тарасевич, 2004, с. 780].

В качестве объекта исследования для получения кристаллограмм был выбран раствор «гриппферона», основным компонентом которого является интерферон альфа-2b – фактор белковой природы, который обеспечивает противовирусный иммунитет. Раствор гриппферона в кювете подвергался воздействию лазерного излучения с длиной волны 650 нм и 530 нм. Интенсивность выравнивалась с помощью нейтральных светофильтров и составляла около 150 мВт/см².

Время облучения составляло 1, 2, 5, 10 минут. Затем облученные образцы и необлученный раствор поливались на одинаковые стеклянные подложки и выдерживались при комнатной температуре для получения кристаллограмм. Кристаллограммы исследовались с помощью оптического микроскопа при увеличении в 160 раз. Средний размер сегмента кристаллограммы оценивался путем подсчета количества сегментов, расположенных вдоль диаметра поля

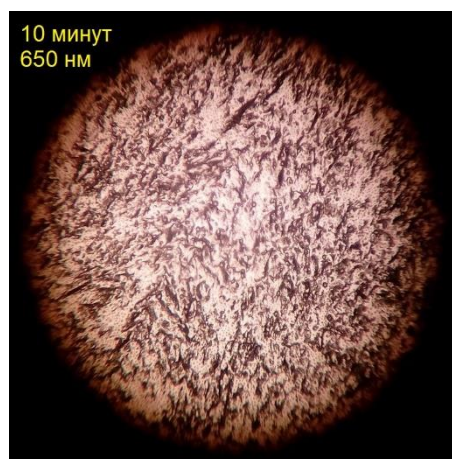
зрения микроскопа. Всего сделано 5 серий экспериментов, таким образом, на каждую временную точку приходится 5 образцов. Ошибка измерений составляла не более 10%.

2.2. Экспериментальные данные

На рисунке 1 приведены фотографии кристаллограмм, полученные с помощью оптического микроскопа, при облучении раствора гриппферона лазерным излучением с длиной волны 530 нм, а на рисунке 2 – при облучении лазерным излучением с длиной волны 655 нм.



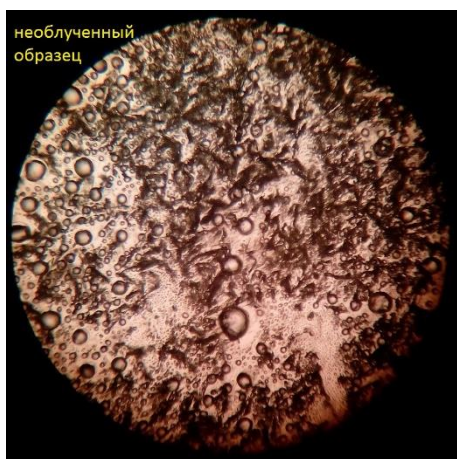
*До воздействия
(контроль)*



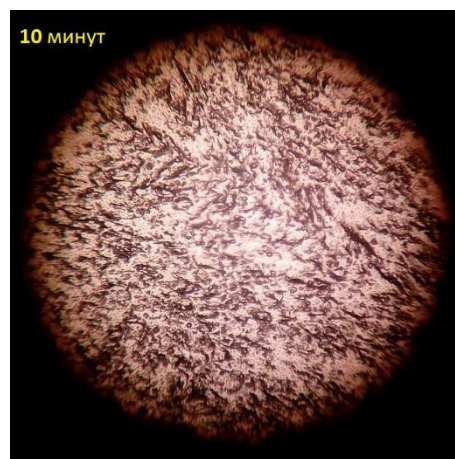
*После 10 минут воздействия
суммарная плотность энергии 90 Дж/см²*

Рисунок 1 – Фотографии кристаллограмм раствора гриппферона (длина волны 650 нм)

При воздействии лазерным излучением с длиной волны 650 нм при малых временах воздействия (1 и 2 минуты) наблюдалось появление значительного числа пузырьков воздуха, при этом характерный размер структуры кристаллограммы изменялся незначительно. При увеличении времени воздействия до 10 минут характерный размер кристаллического сегмента уменьшался, а структура становилась более однородной по сравнению с контрольным образцом.



До воздействия
(контроль)



После 10 минут воздействия
суммарная плотность энергии 90 Дж/см²

Рисунок 2 – Фотографии кристаллограмм раствора гриппферона (длина волны 530 нм)

При воздействии лазерным излучением с длиной волны 530 нм уже через 2 минуты после начала воздействия наблюдалось уменьшение характерного размера структуры на 20%, а после 5 минут воздействия – в полтора раза. При дальнейшем увеличении времени воздействия до 10 минут структура изменяется незначительно.

Для наглядности изменений в кристаллограммах на рисунке 3 приведен график зависимости характерного размера сегмента кристаллограммы от времени воздействия.

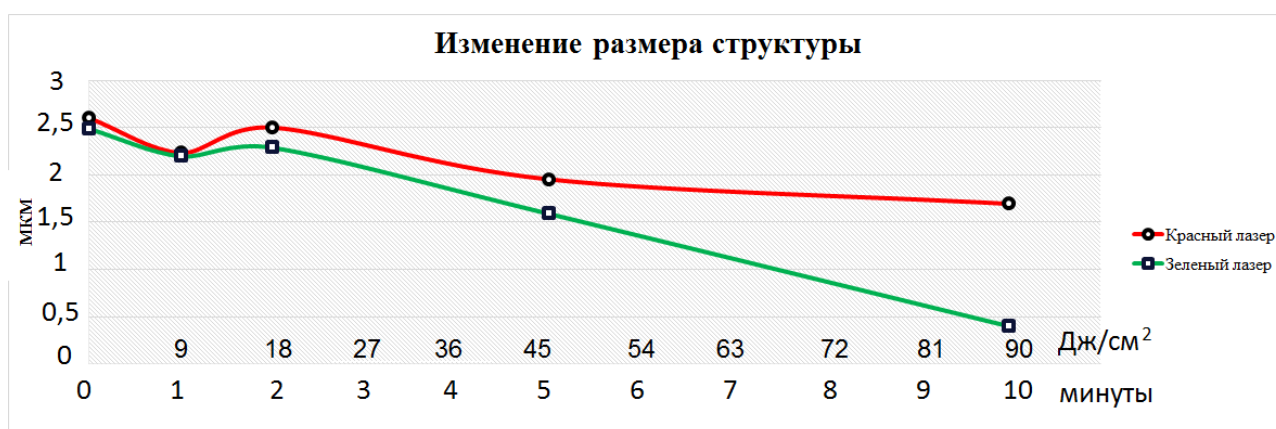


Рисунок 3 – Изменение характерного размера сегмента кристаллограмм при облучении различными длинами волн

Анализируя графики на рисунке 3, можно заключить, что наибольшие по величине и наиболее стабильные во времени структурные изменения в белковом растворе вызывает излучение с длиной волны 530 нм, что видимо связано с более высокой энергией кванта. Образцы, облученные излучением с длиной волны 650 нм, демонстрируют меньшие изменения и более осциллирующий характер динамики. При этом следует отметить, что время, необходимое для появления структурных изменений слабо зависит от длины волны. Если пользоваться визуальной оценкой структуры кристаллограммы, то видимые изменения начинают происходить после 2 минут облучения вне зависимости от длины волны.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, экспериментально показано, что под воздействием лазерного излучения изменяется структура белкового раствора, что отражается на характерном размере сегментов кристаллограммы. Лазерное излучение зеленого диапазона дает более значимое изменение структуры, по сравнению с лазерным излучением красной области спектра. При этом, характерное время, необходимое для появления структурных изменений, не зависит от длины волны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Malov A. N., Nebogin S. A., Neupokoeva A. V., Vaychas A. A.* Probe microscopy of biological fluid crystallograms after laser impact // *Journal of Biomedical Photonics & Engineering*. – 2018. – Vol. 4, № 1.
2. *Malov A. N., Seteikin A. Yu., Neupokoeva A. V., Musatova E. S., Golub I. E., Sorokina L. V., Fetschenko V. S., Vaichas A. A.* The laser radiation action on the biological objects // *Optik*, 2013, 124, p. 6034- 6041.
3. Лазерная терапия и профилактика. Под ред. А. В. Картелишева и др. – М.: Практическая медицина, 2012. – 397 с.
4. *Лахно В. Д.* Кластеры в физике, химии, биологии. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. – 256 с.

5. *Москвин С.В.* Основы лазерной терапии. Серия «Эффективная лазерная терапия». – М. – Тверь: ООО «Издательство «Триада», 2016. – 896 с.

6. *Финкельштейн А. В., Птицын О. Б.* Физика белка. – М.: Книжный дом «Университет», 2002. – 376 с.

7. *Тарасевич Ю. Ю.* Механизмы и модели дегидратационной самоорганизации биологических жидкостей // Успехи физических наук.– 2004.– Том 174. – № 7. –С. 779–790.

ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ ЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ ГАЗОВЫМИ РАЗРЯДАМИ

Автор: Аветян Александр Эдуардович

Иркутский филиал МГТУ ГА, 1 курс

Научный руководитель: Вайчас Андрей Антанасович

ВВЕДЕНИЕ

Звук – это физическое явление, представляющее собой распространение в виде упругих волн механических колебаний в твёрдой, жидкой или газообразной среде. Как и любая волна, звук характеризуется амплитудой и частотой. Амплитуда характеризует громкость звука. Частота определяет тон, высоту. Обычный человек способен слышать звуковые колебания в диапазоне частот от 16Гц до 20 кГц. Звук ниже диапазона слышимости человека называют инфразвуком, а выше – (до 1 ГГц – ультразвуком, от 1 ГГц – гиперзвуком). Громкость звука сложным образом зависит от эффективного звукового давления, частоты и формы колебаний, а высота звука – не только от частоты, но и от величины звукового давления.

Газовый разряд – это совокупность процессов, возникающих при протекании электрического тока через какой-либо газ. Обычно протекание заметного тока становится возможным только после достаточной ионизации

газа и образования плазмы. Ионизация может происходить, в частности, в результате столкновений электронов, ускорившихся в электрическом поле, с атомами или молекулами газа. При этом возникает лавинное размножение числа заряженных частиц, поскольку в процессе ударной ионизации образуются новые электроны, которые тоже после ускорения начинают участвовать в соударениях с атомами, вызывая их ионизацию. Другой возможной причиной ионизации газа может быть электрическое поле высокой напряжённости (искровой разряд) или высокая температура (дуговой разряд). Для возникновения и поддержания устойчивого газового разряда требуется электрическое поле, так как холодная плазма существует, если электроны приобретают во внешнем поле энергию, достаточную для ионизации атомов, и количество вновь образованных ионов превышает число рекомбинировавших ионов. Если для существования газового разряда необходима дополнительная ионизация за счёт внешних источников (например, при помощи ионизирующих излучений), то газовый разряд называется несамостоятельным (такие разряды используются в счётчиках Гейгера). Для осуществления газового разряда применяют как постоянное во времени, так и переменное электрическое поле.

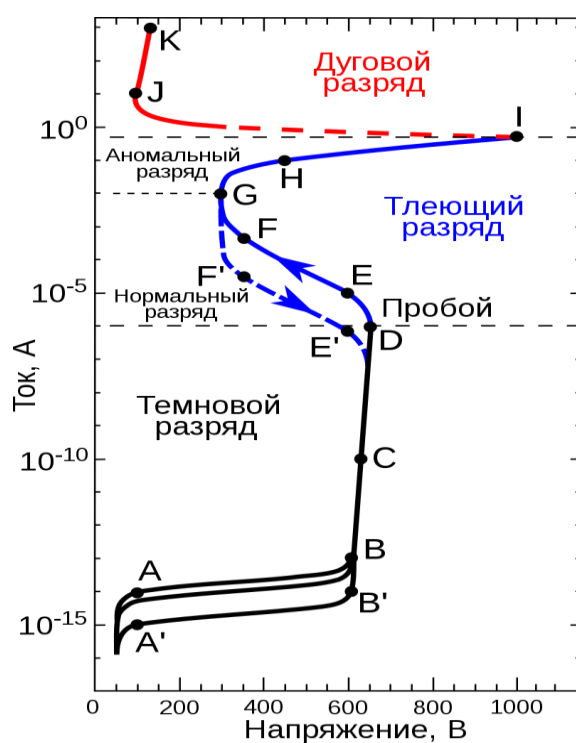


Рисунок 1 – Вольт-амперная характеристика газового разряда в неоне

Целью работы является сборка устройства, с помощью которого можно было бы получить газовый разряд, который бы колебался между электродами в воздухе и воспроизводил звук, а также провести наблюдение и анализ его работы.

Для реализации поставленной цели воспользуемся устройством для воспроизведения звука широкого диапазона частот, которое называется ионофон (плазменный громкоговоритель).

Принцип излучения звука устройством следующий: создается высокочастотный разряд (несущая) частотой порядка 0,5 МГц, которая модулируется аудиосигналом, это вызывает объёмные пульсации в теле разряда, которые, в свою очередь, вызывают колебания окружающего разряд воздуха.

Главной особенностью ионофонов, обуславливающей актуальность темы, является отсутствие у них диффузоров, как у обычных громкоговорителей, поэтому плазменные громкоговорители не вносят в звук механических искажений, не подвержены различным акустическим резонансам, а, следовательно, обладают недостижимым для других типов громкоговорителей качеством воспроизведения среднечастотного и высокочастотного диапазонов.

Таким образом, главным их достоинством является качество звучания, получаемое амплитудной модуляцией, а их основными недостатками являются высокий уровень излучаемой мощности радиочастотных помех на частотах в десятки МГц и ионизация окружающего воздуха. Также существенным недостатком является небольшой срок службы электрода (редко превышает несколько тысяч часов).

Промышленно выпускаются ионофоны на основе коронного разряда. При этом они получили наибольшее распространение в качестве радиолюбительских конструкций, в которых, как правило, используется широтно-импульсная модуляция (на основе микросхем NE555 и TL494), а высокое напряжение на электродах получают с помощью повышающих высоковольтных трансформаторов (ТВЦ-110ПЦ15). Эти устройства создают

существенно меньше радиоэлектронных помех, так как разряд в них возникает между двумя электродами в отличие от устройств на основе коронного разряда, а при правильно подобранных режимах работы электроды могут работать очень длительное время, но добиться качественного звучания нельзя, в силу невозможности передачи высоковольтным повышающим трансформатором широкополосного ШИМ-сигнала.

Реальной действующей альтернативой является устройство, использующее амплитудно-импульсный принцип, совмещающий в себе качество первых и достоинства вторых. Данный принцип запатентован в 2012 году, патент принадлежит российскому изобретателю Вигерю Борису Георгиевичу!

Распространённым заблуждением о ионофонах является то, что их КПД низок, но применение современной элементной базы позволяет существенно улучшить КПД и снизить энергопотребление.

Ещё одним заблуждением является то, что плазменные громкоговорители производят озон во время работы, но на деле это невозможно. Озон термически неустойчив (разлагается при температурах выше 70 °С), и его образование невозможно при высоких температурах, сопутствующих электрическим разрядам, так как он разлагается быстрее молекулярного кислорода.

Актуальность темы также обусловлена тем, что ионофоны идеально воспроизводят колебания высоких частот даже за пределами человеческого слуха (до 100 КГц). Поэтому если найти способ повысить КПД таких устройств и максимально избавиться от радиопомех (не трогая при этом качество звучания), то, возможно, ионофоны найдут свое место среди прочей аудиотехники.

СХЕМА И ПРИНЦИП РАБОТЫ ИОНОФОНА

В результате выполнения работы был собран ионофон на микросхеме TL494. Принципиальная схема ионофона приведена на рисунке 2. Рассмотрим схему и принцип работы данного ионофона.

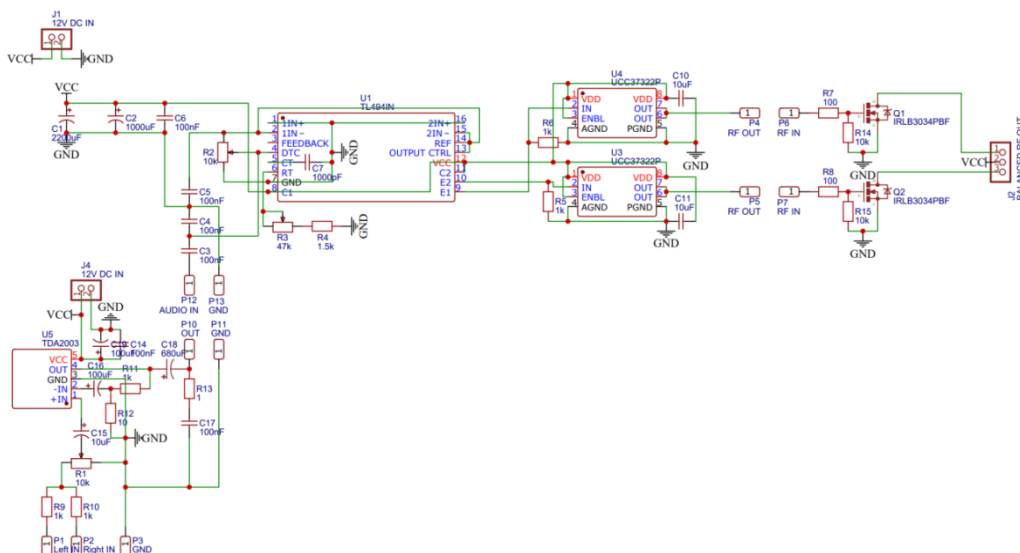


Рисунок 2 – Принципиальная электрическая схема ионофона

1 модуль – усилитель низкой частоты (УНЧ)

Чтобы дуга смогла излучать звуковые волны в пространстве, для ионофона нужна аудиосигнал. Его мы подадим с линейного выхода звуковой карты. Но вот незадача, линейный сигнал «слишком слаб», чтобы промодулировать несущую. Для этого в схему был внедрен усилитель низкой частоты (УНЧ). Его выходная мощность равняется 5 Вт на нагрузку 2 Ом. По схемотехнике – это обычный УНЧ на микросхеме TDA2003 с обвязкой в виде резисторов и конденсаторов. Схема УНЧ на рисунке 3.

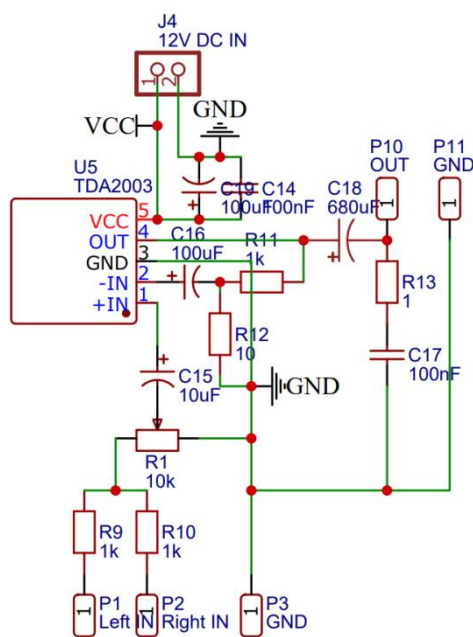


Рисунок 3 – Схема усилителя низких частот

Инвертор на TL494 + драйвер выходного каскада UCC37322

Мозгом схемы является микросхема TL494. Она была разработана в 1980 году американской компанией «Texas Instruments». На самом деле это всего лишь ШИМ-контроллер, частоту которого можно настроить частотоподающими компонентами вплоть до 0,3 МГц. Также важной особенностью этой микросхемы является возможность аудиомодуляции несущей частоты. Это означает, что подав аудиосигнал на 4 ногу микросхемы (DTC) через разделительный конденсатор для фильтрации, на выходах микросхемы мы получим промодулированные ВЧ импульсы (на 9 ноге – отрицательные, относительно GND, на 10 – положительные). Микросхема работает таким образом, что в полупериод ВЧ-сигнал идет только с одной ноги (с 9 или с 10). Частота импульсов задается частотоподающими компонентами, при модуляции изменяется скважность импульсов. Это легко можно наблюдать на осциллографе. Выходы микросхемы нагружены драйверами (микросхемы UCC37322). Они выполняют роль повторителей (предусилителей), они раскачивают транзисторы выходного каскада. Конечно, можно было вместо драйверов использовать предвыходной каскад на базе комплементарной пары биполярных транзисторов (КТ814+КТ815) по одной паре в каждом плече, но работа этих транзисторов нестабильна (один из транзисторов может самопроизвольно выйти из строя). К тому же у комплементарной пары отсутствует защита от КЗ. Поэтому решено было поставить драйверы UCC37322 (рис. 4).

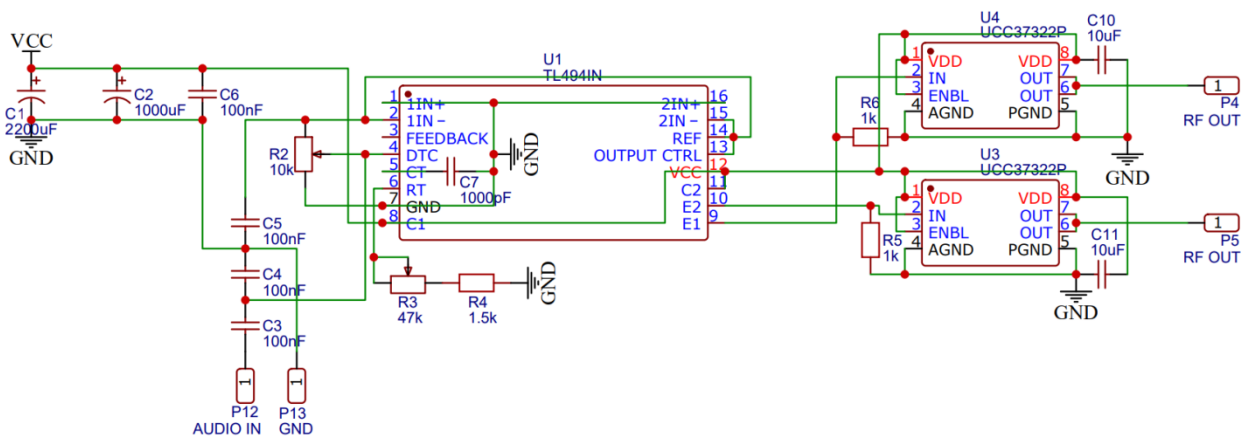


Рисунок 4 – Схема инвертора и драйвера выходного каскада

Выходной каскад или усилитель тока

Силовая часть нашей схемы – окончательный транзисторный каскад. Он состоит из двух мощных полевых транзисторов и пары резисторов в обвязке. Транзисторы включены по схеме «PUSH-PULL». Принцип работы довольно прост. Промодулированные ВЧ импульсы с драйверов поступают на затворы полевых ключей. Из-за чего они открываются/закрываются согласно поступающему на них сигналу с них. С выходного каскада мы получаем такие же (по частоте и скважности) импульсы, как и на входе, но уже транзисторы работают напрямую с источником питания схемы (12V). Что же такое схема включения «PUSH-PULL»? «PUSH-PULL» – это самый простой способ включения силовых транзисторов, ведь в обвязке каждого плеча всего 2 резистора. Но главный недостаток этого способа в том, что ВЧ-сигналы у нас в противофазе (друг по отношению к другу), именно поэтому у нас в полупериод будет открыт только один транзистор (так называемая симметричная схема). Для того чтобы из этих импульсов получить переменный ток, использовали трансформатор, у которого первичная обмотка состоит из двух одинаковых обмоток, включенных последовательно со средней точкой. В эту точку подаётся (+) источника питания, а «стоки» транзисторов подключаются к двум другим концам. При намотке обязательно должна быть соблюдена фазировка. Также еще один минус «PUSH-PULL» – нельзя подключать несколько силовых трансформаторов параллельно для увеличения мощности. Эта проблема была решена добавлением в схему мощного согласующего трансформатора. Первичная обмотка у него со средней точкой и двумя выводами, а вторичная – одна целая обмотка несимметричная. К выходу такого трансформатора уже можно подключать любое количество силовых трансформаторов (главное, чтобы транзисторы выдержали такую мощность и согласующий трансформатор тоже). Так как это силовая часть схемы, следовательно, она будет нагреваться. Для охлаждения необходим радиатор. Корпуса транзисторов обязательно изолировать от теплоотвода (либо использовать два отдельных радиатора, которые также обязательно изолировать друг от друга). Теперь поговорим о

защите. Случиться может всякое (транзистор бракованный попался, перегрев, короткое замыкание на выходе). Выходные транзисторы от этого сгорят моментально (если, конечно, не поставит предохранитель в цепь питания выходного каскада), НО у нас-то есть еще и предвыходной каскад! Так вот, если бы мы использовали вместо драйверов UCC37322 комплементарную пару (КТ814+КТ815), то при пробое выходных транзисторов (пробой: исток на сток, исток на затвор, сток на затвор), образуется КЗ на предвыходном каскаде. UCC37322 имеет защиту от КЗ на выходе, но (КТ814+КТ815) её не имеют. Следовательно, сгоревший выходной каскад вывел бы из строя и предвыходной каскад (и так далее по цепочке, пока не дошло бы до TL494 и её защиты). Именно поэтому и было решено поставить именно драйвера, а не транзисторы. Схема выходного каскада представлена на рисунке 5.

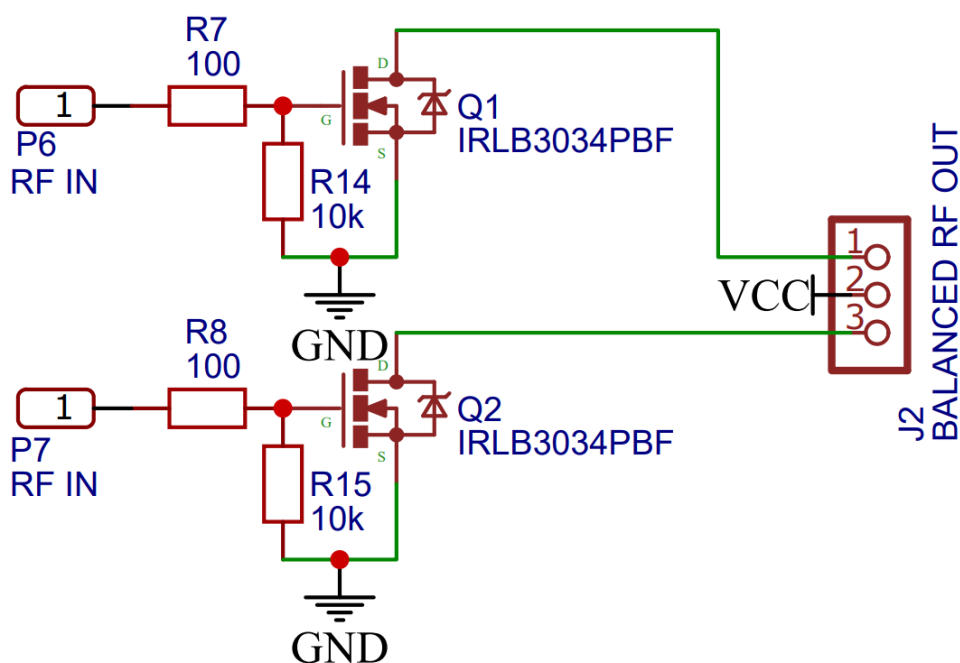


Рисунок 5 – Схема выходного каскада

Силовой импульсный трансформатор

Выходной каскад отдаёт переменные 12 вольт. Форма сигнала – прямоугольная. Но для получения газового разряда необходимо огромное напряжение. Для этого использовали повышающий импульсный

трансформатор ТВЦ-110ПЦ15 с ферритовым сердечником. Использование такого сердечника позволило предотвратить появление токов Фуко, нагрева и, вследствие этого, уменьшение КПД. ТВЦ-110ПЦ15 – трансформатор строчной развёртки от старых электронно-лучевых телевизоров и мониторов. Первичную обмотку убираем и мотаем две обмотки по 5 витков проводом 1,5 – 2 мм. Вторичную или высоковольтную обмотку не трогаем! Потом с помощью мультиметра прозваниваем все обмотки. Нам нужна обмотка с самым большим сопротивлением. У данного трансформатора будет около 120 Ом. К этим контактам припаиваем провода в толстой изоляции, ведь на вторичной обмотке напряжение свыше 3 кВ. Для увеличения напряжения можно использовать несколько трансформаторов. Первичные обмотки соединить параллельно, вторичные – последовательно. Но при таком включении трансформаторы должны быть максимально идентичны (одинаковый сердечник, провод намотки, шаг намотки и кол-во витков) и необходимо использовать согласующий трансформатор. Если используется согласующий трансформатор, то первичная обмотка силового трансформатора будет состоять из 8–10 витков, цельная (сечение провода такое же). Но тогда возрастёт нагрузка на выходной каскад! И тогда необходимо будет контролировать температуру транзисторов, чтобы избежать теплового пробоя.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При правильной сборке схема заработала сразу (но может потребоваться небольшая подстройка несущей частоты и глубины модуляции, глядя на экран осциллографа). Мы получили газовый разряд между двумя электродами. При подаче на модулятор аудиосигнала, совершая колебания, разряд «сотрясал воздух» вокруг себя, тем самым воспроизводился звук, поданный на модулятор.

СЦИНТИЛЛЯЦИОННАЯ ГАММА-СПЕКТРОМЕТРИЯ НА КРИСТАЛЛЕ NaI(TL)

Автор: Шалаев Алексей Александрович

Иркутский филиал МГТУ ГА, 2 курс

Руководитель: Хазанов Дмитрий Владимирович

ВВЕДЕНИЕ

С развитием ядерной физики и увеличением её роли в промышленности возникла необходимость в детектировании и измерении различных ядерных излучений. Для этого были созданы различные методы оценки и устройства, такие как камера Вильсона, счётчик Гейгера-Мюллера, ионизационные камеры. Все устройства и методы применяются в науке и промышленности, однако при решении задач радиационного контроля наиболее функциональными являются сцинтилляционные приборы, благодаря которым можно не только измерить мощность излучения, но и определить радионуклид, испускающий его.

ПРИНЦИП РАБОТЫ СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫХ ПРИБОРОВ

Любой сцинтилляционный прибор можно разделить на четыре основные части: сам сцинтиллятор; детектор, улавливающий свет от сцинтиллятора; анализатор сигналов с детектора и блок питания, обеспечивающий работу прибору.

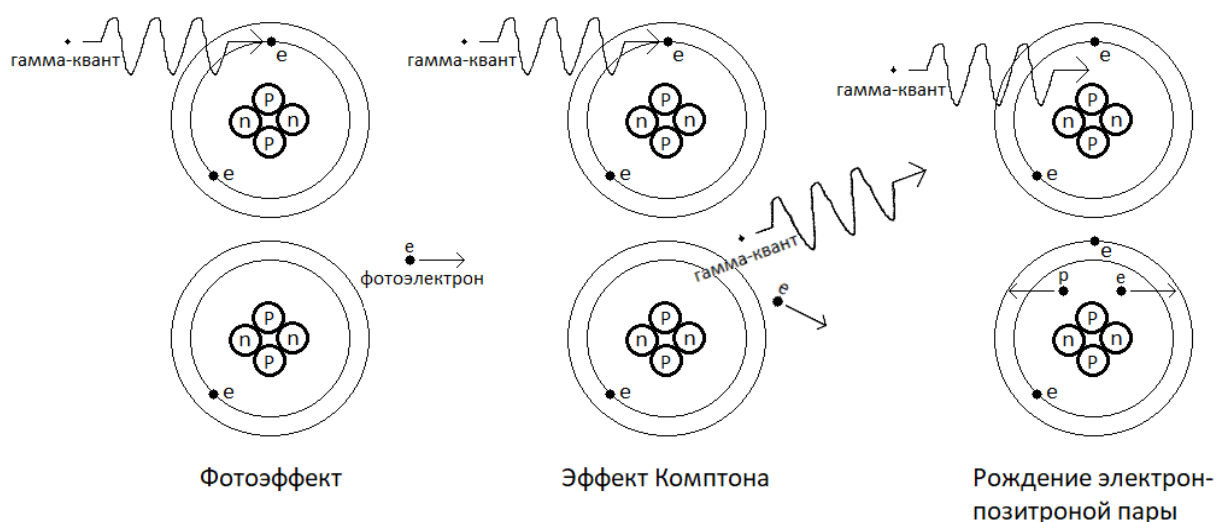
Сцинтиллятор – вещество, излучающее свет при поглощении ионизирующих излучений. При этом количество излучаемых фотонов пропорционально энергии поглощаемого излучения. Существует множество таких веществ, каждое из которых обладает своим набором свойств и применяется в своей области. Для задач радиационного контроля чаще всего применяются неорганические кристаллы, а сами приборы предназначены для обнаружения гамма-излучения. Работа таких сцинтилляторов основана на трёх основных путях взаимодействия гамма-кванта с веществом:

1. Фотозффект. Вся энергия гамма-кванта передаётся фотоэлектрону.

2. Эффект Комптона. Гамма-квант передаёт часть своей энергии электрону в атоме.

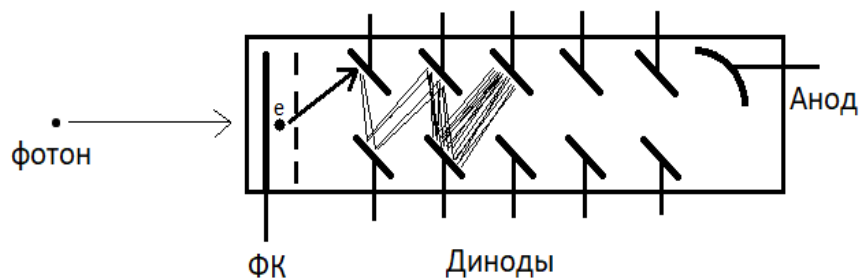
3. Рождение электрон-позитрон пары. Гамма-квант рождает электрон и позитрон, которые двигаются в противоположных направлениях и имеют одинаковые энергии, равные половине от энергии гамма-кванта. Возможно только при энергии кванта $\geq 1020\text{кЭв}$.

Затем сцинтиллятор, под воздействием электронов, образованных поглощением гамма-излучения, испускает пучок фотонов в видимом диапазоне, энергия которого равна энергии породившего его электрона.



Эта вспышка света улавливается детектором, который испускает электрический импульс с амплитудой, пропорциональный энергии фотонов, обнаруженных этим детектором. В качестве такого детектора может быть использован полупроводниковый прибор, однако чаще всего используют фотоэлектронный умножитель (ФЭУ). Принцип его работы следующий: в результате фотозффекта, вызванного взаимодействием фотона с фотокатодом ФЭУ, из ФК вылетает фотоэлектрон, который ускоряется и попадает в динод 1, откуда выбивает 2 электрона. Эти электроны ускоряются и летят в динод 2, откуда выбивают 4 электрона. Таким образом, поле столкновения с каждым динодом электронов становится больше в 2, а иногда и более раза (это зависит от характеристик самого ФЭУ), и на аноде можно получить сигнал, усиленный

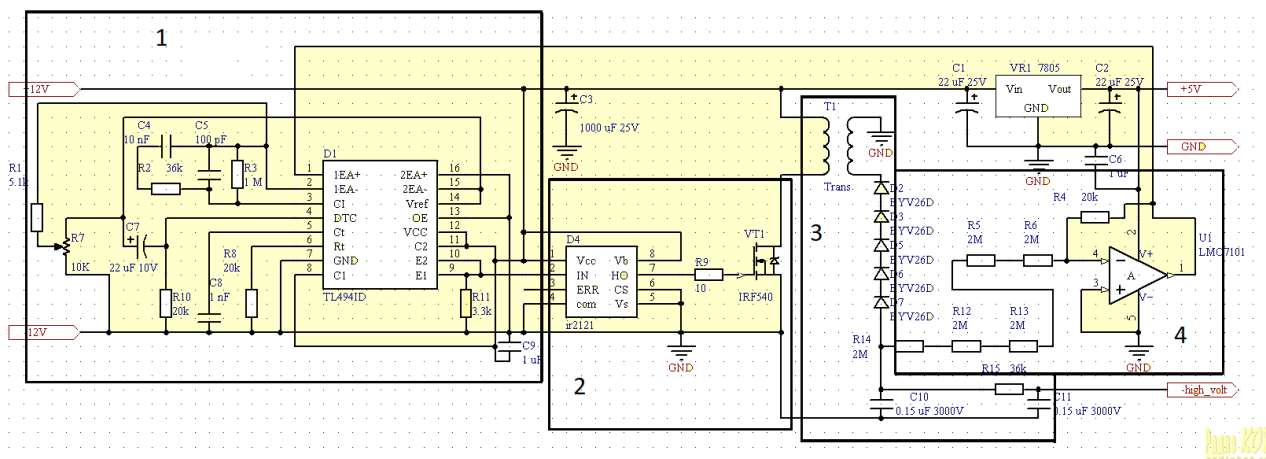
в тысячи раз. Затем этот сигнал подаётся на анализатор, в качестве которого может выступать счётчик импульсов или же спектроанализатор.



Исходя из всего вышеизложенного, легко понять, что по амплитуде импульса можно судить о энергии гамма-квантов, испускаемых исследуемым образцом, так как амплитуда импульса практически пропорциональна этой энергии. Подсчитывая количество гамма-квантов одной энергии и сравнивая его с количеством квантов такой же энергии при отсутствии образца вблизи детектора, можно достаточно точно определить, какой конкретно изотоп содержится в образце. Для большей наглядности строится гистограмма, которую также называют спектром.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ СЦИНТИЛЛЯЦИОННОГО ГАММА-СПЕКТРОМЕТРА НА КРИСТАЛЛЕ NaI(TL)

В качестве детектора был выбран кристалл NaI(Tl) 30мм диаметром и 70мм высотой. Данные кристаллы наиболее часто используются в сцинтилляционных гамма-спектрометрах ввиду их хороших характеристик при относительно невысокой цене. В качестве фотоэлектронного умножителя был выбран ФЭУ-85 ввиду его характеристик, в частности, диаметра фотокатода, который должен быть примерно равен диаметру кристалла. Согласно технической документации, ФЭУ-85 требуется высокое напряжение в 1,3кВ и постоянный ток 50мкА, поэтому для обеспечения нормальной работы был собран регулируемый блок питания(БП), способный выдавать от 0 до 3кВ постоянного напряжения. Схема блока приведена ниже. Весь БП можно поделить на несколько основных частей:



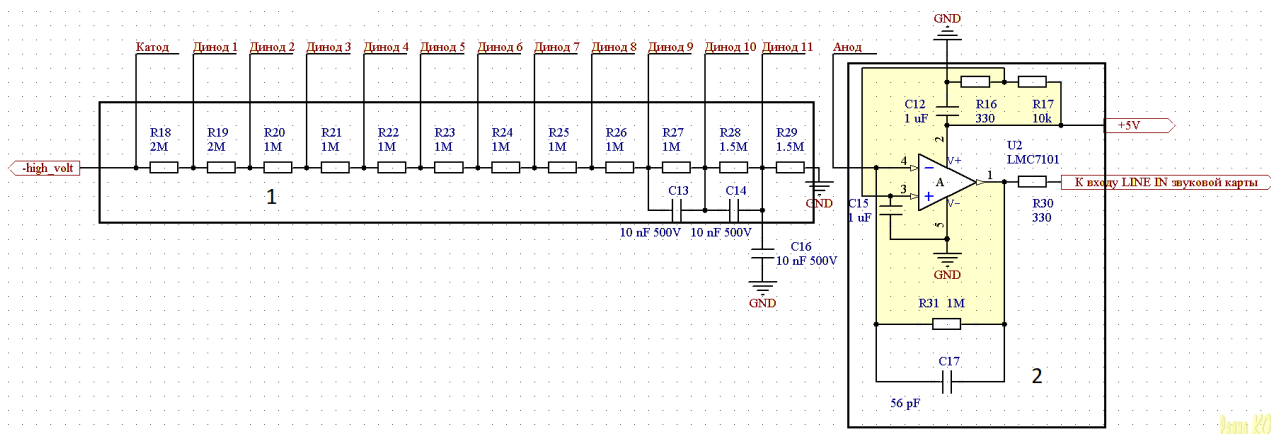
1. ШИМ контроллер, управляющий транзистором VT1.

2. Транзистор с драйвером. Драйвер служит для усиления сигнала, открывающего транзистор. Сам транзистор управляет током, идущим на трансформатор.

3. Трансформатор с диодной цепью и сглаживающими конденсаторами. Преобразует напряжение, которое затем выпрямляется и сглаживается, что обеспечивает на выходе стабильный постоянный ток.

4. Блок обратной связи с ШИМ контроллером. Служит для корректировки длительности импульсов контроллера стабилизации выходного напряжения.

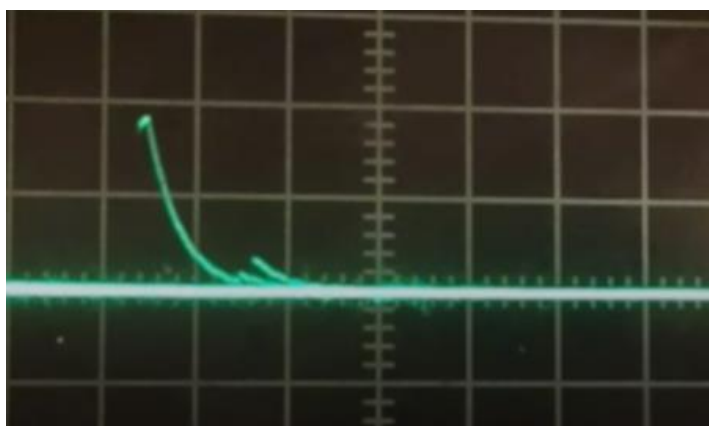
Подключение ФЭУ происходит по следующей схеме. Она состоит из двух частей:



1. Цепь резисторов, образующая делители напряжения, необходима для создания разности потенциалов между диодами для ускорения и фокусировки электронного пучка.

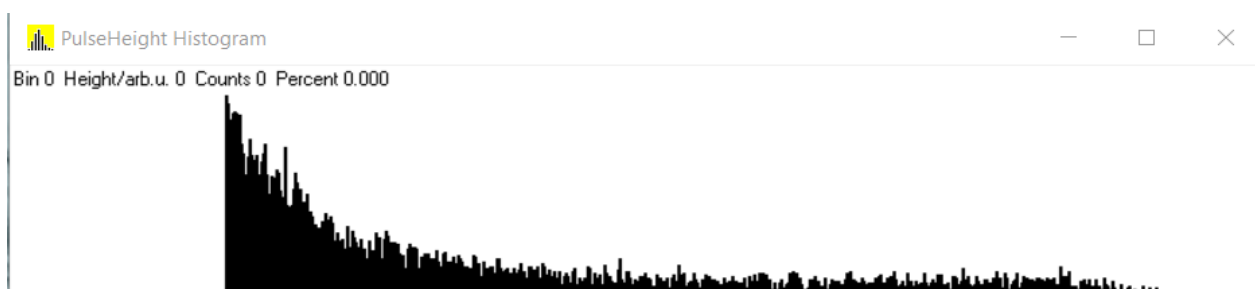
2. Блок усиления сигнала с анода. Выход этого блока подключается к спектроанализатору (звуковой карте компьютера).

По завершению монтажа всех элементов на макетные платы блок детектирования был помещён в пластиковую трубу, а БП был дополнен преобразователем для питания от сети 220 вольт и установлен в пластмассовый корпус. После подключения прибора к осциллографу и его включении можно увидеть на экране вот такие сигналы, соответствующие вспышкам в сцинтилляторе:

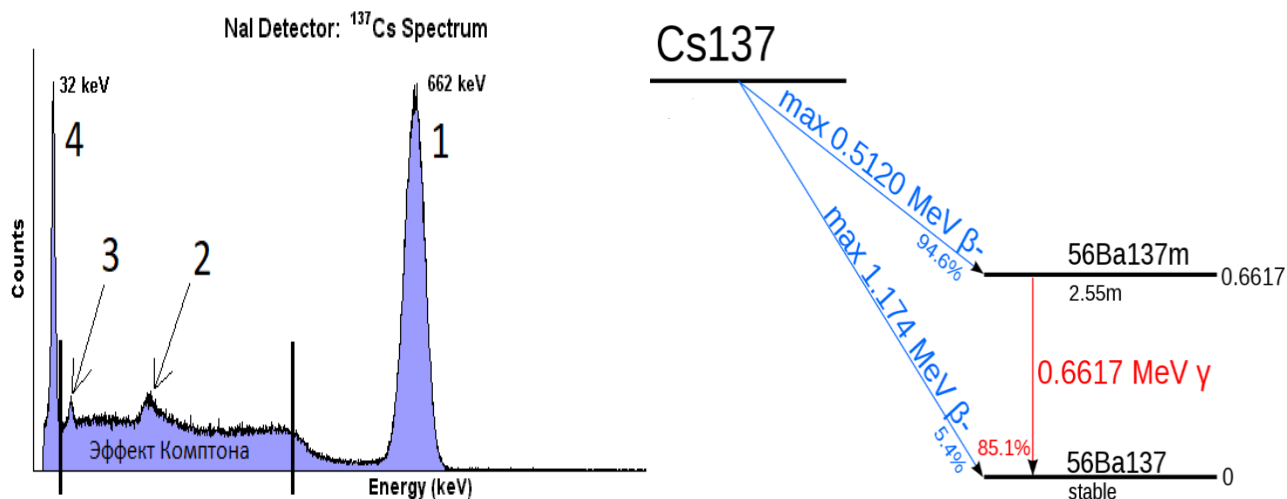


ПОДКЛЮЧЕНИЕ СПЕКТРОМЕТРА К КОМПЬЮТЕРУ И АНАЛИЗ СПЕКТРА

Подключение выхода прибора к компьютеру осуществляется с помощью разъёма 3,5 jack, идущего на линейный вход аудио карты. Для анализа сигналов с помощью компьютера была выбрана программа PRA версии 20.0.0.0 ввиду её простоты и доступности. После запуска программы был получен спектр естественного радиационного фона:



Несмотря на высокую чувствительность прибора, при большинстве исследований необходимо применять свинцовые экраны для того, чтобы исключить влияние естественной радиации на спектр. Калибровку спектрометра чаще всего производят по образцу цезия-137 ввиду его достаточной гамма-активности и характерного легко узнаваемого спектра:



1. Пик полного поглощения. Формируется за счёт фотоэффекта и полного поглощения гамма-кванта при эффекте Комптона. Энергия данного пика равна энергии гамма-кванта. Именно пики полного поглощения представляют наибольшую ценность при идентификации изотопа.

2. Пик обратного рассеяния. Формируется за счёт гамма-квантов, отразившихся от материалов, окружающих детектор, под углом, близким к 180 градусам, которые затем попадают обратно в детектор и вызывают фотоэффект. Его наличие напрямую зависит от плотности материалов, окружающих сцинтиллятор.

3. Пик излучения от свинца, характерен для спектров, полученных при применении свинцовых экранов. При чтении спектра рассматривается как помеха.

4. Пик рентгеновского излучения бария-137, также характерен для спектра цезия.

Как правило, область эффекта Комптона обычно не учитывается при чтении спектра, решающую роль играет пик полного поглощения. Энергия гамма-квантов для каждого из распадов индивидуальна, и благодаря этому можно достаточно точно определить радиоизотопный состав образца.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сцинтилляционные детекторы // Ядерная физика в Интернете. – URL: <http://nuclphys.sinp.msu.ru/experiment/detectors/scint.htm>
2. Гамма-спектрометр Gamma-rayspectrometer // Ядерная физика в Интернете. – URL: <http://nuclphys.sinp.msu.ru/enc/e038.htm>
3. Детекторы для гамма-спектрометрии // Ядерная физика в Интернете. – URL: <http://nuclphys.sinp.msu.ru/experiment/detectors/gammadet/index.html>
4. Домашняя гамма-спектроскопия или просто о сложном. // РадиоКот. – URL: <https://www.radiokot.ru/circuit/analog/measure/24/>

ПРОХОЖДЕНИЕ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ЧЕРЕЗ РАССЕИВАЮЩИЕ СРЕДЫ, ПОДВЕРГАЮЩИЕСЯ СЖАТИЮ

Автор: Скворцова Юлия Алексеевна,

Иркутский государственный медицинский университет, 1 курс

Научный руководитель: Вайчас Андрей Антанасович

Представлены результаты экспериментального изучения прохождения излучения через рассеивающие среды, подвергающиеся разным способам сжатия. Показано, что при локальном сжатии пропускание больше, чем при сжатии всей плоскости исследуемого образца.

Ключевые слова: лазерное излучение, сжатие, рассеивающая среда.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящий момент времени из медицинской практики известно, что воздействие на биосистему низкоинтенсивного лазерного излучения может приводить к снижению вязкости крови, стимуляции микроциркуляции крови в тканях, увеличению подвижности рецепторов клеток и отдельных клеток,

стимуляции иммунной и нервной систем, оказывать анальгезирующее действие [Голуб, 2007, с. 6]. Недавно было показано, что лазерное облучение *invitro* оказывает влияние на кристаллообразование в препаратах белой желчи [Malov, 2017, p. 020306-4].

Существуют как инвазивные, так и неинвазивные способы лазерного облучения биотканей.

Кроме этого известно, что при сжатии рассеивающей среды, в том числе и биотканей, увеличивается проникновение лазерного излучения внутрь них [Аскарьян, 1982, с. 1380].

Анализ литературы по данной теме позволил выделить два основных способа компрессионного воздействия на образцы при одновременном лазерном облучении:

1) сжатие подвергается вся площадь исследуемого образца, как правило, прозрачной пластинкой [Chan, 1996, p. 944; Kang, 2008, p. 572; Shangguan, 1998, p. 367];

2) сжатие происходит локально, либо прозрачным стеклянным цилиндром, внутри которого проходит лазерный луч, либо металлическим цилиндром, внутри которого находится оптическое волокно, по которому излучение поступает к области сжатия [Аскарьян, 1982, с. 1380; Yeo, 2013, p. 290].

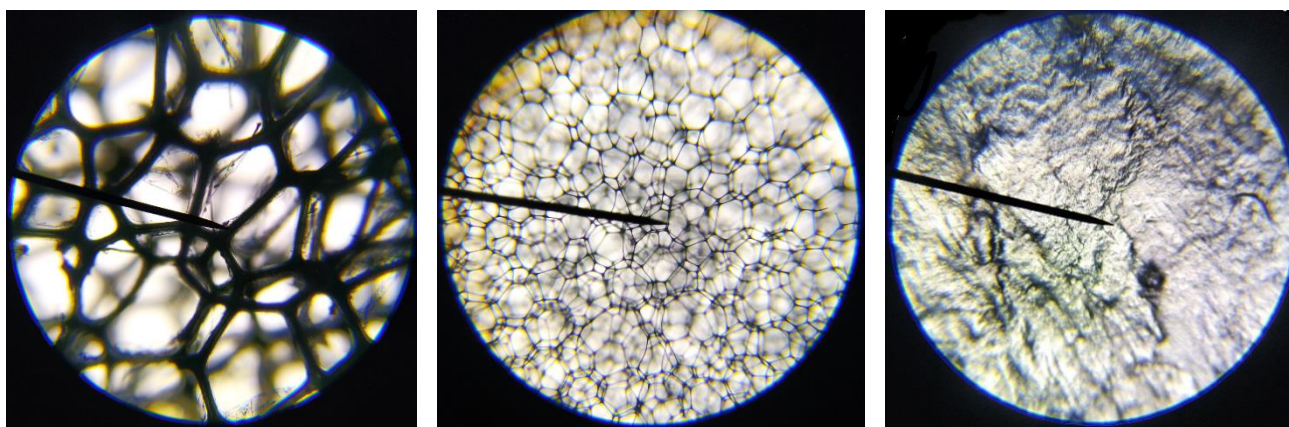
При анализе литературы мы не обнаружили информации о том, при каком способе сжатия образцов в них проникает больше излучения при одинаковых характеристиках объектов исследования и источника лазерного излучения.

Эта информация является актуальной для выбора оптимального способа сжатия для достижения максимального эффекта при лазерном облучении тканей.

Таким образом, цель исследования: провести анализ прохождения лазерного излучения через рассеивающие среды при разных способах их сжатия.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объекта исследования, моделирующего рассеивающую среду, использовались поролоновая губка оранжевого цвета (средний размер ячеек 0,3 мм), белая меламиновая губка (средний размер ячеек 0,1 мм), а также образец биологического происхождения (куриное филе, купленное в ближайшем магазине) (рис. 1). Размер всех образцов 4×5 см.



а

б

в

Рисунок 1 – Микроскопические изображения образцов: а – поролоновая губка, б – меламиновая губка, в – биоткань. Увеличение 80х

Для достижения поставленной цели было проведено два варианта эксперимента. В первом варианте излучение полупроводникового лазера (длина волны 650 нм, мощность 10 мВт, диаметр пучка 4 мм) направлялось на исследуемый образец, который помещался между двумя прозрачными пластинками из оргстекла (толщина пластинок 4 мм). Одна из пластинок устройства для сжатия слоя могла свободно перемещаться, что позволяло изменять толщину исследуемого образца по всей его плоскости (рис. 2). Толщина образца определялась с помощью штангенциркуля. Во втором варианте образец локально сжимался лазером через круглое отверстие в центре одной из пластинок (рис. 3). Для этого выходное отверстие лазера закрывалось прозрачной пластинкой толщиной 0,5 мм. Область сжатия соответствовала поперечным размерам лазера и представляла собой окружность диаметром 12

мм. Таким образом, сам образец не сжимался целиком. Толщина образца при таком способе сжатия отслеживалась по дополнительной шкале на пластинке.

Прошедшее через образец излучение регистрировалось с помощью измерителя мощности (LP1/Sanwa) на основе кремниевого диода (диаметр сенсора 9 мм). Сенсор измерителя устанавливался на оси первоначального пучка. Вид экспериментальной установки показан на рисунке 4.

Толщина исследуемого образца в экспериментах изменялась от 20 до 2 мм с шагом 2 мм в случае губок и от 20 до 12 мм с шагом 2 мм в случае биоткани.

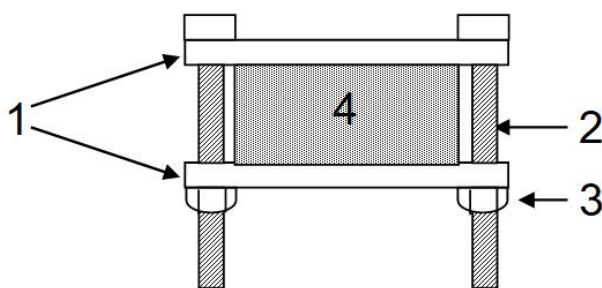


Рисунок 2 – Схематическое изображение устройства для сжатия образца по всей плоскости: 1 – прозрачные пластинки из оргстекла, 2 – винт, 3 – гайка, 4 – исследуемый слой

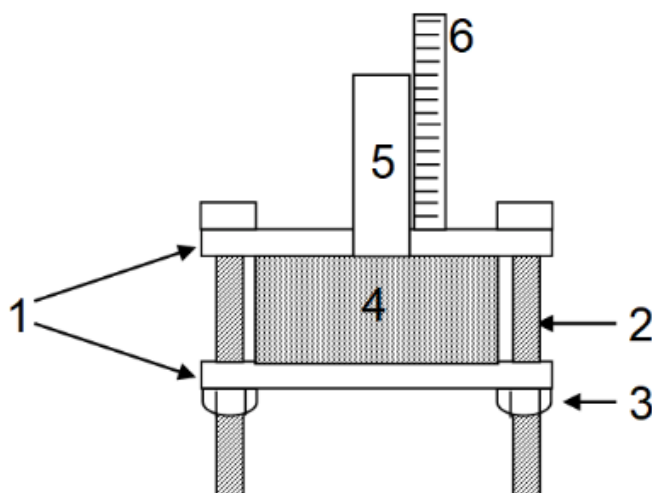


Рисунок 3 – Схематическое изображение устройства для локального сжатия образца: 1 – прозрачные пластинки из оргстекла, 2 – винт, 3 – гайка, 4 – исследуемый слой, 5 – лазер, 6 – шкала



Рисунок 4 – Экспериментальная установка

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты в виде графиков зависимости мощности прошедшего излучения от толщины образца при разных способах сжатия представлены на рисунках 5, 6, 7.

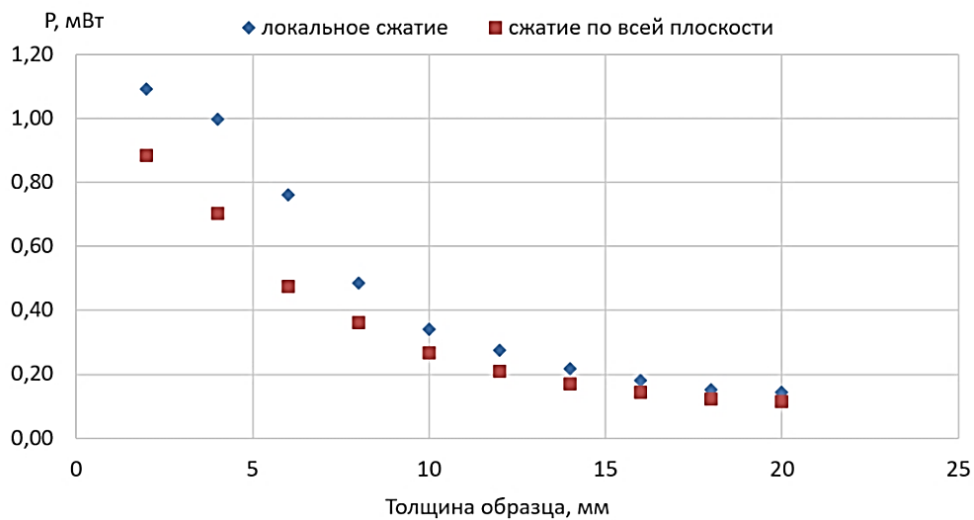


Рисунок 5 – Зависимость мощности прошедшего излучения от толщины оранжевой поролоновой губки

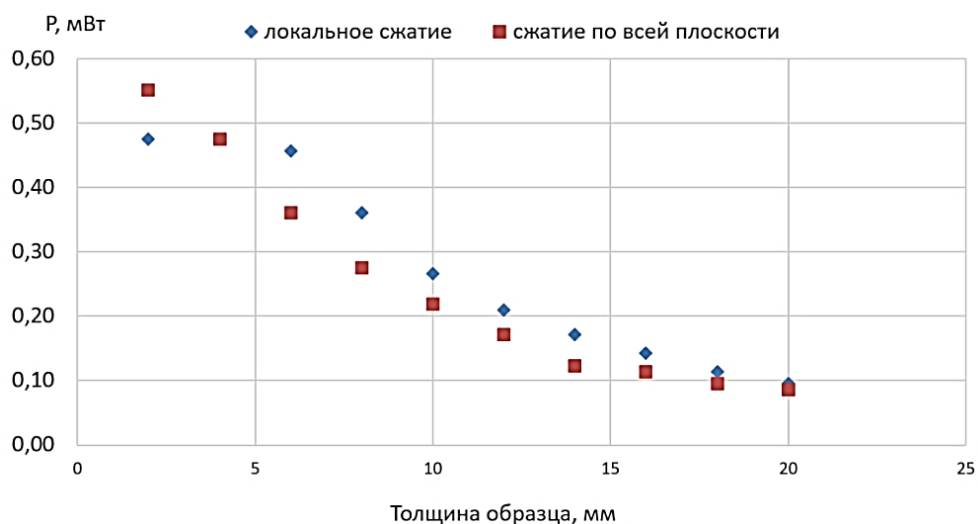


Рисунок 6 – Зависимость мощности прошедшего излучения от толщины белой меламиновой губки

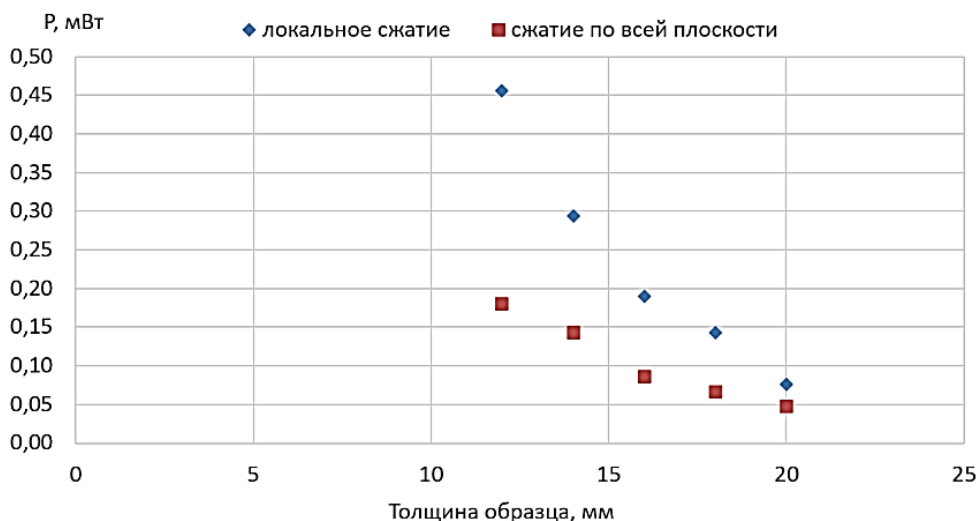


Рисунок 7 – Зависимость мощности прошедшего излучения от толщины биоткани

Из анализа полученных результатов видно, что в случае локального сжатия с уменьшением толщины через образцы проходит больше излучения, чем при сжатии образцов по всей плоскости. Также видно, что в случае большой толщины различие в прохождении излучения минимально и становится тем сильнее, чем меньше толщина образцов. На наш взгляд, возможно, это связано с тем, что при локальном сжатии с уменьшением толщины уменьшается число рассеивающих центров. Среда на пути излучения становится более однородной, что приводит к увеличению пропускания вдоль оси пучка.

Стоит отметить, что наиболее сильно выражено различие в прохождении в зависимости от способа сжатия в случае биоткани. По всей видимости, это связано со строением биоткани. При локальном сжатии, возможно, происходит вытеснение в сторону структур, например, мышечных волокон, жидкости.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в результате проведенных экспериментов было показано, что в случае локального сжатия через исследуемые нами объекты проникает больше излучения, чем при сжатии их по всей плоскости. Заметнее всего отличие выражено в случае биологического образца.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Аскарьян Г. А.* Увеличение прохождения лазерного и другого излучения через мягкие мутные физические и биологические среды // Квантовая электроника. 1982. Том 9. №7. С. 1379–1383.
2. *Голуб И. Е., Малов А. Н., Неупокоева А. В., и соавт.* Лазерные медицинские технологии: от наномасштабов до организма в целом. Иркутск: ИГМУ, 2007. 148 с.
3. *Chan E. K., Sorg B., Protsenko D., O’Neil M., Motamedi M., Welch A. J.* Effects of compression on soft tissue optical properties // IEEE Journal of selected topics in quantum electronics. 1996. Vol. 2. – 4. P. 943–950.
4. *Kang H., Son T., Yoon J., Kwon K., Nelson J. S. and Jung B.* Evaluation of laser beam profile in soft tissue due to compression, glycerol, and micro-needling // Lasers Surg.Med. 2008. Vol. 40. – 8. P. 570–575.
5. *Yeo C., Kang H., Bae Y., Park J., Nelson J. S., Lee K-J,4, and Jung B.* Development of an Optical Tissue Clearing Laser Probe System // Journal of the Optical Society of Korea. 2013. Vol. 17. No. 4. P. 289–295.
6. *Malov A. N., Vaychas A. A., Novikova E. N.* On the mechanism of the gallstone nucleus formation and the impact of laser radiation on its growth// Journal of Biomedical Photonics & Engineering. 2017. V. 3. № 2.

7. Shangguan H., Prahl S. A., Jacques S. L., and Casperson L. W. Pressure effects on soft tissues monitored by changes in tissue optical properties // Laser-Tissue Interaction IX, S. L. Jacques Ed. Proc. SPIE 3254. 1998. P. 366–371.

ПОЕЗД НА МАГНИТНОЙ ПОДУШКЕ

Автор: Астраханцев Дмитрий Олегович

Иркутский филиал МГТУ ГА, 1 курс

Руководитель: Хазанов Дмитрий Владимирович

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Поезд на магнитной подушке, магнитоплан или маглев (от англ. *Magnetic levitation* «магнитная левитация») – это поезд, удерживаемый над полотном дороги, движимый и управляемый силой электромагнитного поля. Такой состав, в отличие от традиционных поездов, в процессе движения не касается поверхности рельса. Так как между поездом и поверхностью полотна существует зазор, трение между ними исключается, и единственной тормозящей силой является аэродинамическое сопротивление. Относится к монорельсовому транспорту (хотя вместо магнитного рельса может быть устроен канал между магнитами – как на JR-Maglev).

Скорость, достигаемая поездом на магнитной подушке, сравнима со скоростью самолёта и позволяет составить конкуренцию воздушному транспорту на ближне- и среднемагистральных направлениях (до 1000 км). Сама идея такого транспорта не нова, экономические и технические ограничения не позволили ей развернуться в полной мере: для публичного использования технология воплощалась всего несколько раз. В настоящее время маглев не может использовать существующую транспортную инфраструктуру, но уже есть проекты с расположением магнитных элементов между рельсами обычной железной дороги или под полотном автотрассы.

2. ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МАГНИТНОГО ПОДВЕСА

На данный момент существует 3 основных технологии магнитного подвеса поездов:

- На сверхпроводящих магнитах (электродинамическая подвеска, EDS).
- На электромагнитах (электромагнитная подвеска, EMS).
- Состав левитирует за счёт отталкивания одинаковых магнитных полюсов и, наоборот, притягивания противоположных полюсов. Движение осуществляется линейным двигателем, расположенным либо на поезде, либо на пути, либо и там, и там. Серьёзной проблемой проектирования является большой вес достаточно мощных магнитов, поскольку требуется сильное магнитное поле для поддержания в воздухе массивного состава.

Наиболее активные разработки маглева ведут Германия, Япония, Китай, и Южная Корея.

3. ДОСТОИНСТВА

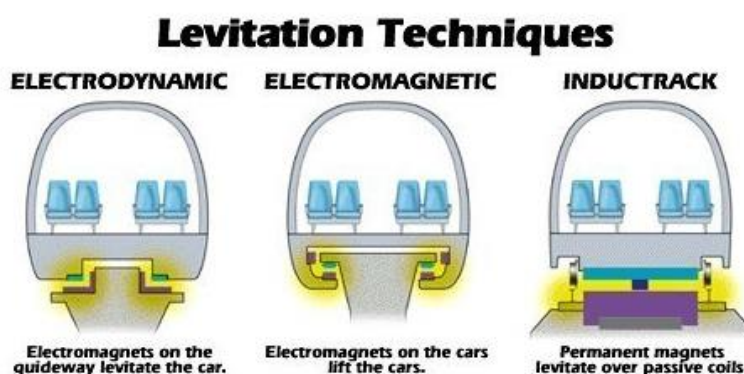
- Самая высокая скорость из всех видов общественного наземного транспорта.
- Достаточно низкое потребление электроэнергии (энергия у маглева расходуется в три раза эффективнее, чем у автомобиля и в пять раз – чем у самолёта).
- Снижение эксплуатационных затрат в связи со значительным уменьшением трения деталей.
- Огромные перспективы по достижению скоростей, многократно превышающих скорости, используемые в реактивной авиации при уменьшении аэродинамического сопротивления путём помещения состава в вакуумный тоннель. В связи с этим, прорабатываются проекты по использованию магнитных ускорителей в качестве средства вывода полезной нагрузки в космос.
- Низкий шум.
- КПД данного поезда выше в сравнении с КПД современных поездов.

4. НЕДОСТАТКИ

- Высокая стоимость создания и обслуживания колеи (стоимость постройки одного километра маглев-колеи сопоставима с проходкой километра тоннеля метро закрытым способом).
- Рельсовые пути стандартной ширины, перестроенные под скоростное движение, остаются доступными для обычных пассажирских и пригородных поездов. Путь маглева ни для чего другого не пригоден; потребуются дополнительные пути для низкоскоростного сообщения.
- Электромагнитное загрязнение. А также не нашедший на данный момент подтверждения электросмог, который гипотетически мог бы негативно воздействовать на окружающую среду и здоровье людей. Возможны помехи в работе электроприборов. Стоит также отметить, что сильные магнитные поля в секции для пассажиров порождают необходимость установки магнитной защиты. Без экранирования путешествие в таком вагоне для пассажиров с электронным стимулятором сердца или магнитными носителями информации (HDD и кредитные карточки) противопоказано.

5. ПРИНЦИП РАБОТЫ

Если поднести северный полюс постоянного магнита к северному полюсу другого магнита, они будут отталкиваться. Если один из магнитов перевернуть, соединив разные полюса – притягиваться. Этот простой принцип заложен в поездах-маглевах, которые скользят по воздуху над рельсом на незначительном расстоянии.

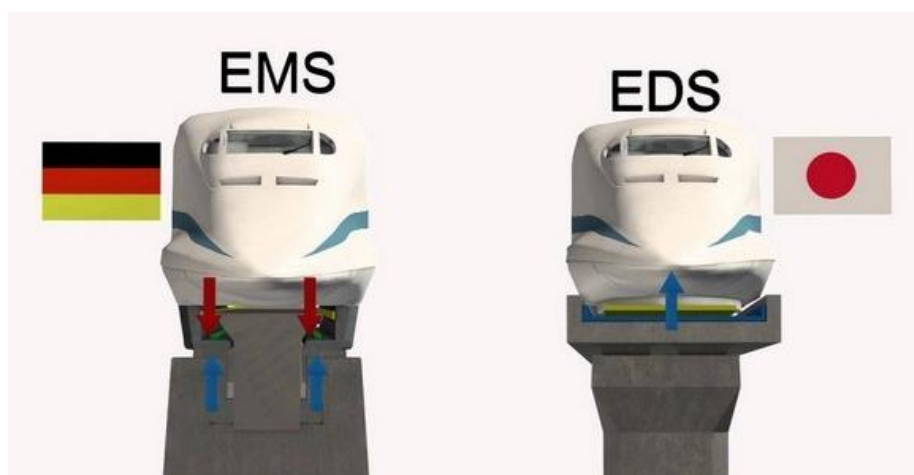


Поезда, построенные на базе технологии электромагнитного подвеса (EMS), для левитации используют электромагнитное поле, сила которого изменяется по времени. При этом практическая реализация данной системы очень похожа на работу обычного железнодорожного транспорта. Здесь применяется Т-образное рельсовое полотно, выполненное из проводника (в основном металла), но поезд вместо колесных пар использует систему электромагнитов – опорных и направляющих. Опорные и направляющие магниты при этом расположены параллельно к ферромагнитным статорам, размещенным на краях Т-образного пути. Главный недостаток технологии EMS – расстояние между опорным магнитом и статором, которое составляет 15 миллиметров и должно контролироваться и корректироваться специальными автоматизированными системами в зависимости от множества факторов, включая непостоянную природу электромагнитного взаимодействия. К слову, работает система левитации благодаря батареям, установленным на борту поезда, которые подзаряжаются линейными генераторами, встроенными в опорные магниты. Таким образом, в случае остановки поезд сможет достаточно долго левитировать на батареях. На базе технологии EMS построены поезда Transrapid и, в частности, шанхайский маглев.

Поезда на базе технологии EMS приводятся в движение и осуществляют торможение с помощью синхронного линейного двигателя низкого ускорения, представленного опорными магнитами и полотном, над которым парит магнитоплан. По большому счету, двигательная система, встроенная в полотно, представляет собой обычный статор (неподвижная часть линейного электродвигателя), развернутый вдоль нижней части полотна, а опорные электромагниты, в свою очередь, работают в качестве якоря электродвигателя. Таким образом, вместо получения крутящего момента, переменный ток в катушках генерирует магнитное поле возбуждающихся волн, которое перемещает состав бесконтактно. Изменение силы и частоты переменного тока позволяет регулировать тягу и скорость состава. При этом чтобы замедлить ход, нужно всего лишь изменить направление магнитного поля.

6. БУДУЩИЕ ПРОЕКТЫ

Наиболее близкой к реализации технологией, существующей пока только на бумаге, является вариант EDS с постоянными магнитами Inductrack, для активации которых не требуется энергия. До недавнего времени исследователи считали, что постоянные магниты не обладают достаточной для левитации поезда силой. Однако эту проблему удалось решить путем размещения магнитов в так называемый «массив Хальбаха». Магниты при этом расположены таким образом, что магнитное поле возникает над массивом, а не под ним, и способны поддерживать левитацию поезда на очень низких скоростях – около 5 км/ч. Правда, стоимость таких массивов из постоянных магнитов очень высока, поэтому пока и не существует ни одного коммерческого проекта данного рода.



В случае применения технологии электродинамического подвеса (EDS), левитация осуществляется при взаимодействии магнитного поля в полотне и поля, создаваемого сверхпроводящими магнитами на борту состава. На базе технологии EDS построены японские поезда JR–Maglev. В отличие от технологии EMS, в которой применены обычные электромагниты и катушки проводят электричество только в тот момент, когда подается питание, сверхпроводящие электромагниты могут проводить электричество даже после того, как источник питания был отключен, например, в случае отключения электроэнергии. Охлаждая катушки в системе EDS можно сэкономить

достаточно много энергии. Тем не менее, криогенная система охлаждения, используемая для поддержания более низких температур в катушках, может оказаться достаточно дорогой.

7. ПОЧЕМУ ТАКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ НЕ ПРИЖИЛАСЬ?

Все упирается в деньги. Строительство маглевок нужно начинать с нуля. Правительства большинства стран просто не готовы к таким затратам, особенно если у них уже развита традиционная железнодорожная инфраструктура. На постройку небольшого маглева в Шанхае потребовалось более \$1 миллиарда, а на строительство японского еще больше.



Японский маглев. Фото: Kyodo/Reuters

Кроме того, маглевы не гарантируют какую-либо прибыль. Даже самые успешные азиатские проекты принесли плоды лишь через несколько десятков лет и ценой огромных усилий. Например, шанхайский маглев приносит ежегодные убытки в размере \$93 миллионов.

Если китайское правительство способно смириться с такими расходами, то власти большинства стран считают, что будет дешевле обновить существующие железные дороги. Повлиять на ситуацию могут только частные инвестиции, однако даже группа частных сообществ «Японские железные

дороги» во многом контролируется государством и до сих пор получает от него значительные субсидии.

8. РАСЧЁТЫ

Для создания поезда на постоянных магнитах можно использовать полимерные постоянные магниты (магнитопласты). Изготавливаются из смеси магнитного порошка и связующей полимерной компоненты (например, резины, винила). Достоинством магнитопластов является возможность получения сложных форм изделий с высокой точностью размеров, низкая хрупкость, а также высокая коррозионная устойчивость в сочетании с большой величиной удельного сопротивления и малым весом.

Магнитное давление P_{mag} , являющееся одним из главных свойств магнитного поля, определяется по формуле:

$$P_{mag} = \frac{B^2}{2\mu_0},$$

где: B – магнитная индукция, Тл; μ_0 – магнитопроницаемость в вакууме,

$$\mu_0 = 40\pi \cdot 10^{-7} (\text{Н} \cdot \text{А}).$$

Два одинаковых полюса магнита отталкиваются (свойство магнитов). Выведем формулу для силы отталкивания двух магнитов при расстоянии z между ними значительно большем их линейных размеров, т.е. при $z \gg r_1$ (r_2).

$$F = \frac{3\mu_0 P_{m1} P_{m2}}{2\pi Z^4} \quad (1)$$

где p_{m1} и p_{m2} – магнитные моменты первого и второго магнитов, соответственно, (Магнитный момент – основная величина, характеризующая магнитные свойства вещества); Z – расстояние между магнитами (рис.1).

Приведенное выражение (1) не совсем удобно для оценки возникающей силы отталкивания между магнитным полем Земли и магнитным полем ЛА при

известных параметрах магнитного поля диска (B_d), магнитного поля Земли ($B_3 = 0,5 \cdot 10^{-4}$ Тл) и размера диска (R). Кроме того, нас будет интересовать, прежде всего, магнитное поле ЛА в непосредственной близости от поверхности диска, т.е. при $Z \ll R$, где R – размер диска ЛА.

Для формулы (1) можно показать, что после преобразований она будет иметь следующий вид:

$$\text{при } Z \gg R, F = \frac{P_m \cdot dB}{dz} = \frac{J \cdot S \cdot dB}{dz} = \frac{6\pi B_d B_3 Z^2}{\mu_0} \quad (2);$$

$$\text{при } Z \ll R, F = \frac{P_m \cdot dB}{dZ} = \frac{J \cdot S \cdot dB}{dZ} = \frac{6\pi B_d B_3 R Z}{\mu_0} \quad (3).$$

Где J – сила тока, S – площадь магнита. Как видно из выражений (2) и (3), эти формулы очень похожи по структуре на формулу силы взаимодействия между витками катушки:

$$F = \frac{SB^2}{2\mu_0}$$

В этой связи, в экспериментальном плане, для уточнения коэффициентов в формулах, мы приходим к вопросу о взаимодействии (отталкивании) магнитов с разными магнитными индукциями на разных расстояниях между ними (рис.2).



Рисунок 2 – Взаимодействие двух кольцевых ферромагнитов

Используем два подхода и выведем рабочую формулу для расчёта силы отталкивания между полем Земли и полем ЛА.

Первый подход.

Пусть:

$$F = \frac{(\mu_0)^X (B_d * B_z)^Y (R)^Z}{h}$$

(формула силы левитации магнитного объекта в поле Земли), тогда, по теории размерности, можно записать формулу:

$$H = \frac{\frac{H^X}{A^2} \frac{H^{2Y}}{Am} M^Z}{m}$$

где Н – ньютон, А – ампер, м – метр, размерность Х, Y, Z – равно единице. Отсюда, X = -1; Y = 1; Z = 3 и

$$F = \frac{(B_d * B_z) R^3}{\mu_0 * Z} \quad (4)$$

Второй подход.

Для получения рабочей формулы воспользуемся данными рисунка 1 и законом Ампера при взаимодействии двух контуров с токами.

Как известно, взаимодействие двух проводников с током определяется выражением:

$$F = \frac{\mu_0 J_d J_z L}{2\pi Z} \quad (5)$$

где J_d и J_z – эквивалентный ток в контуре диска и земной поверхности соответственно; L – длина контура (периметр диска).

Выражение (5) можно преобразовать к виду:

$$F = \frac{\mu_0 J_d J_z 2\pi R}{2\pi Z} = \frac{\mu_0 J_d J_z R}{Z} = \frac{4B_d B_z R^3}{\mu_0 * Z} \quad (6)$$

Как видно из выражений (4) и (6) они, с точностью до коэффициента, совпадают, но отличаются от выражений (2) и (3). В дальнейших числовых расчётах мы будем пользоваться выражением (4) с учётом $z \ll R$.

Итак, получив основную (4) рабочую формулу для оценки сил левитации ЛА в поле Земли, обратимся к известным опытам Роуланда и Эйхенвальда, выполненным ещё в 1901 г. Опыты Роуланда и Эйхенвальда говорят о том, что вокруг вращающихся дисков заряженного конденсатора существует магнитное поле.

1. «Приведенный пример показывает, что сила тока получается очень малой, и поэтому возникающие в подобных опытах поля очень слабы. Обычно они в десятки тысяч раз меньше магнитного поля Земли, что делает опыты очень трудными».

2. «Если между дисками D_1 и D_2 поместить диэлектрик A с диэлектрической проницаемостью ϵ , то заряд на металлических дисках увеличится в ϵ раз и будет $\epsilon \cdot q$. Поэтому при вращающихся металлических дисках и неподвижном диэлектрике магнитное поле увеличится тоже в ϵ раз».

Числовой расчёт:

Пусть площадь кольца $S=100 \text{ см}^2$, а расстояние между дисками $d=1 \text{ см}$. Тогда ёмкость дисков:

$$C = \frac{\epsilon_0 \cdot S}{d} = \frac{10^{-2}}{4 \cdot \pi \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-2}} = \frac{10^{-9}}{36\pi} \text{ Ф.}$$

Если напряжение между дисками $U=10^4 \text{ В}$, то

$$q = C \cdot U = \frac{10^{-9}}{36\pi} \cdot 10^4 = \frac{10^{-5}}{36\pi}, \text{ Кл}$$

(преобразованная формула расчёта электрической ёмкости). При частоте вращения $n=100 \text{ об/с}$ сила тока будет

$$I = \frac{10^{-5}}{36 \cdot \pi} \cdot 100 \approx 0,9 \cdot 10^{-5} \text{ А.}$$

Для расчёта силы левитации обратимся к схеме модели ЛА, приведенной на рисунке 3.

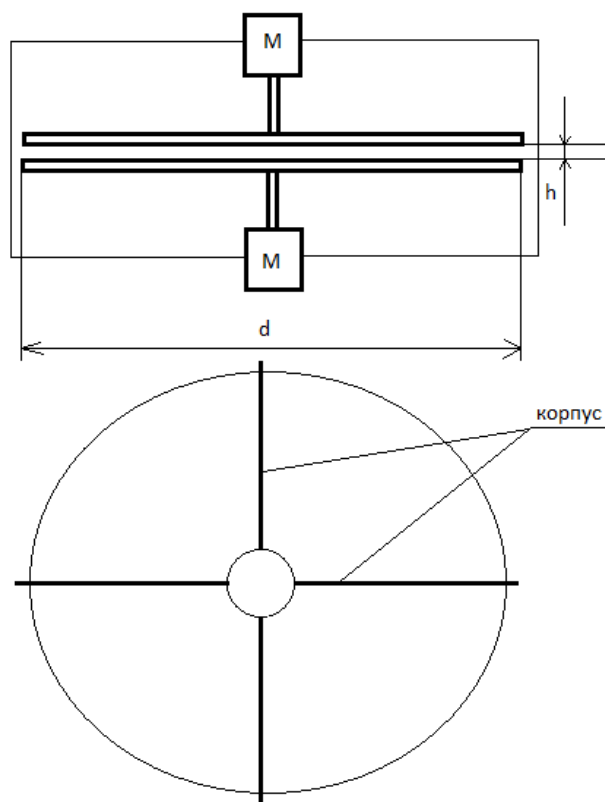


Рисунок 3 – Схема летательного аппарата (без диэлектрика)

Диски, закреплённые на валу двигателя (м), собранные в схему по рисунку 3, представляют собой конденсатор, пластины которого вращаются в противоположные стороны. В качестве привода при вращении дисков используется двигатель постоянного тока, например ДП-25 (или мощнее, но минимальной массы). В качестве диска взят односторонний фольгированный текстолит, толщиной примерно $\delta=2$ мм. Таким образом, мы заряжаем диски до нужного напряжения, приводим их с помощью двигателей во вращение (в противоположные стороны) и получаем вокруг ЛА определённое магнитное поле. Разумеется, данная схема с дисками собирается в лёгкий, но жёсткий корпус.

Расчёт основных параметров ЛА

Принимаем, что $d=2r=400$ мм; ($S=\pi r^2=0,13$ м²); $h=5$ мм; $U=3000$ В; $n=25$ об/с (1500 об/мин); $m=3$ кг; $F=mg=29,4$ н; $Z=5$ мм=0,005м.

Из выражения (4) определим потребную индукцию диска для компенсации силы тяжести аппарата:

$$B_{\text{д}} = \frac{\mu_0 F Z}{4 B_3 R^3} = \frac{12,6 \cdot 10^{-7} \cdot 29,4 \cdot Z}{4 \cdot 0,5 \cdot 10^{-4} \cdot 0,2^3} = 23,2 \cdot Z \text{ Тл.}$$

При $Z=5 \text{ мм}=0,005 \text{ м}$, получим: $B_{\text{д}}= 23,2 \cdot 0,005 = 0,12 \text{ Тл}$.

Для определения необходимого заряда дисков, обеспечивающих требуемую индукцию магнитного поля ($B_{\text{д}}$), воспользуемся выражением:

$$B = \frac{\mu_0 J_{\text{д}} L \sin a}{4 \pi r^2}$$

где, a – угол между дисками. Тогда, после преобразований получим:

$$B = \frac{(2\pi R) J_{\text{д}} Z 10^{-7}}{r^3} = \frac{(2\pi R) n q Z 10^{-7}}{r^3}$$

и, при $r = Z$ окончательно

$$q = \frac{B Z^2 10^7}{2 \pi R n} \quad (4)$$

где n – число оборотов. При подстановке числовых значений получим:

$$q = \frac{0,12 \cdot (0,005)^2 \cdot 10^7}{2 \pi \cdot 0,2 \cdot 25} = 0,95 \text{ Кл.}$$

Далее, так как ёмкость конденсатора:

$$C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{h} = \frac{q}{U} \text{ то } \varepsilon = \frac{q h}{U \varepsilon_0 S}$$

При подстановке числовых значений будем иметь:

$$\varepsilon = \frac{q h}{U \varepsilon_0 S} = \frac{0,95 \cdot 0,005}{8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 3000 \cdot 0,13} = 1,4 \cdot 10^6.$$

Полученное значение относительной диэлектрической величины весьма значительно и на сегодняшний день оно не реализовано. Нам необходимо уменьшить ε в 17,5 раз ($\frac{1,4 \cdot 10^6}{80000} = 17,5$).

Способы уменьшения ε :

- 1) За счёт увеличения оборотов - $n=9000 \text{ об/мин}$, т.е. в 6 раз;

2) За счёт уменьшения расстояния между дисками – $h=2,5$ мм, т.е в 2 раза;

3) За счёт увеличения напряжения – $U=6000$ В, т.е. в 2 раза.

Итого, общее уменьшение (ϵ) составит величину: $6*2*2=24$, и мы получим:

$$\epsilon = \frac{1,4*10^6}{24} = 0,058*10^6 = 5,8*10^4.$$

А это уже достижимо даже сегодня!!!

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%B3%D0%BB%D0%B5%D0%B2>
2. <https://zen.yandex.ru/media/transporto/kak-ustroen-poezd-na-magnitnoi-podushke-5db719641febd400b188ec52>
3. <https://rb.ru/story/maglevs-now/>

ВЛИЯНИЕ ЯДЕРНЫХ ИСПЫТАНИЙ НА РАДИАЦИОННУЮ ОБСТАНОВКУ В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Автор: Ведерников Михаил Эдуардович

МБОУ СОШ №23 г. Иркутска, 11 класс

Научный руководитель: Тютрина Юлия Александровна

Существует мнение, что Иркутская область является маленькой Хиросимой. Из-за масштабного проведения ядерных испытаний в середине XX века якобы почва была загрязнена радиоактивными изотопами. Свой вклад могли оставить и северо-восточные следы от учебных взрывов на полигоне Семипалатинск. Радиоактивная пыль могла перенестись ветром на большие

расстояния и осесть в нашем регионе. А так как радиация – это явление, опасное для организма, а что еще хуже, никак не осязаемое, то встает вопрос о безопасности проживания в регионе. Я решил разобраться и выяснить, так ли это на самом деле.

Приступая к работе над данным проектом, перед собой я поставил следующие задачи:

- изучить единицы измерения радиоактивных излучений, используемые в дозиметрии;
- изучить устройство и принцип действия дозиметров разного типа (ДП-5В, СРП-68-01, Радиоскан-701);
- выполнить замеры в разных точках, упоминаемых в СМИ, как потенциально опасных, и попытаться выяснить, оставили ли радиационный след на территории Иркутской области ядерные испытания, проводимые в середине XX века.

ВИДЫ ИЗЛУЧЕНИЙ

Атомы, «кирпичики» всей материи (биологической в том числе), состоят из положительно заряженного ядра и отрицательно заряженных электронов. При нормальных условиях атомы в целом нейтральны, поскольку число электронов в каждом из них в точности соответствует числу протонов в ядре. Воздействие ядерного излучения приводит к «поломке» некоторых атомов и нарушению этого соответствия. Электроны могут быть выбиты из электронной оболочки ядра (образуется положительный ион), выбитый электрон может на короткое время «прилипнуть» к другому, нейтральному, атому (образуется отрицательный ион). Происходит ионизация. Поскольку характер заполнения электронных оболочек в атомах определяет их химические свойства, радиация приводит к нарушению молекулярных структур вещества (и биологических тканей). Это и обуславливает негативное биологическое воздействие ядерных излучений (радиации).

Ионизирующими являются лишь такие излучения, энергия которых (на одну частицу потока излучения) способна вызывать ионизацию. Например, электромагнитное излучение в диапазоне радиоволн или видимого света ионизирующим не является. Для нас существенны пять типов ядерных излучений (в порядке убывания ионизирующей способности):

- альфа (α)-излучение – испускание ядер гелия; возникает при распаде атомных ядер тяжелее свинца (урана, тория, радия, плутония и т.п.), а также во многих ядерных реакциях, ионизирующая способность очень велика;

- бета (β)-излучение – испускание электронов и позитронов, движущихся сочень высокими (околосветовыми) скоростями; возникает в основном в результате радиоактивного распада ядер;

- протонное – поток протонов; возникает в результате ядерных реакций и приходящего на Землю космического излучения; ионизирующая способность – промежуточная между α - и β -излучениями; роль этого потока, как правило, невелика;

- рентгеновское и гамма (γ)-излучение – электромагнитное излучение очень малой длины волны и соответственно большой энергии кванта излучения (от 100 кэВ до нескольких МэВ); возникает при радиоактивном распаде, в ядерных реакциях и электродинамических процессах;

- нейтронное – поток нейтронов; возникает в основном в результате ядерных реакций, а также при распаде некоторых радионуклидов.

От альфа-излучения, тяжелых частиц ядер атома гелия может защитить простой листок бумаги или одежда. От бета-излучения может защитить толстый слой стали в несколько миллиметров. Также от бета-излучения можно защититься тонким слоем свинца. От самого проникающего, гамма-излучения или рентгеновского излучения можно защититься несколькими или даже десятками миллиметров, или несколькими метрами бетона, из которого изготавливают фундаменты или сооружения гражданской обороны для защиты населения от оружия массового поражения.

ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ

Меру воздействия ионизирующего излучения и его возможные последствия характеризует доза излучения. Однако физическая интерпретация этого понятия, его терминология и, в особенности, единицы несут на себе отголоски многолетних терминологической и метрологической неопределённостей, царивших в радиационной физике вплоть до последнего времени. С 1 января 2000 г. в России введён единый нормативный документ, лежащий в основе правил работы с источниками ионизирующих излучений – это «Нормы радиационной безопасности», НРБ-99. Они разработаны с учётом действующих федеральных законов и рекомендаций Международной комиссии по радиационной защите (МКРЗ). Их соблюдение обязательно для граждан, физических и юридических лиц.

По НРБ-99 вводятся следующие основные понятия, относящиеся к термину «доза»:

– Поглощённая доза – энергия, передаваемая единице массы вещества при воздействии на него ионизирующим излучением. Единицей является грей: 1 Гр – доза, соответствующая поглощению 1 Дж энергии в 1 кг вещества. Внесистемная единица поглощённой дозы рад (1 рад = 0,01 Гр) НРБ-99 не признаётся.

– Эквивалентная доза – поглощённая в органе или ткани доза, умноженная на взвешивающий для данного вида излучения коэффициент эквивалентной дозы, который учитывает относительную биологическую эффективность этого вида: 1 для γ -квантов и электронов, 5~20 для нейтронов различных энергий, 20 для α -частиц при внутреннем облучении и т.д. Единица эквивалентной дозы – зиверт (Зв).

– Эффективная доза – величина, используемая как мера риска возникновения отдалённых негативных последствий облучения с учётом индивидуальной радиочувствительности различных органов и тканей тела. Это сумма произведений эквивалентной дозы в органах и тканях на взвешивающие коэффициенты эффективной дозы, которые изменяются от 0,20 (половые

железы) до 0,01 (кожа, клетки костных поверхностей). Единица эффективной дозы – зиверт (Зв). Сумма взвешивающих коэффициентов эффективной дозы равна единице. Легко понять, что это соответствует важнейшему частному случаю, когда обширное внешнее ионизирующее излучение достаточной проникающей способности, как, например, нейтронное и/или γ воздействует сразу на всё тело. Значение эффективной дозы весьма важно для практической аппаратурной дозиметрии.

– Эффективная коллективная доза – мера коллективного риска возникновения отдалённых эффектов облучения, равная сумме индивидуальных эквивалентных (эффективных) доз для рассматриваемой группы населения или персонала. Единица – человеко-зиверт (чел. • Зв).

– Мощность дозы – доза, отнесённая ко времени воздействия излучения, выражается в греях (или зивертах) в секунду, минуту или час. Мощность дозы – это не только количественный, но и важнейший качественный показатель, в большой мере, характеризующий вероятные последствия облучения организма. Любители солнечных ванн хорошо знают, что загорать по полчаса в течение двадцати дней отпуска или десять часов в течение первого дня – далеко не одно и то же, хотя доза солнечного ультрафиолета одна и та же. При одинаковой дозе всегда опаснее большая однократная мощность дозы, поскольку организм обладает до некоторых пределов способностью к постепенной самореабилитации, но при больших разовых лучевых поражениях эти пределы оказываются превзойдёнными.

– Эффективная (эквивалентная) годовая доза – сумма эффективной (эквивалентной) дозы внешнего облучения, полученной за календарный год, и ожидаемой эффективной (эквивалентной) дозы внутреннего облучения, обусловленной поступлением в организм радионуклидов за этот же год. Единица годовой эффективной дозы – зиверт (Зв). Это введённое НРБ-99 понятие является одним из важнейших при нормировании дозовых нагрузок.

ПРИБОРЫ ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ИЗЛУЧЕНИЙ

В ходе практической работы над проектом я проводил замеры такими приборами: «ДП-5В», «СРП-68-01» и «Радиоскан-701».

	Принцип работы	Особенности
ДП-5В (рентгенометр общевоисковой)	Основан на работе счетчика Гейгера-Мюллера СБМ-20	Данный прибор военного назначения и предназначен, главным образом, для измерения мощности экспозиционной дозы в миллирентгенах или рентгенах в час. Корректно измерять бета-излучение этот прибор не способен.
СРП-68-01 (геологоразведочный, поисковый сцинтилляционный гамма-радиометр)	Принцип действия прибора основан на сцинтилляционном датчике, кристалле йодида-натрия.	Является профессиональным, предназначенным для гражданских специалистов в области геологии и бытовой дозиметрии. Данный тип прибора способен определять мощность экспозиционной дозы совершенно корректно, за счет своего детектора, который сверхчувствителен к гамма-излучению. Его помощью можно определить даже незначительное повышение радиационного фона.
Радиоскан-701 (дозиметр- радиометр)	Принцип действия основан на слюдяном датчике «Б-1-1».	Способен определять альфа, бета и гамма-излучения. Является отличным поисковым, применяемым в быту и не только профессиональным прибором.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ

В ходе исследований я посетил следующие места: п. Листвянка, п. Горячий ключ, Голоустненский тракт, Осинский район (около с. Бильчир), г. Иркутск. Результаты представлены в следующей таблице:

	Листвянка	Иркутск	Горячий ключ	Вдоль Голоустненского тракта	Осинский район
Мощность экспозиционной дозы в мкР/ч (норма < 20 мкР/ч)	11-12	13-15	9-10	9-13	10-14

Как видно из таблицы, показания отличаются довольно слабо, что свидетельствует о нормальной природной активности в пунктах замеров. Ни одним прибором мною не было выявлено повышения радиационного фона в тех местах, которые по информации СМИ являются потенциально опасными с точки зрения радиационного заражения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Колдобский А. Б.* Ионизирующие излучения: Биологическое воздействие. М.: ООО «Чистые пруды», 2005. 32 с.
2. *Ободовский И. М.* Влияние радиации на здоровье человека. ИД Интеллект, 2018.
3. *Харченко А. М.* Радиация. Невидимый убийца. Феникс, 2011.

ОБУЧЕНИЕ ОРГАНИЗМА ТОЧНОМУ ВОСПРИЯТИЮ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН (ТЕМПЕРАТУРЫ)

Автор: Бездольная Анастасия Антоновна

МАОУ г. Иркутска ЦО №47, 10 класс

Научный руководитель: Степанова Татьяна Сергеевна

В научно-исследовательской работе описан эксперимент получения информации о сопоставлении технических средств измерения и органолептического метода измерения с помощью кожи человека. Восприятие информации человеком – это ознакомление с явлениями и предметами посредством их воздействия на различные органы чувств: в данной работе было использовано осязание. Проведены тесты, результаты занесены в таблицы, сделаны выводы.

Ключевые слова: информация, органолептический метод, температура, восприятие температур, калибровочный эксперимент.

ВВЕДЕНИЕ

Современный мир насыщен техническими средствами измерения физических величин. Эти технические средства измерения дают нам относительную картину. Например: температура в градусах Цельсия или температура в градусах Фаренгейта – эти величины относительны.

Данная научно-исследовательская работа предполагает получение информации о сопоставлении технических средств измерения и органолептического метода измерения с помощью кожи человека.

Понятие «информация» имеет абстрактное значение, и во многом его определение зависит от контекста. В переводе с латинского языка это слово означает «разъяснение», «представление», «ознакомление». Наиболее часто под термином «информация» понимают новые факты, которые восприняты и

поняты человеком, а также признаны полезными. В процессе переработки этих, впервые полученных сведений, люди получают определенные знания.

Восприятие информации человеком – это ознакомление с явлениями и предметами посредством их воздействия на различные органы чувств: зрение, слух, осязание, вкус и обоняние.

Органы осязания ответственны за возможность восприятия тактильной информации. Рецепторы, расположенные на коже, позволяют оценить температуру исследуемого объекта, тип его поверхности, форму.

Но прежде чем мы можем достоверно проводить эти измерения или доверять нашим органолептическим методам измерения, мы должны научить наши органы чувств точно измерять в соответствии с техническими средствами.

Мы сопоставляем измерения, проведенные техническими методами, с измерением, проведенным органолептическим методом.

Органолептический метод – (органо- + греч. *leptikos*– способный взять, воспринять) метод, основанный на анализе информации, воспринимаемой органами чувств (зрения, обоняния, осязания, слуха, вкуса) без применения технических измерительных или регистрационных средств. Эта информация не может быть представлена в численном выражении, а основывается на ощущениях, генерируемых органами чувств человека. Решение относительно объекта контроля принимается по результатам анализа чувственных восприятий.

Температура – это физическая величина, характеризующая степень нагрева предмета, измеряемую в градусах по шкале Цельсия, Фаренгейта и некоторым другим.

Восприятие температур – оценка состояния тепла или холода организмом человека

Калибровочный эксперимент – эксперимент, в котором измерение температуры инструментальным методом соотносится с температурными ощущениями кожи.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Калибровочный эксперимент.

Порядок выполнения:

1. Подготавливаем воду с температурой (10-40⁰С).
2. Кисть руки опускаем в воду на 30 секунд.
3. В воду опускаем правую руку и запоминаем ощущения.
4. Повторяем пункт 2 для левой руки.
5. Увеличиваем температуру на 5⁰С.
6. Повторяем пункты 2-4 для этой температуры.
7. Проводим эксперимент до 40⁰С.
8. Результаты сводим в таблицу.

То есть происходит обучение кожи точным температурным ощущениям.

С помощью обучения и тренировки можно научиться испытывать одни и те же ощущения и четкую интерпретацию.

Таблица 1 – Эксперимент № 1 Калибровочный (1 день)

№ опыта	Температура воды, ⁰ С	Температура руки, ⁰ С, до погружения в воду		Время, секунд, нахождения рук (каждой) в воде
		правая	левая	
1	10	33,9	33,9	30
2	15	33,8	33,1	30
3	20	31,8	31,5	30
4	25	32,5	31,8	30
5	30	31,5	33,2	30
6	35	31,8	32,5	30
7	40	32,2	33,2	30

Таблица 2 – Эксперимент № 1 Калибровочный (2 день)

№ опыта	Температура воды, °С	Температура руки, °С, до погружения в воду.		Время, секунд, нахождения рук (каждой) в воде
		правая	левая	
1	10	32	31,8	30
2	15	31,5	32,2	30
3	20	32,5	31,2	30
4	25	32,2	31,8	30
5	30	33,9	30,8	30
6	35	31,5	31,5	30
7	40	31,8	32,5	30

Таблица 3 – Эксперимент № 1 Калибровочный (3 день)

№ опыта	Температура воды, °С	Температура руки, °С, до погружения в воду.		Время, секунд, нахождения рук (каждой) в воде
		правая	левая	
1	10	31,5	30,3	30
2	15	33,9	30,8	30
3	20	30,8	31,5	30
4	25	32,2	30,5	30
5	30	30,2	30,2	30
6	35	32,2	31,8	30
7	40	31,5	31,2	30

Проверочный эксперимент.

Для проведения следующего опыта нам понадобятся специально изготовленные экспериментальные карты.

Таблица 4 – Карта ассистента

№ опыта	Температура для	
	Правой руки	Левой руки
1		
2		
3		

Таблица 5 – Карта испытуемого

№ опыта	Температура для	
	Правой руки	Левой руки
1		
2		
3		

Ассистент наливает в стакан воду произвольной температуры, в рамках которой был проведен предыдущий опыт, не показывая испытуемому. Температура записывается в специально отведенный бланк экспериментальной карты.

Для каждой руки вода наливается отдельно.

Испытуемый записывает свои ощущения от разных рук в свою карту (какая ощущается температура и т.д.). В конце эксперимента две карты сравниваются и сводятся в одну таблицу для определения, насколько испытуемый научился определять температуру воды.

Таблица 6 – Эксперимент № 2 Проверочный (1 день)

№ опыта	Температура, заданная ассистентом для...		Температура, определённая испытуемым для...	
	Правой руки	Левой руки	Правой руки	Левой руки
1	30	30	20	25
2	15	15	15	15
3	10	10	10	10
4	40	40	40	40
5	25	25	25	25
6	35	35	35	35
7	30	30	30	30

После каждого опыта, рука должна остыть (нагреться) до нормальной температуры тела.

Таблица 7 – Эксперимент № 2 Проверочный (2 день)

№ опыта	Температура, заданная ассистентом для...		Температура, определённая испытуемым для...	
	Правой руки	Левой руки	Правой руки	Левой руки
1	15	15	15	15
2	35	30	30	30
3	25	25	20	20
4	10	10	10	10
5	40	40	40	40
6	35	35	35	35
7	25	30	25	25

После каждого опыта, рука должна остыть (нагреться) до нормальной температуры тела.

Таблица 8 – Эксперимент № 2 Проверочный (3 день)

№ опыта	Температура, заданная ассистентом для...		Температура, определённая испытуемым для...	
	Правой руки	Левой руки	Правой руки	Левой руки
1	15	15	15	15
2	25	25	25	25
3	30	30	30	30
4	20	20	20	20
5	10	10	10	10
6	35	35	35	35
7	40	40	40	40

Таблица 9 – Контрольный день (через 1 неделю)

№ опыта	Температура, заданная ассистентом для...		Температура, определённая испытуемым для...	
	Правой руки	Левой руки	Правой руки	Левой руки
1	35	35	35	35
2	15	15	15	15
3	25	25	25	25
4	10	10	10	10

За работу левой руки отвечает правое полушарие. За работу правой руки – левое полушарие мозга.

Эксперимент показал, что для задачи определения разницы восприятия температуры левым и правым полушариям мозга требуется повышение точности измерений, т.е. в будущем измерения t^0 будут уже не через 5^0 , а меньше, от 1^0 до $0,5^0$ С.

ВЫВОДЫ

1. Обучение восприятию температуры t^0 от -10 до $+40^0$ С кистями правой и левой руки прошло за 3 дня эксперимента, контроль был произведён через неделю.

2. Эксперимент показал, что для задачи определения разницы восприятия температуры левым и правым полушариям мозга требуется повышение точности измерений, т.е в будущем измерения t^0 будут уже не через 5^0 , а меньше, от 1^0 до $0,5^0$ С.

3. Проведённая научно-исследовательская работа позволяет использовать её данные в алгоритмах обучения систем искусственного интеллекта к восприятию физических величин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Белага В. В.* Физика 8 класс: академический школьный учебник / В. В. Белага, И. А. Ломаченков, Ю. А. Панебратцева. М.: Просвещение, 2019. 176 с.

2. Дидактика. Часть I. Общетеоретические основы: учебное пособие [Электронный ресурс] / Автор-составитель В. И. Смирнов. Нижний Тагил: Нижнетагильская государственная социально-педагогическая академия, 2012. URL: <https://studfile.net/preview/5183125/page:13/> (дата обращения: 22.12.2019).

3. Подсознательное обучение мозга [Электронный ресурс]. URL: <https://gizmod.ru/2011/12/20/podsoznatelnoe-obuchenie-mozga/> (дата обращения: 16.12.2019).

4. Типы и способы восприятия информации [Электронный ресурс]. URL: <https://fb.ru/article/187059/tipyi-i-sposobyi-voospriyatiya-informatsii> (дата обращения: 11.01.2020).

ФИЗИКА В СОВРЕМЕННОЙ СЕЙСМОЛОГИИ

Автор: Шклюдова Анна Евгеньевна

МБОУ СОШ №14 г. Иркутска, 10 класс

Научный руководитель: Новикова Галина Петровна

Землетрясения – подземные толчки и колебания поверхности Земли, вызванные естественными причинами (главным образом тектоническими процессами) или искусственными процессами (взрывы, заполнение водохранилищ, обрушение подземных полостей горных выработок).

Ежегодно на Земле сейсмографы фиксируют более 100 тысяч землетрясений. Из них людьми ощущаются около 10 тысяч и разрушительными бывают около 100 землетрясений. Эти подземные бури наносят большой ущерб жизнедеятельности и приводят к огромным человеческим жертвам. В то же время геофизикам они дают возможность достаточно детально изучать внутреннее строение Земли. При этом одной из важнейших целей геофизических исследований является предсказание времени и места предстоящих землетрясений.

Отсюда следует важность и актуальность решения задачи прогнозирования землетрясений, что позволяет минимизировать последствия катастрофы и сократить количество человеческих жертв, организовав своевременные мероприятия по защите населения и их эвакуацию.

Ключевые слова: землетрясения, сейсмология, байкальская рифтовая зона, неравновесность физики.

1. СУЩНОСТЬ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И ОСОБЕННОСТЬ СТРОЕНИЯ БАЙКАЛЬСКОЙ РИФТОВОЙ ЗОНЫ

Для начала рассмотрим, что же представляет собой землетрясение. В соответствии с приложением 1, самая верхняя оболочка Земли – литосфера, состоящая из твёрдой земной коры. Ниже располагается твёрдая верхняя

мантия, точнее, её верхняя часть. Эти геосферы состоят из различных горных пород, обладающих высокой твёрдостью. Но в толще верхней мантии на разных глубинах размещается слой, названный астеносферным. Он более пластичный, в отличие от других соседних слоев. Считается, что астеносфера является тем самым слоем, по которому могут перемещаться литосферные плиты и части верхней мантии.

Оценка силы землетрясений происходит двумя способами: физический и по внешним приметам. Балльная шкала определяет степень разрушения на поверхности земли. Она имеет ограничения: от 1 до 12 (приложение 2). Причем, волнение в 1 балл могут заметить только сейсмические приборы, а в 12 баллов – вызывает тотальное разрушение в городе и изменение рельефа местности.

Землетрясения 12 баллов случаются весьма редко. Чаще всего внимание привлекают пяти-восьмибалльные. Пятибалльное не несет каких-либо серьезных разрушений. При восьми баллах получают повреждения даже антисейсмические здания.

Физическая шкала – это магнитуда. Измеряется по Рихтеру и определяет величину энергии, получаемой при землетрясении. Шкала магнитуд не ограничена, но энергия земной коры, естественно, конечна. Возрастает она логарифмически, возрастание магнитуды на единицу равносильно десятикратному увеличению величины смещений грунта. При этом энергия, выделяемая во время землетрясения, возрастает в 30 раз.

В очаге землетрясения частицы горных пород перемещаются, колеблются. Они толкают, колеблют соседние частицы, которые передают колебания еще дальше в виде акустической волны. Акустические волны, которые возникают при землетрясении, называются сейсмическими. Различают несколько типов сейсмических волн: волны сжатия, волны сдвига и поверхностные волны.

Землетрясения известны своей разрушающей способностью. Здания и сооружения сносятся колебаниями почвы или цунами, которые возникают от сейсмических смещений на морском дне.

Землетрясения в России случаются часто. Только с конца 90-х годов произошло около 30 значительных, с силой толчков более 7-ми баллов. К сейсмически опасным районам относится Дальневосточный регион, Восточная Сибирь, Якутия, Кавказ, побережья Каспийского и Чёрного моря. В целом, землетрясения в России угрожают территориям проживания более 20 млн человек.

Наш регион находится в сейсмически активной зоне. По геологическим и геофизическим данным установлено, что протяженность Байкальской рифтовой зоны (БРЗ) более 2000 км.

По данным Единой геофизической службы Российской академии наук на 18.02.2020 г в Иркутской области зафиксировано свыше 10 землетрясений магнитудой 3–5 баллов с начала года (приложение 3). Эта необычайно интенсивная сейсмическая активность приковывает к Байкалу внимание многих сейсмологов России и всего мира. Ученые говорят о том, что зона Байкальского рифта, на территории которого находятся Республика Бурятия и Иркутская область, переживает период подъема тектонической деятельности.

В Иркутской области ведутся исследования по совершенствованию методов среднесрочного прогноза землетрясений. Данный прогноз позволяет определять возникновение землетрясения с вероятностью 70%. Сведения о возможных изменениях сейсмического режима передаются в МЧС и администрацию Иркутска, где все официальные прогнозы подвергаются дополнительной экспертизе.

2. ВАЖНОСТЬ ФИЗИКИ В СЕЙСМОЛОГИИ

Для измерения сейсмоактивности используют аппарат сейсмограф (приложение 4).

Принцип работы сейсмографа достаточно прост. На подставку маятника воздействуют сейсмические волны, что выводит ее из равновесия, маятник колеблется и острием записывает кривую колебаний на пленке, либо же на бумаге. Если сейсмической активности не наблюдается, маятник находится в

покое, и на бумаге чертится прямая линия. Как только происходит активизация сейсмической активности, штатив, на котором укреплен сейсмограф, поднимается вверх или сдвигается в какую-либо сторону. Это движение дает маятнику возможность прочертить первую ровную линию, которая ведет линию вверх, либо вниз от серединной черты на ленте. После этого маятник начинает фиксировать любые колебания и раскачивается. На ленте появляются ломаные линии.

Приборы для записи землетрясений основаны на принципе инерции.

В очагах сильных колебаний размещаются экспедиционные сейсмографы, их задача – регистрировать дальнейшие возможные толчки. С помощью сейсмографов выявляются новые тектонические разрывы, смещения земной коры, оползни и другие геологические катастрофы. Сейсмология относится к точным наукам и сформировалась в конце XIX века. Она имеет тесную связь с науками физико-математического и геолого-географического направления. Изучение сейсмического процесса, например, имеет соприкосновение с тектоникой, физической географией, сеймотектоникой, космофизикой. Достижения физики твердого тела, механики, геодезии, гидрогеологии, геохимии лежат в основе исследования очагов землетрясения и предвестников землетрясения. Исследования, проводимые в районе очага землетрясения, являются важными при сейсмостойком строительстве. Достижения сейсмологии используются при изучении земной коры и лежат в основе развития методов сейсморазведки.

Основные задачи этой науки связаны с:

- 1) изучением сейсмических волновых полей, вызванных землетрясением;
- 2) исследованием подвижек земной коры;
- 3) анализом взаимодействия грунта и сооружений, расположенных в опасной зоне;
- 4) разработкой способов сейсмического микрорайонирования;

5) выявлением и изучением силы влияния землетрясений на оболочки планеты;

б) изучением сейсмических шумов.

В свою очередь, задачи, решаемые сейсмологией, перестали ограничиваться лишь изучением собственно землетрясений. Теперь данные о землетрясениях используются также для изучения глубинного строения и прогноза месторождений полезных ископаемых.

Сейсмология тесно связана с уровнем развития смежных научных дисциплин, в первую очередь – с уровнем развития физики и физхимии. В конце XX века эти науки сделали качественный скачок в своем развитии – сформировалась теория неравновесных физико-химических процессов, продемонстрировавшая, в частности, что свойства неравновесных многокомпонентных систем качественно отличаются от свойств этих же систем в равновесии. Сейсмология оказалась одной из тех прикладных наук, которую теория неравновесных процессов затрагивает в первую очередь, ведь сейсмичность – сугубо неравновесный процесс, не подчиняющийся законам классической (равновесной) физики.

Методы неравновесной физики преобразили современную сейсмологию. Она превратилась в сильно математизированную и компьютеризированную науку с чрезвычайно широким фронтом исследований. Возникающие в сейсмологии задачи постоянно выводят сейсмологов на передний край современной физики. Анализ сейсмических данных трансформировался в область применения самых современных физических и математических теорий. Сегодня можно говорить не только о том, что методы неравновесной физики обогащают теоретический аппарат сейсмологии, но и о том, что неравновесная физика сама впитывает в себя методы, разработанные для решения сейсмологических задач. Так, теория вейвлетного преобразования, изначально предназначавшаяся для анализа сейсмограмм, сегодня используется как метод исследования неравновесных (масштабно-инвариантных) систем любой физической природы.

И хотя некоторые актуальные задачи сейсмологии (прежде всего – задача сейсмического прогноза) пока относятся к числу нерешенных, теоретические подходы к их решению постепенно обнаруживаются в функциональном пространстве неравновесной и нелинейной физики. Сегодня сейсмология развивается вместе с ней.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Прогноз землетрясений – сложная научная проблема и благородная цель сейсмологии. Точно предсказать время возникновения очередных сейсмических толчков, а тем более предотвратить их, к сожалению, невозможно.

Поэтому главными методами борьбы против стихии остается строительство сейсмоустойчивых зданий и развитие систем оповещения. Именно на эти моменты нужно обратить внимание властям стран группы риска, пока ученые пытаются решить задачу точного прогноза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андронов А. А., Леонтович Е. А., Гордон И. М., Майер А. Г. Теория бифуркаций динамических систем на плоскости. М.: Наука, 1967. 487 с.
2. Белоусов Т. П., Стаховский И. Р. Мультифрактальный анализ разломных кластеров зоны сочленения Памира и Тянь-Шаня // Геофизические процессы в дискретной среде / Под ред. М. А. Садовского. М.: Изд-во РФФИ, 1993. С. 50-63.
3. Борняков С. А., Салко Д. В., Семинский К. Ж., Дэмбэрэл С., Ганзориг Д., Батсайхан Ц., Тогтохбаяр С. Инструментальная регистрация медленных деформационных волн на Южно-Байкальском геодинамическом полигоне // Доклады АН. 2017. Т. 473, № 3. С. 355–358.
4. Гульельми А. В. Форшоки и афтершоки сильных землетрясений в свете теории катастроф // УФН. 2015. Т. 185. № 4. С. 415-429.
5. Касахара К. Механика землетрясений. М.: Мир, 1985. 264 с.

6. Молчанов С. А., Писаренко В. Ф., Резников Ф. Я. О перколяционном подходе в теории разрушения // Вычислительная сейсмология. 1986. № 19. С. 3-8.

7. Обухов А. М. Турбулентность и динамика атмосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1988. 414 с.

8. Садовский М. А., Болховитинов Л. Г., Писаренко В. Ф. О свойстве дискретности горных пород // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1982. № 12. С. 3-18.

9. Садовский М. А., Писаренко В. Ф. Сейсмический процесс в блоковой среде. М.: Наука, 1991. 96 с.

10. Стаховский И. Р. Согласование скейлингов сейсмического и сейсмоэнергетического полей земной коры // Физика Земли. 2004. № 11. С. 38-46.

Приложение 1



Рисунок 1 – Строение земной коры

Таблица 1 – Шкала сейсмической интенсивности

Балл	Сила землетрясения	Краткая характеристика
1	Неощутимое	Колебания почвы, отмечаемые прибором
2	Едва заметное	Землетрясение ощущается в отдельных случаях людьми, находящимися в спокойном состоянии
3	Слабое	Колебание отмечается немногими людьми
4	Ощутимое	Землетрясение отмечается многими людьми, возможно колебание окон и дверей
5	Умеренное	Качание висячих предметов, скрип полов, дребезжание стекол, осыпание побелки
6	Значительное	Легкое повреждение зданий, тонкие трещины в штукатурке, трещины в печках и т. п.
7	Сильное	Трещины в штукатурке и в стенах, люди в панике покидают дома. Возможно падение тяжелых предметов
8	Очень сильное	Большие трещины в стенах, падение карнизов и дымовых труб
9	Разрушительное	Обвалы в некоторых зданиях
10	Катастрофическое	Трещины в грунте (шириной до 1 м.). Обвалы во многих зданиях, полное разрушение старых построек
11	Опустошительное	Многочисленные трещины на поверхности земли, обвалы в горах. Разрушение зданий
12	Сильнейшая природная катастрофа	Полное разрушение всех сооружений, серьезные изменения в рельефе

Таблица 3 – Каталог землетрясений за 2020 г. в Иркутской области

Дата и Время	Широта	Долгота	Интенсивность, баллы
2020-02-15 09:29:55	57.07	118.96	4,5 б
2020-02-13 23:53:01	56.75	117.84	Чара 3б
2020-02-13 19:23:33	54.09	109.26	Суво 3-4б
2020-02-02 22:14:45	52.42	106.74	2 б
2020-01-28 08:17:24	58.59	121.14	2 – 3 б.
2020-01-22 03:19:02	53.58	108.11	4, 8 б.
2020-01-21 22:20:00	53.55	108.18	4, 2 б.
2020-01-16 23:45:48	51.75	101.64	3 б.
2020-01-09 19:58:57	52.12	106.53	Каменск 2б
2020-01-05 05:59:16	54.84	111.67	4 б.
2020-01-04 00:43:07	54.85	111.66	2 – 4 б.

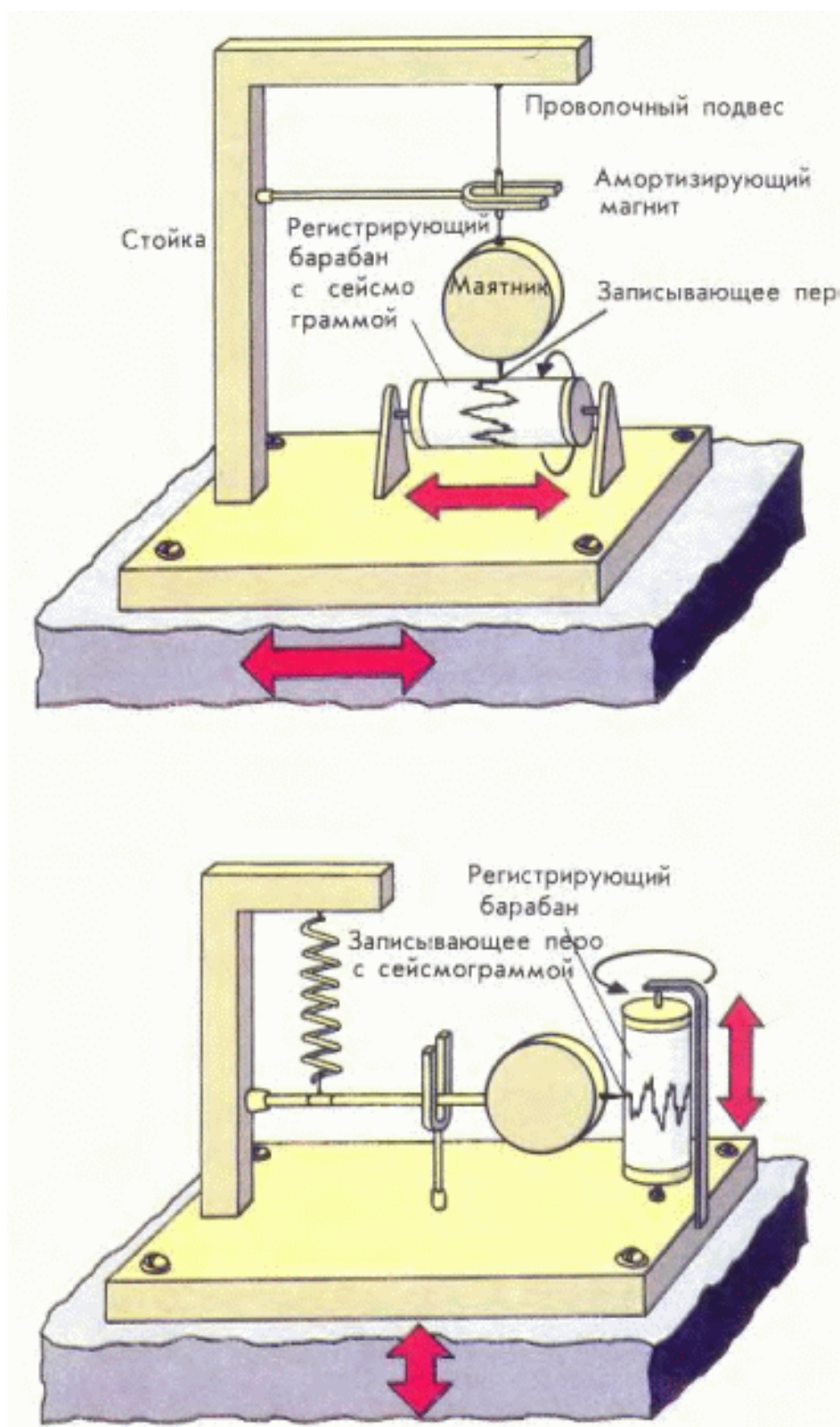


Рисунок 2 – Пример работы сейсмографа

Руководитель: Ковтуненко В.Г., доцент кафедры естественно-научных дисциплин, к.ф.-м.н., доцент

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В АВИАСТРОЕНИИ

Авторы: Ли Анатолий Вилларионович, Мартышкин Александр Васильевич
Иркутский филиал МГТУГА, 4 курс

Научный руководитель: Потемкина Светлана Павловна

ПОНЯТИЕ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Метод конечных элементов (МКЭ) получил широкое распространение для решения теоретико-экспериментальных задач по математическому моделированию состояния каких-либо физических объектов.

МКЭ – это численный метод решения дифференциальных уравнений, интегральных уравнений и прочих прикладных задач. МКЭ получил широкое распространение в математическом моделировании состояния каких-либо физических объектов.

Основная идея МКЭ состоит в том, что любую непрерывную величину, такую как температура, давление и перемещение, можно аппроксимировать дискретной моделью, которая строится на множестве кусочно-непрерывных функций, определенных на конечном числе подобластей. Кусочно-непрерывные функции определяются с помощью значений непрерывной величины в конечном числе точек рассматриваемой области.

Основная концепция МКЭ может быть проиллюстрирована на одномерном примере заданного распределения температуры в стержне, показанном на рисунке 1.

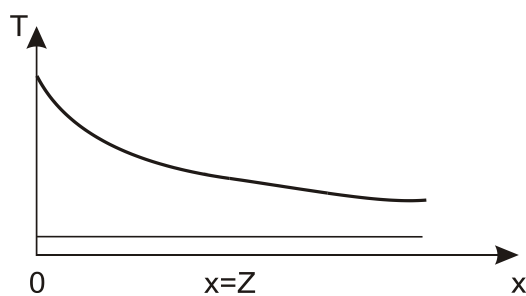


Рисунок 1 – Распространение температуры в стержне

Рассматривается непрерывная величина $T(x)$, область определения – отрезок вдоль оси OX . Зафиксируем узловые точки. Значения $T(x)$ в данном случае известны в каждой узловой точке. Эти фиксированные значения представлены графиком на рисунке 2.

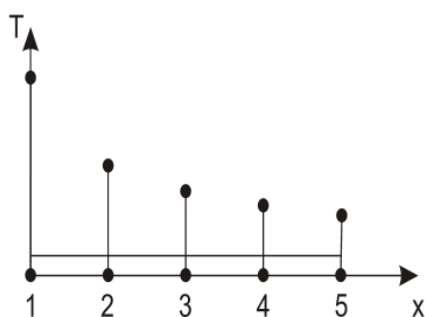


Рисунок 2 – Фиксация узловых Точек

Разбиение области на элементы может быть проведено двумя способами. Можно, например, ограничить каждый элемент двумя соседними узловыми точками, образовав четыре элемента (рис. 2) или разбить область на два элемента, каждый из которых содержит три узла (рис. 3).

Соответствующий элементу многочлен (полином) определяется по значениям $T(x)$ в узловых точках элемента. В случае разбиения области на четыре элемента, когда на каждый приходится по два узла, функция элемента будет линейна по X (т.к. через две точки можно провести прямую). Окончательная аппроксимация $T(x)$ будет состоять из четырех кусочно-линейных функций, каждая из которых определяется на отдельном элементе (рис. 4). В общем случае распределение температуры неизвестно, и мы хотим определить значения этой величины в некоторых точках. Методика построения

дискретной модели остается точно такой же, как описано выше, но с добавлением одного дополнительного шага.

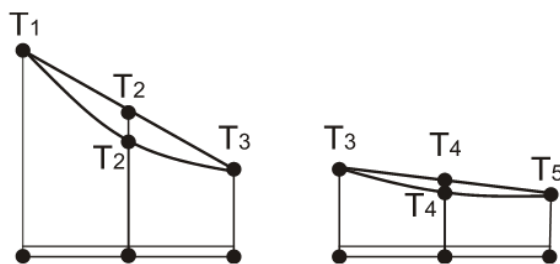


Рисунок 3 – Ограничение элементов вторым способом

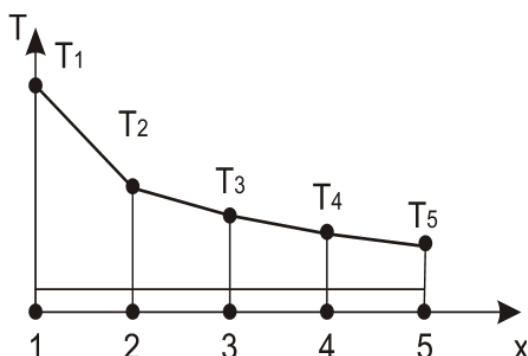


Рисунок 4 – Окончательная аппроксимация $T(x)$

Узловые значения $T(x)$ должны быть такими, чтобы обеспечивалось «наилучшее» приближение к истинному распределению температуры. Это «регулирование» осуществляется путем минимизации некоторой величины, связанной с физической сущностью задачи ($\min U$). Процесс минимизации сводится к решению системы линейных уравнений относительно узловых значений $T(x)$.

При построении дискретной модели непрерывной величины, определенной в двух- или трехмерной области, основная концепция метода конечных элементов используется аналогично одномерному случаю. В двумерной области элементы описываются функциями от (x, y) , при этом чаще всего рассматриваются элементы в форме треугольника или четырехугольника. Если для данного элемента взято минимальное число узлов (для треугольного элемента равняется трем, для четырехугольного – четырем), то функция элемента представляется плоскостью.

Если используемое число узлов больше минимального, то функции элемента будет соответствовать криволинейная поверхность.

В качестве функции элемента чаще всего применяется полином или многочлен. Порядок полинома зависит от числа используемых в каждом узле элемента данных о непрерывной функции или «количества узлов».

Симплекс-элемент в простейшем случае имеет уравнение прямой.

$$\varphi = \alpha_1 + \alpha_2 x$$

Для построения дискретных моделей в двух- и трехмерных областях используют тот же подход, что и в рассмотренном выше примере, при этом разбиение осуществляется на треугольники или четырехугольники.

Рассмотрим подробнее случай с применением одномерного симплекс-элемента. Одномерный симплекс-элемент представляет собой прямолинейный отрезок длины L с двумя узлами, по одному на каждом конце отрезка. Полиномиальная функция для скалярной величины φ имеет вид:

$$\varphi = \alpha_1 + \alpha_2 x, \quad L = x_j - x_i. \quad (1)$$

Коэффициенты α_1 и α_2 в формуле (1) определим по значениям в узловых точках: $\varphi = \Phi_i$ при $x = X_i$ и $\varphi = \Phi_j$ при $x = X_j$. Эти узловые

условия приводят к системе двух уравнений

$$\begin{cases} \Phi_i = \alpha_1 + \alpha_2 X_i, \\ \Phi_j = \alpha_1 + \alpha_2 X_j, \end{cases}$$

решение которых имеет вид $\alpha_1 = \frac{\Phi_i X_j - \Phi_j X_i}{L}$, $\alpha_2 = \frac{\Phi_j - \Phi_i}{L}$. Тогда

полиномиальная функция (1) будет иметь вид $\varphi = \frac{\Phi_i X_j - \Phi_j X_i}{L} + \frac{\Phi_j - \Phi_i}{L} \cdot x$

или

$$\varphi = \left(\frac{X_j - x}{L} \right) \Phi_i + \left(\frac{x - X_i}{L} \right) \Phi_j. \quad (2)$$

Линейные функции от x формулы (2) называются функциями формы, и обозначим их через N .

$$N_i = \frac{X_j - x}{L}, \quad N_j = \frac{x - X_i}{L}. \quad (3)$$

Соотношение (2) может быть записано в виде матрицы

$$\varphi = N_i \Phi_i + N_j \Phi_j = [N] \{\Phi\}, \quad (4)$$

где $[N] = (N_i N_j)$ – матрица-строка и $\{\Phi\} = \begin{Bmatrix} \Phi_i \\ \Phi_j \end{Bmatrix}$ вектор-столбец. Как видно из

формулы (4), функция $N_i = \frac{X_j - x}{L}$ равна единице в узле с номером i и равна

нулю в j -м узле. Аналогично функция $N_j = \frac{x - X_i}{L}$ равна нулю в i -м узле и

равна единице в узле с номером j . Эти значения характерны для функций формы.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В АВИАСТРОЕНИИ

В области авиастроения применение МКЭ имеет особенно важное значение, так как подавляющее большинство авиационных конструкций представляет собой совокупность элементов (узлов, агрегатов, деталей), смежных между собой, но имеющих различия в физико-механических свойствах включаемых материалов. Напряженное состояние любой конструкции характеризуется совокупностью внутренних напряжений, возникающих при действии на конструкцию внешних нагрузок различной физической природы (силовые, магнитные, температурные и прочие поля) и других факторов. Напряженное состояние авиационной конструкции является основанием для оценки статической прочности и ресурса летательных аппаратов. Более того, МКЭ решаются задачи по моделированию

обтекания воздушного судна. Так, ниже показан пример в программной среде ANSYS для конечно-элементного анализа (рис. 6).

С использованием МКЭ конструкция моделируется набором конечных элементов, по возможности совпадающих с действительными элементами конструкции или, являющимися частями действительных элементов. В частности для крыла, такими элементами являются элементы конструктивно-силовой схемы:

- продольные: лонжероны и стенки (балки, работающие на изгиб) и стрингеры (стержни, работающие на растяжение-сжатие);
- поперечные: нервюры и жесткости (балки, работающие на кручение и изгиб);
- жесткая работающая обшивка (пластины, воспринимающие крутящий и изгибающий моменты, растягивающие и сжимающие силы).

Рассмотрим простой вариант задачи по определению напряженного состояния лопасти несущего винта автожира прямоугольной формы (рис.5). Лопастей автожира имеют тонкий профиль, и в качестве примера ее можно считать тонкой пластиной. Для определения напряженного состояния лопасти несущего винта автожира имеем следующие геометрические данные: длина лопасти (радиус несущего винта) $R_{НВ} = 4$ м, ширина (хорда) $b = 0,25$ м. Так же были произведены экспериментальные исследования, при которых поверхность лопасти разбивалась на 30 треугольных конечных элементов равных размеров, в узлах которых измерялись напряжения.

Расстановка и нумерация узлов осуществлялась так, как показано на рисунке 5.

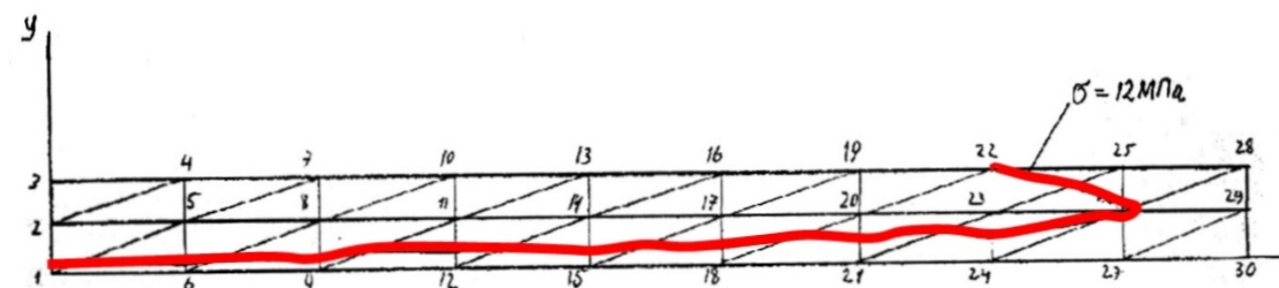


Рисунок 5 – Расчет напряженного состояния лопасти несущего винта

При этом, для узлов были получены следующие значения напряжений (табл.1).

Таблица 1 – Напряжения в узлах элементов

Номер узла	Значение напряжения, МПа	Номер узла	Значение напряжения, МПа	Номер узла	Значение напряжения, МПа
1	10,3	11	20,4	21	6,1
2	26,1	12	7,0	22	12,1
3	18,8	13	15,5	23	15,9
4	17,2	14	20,1	24	5,7
5	24,3	15	6,9	25	9,8
6	9,6	16	15,4	26	12,5
7	16,0	17	19,2	27	3,5
8	22,8	18	6,4	28	2,1
9	8,3	19	13,3	29	3,5
10	15,8	20	17,7	30	1,1

Для решения данной задачи необходимо:

- определить напряжение в точке, отстоящей на расстоянии 1,619 м от места крепления лопасти и на расстоянии 0,11 м от носка лопасти;
- определить линию равного напряжения для $\sigma = 12$ МПа.

Помещаем начало координатной плоскости ОХУ в узел под номером 1 таким образом, что ось ОУ направлена вдоль хорды лопасти несущего винта, а ось ОХ – вдоль размаха лопасти (рис.5). Точка, напряжение в которой нужно определить, будет иметь следующие координаты: $x = 1619$ мм; $y = b - 110 = 250 - 110 = 140$ мм. Эта точка находится в элементе 11-13-14. Принимаем $i = 11, j = 13, k = 14$. Напряжения в узлах: $\sigma_i = 20,4$ МПа, $\sigma_j = 20,1$ МПа, $\sigma_k = 15,5$ МПа.

После подстановки полученных данных эксперимента в формулы (1) – (4) получим элементы функции формы $N_i = 0,385$, $N_j = 0,488$, $N_k = 0,119$ и напряжение в рассматриваемой точке лопасти

$$\sigma = N_i \sigma_i + N_j \sigma_j + N_k \sigma_k \approx 19,51.$$

Тогда градиент величины напряжения вдоль оси ОХ

$$\frac{\partial \sigma(x, y)}{\partial x} = b_i \sigma_i + b_j \sigma_j + b_k \sigma_k = -125 \cdot 20,4 + 125 \cdot 20,1 = -37,5.$$

Градиент величины напряжения вдоль оси OY

$$\frac{\partial \sigma(x, y)}{\partial y} = c_i \sigma_i + c_j \sigma_j + c_k \sigma_k = -441 \cdot 20,1 + 441 \cdot 15,5 = -2\,029.$$

Напряжение в любой точке, принадлежащей границе элемента, будет определяться по формуле $\sigma(z) = [N]\{\sigma\}$,

где $[N] = (N_i N_j)$ – матрица-строка, задающая функцию формы; $\{\sigma\} = \begin{Bmatrix} \sigma_i \\ \sigma_j \end{Bmatrix}$ –

вектор столбец значений напряжений в узлах i, j .

$$\text{Таким образом, } \sigma(z) = \left(\frac{z_j - z}{L} \right) \sigma_i + \left(\frac{z - z_i}{L} \right) \sigma_j,$$

где z_i, z_j – координаты соответствующих узлов вдоль оси Z; L – длина рассматриваемой границы элемента. Координата z точки с задаваемым напряжением линии уровня элемента определится по формуле

$$z = \frac{\sigma L - z_j \sigma_i + z_i \sigma_j}{\sigma_j - \sigma_i},$$

или, если принять, что начало отсчета оси Z помещено в i -й узел, и

$$\text{соответственно, } z_j = 0, z_i = L, \text{ то } z = \frac{(\sigma - \sigma_i)L}{\sigma_j - \sigma_i}.$$

Так как из условия задачи сказано, что все треугольные элементы равны

между собой, то длина границы элемента вдоль оси OX $L = \frac{R_{HB}}{n_x} \approx 444,4$ мм,

где $n_x = 9$ – число элементов вдоль оси OX лопасти, а длина границы элемента

$$\text{вдоль оси OY } L = \frac{b_{лон}}{n_y} = \frac{250}{2} \approx 125 \text{ мм,}$$

где $n_y = 9$ – число элементов вдоль оси ОУ лопасти. Тогда длина границы элемента – гипотенузы треугольника – равна $L = \sqrt{125^2 + 444,4^2} \approx 461,7$ мм.

Результаты расчета линия равного напряжения для $\sigma=12$ МПа представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчета линии равных напряжений для $\sigma = 12$ МПа

Граница элемента	Длина границы, мм	Напряжение σ_i , МПа	Напряжение σ_i , МПа	Координата Z, мм	$\bar{z} = \frac{z}{L} 100, \%$
1-2	125	10,3	26,1	13,4	11
1-5	461,7	10,3	24,3	56,1	12
5-6	125	9,6	24,3	20,4	16
6-8	461,7	9,6	22,8	83,9	18
8-9	125	8,3	22,8	31,9	26
9-11	461,7	8,3	20,4	141,2	31
11-12	125	7,0	20,4	46,6	38
12-14	461,7	7,0	20,1	176,2	38
14-15	125	6,9	20,1	48,3	38
15-17	461,7	6,9	19,2	191,4	41
17-18	125	6,4	19,2	54,7	44
18-20	461,7	6,4	17,7	228,8	50
20-21	125	6,1	17,7	63,6	51
21-23	461,7	6,1	15,9	278	60
23-24	125	5,7	15,9	77,2	62
24-26	461,7	5,7	12,5	427,8	93
26-27	125	3,5	12,5	118,1	94
26-29	444,4	3,5	12,5	419,7	95
26-28	461,7	2,1	12,5	439,5	96
25-26	125	9,8	12,5	101,9	82
23-25	461,7	9,8	15,9	166,5	36
22-25	444,4	9,8	12,1	425	96

Линия равных напряжений представлена на рисунке 5.

ВЫВОДЫ

1. Метод конечных элементов – основной метод решения прикладных инженерных задач в авиастроении, применяемый главным образом для расчета напряженных состояний конструкций и формирования моделей течения газовых потоков, взаимодействия тел и газового потока и прочих.

2. Решенная задача по определению напряженного состояния лопасти автожира, поиска линии равных напряжений – является частью прочностного расчета, который может быть основанием для внесения изменений в конструкцию лопасти.

ВЗАИМОСВЯЗЬ ГЕОМЕТРИИ И ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОГО ИСКУССТВА

Авторы: Гейкина Дарья Петровна, Гейкина Марина Петровна
Медицинский колледж железнодорожного транспорта ФГБОУ ВО ИрГУПС,
2 курс

Научный руководитель: Зверева Наталья Алексеевна

Геометрия, как наука, сыграла значительную роль в упорядочении человеческого мышления. Это лучший способ развития интеллектуальных и творческих способностей. Можно отметить значение геометрии для естествознания, для понимания того, как устроен мир.

Искусство, как часть человеческого бытия, не берется ниоткуда. Оно является частью человеческого сознания, следовательно, напрямую связано с человеческим мышлением, с его образным и абстрактным виденьем. Можно предположить, что комбинация различных форм также влияет на восприятие образа для различных людей.

Цель работы: Изучить взаимосвязь геометрии и изобразительного искусства.

Задачи:

1. Выяснить, на что способны воплощение красоты и познание науки, объединенные вместе?
2. Понять, как геометрия повлияла на искусство?

3. Каким образом геометрические фигуры раскрывают индивидуальный типологический характер человека?

4. Какое скрытое значение несет геометрическая фигура?

Объект исследования: человек.

Предмет исследования: Художественные изображения и закономерности.

Геометрия и искусство – два основных начала в человеческой культуре, две дополняющие друг друга формы высшей творческой деятельности человека. Высшая их цель – быть взаимодополняющими гранями человеческой культуры, потому что даже в самой сердцевине науки есть элемент искусства, а всякое искусство несёт в себе частицу научной мудрости. Все мы знаем, что красота начинается с формы.

С древних времён люди сталкивались с необходимостью находить расстояния между предметами, определять размеры участков земли, ориентироваться по расположению звёзд на небе. Так, египетские пирамиды, сооруженные за 2-3 тысячи лет до н. э., поражают точностью своих метрических соотношений, доказывая, что их строители знали многие геометрические положения и расчёты. Развитие торговли и мореплавания требовало умения ориентироваться во времени и пространстве: знать сроки смены времён года, определять своё местонахождение по карте, измерять расстояния и углы, находить направление движения.

Пифагор считал, что познать мир – это значит познать управляющие им числа. По мнению философа, все в природе подчиняется неким числовым комбинациям. Основным в учении Пифагора является учение о числе, как сущности всего мира.

В каждом числе Пифагор определял тот или иной принцип, закон, ту или иную активную силу. Противоположность между нечетными (высшими) и четными (низшими) числами проявляется в природе в виде ряда других противоположностей: свет и тьма, начало и конец, безграничное и ограниченное, движущееся и покоящееся, мужское и женское начало и т.д.

Примером может служить китайский знак «Инь и Янь», символизирующий переход одного знака в другой и показывающий мир, который создан из противоположностей, и в сочетании может составлять единое целое.



Рисунок 1 – Знак Инь и Янь

Основные характерные черты:

1. Компоненты символа, Инь и Янь, заключены в замкнутый круг, что означает бесконечность всего сущего на Земле.

2. Равное деление круга на две половинки, окрашенные в противоположные цвета (белый и чёрный), подчёркивает равнозначность Инь и Янь, их противоположность.

3. Разделение круга не прямой линией, а волнистой создаёт как бы проникновение одной противоположности в другую, их взаимное влияние одного знака на другой. Ведь увеличь один знак – другой без сомнения будет уменьшен. Влияние одного знака на другой подчёркивается также симметричным расположением точек-«глаз» – противоположного цвета, то есть цвета «противника». Это означает, что знак Инь «глядит на мир глазами» знака Янь, а знак Янь воспринимает жизнь «глазами» знака Инь.

Где бы ни появился символ круга: в примитивном культе солнца или в современной религии, в мифах или снах, или в сферических построениях древних астрономов, – он всегда указывает на единственный наиболее существенный аспект жизни – ее абсолютную завершенность. Он выражает целостность психики во всех ее проявлениях, включая взаимоотношения между человеком и всей природой.

Это, в свою очередь, говорит о том, что без знаний геометрии мы не сможем полностью понять все закономерности между миром прекрасного и реального, которые нас всегда окружают.

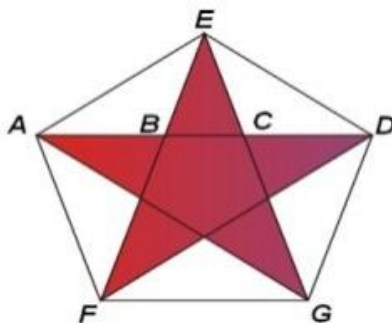


Рисунок 2 – Звёздчатый пятиугольник

Геометрия владеет двумя сокровищами: одно из них – учения Пифагора о числе как о первоначале мира, другое – «Золотая» пропорция – деление отрезка в среднем и крайнем отношении. Золотая» пропорция – понятие математическое. Но она является критерием гармонии и красоты, а это уже категории искусства.

Замечательный пример «золотого сечения» представляет собой пятиугольник – выпуклый и звёздчатый. Звёздчатый пятиугольник называется пентаграммой («пенте» – пять). Он служит символом Пифагорейского союза. В этой фигуре наблюдается удивительное постоянство отношений отрезков: $AD:AC = AC:CD = AB:BC = AD:AE = AE:EC$.

Знаменитая книга математика Леонардо Пизанского, который в последующем стал известен как Фибоначчи, увидела свет в 1202 г. В ней ученый впервые приводит закономерность чисел, в ряду которых каждое число является суммой 2-х предыдущих цифр. Последовательность чисел Фибоначчи заключается в следующем: 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377 и т.д.

Также ученый привел ряд закономерностей:

– Любое число из ряда, разделенное на последующее, будет равно значению, которое стремится к **0,618**. Причем первые числа Фибоначчи не дают такого числа, но по мере продвижения от начала последовательности это соотношение будет все более точным.

– Если же поделить число из ряда на предыдущее, то результат устремится к **1,618**.

– Одно число, поделенное на следующее через одно, покажет значение, стремящееся к **0,382**.

Применение связи и закономерностей числа Фибоначчи (**0,618**) можно найти не только в математике, но и в искусстве: в природе, в истории, в архитектуре и строительстве и во многих других науках.

«Золотые» пропорции Числа Фибоначчи были исследованы Архимедом, с помощью них он вывел уравнение «золотого прямоугольника».

Ученый заметил, что форма спирали основана на законах о золотом сечении. При ее раскручивании получается длина, к которой можно применить пропорции и числа Фибоначчи, увеличение шага (раскрутка спирали) происходит равномерно. Параллель между числами Фибоначчи и золотым сечением можно увидеть, построив «золотой прямоугольник», у которого стороны пропорциональны, как 1,618:1. Он строится, переходя от большего прямоугольника к малым так, что длины сторон будут равны числам из ряда. Построение его можно сделать и в обратном порядке, начиная с квадратика «1». При соединении линиями углов этого прямоугольника в центре их пересечения получается спираль Фибоначчи.

Это спираль воплощения бесконечности, потому что она никогда не заканчивается. Она воплощает форму от маленькой песчинки до масштабов вселенной.

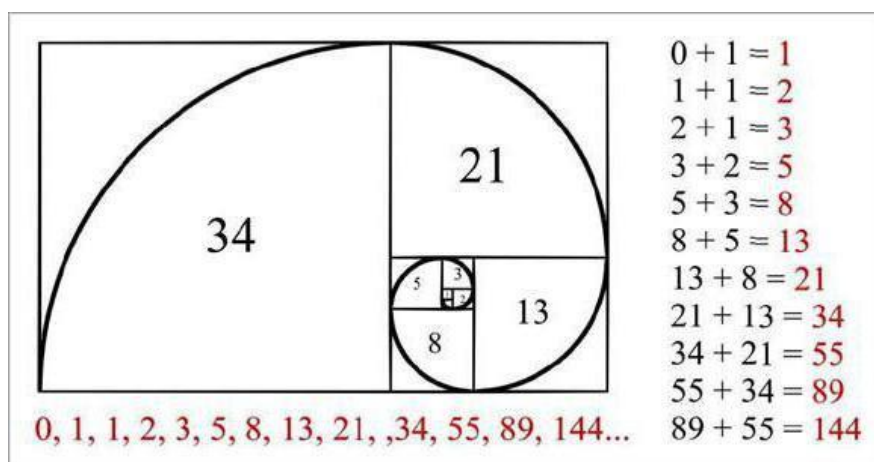


Рисунок 3 – Спираль Архимеда и золотой прямоугольник

В растительном и животном мире существует тенденция к формообразованию в виде симметрии, которая наблюдается в направлении роста и движения. Деление на симметричные части, в которых соблюдаются золотые пропорции, – такая закономерность присуща многим растениям и животным. И, конечно, самые интересные формы представляют закручивающиеся по спирали раковины улиток, узоры на паутине, движение ветра внутри урагана, двойная спираль в ДНК и структура галактик – все они включают в себя последовательность чисел Фибоначчи.

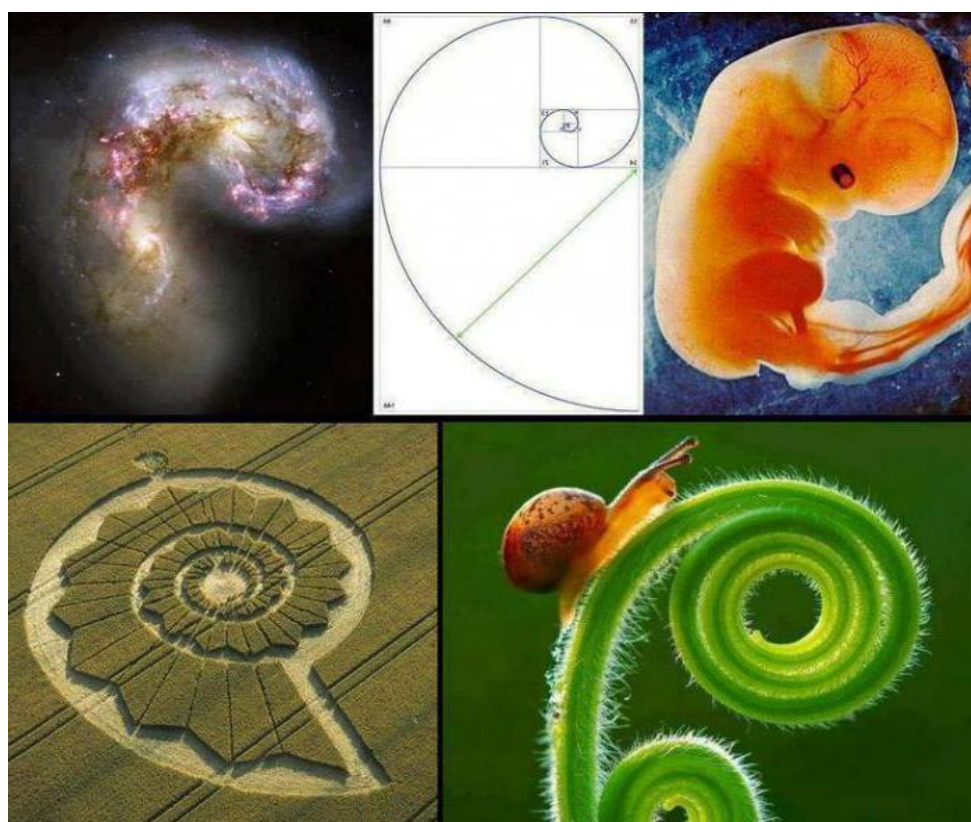


Рисунок 4 – Число Фибоначчи и золотое сечение в природе

Ученые исследовали шедевры архитектуры, созданные по правилам «золотого сечения»: египетские пирамиды, Пантеон, Парфенон, Собор Нотр-Дам де Пари, храм Василия Блаженного и др. Парфенон – одно из красивейших зданий в Древней Греции (5 в. до н.э.) – имеет 8 колонн и 17 по разным сторонам, отношение его высоты к длине сторон равно 0,618. Выступы на его фасадах сделаны по «золотому сечению».



Рисунок 5 – Золотое сечение в архитектуре

Все это подтверждает выводы древних и современных ученых о том, что золотая пропорция многосторонне связана с фундаментальными вопросами науки и проявляется в симметрии многих творений и явлений окружающего нас мира.

Чтобы узнать, каким образом геометрические фигуры способны влиять на индивидуальные типологические характеристики человека, нами был проведен психологический тест среди однокурсников под названием «Рисунок человека из геометрических фигур». Участие в исследовании принимало 25 человек. Средний возраст участников составил 16-17 лет. Абсолютно все участники проведенного нами теста – представители женского пола.

Целью теста является определение индивидуальных типологических характеристик человека на основе соотношения геометрических фигур в рисунке, а также графических особенностей его выполнения.



Рисунок 6 – Диаграмма результатов тестирования «Рисунок человека из геометрических фигур»

Проанализировав данную диаграмму, мы пришли к следующему выводу:

- Тест показал, что максимальное количество людей, принимавшее участие в тесте, относится к «тревожно-мнительному» типу. Нами было замечено, что именно этот тип людей наиболее активный в учебном процессе и является наиболее ответственными личностями.

- А вот тип людей «ответственный исполнитель» испытывает трудности в общении, а также усталость и дискомфорт.

- Также выяснилось, что только один человек из обучающихся относится к типу «изобретатель-конструктор».

Во вселенной еще много неразгаданных тайн, на некоторые из которых ученые уже смогли дать ответ. Числа Фибоначчи, золотое сечение, учения Пифагора о числе как о первоначале мира – все это составляет невероятно малую часть разгадки окружающего мира. Построение и создание формы для оптимального зрительного восприятия человека – есть гармония мира, тесно переплетающаяся в геометрии и искусстве. Она образует тесную неразрывную взаимосвязь, без которой представление о мире было бы невозможным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Ссылка на тест: <https://subscribe.ru/group/onlajn-testyi-psihologiya-i-samopoznanie/1928555/>

1. <http://matematikaiskusstvo.ru/geometryandart.html>
2. <http://geometry-and-art.ru>
3. <http://fb.ru/article/323642/chisla-fibonachchi-i-zolotoe-sechenie-vzaimosvyaz>
4. <http://geometry-and-art.ru/goldenratio.html>
5. <http://www.manalfa.com/udacha/in-yan-chto-oznachaet-simvol>
6. Мир математики: в 40 т. Т.1: *Фернандо Корбалан*. Золотое сечение. Математический мир красоты./ Пер. с англ. – М.: Де Агостини, 2014. – 260 с.
7. *Васютинский Н. А.* Золотая пропорция / Н. А. Васютинский – М.: Мол. гвардия, 1990. – 230-239 с.

ЗОЛОТОЕ СЕЧЕНИЕ В ХРАМЕ ПЕТРА И ПАВЛА ГОРОДА ШЕЛЕХОВА

Автор: Куренкова Анна Александровна

МБОУ ШР «Шелеховский лицей», 11 класс

Научные руководители: Курдамосова Екатерина Сергеевна,
Лисовая Анна Васильевна

В нашем мире всё основано на числах. Некоторые из них даже имеют собственные имена. Среди всех этих замечательных чисел одно является особенно интересным: 1,6180339887. Это число очаровало множество блестящих умов и было названо золотым сечением.

Знания, накопленные в геометрии, могут использоваться и в живописи, и в дизайне, и в архитектуре. Нам стало интересно, в чём состоят тайны гармонии архитектурных сооружений, по каким пропорциям можно измерить золотое

сечение и присутствуют ли эти пропорции в здании храма Петра и Павла в городе Шелехове.

Актуальность: благодаря данной научно-исследовательской работе можно больше узнать о методах определения золотого сечения в архитектурных сооружениях.

Цель исследования: выяснить, присутствуют ли пропорции золотого сечения в храме Петра и Павла с помощью специально составленной программы.

Гипотеза: в храме Петра и Павла г. Шелехова может быть обнаружено золотое сечение. Задачи: изучить историю понятия «золотое сечение»; найти всемирно известные образцы архитектуры, в которых присутствует золотое сечение; рассмотреть приемы определения золотого сечения в архитектурных сооружениях; написать программу, которая проводит анализ наличия золотого сечения в выбранных для исследования архитектурных объектах; исследовать здание храма Петра и Павла на присутствие в его пропорциях золотого сечения; сделать выводы о присутствии золотого сечения в храме Петра и Павла г. Шелехова.

Методы исследования: сбор и обобщение материала, расчеты, анализ, составление программы.

Объект исследования: золотое сечение в архитектуре.

Предмет исследования: золотое сечение в храме Петра и Павла г. Шелехова.

ЗОЛОТОЕ СЕЧЕНИЕ В АРХИТЕКТУРЕ

Золотое сечение было открыто греками, и его документированная история начинается с одной из самых известных книг всех времён «Начала» Евклида, написанной около 300 г. до н.э.

История золотого сечения начинается с шестой книги Евклида. В ней содержится такой текст: «Разделить прямую линию в крайнем и среднем отношении, значит разделить её на два таких отрезка, чтобы отношение всей

линии к большему отрезку равнялось отношению большего отрезка к меньшему». Если сказать более кратко: «Целое относится к большей части, как большая часть к меньшей» [8].

Уже в 1509 г. Лука Пачоли, итальянский математик, написал трактат «О божественной пропорции». А в начале XX века золотое сечение стали обозначать буквой «фи» (первая буква имени архитектора Парфенона в Афинах) [2]. Для того чтобы посчитать значение числа Φ , разделим отрезок x на две части по принципу Евклида. Тогда больший отрезок равен 1, а меньший – $(x-1)$. Рассматривая пропорцию $x/1=1/(x-1)$ и решая её, мы приходим к квадратному уравнению: $x^2+x-1=0$ с двумя решениями. Но нас интересует положительное значение $\Rightarrow \Phi = 1,618033\dots$ Так как решение содержит квадратный корень, то число Φ будет иррациональным. Его невозможно вычислить до конца, но достаточно округлить до пяти знаков после запятой. Φ – отношение между длинами частей отрезка, поэтому значение золотого сечения не зависит от его первоначальной длины [8].

Говоря о золотом сечении, нельзя не вспомнить об одной последовательности чисел, описанной в XIII веке итальянским математиком – последовательности Фибоначчи [9]. Суть такой последовательности заключается в том, что она начинается с двух единиц, а каждое последующее число равно сумме двух предыдущих: 1,1,2,3,5,8,13,21,34,55,89,144,233,377,610...

Между последовательностью Фибоначчи и числом Φ существует тесная связь. Отношение любого члена последовательности к предыдущему будет всегда примерно равно значению числа Φ :

$$3/2=1,5 \quad 5/3=1,66666 \quad 8/5=1,6 \quad 13/8=1,625 \quad 21/13=1,615384615384615.$$

Первые результаты имеют мало общего с числом 1,6180339887..., но с каждым разом они начинают всё больше к нему стремиться. В программе, представленной в практической части, демонстрируется эта закономерность.

Вершиной прикладного искусства является архитектура. Расскажем подробнее о божественной пропорции в архитектуре. Золотое сечение можно

встретить в пирамидах древних египтян, Триумфальных арках Древнего Рима, ликийских гробницах, храмах древнего города Миры. Но самым ярким примером золотого сечения является Парфенон. Отношение длины здания Парфенона в Афинах к его высоте равно Φ . Как выяснилось, между линиями человеческого тела и каменными очертаниями древнего сооружения существует глубокая связь. Именно поэтому Парфенон и все другие здания с золотым сечением обладают такой поразительной гармонией и спокойствием [1].

В России также есть здания, в которых можно рассмотреть золотое сечение. Например, храм Покрова Богородицы на Нерли, построенный в 1165 г. по инициативе Андрея Боголюбского [1]. Известный русский архитектор Казаков Матвей Федорович в своем творчестве постоянно пользовался божественной пропорцией. Благодаря поразительному таланту, Казаков смог осуществить множество проектов жилых домов и усадеб. Например, золотое сечение можно обнаружить в архитектуре здания сената в Кремле (1776– 1778), Голицынской больницы в Москве (1794-1801), Петровского дворца (1776 – 1779) [5]. Все эти здания были спроектированы задолго до того, как Цейзинг опубликовал свой труд «Эстетические исследования» (1855) [3].

В архитектуре божественная пропорция выявляется двумя основными способами: по отрезкам и по прямоугольникам. В первом случае всё довольно просто. Ещё с античности в архитектуре принято считать золотым сечением отрезки в отношении 62% к 38%. Это как раз делается по принципу Евклида, о котором говорилось выше: «Целый отрезок (100%) относится к большей части (62%), как большая часть (62%) относится к меньшей (38%)». В таком соотношении отрезков были построены многие архитектурные сооружения. Например, собор Парижской Богоматери или Покровский храм на Нерли, о котором говорилось выше.

Определение золотого сечения в архитектуре по прямоугольникам заключается в отношении ширины объекта к его высоте. Одна из сторон прямоугольника должна быть в 1,618 раз длиннее другой. Прямоугольник с таким соотношением сторон называется «золотым».

ЗОЛОТОЕ СЕЧЕНИЕ В ХРАМЕ ПЕТРА И ПАВЛА ГОРОДА ШЕЛЕХОВА

Нам стало интересно, какими методами можно выявить золотое сечение. Были рассмотрены всемирно известные архитектурные образцы, в которых присутствуют пропорции золотого сечения. В качестве таких образцов выбраны следующие объекты: Парфенон в Афинах (438г. до н.э.), собор Парижской Богоматери (1163-1345), Университет Саламанки в Испании (1218), Покровский храм на Нерли в России (1165). Для каждого из данных архитектурных сооружений был применен метод определения золотого сечения с помощью соотношения длин отрезков и(или) соотношения сторон прямоугольников.

Считали, что золотое сечение обнаружено, если соотношение близко к значению числа Φ (1,61803398874989...). Погрешность золотого сечения определена как максимальная разность между отношением соседних чисел в последовательности Фибоначчи и числом Φ .

Для автоматизации расчетов была составлена программа по выявлению золотого сечения в архитектурных сооружениях, относящихся к разным историческим эпохам.

Как следует из расчетов, представленных в таблицах программы, золотое сечение действительно обнаруживается по правилу соотношения отрезков. На фотографиях исследуемых объектов выделяются отрезки, в которых проверяется наличие золотого сечения. В первую таблицу автоматически выводятся длины целого и большего отрезков, затем высчитываются отношения и их разность. Допустимая погрешность для определения золотого сечения, т.е. отклонение от числа Φ – 0,1180. Архитектурные фрагменты, в которых было обнаружено золотое сечение, выносятся в отдельную таблицу.

Были рассмотрены основные отрезки Парфенона, собора Парижской Богоматери, а также Покровского храма на Нерли. На основе исследования последовательности Фибоначчи и всемирно известных объектов архитектуры была составлена программа, выявляющая золотое сечение в храме Петра и Павла

города Шелехова. Были исследованы размеры отдельных архитектурных фрагментов здания. Удалось обнаружить золотое сечение в пропорциях: длина всего здания к длине от основания до окончания окна второго яруса и длина всего здания к длине от основания до начала окна барабана [4] с мизерными погрешностями.

Вторая часть программы – выявление золотого сечения по соотношению сторон прямоугольника – по структуре аналогична первой. Здесь были выявлены «золотые» прямоугольники в зданиях Парфенона и Университета Саламанки. В таблицу автоматически выводятся длина и ширина исследуемых прямоугольников, затем вычисляется их отношение. В последнем столбце представлено отклонение соотношения сторон от Φ . Если оно меньше 0,1180 (допустимая погрешность), то золотое сечение обнаружено, и значения сторон данного прямоугольника выносятся в отдельную таблицу.

Накопленный опыт исследования всемирно известных памятников архитектуры был использован при изучении пропорций в фасаде храма Петра и Павла. После исследования некоторых прямоугольников выяснилось, что на высоте окон 1-го яруса и порталов [4] входов можно заметить прямоугольник с отношением сторон как 1.5. Если взять прямоугольник на высоте яблук угловых главок и посчитать отношение его сторон, то получается число 1.6 (очень близко к Φ). Длина всего фасада в отношении к высоте яблук угловых главок даёт 1.5. А от вертикальной оси колокольни до вертикальной оси четверика – прямоугольник с отношением сторон 1.5. В программе также просчитывается отношение сторон прямоугольника, который содержится в общем плане храма (виде сверху), и оно равно 1,6. Из данных расчётов можно сделать вывод, что в храме Петра и Павла города Шелехова присутствуют «золотые» прямоугольники.

Подводя итог, можно сказать, что золотое сечение присутствует в разных направлениях искусства, науки, а так же в природе. Можно говорить о том, что пропорции божественного сечения обладают красотой и гармонией, поэтому играют огромную эстетическую роль в нашей жизни.

Золотое сечение лежит в основе таких всемирно известных сооружений, как Парфенон, Великая Пирамида, Врата Солнца в Боливии, Нотр-Дам-де-Пари, Миланский собор, королевская капелла Сен-Шапель во Франции, Покровский храм на Нерли, Петровский дворец, Голицынская больница, Университет Саламанки, Вознесенская церковь в селе Коломенском и многие другие.

В ходе исследования была составлена программа, которая автоматизирует процесс обнаружения пропорций золотого сечения двумя способами: по соотношению длин отрезков и соотношению сторон прямоугольника. С помощью этих методов были исследованы всемирно известные архитектурные сооружения, а также храм Петра и Павла в г. Шелехове. В этом храме было выявлено золотое сечение двумя способами.

Таким образом, гипотеза исследования полностью подтверждена. И можно сделать вывод, что божественные пропорции присутствуют в здании главного храма нашего города. Его красота и гармония подтверждаются не только на чувственном уровне, но и подкрепляются строгостью математических расчетов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Волошинов А. В.* Математика и искусство: книга для тех, кто не только любит математику или искусство, но и желает задуматься о природе прекрасного и красоте науки. – М.: Просвещение, 2000. – 399 с.

2. Золотое сечение – гармоническая пропорция. Режим доступа: <http://tehlib.com/arhitektura/zolotoe-sechenie/> (дата обращения: 16.02.2018).

3. Золотое сечение: пропорция. Режим доступа: <http://bouw.ru/article/zolotoe-sechenie-proporsiya#HAnch4> (дата обращения: 16.02.2018).

4. Краткий словарь архитектурных терминов. Режим доступа: <http://tehlib.com/arhitektura/zodchestvo-drevnej-rusi-kratkij-slova/> (дата обращения: 12.01.2018).

5. Лазарь Л. П. Золотое сечение. Режим доступа: http://rustimes.com/blog/post_1177437753.html (дата обращения: 30.06.2018)

6. Стахов А. П. Золотое сечение в эпоху Итальянского Возрождения. Режим доступа: <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0232/100a/02320033.htm> (дата обращения: 12.02.2018).

7. Студопедия. Второе золотое сечение. Режим доступа: https://studopedia.ru/16_52857_vtoroe-zolotoe-sechenie.html (дата обращения: 12.02.2018)

8. Фернандо Корбалан Золотое сечение. Математический язык красоты. – М.: Де Агостини, 2013. – 160 с.

9. Числа Фибоначчи. Режим доступа: http://economic-definition.com/Other_branches_of_mathematics/Chisla_Fibonachchi_Fibonacci_Numbers_eto.html (дата обращения: 27.02.2018).

СПОСОБЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НА СМЕСИ, СПЛАВЫ И РАСТВОРЫ

Авторы: Белошедова Мария Анатольевна, Дёмкина Екатерина Егоровна
МБОУ СОШ №55 г. Иркутска, 11 класс

Научный руководитель: Тринько Елена Анатольевна

Человеку часто приходится смешивать различные жидкости, порошки, газообразные или твердые вещества, или разбавлять что-либо водой. Текстовые задачи на смеси, сплавы и растворы входят в различные сборники заданий по математике ОГЭ и ЕГЭ, но многие ученики пропускают эти задачи, так как испытывают сложности при их решении.

Задачи на смеси и сплавы в школьном курсе математики считаются самыми сложными. По статистике больше половины выпускников не могут решить задачи данного типа. На одном из факультативных занятий мы

рассмотрели один из способов решения этих задач (табличный способ). Этот способ показался нам достаточно простым. Но не каждую задачу можно решить этим способом. Поэтому мы решили узнать, существуют ли другие способы решения таких задач. На удивление, мы нашли много способов, как алгебраических, так и геометрических.

Цель работы: изучение различных способов решения задач на смеси и сплавы, создание обучающей презентации и сборника задач.

Задачи:

- рассмотреть и выбрать наиболее легкие и распространенные способы и методы решения задач на данную тематику;
- создать сборник задач, а также представить несколько способов решения задач на смеси, растворы и сплавы в обучающей презентации;
- создать тест, позволяющий проверить знания, полученные при изучении темы.

В ходе работы мы изучили разные способы решения задач, отобрали для себя более легкие, рассмотрели решение одной задачи разными способами, создали обучающую презентацию, позволяющую самостоятельно изучить одну из сложных тем математики, составили тест, дающий возможность проверить знания учащихся по данной теме.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ «НА СМЕСИ, СПЛАВЫ»

При решении задач на смеси, растворы и сплавы мы используем их общее свойство, которое заключается в том, что масса смеси, раствора или сплава равна сумме масс их компонентов. Процентное содержание каждого компонента указывает на отношение массы компонента к массе смеси (раствора или сплава).

При смешивании смесей, растворов или сплавов их общие массы, также как и массы компонентов, складывают.

Для решения таких задач примем некоторые предположения:

- все получающиеся сплавы или смеси однородны;
- при решении этих задач считается, что масса смеси нескольких веществ равна сумме масс компонентов.

Кроме того, в таких задачах часто употребляются термины «концентрация», «процентное содержание», «массовая доля вещества», которые ученики должны воспринимать как синонимы.

Определение: Процентным содержанием (концентрацией) вещества в смеси называется отношение его массы к общей массе всей смеси. Это отношение может быть выражено либо в дробях, либо в процентах.

Терминология данных задач:

- процентное содержание вещества;
- концентрация вещества;
- массовая доля вещества.

Задачи на смеси и сплавы бывают двух видов:

1. Две смеси определенной массы с некоторой концентрацией вещества сливают вместе. Нужно определить массу и концентрацию этого вещества в новой смеси.

2. В некоторый раствор, с некоторой концентрацией вещества, добавляют, например, чистую воду (с нулевой концентрацией этого вещества). Нужно определить, какой стала концентрация вещества.

Задачи на смеси и сплавы имеют практическое значение, являются хорошим средством развития мышления учащихся. Они расширяют базовый курс математики и позволяют учащимся осознать практическую ценность математики. С их помощью преподаватель может проверить знания основных разделов школьной математики, уровень математического и логического мышления, первоначальные навыки исследовательской деятельности. При решении задач на растворы, смеси и сплавы очевидны связи с химией, физикой и экономикой.

Трудности при решении этих задач могут возникнуть на различных этапах:

1. Составления математической модели (уравнения, системы уравнений, неравенства).

2. Решения полученной модели.

3. Анализа математической модели (по причине кажущейся ее неполноты: не хватает уравнений в системе или слишком много неизвестных и пр.).

4. Все сложности преодолимы при тщательном анализе задачи. Этому способствуют рисунки, чертежи, схемы, таблицы и пр. Очень важно разобраться в самом тексте задачи, вникнуть в условия, составить алгоритм решения. Каждый учащийся сам для себя делает вывод об уровне сложности той или иной задачи и месте, где эта сложность возникает.

Существуют следующие способы решения задач:

- с помощью таблиц;
- с помощью схемы;
- старинным арифметическим способом;
- алгебраическим способом;
- с помощью графика;
- с помощью расчетной формулы;
- правило квадрата;
- приравнивание площадей равновеликих прямоугольников;
- правило креста.

В основном, все способы решения задач на смеси и сплавы сводятся к таблице или схеме, которые способствуют составлению и решению уравнения.

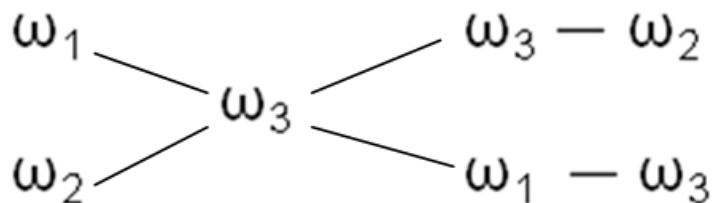
1.1. Способы решения задач на смеси и сплавы

1.1.1. «Правило креста»

При решении задач на растворы с разными концентрациями чаще всего применяют диагональную схему правила смешения или квадрат Пирсона.

При расчётах записывают одну над другой массовые доли растворённого вещества в исходных растворах (w_1, w_2), справа между ними – его массовую долю в растворе (w_3), который нужно приготовить, и вычитают по диагонали из большего меньшее значение.

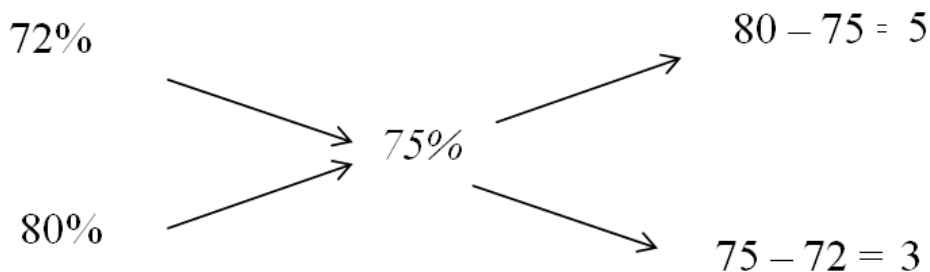
Разности их вычитаний показывают массовые доли для первого и второго растворов, необходимые для приготовления нужного раствора.



Способ 1

Имеется два сплава меди и олова. Один сплав содержит 72% меди, а другой 80% меди. Сколько нужно взять каждого сплава, чтобы получилось 800 г сплава, содержащего 75% меди?

Решение:



$$5 + 3 = 8$$

$$800 : 8 = 100 \text{ г. (на одну часть)}$$

$$100 * 3 = 300 \text{ г.}$$

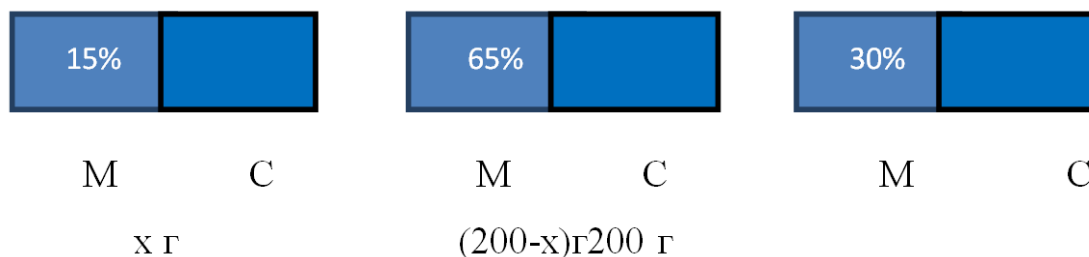
$$100 * 5 = 500 \text{ г.}$$

Ответ: 500 г., 300 г.

1.1.2. Алгебраический способ

Имеются 2 сплава меди со свинцом. Один сплав содержит 15% меди, а другой 65%. Сколько нужно взять каждого сплава, чтобы получилось 200 г сплава, содержащего 30% меди?

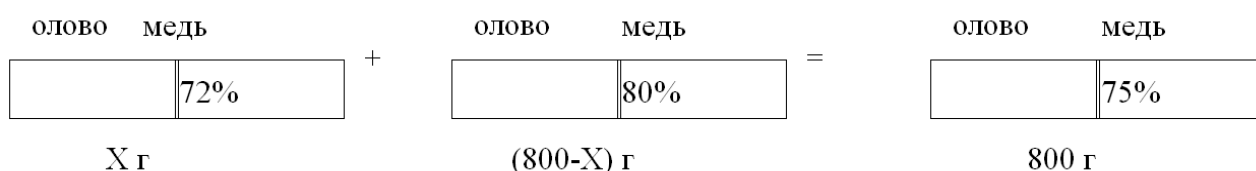
Изобразим сплавы в виде прямоугольников:



Уравнение: $0,15x + 0,65(200-x) = 0,3 \cdot 200$

Способ 2

Имеется два сплава меди и олова. Один сплав содержит 72% меди, а другой 80% меди. Сколько нужно взять каждого сплава, чтобы получилось 800 г сплава, содержащего 75% меди?



Решение:

1) $0,72x + 0,8 \cdot (800 - x) = 0,75 \cdot 800$

2) $800 - x = 300.$

$x = 500$

Ответ: 500 г, 300 г.

1.1.3. Табличный способ

Во многих случаях очень удобно использовать табличный метод решения задач. Правильно записанные данные в таблице позволяют экономить время на запись аннотации и иметь все данные в удобной классификации, что позволяет составить пропорция к задаче и получить нужный ответ.

m_1 — масса 1-го раствора;

m_2 — масса 2-го раствора;

p_1 — концентрация 1-го раствора;

p_2 — концентрация 2-го раствора;

p — общая концентрация

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{p - p_2}{p_1 - p}$$

Способ 3

Имеется два сплава меди и олова. Один сплав содержит 72% меди, а другой 80% меди. Сколько нужно взять каждого сплава, чтобы получилось 800 г сплава, содержащего 75% меди?

Решение:

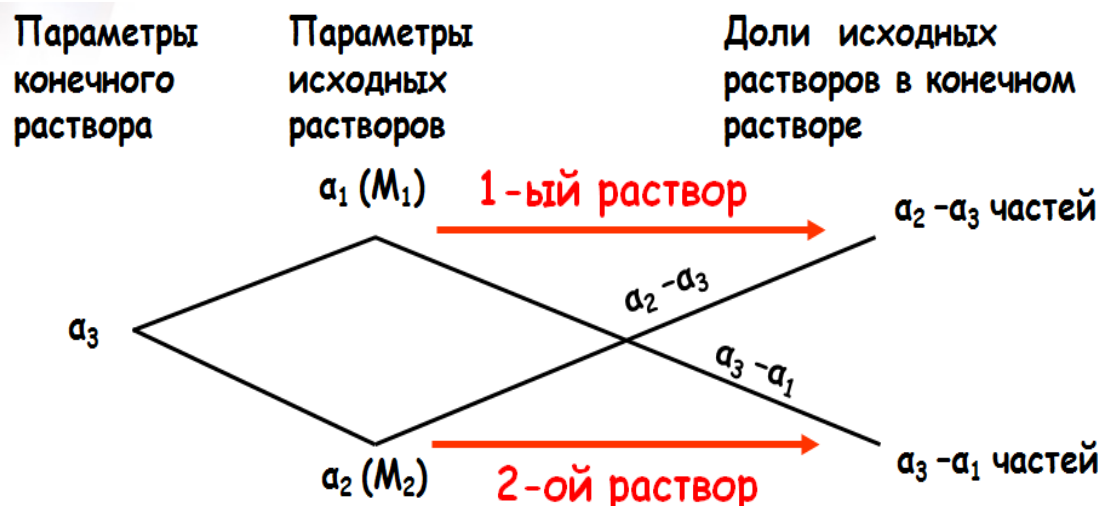
m1	p1	m2	p2	p
x	72	800 - x	80	75

$$\frac{x}{800-x} = \frac{75-80}{72-75}$$

Ответ: 300г., 500г.

1.1.4.Старинный способ «Рыбкой»

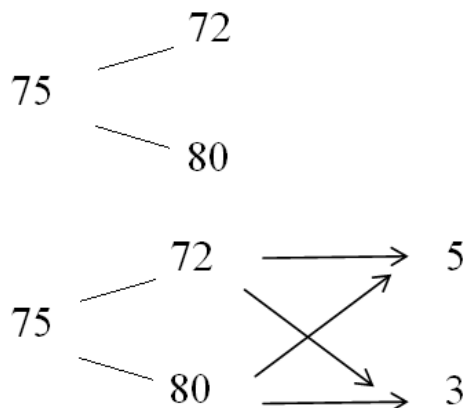
«Рыбкой» называют диагональную схему правила смешения для случаев с двумя растворами.



Слева на концах отрезков записывают исходные массовые доли растворов (обычно слева сверху – большая), на пересечении отрезков – заданная, а справа на их концах записываются разности между исходными и заданной массовыми долями. Получаемые массовые части показывают, в каком отношении надо слить исходные растворы.

Способ 4

Имеется два сплава меди и олова. Один сплав содержит 72% меди, а другой 80% меди. Сколько нужно взять каждого сплава, чтобы получилось 800 г сплава, содержащего 75% меди?



$(800 : (5 + 3)) = 100$ г приходится на одну часть),

для получения 800 г 75%-ного сплава нужно взять: 72%-ного сплава $100 \cdot 5 = 500$ г, а 80%-ного – $100 \cdot 3 = 300$ г.

Ответ: 500 г, 300 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Через освоение данных приёмов и способов решения такого типа задач учащиеся:

1. Развивают способность к самостоятельной деятельности.
2. Правильно и быстро выбирают нужный способ решения и правильный ответ.

Умение анализировать задачу позволяет оценить содержание с разных сторон, в разных ситуациях и найти правильный подход к её решению.

Тема «Решение задач на смеси и сплавы» – одна из самых нужных и важных тем не только в математике, но и в других науках, например, в химии.

В ходе работы мы рассмотрели различные способы решения задач на смеси и сплавы и убедились, что их очень много. Поэтому при решении таких задач перед учащимся встает вопрос: какой способ рациональнее для решения той или иной задачи. Мы доказали, что одну и ту же задачу можно решить

разными способами. Для себя мы определились с выбором способа решения и надеемся, что наша работа поможет при изучении данной темы.

Наша работа позволит побороть страх перед решением текстовых задач.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Задачи на смеси, растворы и сплавы //Библиотека «Первое сентября». 2009. №31. С. 12-14.
2. Математика для школьников. – 2006. – №3, 2010. – №13, №14.
3. Фестиваль исследовательских и творческих работ учащихся «Портфолио ученика»[Электронный ресурс]. URL: www.portfolio.1september.ru/ (дата обращения: 23.12.2019).
4. Сайт Раскильдинской средней школы [Электронный ресурс]. URL: www.21412s08.edusite.ru/ (дата обращения: 23.12.2019).

ПУТЬ К УСПЕХУ В МАТЕМАТИКЕ ЧЕРЕЗ ШАХМАТЫ

Автор: Сидоров Антон Владимирович

МБОУ ШР «Шелеховский лицей», 10 класс

Научный руководитель: Курдамосова Екатерина Сергеевна

Автор работы профессионально занимается шахматами с шести лет, имеет звание мастера ФИДЕ по шахматам. Зная возможности и красоту шахмат изнутри и выбирая данную тему, автор решил расширить горизонты понимания этой древней мудрой игры, а главное – донести эту информацию и разжечь к ней интерес у широкого круга своих сверстников. Для чего? Современный мир предъявляет высокие требования к знаниям и качествам личности. Высокий темп жизни диктует свои условия. Как современному школьнику реализовать себя в мире высоких технологий? Только постоянным развитием и совершенствованием, и шахматы являются базой для успешного старта!

Цель работы: доказать актуальность введения в школьную программу специального курса по решению математических задач на шахматной доске, как курса, повышающего интерес к изучению математики, и как инструмента для построения пути к успеху в математике;

Актуальность: данной темы заключается в привлечении учащихся к решению математических задач, повышении их интереса к математике и шахматам. Особенность работы заключается в исследовании влияния систематического решения олимпиадных шахматных задач на развитие логического и математического мышления обучающихся. Для решения поставленных задач было проведено изучение исторического и научного материала [1, 2, 3], анкетирование учащихся, исследование в области внедрения шахмат в школьную программу.

В результате чего: создано пособие «Шахматы в олимпиадных задачах математики» с олимпиадными заданиями и их решением, которое можно использовать на занятиях факультативного курса по подготовке к олимпиаде по математике.

Новизна исследования: заключается в том, что исследование связи между игрой в шахматы и качеством изучения математики проводится в Шелеховском лицее впервые, и оно подтверждает идеи многих мировых нововведений по данной теме. Отдельным блоком была исследована необходимость внедрения шахмат в школьную программу. И первым этапом детально изучено, что развивают шахматы у детей и взрослых. Обобщенные результаты помещены в таблицы 1 и 2.

Что нам дают шахматы?

1	Общая тренировка	=	шахматы - универсальный тренажер для мозга	+	не имеет аналогов по эффективности	+	загружает оба полушария	=>	медицинский факт
2	Логика	=	все ходы взаимосвязаны	+	подчинены одной цели	+	вытекают из существующего положения	=>	игра обучает мыслительный аппарат умению строить логические конструкции
3	Анализ и планирование	=	главная составляющая шахмат - анализ позиции	+	на основе анализа составляется план игры	=>	шахматы быстро и эффективно развивают способность к анализу		
4	Память	=	расчет множества вариантов и удержание их в голове	+	запоминание типовых позиций	=>	тренировка памяти		
5	Концентрация и внимание	=	обязательное требование - полная концентрация до конца партии	+	регулярная игра - усиливает прогресс	=>	легко сосредоточиться на любом деле		
6	Выработка воли и характера	=	цель игры - победа; поиск наилучшего хода	+	волевые усилия по преодолению сопротивления противника	+	самоконтроль в критической ситуации	=>	воспитание характера и силы воли
7	Развитие целеустремленности	=	стратегический план в партии - имеет конечную цель	+	цель делится на множество мелких тактических задач	+	отбросить не нужное	=>	выковывает целеустремленность и настойчивость в достижении поставленной задачи
8	Развитие способности к обучению	=	не хочешь проиграть изучай материал	+	анализ + разбор практика	+	самодисциплина и ответственность	=>	способность к самообучению
9	Развитие творческих возможностей	=	сложная позиция? - нужно найти сильный ход!	+	напряженный мыслительный процесс (муки творчества)	+	озарение - ход найден! Состояние творца способного решить любую задачу	=>	творческое начало получает постоянную тренировку
10	Умение мыслить системно и нестандартно	=	игра и ее изучение приводят к дисциплине мышления	+	вырабатывает умение мыслить системно	+	построение логических цепочек	=>	организация мыслительного процесса без ограничений

Таблица 2

ОБЩИЙ ИТОГ			
Игра полезна в любом возрасте	Не имеет противопоказаний	Доступна для здорового и для больного человека	Полезна почти без ограничений

Второй этап заключался в изучении глубины внедрения шахмат в школьные программы в мире и в России, а также их дальнейшая перспектива.

Так, Армения – первая в мире страна, которая с 2001 года включила шахматы в программы общеобразовательных школ республики. Ее примеру последовали: Азербайджан, Венгрия, Испания, Мексика, Польша, Турция, Индия и другие. В России только в 2015 году был разработан проект «Шахматы в школе» для 14 классов. Президент России Владимир Путин и председатель Правительства Дмитрий Медведев поддержали эту идею. Первыми участниками проекта стали Москва и Ханты-Мансийск. Президент Шахматной федерации Ростовской и Московской областей Сергей Нестеров, предлагает: «Внедрить начисление дополнительных баллов ЕГЭ за успехи в шахматы подобно тому, как их начисляют за успешную сдачу норм ГТО» .

Этапы внедрения шахмат в школьные программы в мировом сообществе



Аргументом в пользу преподавания шахмат в школе являются общепризнанные научные данные, которые свидетельствуют о том, что дети, занимающиеся шахматами, начинают заметно лучше учиться по основным предметам.

Так, по данным диагностики, проведенной международной системой исследования IPIPS среди детей 1-го года обучения, дети-шахматисты показывают более высокий средний балл по математике, как на начало, так и на конец учебного года (таблица №3).

Таблица 3

Диагностика IPIPS Математика		
	Средний балл по математике на начало учебного года	Средний балл по математике на конец учебного года
Выборка шахматистов 10 человек	64,7	71,1
Выборка не шахматистов 10 человек	51,1	58,9

Таблица 4

Диагностика IPIPS Чтение		
	Средний балл по чтению на начало учебного года	Средний балл по чтению на конец учебного года
Выборка шахматистов 10 человек	54,9	67,7
Выборка не шахматистов 10 человек	51,2	59,2

Те же результаты мы видим при тестировании у детей навыков чтения. Причем, шахматисты опережают не только по абсолютному показателю, но и процент прироста гораздо выше (таблица №4).

Следующим этапом работы было проведение анкетирования среди лицеистов 8-го и 10-го класса, чтобы установить связь между увлечением в шахматы и успеваемостью по математике.

Опрос показал, что современные школьники слабо знакомы с шахматной игрой.

Учащиеся хорошо представляют, какие возможности раскрываются перед ними вместе с овладением этим древним искусством. На диаграмме №2 наглядно представлены ответы ребят. Явное предпочтение они отдали таким качествам, как логика, анализ и планирование, память, концентрация и внимание.

Видимо, поэтому большинство ребят хотят научиться играть в шахматы.

Анкетирование показало, что учащиеся 10-го класса проявили больший интерес к исследуемой теме, нежели учащиеся 8-го класса. Они глубже и ответственнее погрузились в задание, потратили на это в три раза больше времени и дали более качественные ответы. Причина в возрастной особенности и наличии багажа математических знаний.

Диаграмма 2



Обобщив результаты, мы пришли к выводу: внедрение специального курса по решению математических задач на шахматной доске актуально. Для этого необходимо пособие, содержащее подборку математических задач на шахматной доске, разобранных по типам, дающее возможность самостоятельного решения (часть I Пособия). А также мы приняли решение включить в него разбор решения задач (часть II Пособия).

Пособие называется «Шахматы в олимпиадных задачах математики», в него вошли 30 задач, часть из которых авторские. Пособие адресовано учащимся 9-11 классов.

Авторская задача 1:

Разрежьте изображённую на рисунке 1 доску на 4 одинаковые части, чтобы каждая из них содержала 6 заштрихованных клеток.

Решение: на рисунке 2

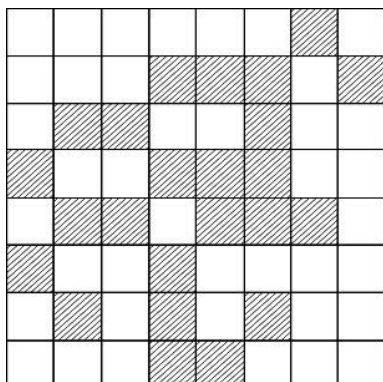


Рисунок 1

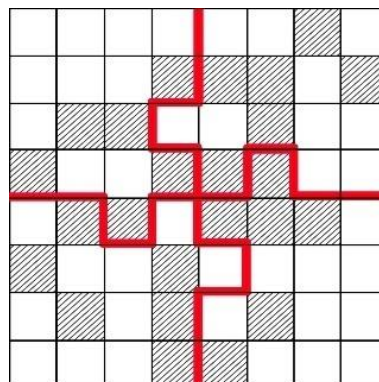


Рисунок 2

Авторская задача 2:

Египетский архитектор Имхотеп задумал построить ступенчатую пирамиду Джосера. Боясь, что у него украдут чертежи, он зашифровал их на шахматной доске (рисунок 3). Расшифруйте чертеж Имхотеп.

Решение: Пирамида состоит из четырех равных сторон, каждая из которых представляет собой равнобедренный треугольник. В данном случае стороны треугольника имеют ступенчатую форму. Размещаем четыре равных стороны пирамиды внутри шахматной доски, имеющей размеры $8 * 8$ клеток (рис. 4).

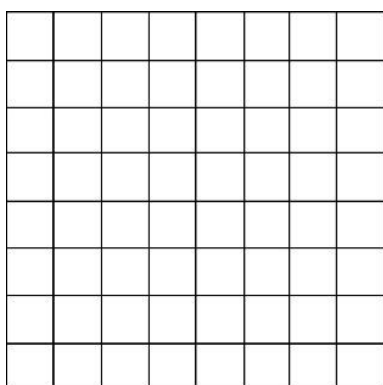


Рисунок 3

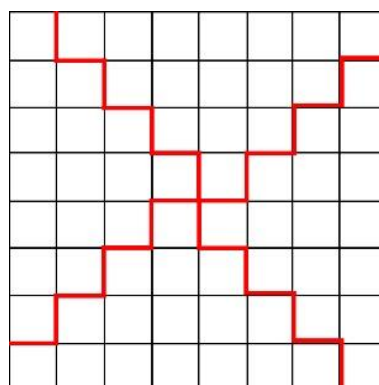


Рисунок 4

Далее, 10-й и 8-й классы, участвующие в анкетировании, остаются в исследовании, и следующим этапом им предлагается решить задачи из созданного Пособия, после чего планируется провести повторное анкетирование и изучить динамику. Причем часть задач в анкету включить того же уровня, а часть усложнить. Это позволит доказать эффективность работы Пособия, а также учесть мнение учащихся: насколько изучение курса помогает им в обучении.

Кроме того, в процессе анализа и обобщения, полученных в ходе исследования данных, было установлено, что не все ученики, имеющие хороший уровень успеваемости, одинаково справляются с решением нестандартных задач, находящихся за пределами школьной программы.

Этот факт и желание ребят научиться игре в шахматы натолкнул нас на мысль по созданию еще одного специального курса, обучающего основам шахматной игры, изучение которого будет способствовать развитию логики, нестандартного мышления, концентрации внимания, памяти, нацеленности на результат.

В заключение хочу привести цитату Президента международной шахматной федерации (FIDE) Кирсана Илюмжинова, которую я выбрал эпитетом к своему Пособию: **«Тот, кто играет в шахматы, прежде думает, а потом действует. И если в мире больше людей станут играть в шахматы, то и конфликтов будет меньше»**. (Ссылка на сайт: <http://acher.ru/novosti-armenii/news/1795-po-primeru-armenii-mnogie-strany-vklyuchili-shahmaty-v-shkolnuyu-programmu-prezident-fide/>).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Юдович М.* Занимательные шахматы / М. Юдович. – М.: Физкультура и спорт, 2012. – 232 с.
2. *Кормишкин А. М.* Шахматы для всех / А.М. Кормишкин. – М.: Триумф. арка, 1997. – 277 с.
3. *Хенкин В. Л.* Шахматы для начинающих: [Для сред. шк. возраста] / В.Л. Хенкин. – М.: Астрель: АСТ, 2002. – 219 с., ил.

РЕШЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ЗАДАЧ МЕТОДОМ ЦЕНТРА МАСС

Автор: Маслий Елизавета Евгеньевна

МБОУШР «Шелеховский лицей», 10 класс

Научные руководители: Копылова Нина Павловна, Маслий Тамара Сергеевна

ВВЕДЕНИЕ

«... Я счел нужным написать тебе и...изложить особый метод, при помощи которого ты получишь возможность находить некоторые математические теоремы. Я уверен, что этот метод будет не менее полезен и для доказательств самих теорем».

Архимед. Послание к Эратосфену

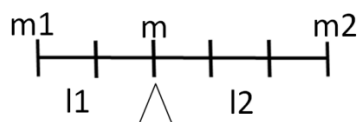
Первооткрывателем метода масс считается древнегреческий мыслитель и геометр Архимед. Еще в 3 веке до нашей эры он обнаружил возможность доказывать новые математические факты с помощью свойств центра масс. Например, этим способом была доказана теорема о том, что три медианы треугольника пересекаются в одной точке.

Решения некоторых геометрических задач значительно облегчаются, если использовать метод масс. Он прост в понимании и требует только базовых знаний в геометрии и физике. Его используют в задачах, в которых можно найти теорему Менелая или присутствует пересечение двух и более чевиан. Чевиана – это отрезок, соединяющий вершину треугольника с любой точкой противоположной стороны.

РЫЧАГ АРХИМЕДА

Основой существования метода масс служит архимедов рычаг. Этот простой механизм представляет собой твердый предмет, имеющий возможность вращаться вокруг неподвижной точки опоры. Части предмета от точки опоры до точки приложения сил называют плечами рычага.

Для расчета выигрыша в силе используют правило: чтобы уравновесить меньшей силой большую силу, необходимо, чтобы ее плечо превышало плечо большей силы. Или же рычаг находится в равновесии, если приложенные к нему силы обратно пропорциональны их плечам.



Точка m – центр масс, чтобы найти массу точки m нужно: $m=m_1+m_2$

$\frac{m_1}{m_2} = \frac{l_2}{l_1}$ – правило «рычага», которое используется в решении задач.

Аксиомы Архимеда:

1) Равные тяжести на равных длинах уравниваются, на неравных же длинах не уравниваются, но перевешивают тяжести на большей длине.

2) Если при равновесии тяжестей на каких-нибудь длинах к одной из тяжестей будет что-нибудь прибавлено, то они не будут уравниваться, но перевесит та тяжесть, к которой было прибавлено.

3) Если от данной тяжести будет отнято что-нибудь, то они не будут уравниваться, но перевесит та тяжесть, от которой не было отнято.

4) При совмещении друг с другом равных или подобных плоских фигур совместятся и их центры тяжести.

5) У неравных же, но подобных фигур, центры тяжести будут подобно же расположены.

6) Если величины уравниваются на каких-нибудь длинах, то на тех же длинах будут уравниваться и равные им.

ЦЕНТР МАСС

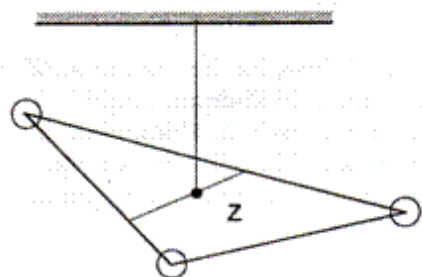
Чтобы приступить к решению задач, помимо архимедова рычага, нужно знать следующие понятия и свойства метода масс.

Основные понятия метода масс:

Материальная точка – это точка, снабженная какой-либо массой m . Обозначение: $A(m)$, mA , $(m)A$, $[m]A$ и т.д (на чертеже масса точки указана в кругу).

Система материальных точек – конструкция из нескольких очень маленьких шариков, имеющих какие-то массы, соединенных друг с другом жесткими, но практически невесомыми стержнями (чаще всего представлена отрезком).

Центр масс – точка, за которую можно «подвесить» всю систему, и система останется в равновесии.



Точка Z – центр масс всей системы.

При решении задач используются следующие свойства центра масс:

1) Существование и единственность.

Любая система материальных точек имеет центр масс, и притом только один.

2) Однородность.

Если массу каждой точки системы умножить или разделить на одно и то же положительное число, то центр масс не изменится (это объясняется основным свойством дроби: если числитель и знаменатель дроби умножить или разделить на одно и то же натуральное число, то получится равная ей дробь.)

3) Правило рычага.

Для оформления задач второй части ГИА нужно обязательно использовать фразы:

- ✓ Решаем задачу методом центра масс.
- ✓ Нагрузим вершины треугольника так, чтобы центр масс оказался в точке ... (указать точку).
- ✓ По правилу «рычага» (нужно обосновывать свои заключения этим правилом).

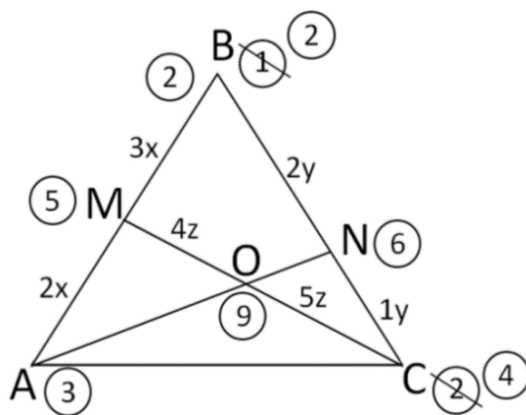
ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Задача 1 (сайт решу ЕГЭ год 2014).

Задание 16.

На сторонах AB треугольника ABC взяты точки M и N так, что $AM:MB=2:3$, $BN:NC=2:1$. Отрезки AN и CM пересекаются в точке O . Найти отношение $CO:OM$.

Решение:



Решим задачу методом центра масс.

- 1) Нагрузим вершины треугольника так, чтобы центр масс был в точке O .
- 2) По условию $AM:MB=2:3 \Rightarrow$ по правилу «рычага»: $A(3)$, $B(2)$, $M(5) = A(3) + B(2)$.
- 3) По условию $BN:NC=2:1 \Rightarrow$ по правилу «рычага»: $B(1)$, $C(2)$.
- 4) Из п.2 и 3 получаем разные массы у точки B . Не может одна точка иметь разные массы. Чтобы точка B весила одинаково в обеих системах, умножим систему BC на 2.

5) Получаем «новые» массы: $B(2), C(4), N(6) = B(2) + C(4)$.

6) $O(9) = M(5) + C(4) \Rightarrow$ по правилу «рычага» $\frac{CO}{OM} = \frac{5}{4}$.

Ответ: 5: 4.

Задача 2 (сайт решу ЕГЭ).

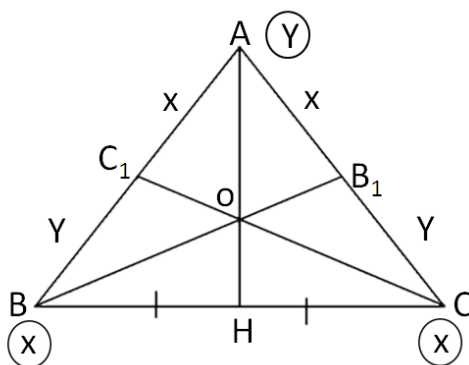
Задание 16.

Точки B_1 и C_1 лежат на сторонах соответственно AC и AB треугольника ABC , причём $AB_1 : B_1C = AC_1 : C_1B$. Прямые BB_1 и CC_1 пересекаются в точке O .

а) Докажите, что прямая AO делит пополам сторону BC .

б) Найдите отношение площади четырёхугольника AB_1OC_1 к площади треугольника ABC , если известно, что $AB_1 : B_1C = AC_1 : C_1B = 1 : 4$.

Доказательство:



Решим задачу методом центра масс.

1) Нагрузим вершины треугольника так, чтобы центр масс был в точке O .

2) Пусть $AB_1 : B_1C = AC_1 : C_1B = x : y$.

3) Пусть $A(y) \Rightarrow$ по правилу «рычага», получаем $C(x)$.

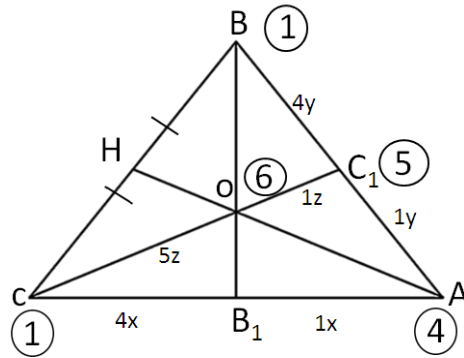
4) Аналогично получаем $B(x)$.

5) По правилу «рычага» + п. 3,4 $\Rightarrow BH : HC = x : x = 1 : 1$.

6) $BH = CH \Rightarrow AH$ – медиана (определение медианы).

Ч.Т.Д.

Решение:



Решим задачу методом центра масс.

- 1) Нагрузим вершины треугольника так, чтобы центр масс был в точке O.
- 2) По условию $AB_1 : B_1C = AC_1 : C_1B = 1 : 4 \Rightarrow$ по правилу «рычага» A(4), B(1), C(1).
- 3) Следовательно, $A(4) + B(1) = C_1(5)$. Тогда, $C_1(5) + C(1) = O(6) \Rightarrow$ по правилу «рычага» $C_1O : OC = 1 : 5$
- 4) Пусть $S_{ABC} = n$, угол $CAB = \alpha$, угол $CC_1A = \beta$, угол $OAC = \gamma$.
- 5) Рассмотрим треугольники C_1CA и ABC .

$$\frac{S_{C_1CA}}{S_{ABC}} = \frac{0,5 \cdot AC \cdot AC_1 \cdot \sin \alpha}{0,5 \cdot AC \cdot AB \cdot \sin \alpha} = \frac{AC_1}{AB} = \frac{1}{5} \Rightarrow S_{C_1CA} = \frac{1n}{5}.$$

- 6) Рассмотрим треугольники C_1CA и OAC_1 .

$$\frac{S_{C_1CA}}{S_{OAC_1}} = \frac{0,5 \cdot AC_1 \cdot CC_1 \cdot \sin \beta}{0,5 \cdot AC_1 \cdot C_1O \cdot \sin \beta} = \frac{C_1C}{C_1O} = \frac{6}{1} \Rightarrow S_{OAC_1} = \frac{1n}{5} : 6 = \frac{1n}{30}.$$

- 7) Найдем S_{COA} .

$$S_{COA} = S_{C_1CA} - S_{OAC_1} = \frac{1n}{5} - \frac{1n}{30} = \frac{5n}{30} = \frac{1n}{6}.$$

- 8) Рассмотрим треугольники OAC и B_1AO .

$$\frac{S_{OAC}}{S_{B_1OA}} = \frac{0,5 \cdot AO \cdot AC \cdot \sin \gamma}{0,5 \cdot AO \cdot AB_1 \cdot \sin \gamma} = \frac{AC}{AB_1} = \frac{5}{1} \Rightarrow S_{B_1OA} = \frac{1n}{6} : 5 = \frac{1n}{30}.$$

$$9) S_{AB_1OC_1} = S_{B_1OA} + S_{OAC_1} = \frac{1n}{30} + \frac{1n}{30} = \frac{2n}{30} = \frac{1n}{15}.$$

$$10) \frac{S_{AB_1OC_1}}{S_{ABC}} = \frac{1n}{15} : n = \frac{1}{15}.$$

Ответ: 1:15.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изученный метод масс позволяет расширить знания по геометрии и выйти за рамки школьного курса, найдя альтернативное решение некоторых задач планиметрии.

Достоинством данного метода является простота и оригинальность, что позволяет легко и быстро решать задачи материалов ГИА.

Недостатком метода является небольшой спектр его применения к задачам. Также задачи могут иметь и альтернативный способ решения, который бывает проще метода масс, поэтому каждую задачу нужно анализировать с позиции эффективности применения данного метода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Тороцин З. С.* Решение математических задач методом взвешивания.
2. *Артемяева С. В., Курьякова Т. С.* Метод масс.
3. <https://gigabaza.ru/doc/94606.html>
4. <https://math-ege.sdangia.ru/?redir=1>
5. https://kopilkaurokov.ru/matematika/uroki/baritsientrichieskii_mietod_ries_hieniia_ghieometrichieskikh_zadach
6. <http://alexlarin.net/>

ГЕОМЕТРИЯ ПЧЕЛИНЫХ СОТ

Автор: Шуликова Алёна Викторовна

МБОУ Шелеховского района «Гимназия», 6 класс

Научный руководитель: Водальчук Светлана Алексеевна

ВВЕДЕНИЕ

Пчелы строят восковые соты для хранения кормовых запасов и для выращивания потомства. Соты выступают в роли домика для пчелиной семьи. Состоят они из ячеек, которые имеют форму шестигранной призмы.

Математики считают, что именно такая форма оптимальна для максимального использования площади при наименьшем расходе строительного материала. Попробуем убедиться в этом.

Итак, **целью** данной работы явилось исследование формы пчелиных сот с точки зрения науки геометрии, рассмотрение правильных паркетов.

Объект исследования: правильные многоугольники и геометрический паркет.

Для достижения цели были поставлены **задачи**:

1. Изучение теоретических основ и литературы по теме.
2. Определение правильных многоугольников, заполняющих плоскость без просветов и наложений.
3. Определение правильного многоугольника с наименьшим периметром.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ[3, 6]

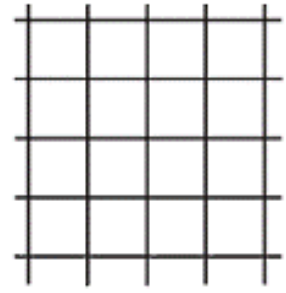
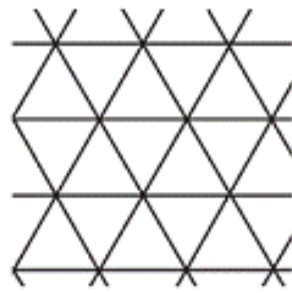
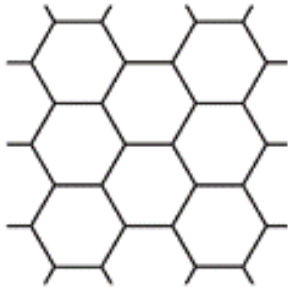
Паркет или замощение – это разбиение плоскости многоугольниками без пробелов и перекрытий. Паркет называется правильным, если его можно наложить самого на себя так, что любая заданная его вершина наложится на любую другую заданную его вершину.

Полуправильные паркеты – это паркеты, состоящие из правильных многоугольников нескольких типов. В литературе выделено восемь полуправильных паркетов. В дальнейшем они будут рассмотрены.

2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ. ГЕОМЕТРИЯ ПЧЕЛИНЫХ СОТ[2, 3, 7, 8]

2.1. Пчелиные соты как паркет

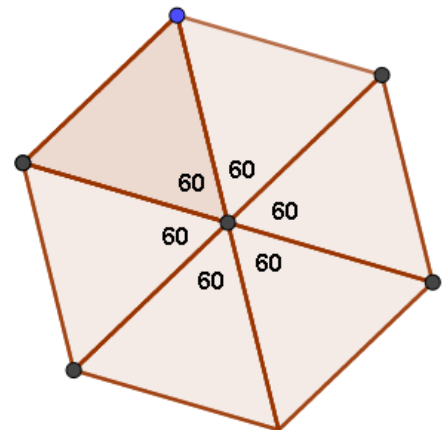
Если посмотреть на пчелиные соты сверху, то мы увидим плоскость, заполненную правильными шестиугольниками. Почему выбрана именно эта фигура? Попробуем заполнить плоскость различными правильными многоугольниками (треугольниками, квадратами, пятиугольниками, шестиугольниками и т.д.).



Из всех правильных многоугольников только треугольники, квадраты и шестиугольники могут заполнить плоскость без пробелов и наложений. Так как в этом случае, сумма углов, сходящихся в одной вершине, равна 360° . Убедимся в этом при помощи вычислений.

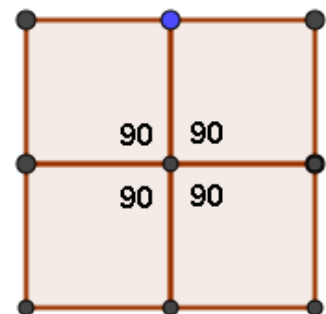
Рассмотрим треугольники:

По формуле суммы углов правильного многоугольника $S_n=(n-2) \cdot 180$ (n – количество углов, вершин) найдем сумму углов равностороннего треугольника $S_3=(3-2)180=180^{\circ}$. Затем находим градусную меру одного угла $180:3=60^{\circ}$. При одной вершине можно собрать 6 треугольников. $60^{\circ} \cdot 6=360^{\circ}$ – это величина полного угла. То есть треугольниками можно заполнить плоскость без пробелов и наложений.



Рассмотрим квадраты:

Углы квадрата равны 90° . При одной вершине можно собрать 4 квадрата. $90^{\circ} \cdot 4=360^{\circ}$. То есть квадратами можно заполнить плоскость без пробелов и наложений.



Рассмотрим правильные шестиугольники:

По формуле суммы углов правильного многоугольника найдем сумму углов равностороннего шестиугольника $S_6=(6-2) \cdot 180=720^0$. Затем находим градусную меру одного угла $720:6=120^0$. При одной вершине можно собрать 3 шестиугольника. $120^0 \cdot 3=360^0$ – это величина полного угла. То есть шестиугольниками можно заполнить плоскость без пробелов и наложений.

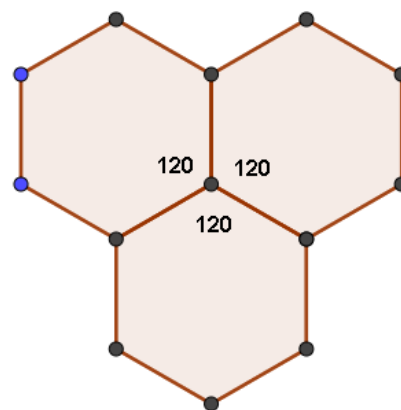


Таблица 1 – Градусные меры углов правильных n-угольников

n	3	4	5	6	7	8	9	10
Градусная мера угла правильного n-угольника	60^0	90^0	108^0	120^0	129^0	135^0	140^0	144^0
Кол-во правильных n-угольников при одной вершине без наложений	6	4	3	3	2	2	2	2
Сумма углов при одной вершине	360^0	360^0	324^0	360^0	258^0	270^0	280^0	288^0

Итак, получен **вывод**: Плоскость без наложений и пробелов можно заполнить правильными треугольниками, квадратами и шестиугольниками. Пчелиные соты представляют собой пространственный паркет, поскольку заполняют пространство так, что не остаётся просветов.

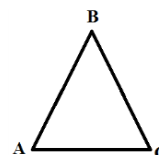
2.2. Сравнение периметров правильных многоугольников

Почему пчелы для построения сот выбрали именно шестиугольники, а не треугольники и квадраты? Чтобы ответить на этот вопрос, было решено сравнить периметры разных многоугольников, имеющих одинаковую площадь. Так как, возможно, пчелы выбирают для построения многоугольник с меньшим периметром, сократив при этом затраты на строительный материал.

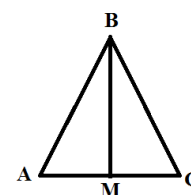
Рассмотрим треугольник, квадрат и шестиугольник с одинаковыми площадями, равными 36 квадратным единицам.

$S_3=S_4=S_6=36$ (кв.ед.), (1) где S_3 – площадь треугольника, S_4 – площадь квадрата, S_6 – площадь шестиугольника. Чтобы найти периметры этих фигур, нужно знать их стороны. Выразим их из площадей.

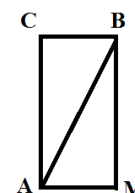
1. Рассмотрим правильный треугольник ABC.



Разделим его на два равных прямоугольных треугольника АВМ и СВМ.



Из этих прямоугольных треугольников сложим прямоугольник ACBM. Из предположения(1) известна его площадь – $36 \cdot S_{\text{пря}} = a \cdot b = 36$. Значит, стороны прямоугольника равны а) 9 и 4, б) 3 и 12 единицам.



а) $AM=4$

$$AM=AC:2$$

$$AC=2 \cdot AM=2 \cdot 4=8$$

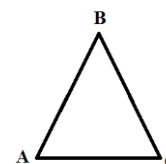
$$P=AB+BC+AC=3 \cdot AC=3 \cdot 8=24 \text{ (ед.)}$$

б) $AM=3$

$$AM=AC:2$$

$$AC=2 \cdot AM=2 \cdot 3=6$$

$$P=AB+BC+AC=3 \cdot AC=3 \cdot 6=18 \text{ (ед.)}$$

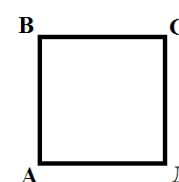


Итак, в правильном треугольнике с площадью 36 кв.ед. периметр равен 24 или 18 ед.

2. Рассмотрим правильный четырехугольник, т.е. квадрат ABCD.

Его площадь вычисляется по формуле $S=a \cdot a=a^2$

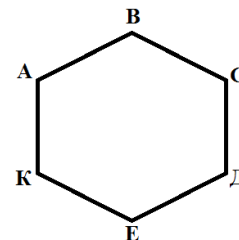
Из предположения (1) $S=36$, значит стороны квадрата равны по 6 ед. ($S=6 \cdot 6=36$).



Вычислим периметр этого квадрата $P=AB+BC+CD+AD=6\cdot 4=24$ (ед.).

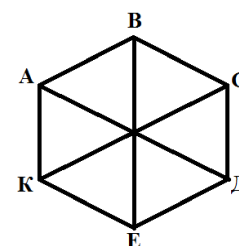
Итак, в правильном четырехугольнике (квадрате) с площадью 36 кв.ед. периметр равен 24 ед.

3. Рассмотрим правильный шестиугольник ABCDEK. Его площадь $S=36$ кв.ед. (из предположения (1)).

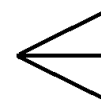


Разделим шестиугольник на шесть равных треугольников.

Площадь каждого треугольника: $S=36:6=6$ (кв.ед.).



Разделим один из треугольников на два равных прямоугольных треугольника.



Сложим из них прямоугольник, площадь которого равна 6 (кв.ед.)



$$S_{\text{пря}}=a\cdot b=6$$

Значит стороны прямоугольника равны: а) 6 и 1, б) 2 и 3 ед.

А стороны треугольника в 2 раза больше:



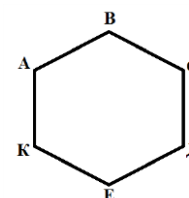
а) $1\cdot 2=2$ б) $2\cdot 2=4$ ед.

Стороны правильного шестиугольника равны сторонам треугольника. Вычислим периметр этого шестиугольника

$$P=AB+BC+CD+DE+EK+AK=6\cdot CD$$

а) $P=2\cdot 6=12$ (ед.)

б) $P=4\cdot 6=24$ (ед.)



Итак, в правильном шестиугольнике с площадью 36 кв.ед. периметр равен 12 или 24 ед.

Таблица 2 – Сравнение периметров правильных многоугольников с равными площадями

	Треугольник	Квадрат	Шестиугольник
Площадь, кв.ед.	$S=36$	$S=36$	$S=36$
Периметр, ед.	24 или 18	24	12 или 24

Если сравнивать периметры правильных фигур – треугольника, квадрата, шестиугольника с одинаковыми площадями, то периметр правильного шестиугольника сравнительно меньше, чем периметры треугольника и квадрата.

Итак, получен **вывод**: Соты имеют форму правильного шестиугольника, так как при одинаковых площадях периметр шестиугольника меньше. Следовательно, на создание шестиугольных сот пчелам понадобится меньше затрат на строительный материал, и они смогут самым экономным способом построить соты в своих небольших по размеру ульях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проделанной работы определены правильные многоугольники, полностью заполняющие плоскость без наложений и просветов. Это правильные треугольники, четырехугольники и шестиугольники. Путем вычислений доказано, что только углы этих фигур образуют полный угол в 360^0 в одной точке.

Сравнив периметры этих фигур при одинаковых площадях получен вывод, что у правильных шестиугольников периметр меньше. Поэтому пчелы строят соты в виде правильных шестиугольников, что позволяет им сократить затраты на строительный материал.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ведущий образовательный портал России «Инфоурок». [Электронный ресурс]. URL: <https://infourok.ru/matematiceskaya-gazeta-matematika-i-ekologiya-1911843.html>(дата обращения 20.02.2019).

2. *Еленьский Щ.* «По следам Пифагора. Занимательная математика». – М: Детгиз, 1961.
3. *Колмогоров А.* «Паркеты из правильных многоугольников». Журнал «Квант» №3, 1970.
4. Комплексная работа «Метапредметные результаты». [Электронный ресурс]. URL: <https://infourok.ru/metapredmetnaya-rabota-dlya-klasa-2135627.html> (дата обращения 20.02.2019).
5. *Мауриц Корнелис Эшер.* [Электронный ресурс]. URL: <http://girlsale.ru/mauric-kornelis-ehsher.html> (дата обращения 01.03.2019).
6. Свободная энциклопедия – «Википедия». [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org> (дата обращения 01.11.2018).
7. *Совертков П.* «Геометрический паркет на экране компьютера». Журнал «Информатика и образование» №9, 2002.
8. *Штейнгауз Г.* «Математический калейдоскоп». – М: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1981.
9. Шестигранный, шестиугольный или гексагональный дом: поговорим о проектировании домов. [Электронный ресурс]. URL: <https://ukr-dom.com.ua/post/hexagon-dom.html> (дата обращения 01.03.2019).

Руководитель: Булдакова В. В., старший преподаватель кафедры естественно-научных дисциплин

ВИДЫ АВИАЦИОННОГО ТОПЛИВА

Автор: Гордеев Андрей Евгеньевич

ГБПОУ ИО «Иркутский авиационный техникум»

Научный руководитель: Перепияко Галина Васильевна

В статье рассматриваются вопросы состава нефти и способах её переработки, виды авиационных двигателей и топлива. Работа рекомендована студентам и преподавателям ГБПОУ ИО «ИАТ» при изучении темы: «Нефть и продукты её переработки» по химии, способствует познавательному и культурному развитию студентов, обучает анализу исследуемого материала, формирует профессиональные навыки.

Ключевые слова: бензин, авиационное топливо, ракетное топливо (керосин), винтовые, реактивные, комбинированные двигатели.

Нефть – полезное ископаемое, представляющее собой маслянистую жидкость. С химической точки зрения, нефть – это сложная смесь углеводородов с примесью различных соединений, например, серы и азота.

На заре нефтяной отрасли переработка производилась примитивным перегонным аппаратом, в котором нефть доводилась до кипения, и, затем, конденсировались различные продукты, в зависимости от температуры. Для этого требовалось ненамного больше умения, чем для изготовления самогона, поэтому в нефтяную отрасль в девятнадцатом веке пришли производители виски. Сейчас нефтепереработка представляет собой крупный, сложный, высокотехнологичный и дорогостоящий производственный комплекс.

С химической точки зрения обычная (традиционная) нефть состоит из нескольких химических элементов.

Таблица 1 – Химический состав нефти

Химический элемент	Процент содержания в составе нефти
Углерод	84%
Водород	14%
Сера (в виде сульфидов, дисульфидов, сероводорода и серы как таковой)	1-3%
Азот	менее 1%
Кислород	менее 1%
Металлы (железо, никель, ванадий, медь, хром, кобальт, молибден и др.)	менее 1%
Соли (хлорид кальция, хлорид магния, хлорид натрия и др.)	менее 1%

К основным видам переработки нефти относятся: прямая перегонка, каталитический реформинг, химический, термический крекинг, гидрокрекинг, пиролиз, атмосферная перегонка, вакуумная дистилляция.

Из нефти получают: бензин, авиационное топливо, ракетное топливо (керосин), дизельное топливо (солярка.)

Авиационное топливо – это горючее вещество, вводимое вместе с воздухом в камеру сгорания двигателя летательного аппарата для получения тепловой энергии в процессе окисления кислородом воздуха (сжигания).

Основная область применения авиационных бензинов – топливо высоконагруженных поршневых двигателей внутреннего сгорания.

Для авиабензина основными показателями качества являются:

1. Детонационная стойкость (определяет пригодность бензина к применению в двигателях с высокой степенью сжатия рабочей смеси без возникновения детонационного сгорания).

2. Фракционный состав (говорит об испаряемости бензина, что необходимо для определения его способности к образованию рабочей топливоздушной смеси; характеризуется диапазонами температур вскипания (40-180°C) и давлений насыщенных паров (29-48 кПа).

3. Химическая стабильность (способность противостоять изменениям химического состава при хранении, транспортировке и применении).

Сорта советских авиационных бензинов ранее маркировались по системе: буква Б и через дефис-цифра, обозначающая октановое число. Как пример, с середины 20-го века выпускались авиационные бензины – Б-59, Б-70, Б-74, Б-78б и Б-78г, причём два последних несколько различались по химическому составу, что обозначали литеры после цифры: б – это из бакинских месторождений нефти, а г – из грозненских.

В дальнейшем для повышения октанового числа в бензин вводилась антидетонационная присадка:

– продукт Р-9 (тетраэтилсвинец – 55%, бромистый этил – 35%, моноклорнафталин – 10%, красный краситель);

– продукт В-20 (тетраэтилсвинец – 55%, бромистый этил – 35%, дихлорэтан – 10%, синий краситель).

Присадка добавлялась по объёму от 1 до 4 куб. см. жидкости на 1 литр. Бензины с присадкой имели маркировку:

– на основе Б-59: 1Б-59(73), 2Б-59(78), 3Б-59(81), 4Б-59(82);

– на основе Б-70: 1Б-70(80), 2Б-70(85), 3Б-70(87), 4Б-70(88);

– на основе Б-74: 1Б-74(85), 2Б-74(88), 3Б-74(90), 4Б-74(92);

– на основе Б-78: 1Б-78(87), 2Б-78(92), 3Б-78(93), 4Б-78(95),

где цифра перед буквой Б означает объём количества присадки в см³ на литр бензина. В скобках число показывает итоговое октановое число смеси бензина с присадкой. Также готовились топливные смеси, с добавлением в бензин бензолов и изооктанов, с октановым числом 95:

Смесь №1: 60% Б-70, 20% изооктана и 20% неогексана.

Смесь №2: 60% Б-70, 20% алкилбензола и 20% неогексана.

Смесь №3: 60% Б-70, 32% изооктана и 8% изопентана.

С распространением турбореактивных двигателей производство авиационных бензинов было значительно сокращено. К концу 20-го века в производстве оставались этилированные бензины Б-91/115 и Б-95/130, которые

маркируются по ГОСТ 1012-72 через дробь: в числителе – октановое число или сортность на бедной смеси, в знаменателе – сортность на богатой смеси. Затем производство этих бензинов на территории РФ было полностью прекращено, а парк легкомоторной авиации начал использовать автомобильный бензин АИ-95 или импортный бензин AVGAS 100LL (с осени 2016 года 100LL производится в РФ по ГОСТ Р 55493-2013).

Также осталось производство бензина Б-70, который долгое время применялся в качестве горючего для турбостартеров двигателей самолётов типа Ту-16, Ту-22, МиГ-21 и ряда др. В настоящее время этот бензин в основном применяется при техническом обслуживании техники в качестве растворителя.

В России и странах СНГ, эксплуатирующих советскую авиатехнику, используются следующие типы авиационного топлива:

ТС-1 в РФ производится по ГОСТ 10227-86 с изм. 1-6. – прямогонная фракция 150-250°С, либо смесь прямогонных и гидроочищенных фракций (основным ограничением является содержание общей серы и меркаптановой не более 0,2 % и 0,003 %). Самый массовый вид авиационного топлива на территории РФ и постсоветском пространстве, предназначенный для всех старых типов турбовинтовых и дозвуковых турбореактивных двигателей, также на нём эксплуатируются самолёты зарубежных производителей. По своим характеристикам и области применения примерно соответствует зарубежному керосину Jet-A. Является резервным по отношению к топливу РТ.

РТ – (авиационный керосин) высококачественное топливо, нефтяная фракция 135-280°С с полной гидроочисткой. Содержание серы: общей – 0,1%, меркаптановой – 0,001%. В связи с гидрокрекингом топливо «сухое», то есть имеет низкие смазывающие свойства. В процессе производства в него вводятся антиокислительная и антиизносная присадки. Предназначено для турбореактивных дозвуковых и некоторых сверхзвуковых самолётов (Су-27, Ту-22М3 и др.), а также в качестве резерва топлива ТС-1. Зарубежных аналогов для данного топлива нет.

Т-6 и Т-8В – термостойкое реактивное топливо для двигателей некоторых сверхзвуковых самолётов (например, МиГ-25). Производятся по очень сложной технологии с гидроочисткой и введением присадок. Эти топлива производятся только для нужд Министерства обороны РФ.

Авиационные двигатели, по способу создания тяги разделены на три группы: винтовые; реактивные; комбинированные.

Винтовые авиационные двигатели – поршневые авиадвигатели, создающие тягу вращением воздушного винта, а также комбинированные авиадвигатели, при условии, если сила тяги, создаваемая воздушным винтом, составляет более 50% от суммарной (эквивалентной) силы тяги двигателя.

Реактивные авиадвигатели – тепловые двигатели прямой реакции, преобразующие энергию топлива в кинетическую энергию вытекающей из двигателя газовой струи – вызывающей силу реакции, непосредственно используемой в качестве движущей силы – силы тяги. В авиации применяются два типа реактивных двигателей: воздушно-реактивные двигатели (ВРД), в которых для сгорания топлива используется кислород атмосферного воздуха; ракетные двигатели (РД), в которых для сгорания топлива используется окислитель, транспортируемый самим летательным аппаратом.

Комбинированные (смешанные) авиадвигатели – создающие тягу, складывающуюся из силы реакции потока продуктов сгорания, вытекающих из двигателя, и тяги, создаваемой обычным или специальным воздушным винтом (винтовентилятором). Основными типами комбинированных двигателей являются: турбовинтовые двигатели (ТВД); двухконтурные турбореактивные двигатели (ДТРД); винтовентиляторные авиадвигатели (ВВД).

Турбореактивные, турбовинтовые, двухконтурные и винтовентиляторные авиадвигатели – объединены общим названием – газотурбинные авиадвигатели (ГТД).

Какие виды топлива используются для заправки двигателей, мы можем узнать из таблицы 2.

Таблица 2 – Подбор топлива

Тип двигателя	Вид топлива	Марка самолета
Поршневые (ПД)	Б95/130	Ил-12, Ил-14 и др.
Реактивный (РД) – сверхзвуковой	РТ	Су-27, СУ-30, Ту-22М3 и др.
Воздушно-реактивный (ВРД) – тепловой реактивный двигатель	ТС-1	ЯК-15, ЯК-3, ТУ-104 и др.
Турбовинтовой (ТВД)	ТС-1	Ту-95, Ту-114, Ан-22 и др.
Двухконтурный турбореактивный (ДТРД)	РТ Т-6 и Т-8В	ТУ-144 МиГ-25 Lockheed SR-71 – сверх стратегический разведчик
Винтовентиляторный (ВВД)	РТ	ЯК-44 и АН-70
Турбовентиляторный	РТ	Boeing 777

В проекте мы изучили состав нефти, виды продуктов, получаемых из нефти, способы переработки нефти, виды авиационного топлива, виды авиационных двигателей, и поняли, как подбирать топливо для авиационного двигателя. Цель и задачи проекта выполнены в полном объеме.

Можем сделать вывод, что удельный расход топлива характеризует топливную эффективность авиационного двигателя. Снижение удельного расхода топлива значительно уменьшает прямые эксплуатационные расходы и позволяет увеличить дальность полета воздушных судов. Поэтому улучшение экономичности гражданских ТРДД, ТВД – важнейшее направление их совершенствования.

Каждый день в мире выполняется более 100 тысяч авиарейсов. В год мировая авиация потребляет около 300 млн. тонн топлива. Эти цифры прекрасно отражают масштаб и сложность системы авиатопливообеспечения. Системы, от надежной работы которой во многом зависит безопасность миллионов людей, пользующихся авиатранспортом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авиационное топливо [Электронный ресурс]. URL: <https://neftegaz.ru/tech-library/energoresursy-toplivo/142516-aviatsionnoe-toplivo/> (дата обращения: 14.12.2019).
2. *Александрова В. И.* Классификация продуктов переработки нефти / В. И. Александрова // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). Раздел «Энергетика и рациональное природопользование». 2009. № 11. С. 87-100.
3. *Ахмедзянов Д. А.* Термогазодинамическое моделирование авиационных ГТД: учебное пособие / Д. А. Ахмедзянов. Уфа: Изд-во УГТУ, 2008. 158 с.
4. *Бестужев М. А.* Химический состав нефти и природных газов в связи с их происхождением / М. А. Бестужев, В. А. Соколов, Т. В. Тихомолова. М.: Изд-во Недр. 1972. 276 с.
5. *Биглов М. М.* Авиационный двигатель РД-33: учебное электронное издание локального доступа [Электронный ресурс] / М. М. Биглов, Ф. З. Ибатуллин, Ю. Е. Петров. Уфа: УГАТУ, 2015. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01008124127> (дата обращения: 14.12.2019).
6. ГОСТ 10227-86. Топлива для реактивных двигателей. Технические условия. Дата введения 1987-01-01. Межгосударственный стандарт для реактивных двигателей с изменениями. М.: Стандартинформ, 2008. 18 с.
7. *Сенюшкин Н. С.* Формирование требований к двигателям силовых установок летательных аппаратов [Электронный ресурс] / Н. С. Сенюшкин, А. В. Зырянов, Р. Ф. Султанов, И. И. Салимова // Молодой ученый. 2014. №16. С. 99-101. URL: <https://moluch.ru/archive/75/12862/> (дата обращения: 12.02.2020).
8. *Синеокий П. М.* Турбовинтовые самолеты Ту-95/Ту-114/Ту-142/Ту-95МС / П. М. Синеокий, В. Г. Ригмант, А. М. Затучный. М.: Полигон-Пресс, 2017. 600 с.

9. Словари и энциклопедии на Академике. Энциклопедия техники [Электронный ресурс]. URL: https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_tech/3638/ (дата обращения: 14.12.2019).

10. *Таран А.* Кровеносная система авиации. Топливо для самолетов: как и чем заправляют воздушные судна [Электронный ресурс] / А. Таран// Сибирская нефть. 2016. № 137. URL: <https://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2016-december-projects/1115543/> (дата обращения: 04.01.2020).

11. *Чертков Я. Б.* Применение реактивных топлив в авиации / Я. Б. Чертков, В. Г. Спиркин. М.: Транспорт, 1974. 160 с.

ЖЕВАТЕЛЬНАЯ РЕЗИНКА: ПОЛЬЗА ИЛИ ВРЕД

Автор: Радюк Александр Романович

ГБПОУ ИО «Иркутский авиационный техникум»

Научный руководитель: Перепяко Галина Васильевна

В статье рассматриваются вопросы состава жевательной резинки и ее влияния на организм человека. Работа рекомендована студентам и преподавателям ГБПОУ ИО «ИАТ» при проведении внеклассных мероприятий, способствует познавательному и культурному развитию студентов, дает опыт исследовательской деятельности, обучает анализу исследуемого материала, формирует коммуникативные навыки.

Ключевые слова: жевательная резинка, каучук, ароматизаторы, сорбит.

ИЗ ИСТОРИИ ПОЯВЛЕНИЯ ЖЕВАТЕЛЬНОЙ РЕЗИНКИ

На сегодняшний день не только дети, но и взрослые имеют начальные представления о пользе употребления жевательной резинки и, что очень важно, о возможных негативных последствиях ее применения.

По мнению зарубежных специалистов, жевательная резинка способствует и концентрации внимания.

Наши же преподаватели считают, что жвачка лишь отвлекает внимание школьников и мешает сконцентрироваться на предмете. Отсюда возникает вопрос, нужно ли вообще покупать ребенку жевательную резинку?

Жевательная резинка это – кулинарное изделие, которое состоит из несъедобной эластичной основы и различных вкусовых и ароматических добавок.

Известно, что ещё древние греки жевали смолу мастичного дерева для освежения дыхания и очистки зубов от остатков пищи. Для этого также использовался пчелиный воск. Племена Майя использовали в качестве жевательной резинки застывший сок гевеи – каучук. На севере Америки индейцы жевали смолу хвойных деревьев, которую выпаривали на костре. В Сибири применяется сибирская смолка, которой не только чистили зубы, но и укрепляли дёсна, а также лечили различные болезни.

В Индии и Юго-Восточной Азии прототипом современной жевательной резинки стала смесь листьев перечного бетеля, семян арековой пальмы (лат. *Areca catechu*) и извести. Данный состав не только дезинфицировал полость рта, но и считался афродизиак. В некоторых азиатских странах его жуют до сих пор.

В Европе первые предпосылки к употреблению жевательной резинки появились в XVI веке, когда мореплаватели завезли из Индии табак. Постепенно привычка распространилась и далее, на Соединённые Штаты.

Это продолжалось на протяжении трёхсот лет, поскольку все попытки заменить жевательный табак на воск, парафин или другие вещества не увенчались успехом.

Первая в мире фабрика по производству жевательной резинки была основана в городе Бангор (США). Благодаря конвейерному производству, жевательная резинка превратилась в товар, а мода на жевание резинки распространилась из Америки по всему миру. Состав современной жевательной резинки практически аналогичен предшествующему составу.

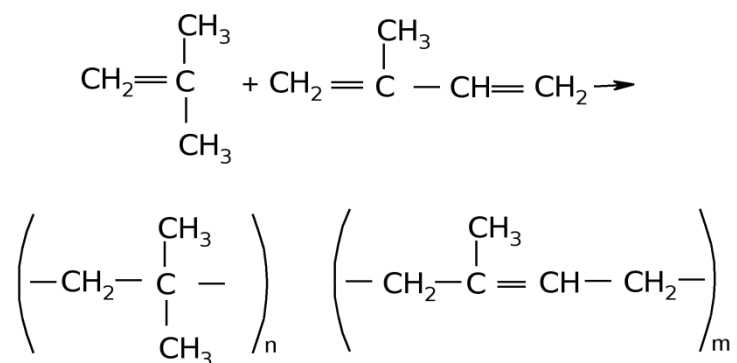
Таблица 1 – Сравнение состава жевательных резинок

Состав жевательной резинки прошлого века		Состав современной жевательной резинки	
Состав	В процентах	Состав	В процентах
Сахар	60		60
Каучук	20		30
Ароматизаторы	1		10
Кукурузный сироп	19		

Таблица 2 – Состав жевательной резинки некоторых популярных марок

Название	Добавки	Спирт	Ингредиент	Пищевые добавки
DIROL	Сорбит	ксилит	резиновая основа	стабилизатор, загуститель, натуральные ароматизаторы, маннит, E421, сироп E965, подсластитель, краситель, глазирователь
ORBIT	Сорбит		резиновая основа	стабилизатор, загуститель, натуральные и искусственные ароматизаторы, маннит E421, сироп E965, подсластитель, глазирователь
STIMOROL	Сорбит		резиновая основа	E420, стабилизатор E422, загуститель, натуральные и искусственные ароматизаторы, сироп E965, подсластитель, глазирователь

Резиновой основой жевательной резинки является жевательная субстанция (Gumbase), состоящая из: поливинилацетата (клей ПВА), воска, древесной смолы, талька и бутилкаучука (резина, из которой изготавливают баскетбольные мячи и внутренние покрытия шин для машины). Имеет формулу:



При изучении этой темы был проведен ряд экспериментов по определению состава жевательной резинки.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОДСЛАСТИТЕЛЕЙ МНОГОАТОМНЫХ СПИРТОВ

Цель: определение количества сорбита в жевательной резинке.

Оборудование и материалы: пробирка, этиловый спирт, NaOH, CuSO₄.

Ход работы: В пробирку я поместил порезанную жевательную резинку и прилил 5 мл этилового спирта. Пробирку закрыл пробкой и встряхнул 1 мин. Затем профильтровал смесь.

Вывод: Появилось характерное ярко-синее окрашивание, что доказывает наличие в жевательной резинке подсластителей многоатомных спиртов. Сахарозаменители приводят некоторых людей к перееданию, провоцируя возникновение в нервной системе связей, способствующих неадекватной оценке калорийности простых углеводов. Это могут быть многоатомные спирты – подсластители сорбит E420, ксилит E967, мальтол E636, которые могут провоцировать диарею, спазмы, метеоризм, потерю веса. Спирты работают как осмотические слабительные средства, задерживая воду в толстом кишечнике. При такой диарее организм теряет нужные соли.

ОБНАРУЖЕНИЕ ГЛЮКОЗЫ

Цель: определить количество глюкозы.

Оборудование и материалы: пробирка, аммиачный раствор.

Ход работы: К растворам (фильтратам) жевательных резинок я добавил аммиачный раствор оксида серебра, пробирку нагрел.

Вывод: Характерного серебряного налета не появилось, т.е. глюкозы в составе жевательной резинки нет.

ОБНАРУЖЕНИЕ ОСТАТКА ФЕНИЛАЛАНИНА В АСПАРТАМЕ

Цель: определить остаток в аспартаме.

Оборудование и материалы: азотная кислота, пробирка.

Ход работы: К 2 мл спиртового экстракта жвачки я прилил 0,5 мл концентрированной азотной кислоты, а затем осторожно нагрел на водяной бане.

Вывод: Содержащийся в некоторых жвачках подсластитель аспартам (Е 951) реагирует с концентрированной азотной кислотой с появлением характерного желтого цвета, выделяются пузырьки газа с резким запахом оксида азота.

Это показывает наличие остатка фенилаланина в аспартаме и, соответственно, аспартама в составе исследованных жевательных резинок.

Подсластитель фенилаланин нарушает гормональный баланс, замедляет рост и нарушает развитие нервной системы у детей даже во внутриутробном периоде, противопоказан страдающим фенилкетонурией, врождённым нарушением обмена фенилаланина в организме, приводящим к умственной отсталости. При температуре выше 30°C аспартам распадается на формальдегид, метанол и фенилаланин. Вызывает головную боль, головокружение и тошноту. Метанол превращается в формальдегид, затем в муравьиную кислоту, которая вызывает метаболический ацидоз (нарушение кислотного равновесия в организме).

НАЛИЧИЕ МЕНТОЛА

Цель: определить наличие ментола в жевательной резинке.

Оборудование и материалы: подушечка жевательной резинки, этиловый спирт, вода.

Ход работы: Для опыта беру подушечку жевательной резинки с ментолом, мелко нарезаю и помещаю в пробирку. Добавляю 5 мл раствора этилового спирта. Взбалтываю смесь в течение нескольких секунд и фильтрую.

Вывод: Произошло помутнение. Что свидетельствует о присутствии ментола в жевательной резинке. Влияние ментола на организм человека неоднозначно: с одной стороны он снимает сердечные спазмы, успокаивает нервную систему, с другой – снижает способность к зарождению жизни.

ВОЗДЕЙСТВИЕ СОЛЯНОЙ КИСЛОТЫ И ВОДЫ НА ЖЕВАТЕЛЬНУЮ РЕЗИНКУ

Цель: определить, как воздействует соляная кислота и вода на жевательную резинку.

Оборудование и материалы: соляная кислота, вода, пробирка.

Ход работы: На протяжении 4 дней жевательная резинка реагировала с соляной кислотой и водой. Вода не действует на жевательную резинку, не растворяет ее.

Вывод: У экземпляра, находящегося в соляной кислоте, оболочка быстро растворилась, жвачка – жесткая и твердая. На 4-й день объем жвачки увеличился вдвое, она стала более рыхлая, пористая, намного мягче.

Проведенные исследования показали, что отрицательных свойств оказалось намного больше, чем положительных.

Лучше воздержаться от жевательной резинки с ароматизаторами, идентичными натуральным. Неполная информация на этикетке уже может классифицироваться как признак низкого качества продукта. В жевательных резинках, изготовленных в странах мира, используется бутадиен – стирольный каучук (в России его запрещено применять при производстве пищевых продуктов).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Болотов В. М.* Пищевые красители: классификация, свойства, анализ, применение / В. М. Болотов, А. П. Нечаев, Л. А. Сарафанова. Санкт-Петербург: ГИОРД, 2008. 240 с.
2. *Донченко Л. В.* Безопасность пищевой продукции: учеб. для вузов по специальности 311200 «Технология пр-ва и переработки с.-х. продукции» / Л. В. Донченко, В. Д. Надыкта. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ДеЛи принт, 2005. 539 с.
3. Жевательная резинка[Электронный ресурс]. URL: https://info-farm.ru/alphabet_index/zh/zhevatelnaya-rezinka.html (дата обращения: 24.12.2019).
4. Здоровый образ жизни[Электронный ресурс]. URL: <https://www.oum.ru/literature/zdorovje/zhevatelnaya-rezinka-polza-ili-vred/> (дата обращения: 24.12.2019).
5. *Крупина Т. С.* Пищевые добавки: учебное пособие для 10-11 классов средних общеобразовательных учреждений [комплект индивидуальных заданий для работы дома и на уроках] / Т. С. Крупина; под ред. О. С. Габриеляна. М.: Сиринъпрема, 2006. 86 с.
6. *Могильный М. П.* Пищевые и биологически активные вещества в питании / М. П. Могильный: М.: ДеЛи принт, 2007. 239 с.
7. *Пищевая резина* [Электронный ресурс]. URL: <https://promplace.ru/rezina-kauchuk-smola-staty/pishevaya-rezina-1643.htm/> (дата обращения: 19.12.2019).
8. *Рогов И. А.* Химия пищи: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / И. А. Рогов, А. И. Жаринов, М. П. Воякин. Санкт-Петербург: Изд-во РАПП, 2008. 340 с.
9. *Сарафанова Л.А.* Применение пищевых добавок в кондитерской промышленности / Л. А. Сарафанова. Санкт-Петербург: Профессия, 2010. 304 с.
10. Хочу все знать[Электронный ресурс]. URL: <http://health-ambulance.ru/811-zhevatelnaya-rezinka.html> (дата обращения: 12.12.2019).

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЧВ В ГОРОДЕ УСОЛЬЕ-СИБИРСКОЕ

Автор: Ткачев Артем Леонидович

МБОУ «Лицей №1», г. Усолье-Сибирское, 11 класс

Научный руководитель: Браташ Светлана Петровна

Земля – это не только третья планета Солнечной системы. Но и верхний слой земной коры; почва, грунт – один из важнейших ресурсов человечества. В настоящее время этот важный ресурс подвергается загрязнению со стороны людей. Из-за множества промышленных центров и их развития, а также общей деятельности человека, в почве увеличилось содержание различных химических элементов и их соединений, которые в свою очередь могут отрицательно сказаться на почве и ее биологической роли. Мой город вряд ли является исключением, что я и хочу проверить, проведя исследования.

Цель: изучить некоторые химические показатели образцов почв, с различных территорий города, провести классификацию и предположить их дальнейшее использование.

Задачи:

- 1) изучить информацию о составе, загрязнении почвы, а также процессы почвообразования, виды и значение почвы для деятельности человека;
- 2) узнать о биологическом влиянии ионов железа и водородного показателя на растительные и животные организмы, находящиеся в почве;
- 3) определить содержание ионов железа, водородный показатель в образцах почвы;
- 4) определить содержание сульфат-ионов и хлорид-ионов в почве;
- 5) сравнить качество почвы, анализ результатов.

1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1. Загрязнение почв

Отходы теплоэнергетики.

Предприятия теплоэнергетической промышленности сжигают ежегодно сотни тонн каменного угля, сажа которого попадает в атмосферу, а с ней и частицы оксидов серы.

Сельскохозяйственные отходы.

Как правило, при выращивании каких-либо культур используют множество ядохимикатов и прочих продуктов для борьбы с вредителями, а также ускорения процесса созревания продукта. Но кроме положительного эффекта, использование таких препаратов даёт разрушение естественной экосистемы.

Отходы транспорта.

Выделяется не только газообразный продукт, но и свинец, который попадает в почвенную структуру, образуя соли, являющиеся в свою очередь ядовитыми.

Отходы предприятий.

Отходы предприятий снабжают окружающую среду такими элементами, как: свинец, бериллий; мышьяк, бензол, фенол.

1.2. Влияние содержания железа в почве

Железо является функциональной составляющей частью ферментативных систем растений. Особенно важна его роль в окислительном и энергетическом обменах, а также в образовании хлорофилла. Одна из серьезных проблем, связанная с железом – это его дефицит. Нехватка этого элемента отрицательно влияет на многие физиологические процессы, происходящие в тканях растений, приводит к ослаблению их роста и развития и, как следствие, снижению урожайности. При сильном дефиците железа листья приобретают желтую до белизны окраску. Избыток железа случается довольно редко, при этом прекращается рост корневой системы. Темно-зеленые листья, замедленный рост, темно-коричневые до пурпурных листья у некоторых растений – наиболее распространенные проявления токсического действия железа

1.3. Влияние водородного показателя на почву

Кислотность грунта – это свойство, обусловленное определенным набором водородных ионов. Выражается кислотность обычно через «рН» раствора. Кислотность почвы влияет на растворимость, доступность и усвоение растениями питательных веществ. Так, на среднекислых и кислых почвах более доступны и лучше усваиваются некоторыми растениями фосфор, железо, марганец и другие элементы. Если кислотность повысить (рН=3,5-4,0), то будет наблюдаться торможение роста корней и активности их работы. В сильнокислых почвах начинают накапливаться вещества, негативно действующие на полезную микрофлору. Щелочная среда также значительно влияет на многие биологические процессы. Препятствует усвоению некоторых нужных растениям макро- и микроэлементов.

Таблица 1 – Группы растений

Ацидорофилы	Нейтрофилы	Базифилы
Растения, предпочитающие кислые почвы, где рН 5,3-6,0	Растения, предпочитающие нейтральные почвы, где рН 6,0-7,2	Растения, предпочитающие щелочные почвы, где рН 7,3-8,1

1.4. Влияние хлорид-ионов на почву

Хлорид-ионы играют огромную роль, ведь их содержание в почве регулирует рост и развитие растений. Этот элемент является стимулятором деятельности ферментов и имеет важное значение для зеленых фотосинтезирующих растений, помогая им восстанавливаться после грибковых инфекций. Кроме того, дефицит хлора способен вызвать уменьшение корневой системы, появление крапчатости на листьях и их увядание.

Высокий уровень хлора способен оказывать негативное воздействие на развитие растений: он вызывает слабый рост культур, плохое укоренение и появление у них желто-бронзового цвета.

1.5. Влияние сульфат-ионов на почву

В почвах содержатся несколько видов сульфатных соединений. Среди них – как труднорастворимые соединения, так и ряд легкорастворимых соединений. При недостатке сульфатов наблюдается побледнение и пожелтение листьев, снижается скорость роста растений. Однако для повышения плодородия допустимо внесение некоторых сульфатов в строгом соответствии с нормами.

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1. Отбор и подготовка проб

Подготовка пробы к анализу:

1. Пробу почвы рассыпают на бумаге и разминают пестиком крупные комки.
2. Затем выбирают включения. Отбирают пробу массой 30 г.
3. Пробу почвы массой 30 г помещают в коническую колбу, приливают 150 см³ дистиллированной воды и перемешивают в течение 15 минут.
4. После перемешивания суспензию фильтруют через бумажный фильтр.
5. Мутные фильтраты возвращают на фильтры до тех пор, пока они не станут прозрачными.
6. Полученные фильтраты перемешивают и используют для анализа.

2.2. Измерение рН потенциометрическим методом

Ход работы:

1. Анализируемую пробу объемом 30 см³ помещают в химический стакан вместимостью 50 см³.
2. Электроды промывают дистиллированной водой, обтирают сухим фильтром, обмывают исследуемым фильтратом, погружают в стакан с анализируемой пробой.

3. При этом шарик стеклянного измерительного электрода необходимо полностью погрузить в раствор, а солевой контакт вспомогательного электрода должен быть погружен на глубину 5-6 мм.

4. После измерений электроды ополаскивают дистиллированной водой и протирают фильтровальной бумагой или мягкой тканью.

Обработка результата измерения:

За результат анализа $X(\text{cp})$ принимают среднее арифметическое значение двух параллельных определений X_1 и X_2 :

1) Измерение первого образца, взятого с территории эко-зоны «Снежинка», показало следующие результаты: $X = (7,58 + 7,68)/2 = 7,63$ рН - 1 образец.

2) Измерение второго образца, взятого с территории озера «Молодежное», показало следующие результаты: $X = (7,61 + 7,73)/2 = 7,76$ рН - 2 образец.

3) Измерение третьего образца, взятого с территории предприятия «Химпром», показало следующие результаты: $X = (8,15 + 8,28)/2 = 8,21$ рН - 3 образец.

Составим общую таблицу данных по исследованию образцов (таблица №2).

Таблица 2 – Данные по исследованию образцов

1 образец с эко-зоны «Снежинка»	2 образец с озера «Молодежное»	3 образец с предприятия «Химпром»
рН=7,63 Среда слабо-щелочная	рН=7,76 Среда слабо-щелочная	рН =8,21 Среда средне-щелочная

Учитывая нормативно-справочные данные по выращиванию сельскохозяйственных культур и цветковых растений, можно сделать следующий вывод: почва с образцов №1, №2, №3 не пригодна для выращивания сельскохозяйственных продуктов и культурных растений, т. к. рН почвы должна быть от 4-7,4 рН, ни один из результатов не входит в этот критерий. Для использования почв в целях сельского хозяйства требуется небольшое

понижение щелочности почвы, а именно ее окисление под действием слабых растворов кислот.

2.3. Измерение массовой концентрации общего железа в почвах фотометрическим методом с сульфосалициловой кислотой с помощью прибора (фотоколориметр типа кфк-2).

Ход работы:

Измеряют объем полученного фильтрата и переливают его в мерную колбу объемом 150 см^3 , приливают $2,0 \text{ см}^3$ аммония хлористого, $4,0 \text{ см}^3$ сульфосалициловой кислоты, $2,0 \text{ см}^3$ аммиака. Доводят объем фильтрата до метки дистиллированной водой.

V1 (образца с эко-зоны «Снежинка») = 132 мл.

V2 (образец с озера «Молодежное») = 114 мл.

V3 (образец с предприятия «Химпром») = 138 мл.

Тщательно перемешивают и оставляют на 5 мин до развития окраски.

Оптическую плотность полученного раствора измеряют на спектрофотометре при длине волны $\lambda = 425 \text{ нм}$ в кювете с длиной поглощающего слоя 10 мм по отношению к холостому раствору, проведенному с дистиллированной водой через весь ход анализа.

По градуировочному графику находят содержание железа общего.

D (первого образца, взятого с эко-зоны «Снежинка») = 0,09.

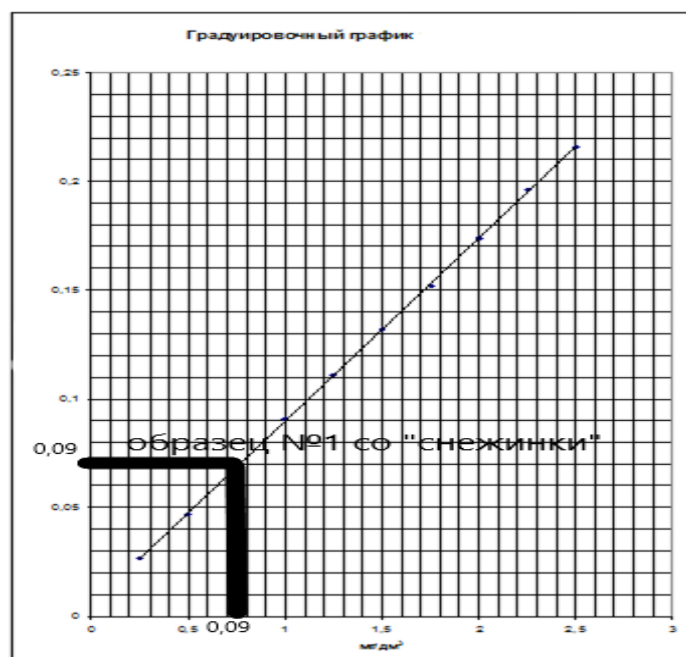
D2(образца, взятого с озера «Молодежное») = 0,52.

D3(взятого с предприятия «Химпром») = 1,1.

График №1



График №2



1) По графику № 1 определено, что С (второй пробы с «Молодежного озера») = 5 мг\дм³.

2) По графику № 1 определено, что С (третьей пробы с «Химпрома») = 11 мг\дм³.

3) По графику № 2 определено, что С (первой пробы со «Снежинки») = 0,09мг\дм³.

Содержание железа рассчитывается по формуле:

$$X = C \cdot 100 / V \quad (1)$$

$$X \text{ (1 ОБРАЗЦА с эко-зоны «Снежинка»)} = (0,09 \cdot 100) / 132 = 0,1 \text{ мг/дм}^3.$$

$$X \text{ (2 ОБРАЗЦА с озера «Молодежное»)} = (5 \cdot 100) / 114 = 4 \text{ мг/дм}^3.$$

$$X \text{ (3 ОБРАЗЦА с «Химпрома»)} = (11 \cdot 100) / 138 = 8 \text{ мг/дм}^3.$$

2.4. Качественное определение ионов Cl^-

Ход работы: для определения наличия или отсутствия ионов Cl^- 5-10 мл фильтрата помещают в пробирку и добавляют к ней несколько капель 3%-ного раствора соли азотнокислого серебра, подкисленного азотной кислотой. Проведя эксперимент, было выявлено, что в пробе, взятой с эко-зоны «Снежинка», присутствует следовое содержание хлора, поскольку раствор помутнел.

Проба с озера «Молодежное» не показала видимых результатов, что свидетельствует об отсутствии хлорид-ионов.

Проба с территории предприятия «УсольеХимпром» показала явное помутнение, гораздо больше, чем проба, взятая с эко-зоны «Снежинка», что свидетельствует о содержании хлорид-ионов с гораздо большей концентрацией, чем в остальных пробах.

2.5. Качественное определение ионов SO_4^{2-}

Ход работы: для определения наличия или отсутствия ионов SO_4^{2-} 5-10 мл фильтрата помещают в пробирку и добавляют к ней несколько капель 10%-ного раствора хлористого бария, подкисленного соляной кислотой.

При проведении анализа не было выявлено признаков помутнения ни в одной из проб, что свидетельствует об отсутствии сульфат-ионов в образцах.

Но проверка образцов велась только на растворимые сульфаты в водной вытяжке, поэтому можно предположить, что нерастворимые сульфат-ионы остались в почвенной массе.

ВЫВОД

1) Проведя практические исследования по измерению рН, было выявлено следующее: рН исследованных образцов почвы показало, что данные виды почв не приемлемы для выращивания сельскохозяйственной продукции, а почва с предприятия «УсольеХимпром» имеет довольно высокую щелочную среду из-за работы предприятия.

2) Проведя исследование по содержанию железа, было выявлено, что образец №1 относится к песчаному виду почв, №2 – это бурая почва, образец №3 – это краснозем.

Наиболее благоприятными условиями для сельского хозяйства обладает почва с озера «Молодежное», там среднее содержание железа, однако почва не соответствует нормам рН, как и остальные образцы. Но это можно исправить, подкислив почву.

По данным исследований можно с уверенностью сказать, что почва с территории предприятия «УсольеХимпром» наиболее подвержена загрязнению. Поскольку рН выше, чем у остальных образцов, содержание хлора и железа тоже выше. По данным исследований можно сделать заключение, что мой город Усолье-Сибирское сравнительно чисто по почвенному составу, а именно по содержанию хлорид-ионов, сульфат-ионов, содержанию железа и рН среды.

Таблица 3 – Результаты исследования

Показатели	Образец №1 экологическая зона «Снежинка»	Образец №2 озеро «Молодежное»	Образец №3 «Химпром»
Водородный показатель	рН=7,63 – среда слабо-щелочная	рН = 7,67 – среда слабо-щелочная	рН=8,21 – среда средне-щелочная
Содержание железа	X= 0,1 мг\дм ³ – очень низкое	X= 4 мг\дм ³ – среднее содержание железа	X= 8 мг\дм ³ – умеренно высокое
Содержание хлорид-ионов	Есть следовое содержание хлорид-ионов	Нет видимых результатов	Хорошее помутнение – след содержания хлорид-ионов

Показатели	Образец №1 экологическая зона «Снежинка»	Образец №2 озеро «Молодежное»	Образец №3 «Химпром»
Содержание сульфат ионов	Нет видимых результатов	Нет видимых результатов	Нет видимых результатов

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Виды почв, их особенности и способы улучшения [Электронный ресурс]. URL: <https://www.botanichka.ru/article/vidyi-pochv/> (дата обращения: 26.12.2019).

2. Динамика железа в почве и факторы на нее влияющие [Электронный ресурс]. URL: <https://scienceforum.ru/2018/article/2018007511> (дата обращения: 22.12.2019).

3. *Дускаев Г. К.* Влияние тяжёлых металлов на организм животных и окружающую среду обитания (обзор) [Электронный ресурс] / Г. К. Дускаев, С. А. Мирошников, Е. А. Сизова, С. В. Лебедев, С. В. Нотова // Инновационное направление науки. 2014. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/vliyanie-tyazhyolyh-metallov-na-organizm-zhivotnyh-i-okruzhayuschuyu-sredu-obitaniya-obzor> (дата обращения: 27.12.2019).

4. Микроэлементы. Железо [Электронный ресурс]. URL: <https://agrostory.com/info-centre/agronomists/mikroelementy-zhelezo/> (дата обращения: 26.12.2019).

5. Почва [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%87%D0%B2%D0%B0> (дата обращения: 26.12.2019).

6. Почвообразование [Электронный ресурс]. URL: <https://helpiks.org/3-97803.html> (дата обращения: 25.12.2019).

7. Почвообразование [Электронный ресурс]. URL: <https://kto.guru/geografia/107-pochvoobrazovanie.html> (дата обращения: 27.12.2019).

8. Сайт энциклопедии «Кругосвет» [Электронный ресурс]. URL: https://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/himiya/POCHVA.html (дата обращения: 26.12.2019).

9. Состав почвы [Электронный ресурс]. URL: https://collectedpapers.com.ua/ru/soil_its_properties_and_life/sklad-gruntu (дата обращения: 28.12.2019).

10. Техническая гальванопластика [Электронный ресурс]. URL: <http://xn--80aaaaahe3bqecvnm4ap5m.xn--p1ai/galvanoplastika/21-tekhnicheskaya-galvanoplastika-8> (дата обращения: 27.12.2019).

РЕЗОНАНСНЫЙ ВОЛНОВОЙ ВКЛАД В ХИМИЧЕСКУЮ КИНЕТИКУ

Автор: Лякишев Владислав Константинович

МАОУ г. Иркутска ЦО №47, 11 класс

Научные руководители: Перфильев Михаил Сергеевич,

Харлан Алла Романовна

В данной работе рассмотрена гипотеза о вкладе явления волнового резонанса в химическую кинетику и его возможное влияние на скорость химической реакции. Главной идеей предложенной гипотезы является явление резонанса между молекулами-реагентами, согласно принципу корпускулярно-волнового дуализма проявляющимися так же волновые свойства. В качестве математического аппарата для описания этого физического явления использованы формулы де Бройля. Также в работе приведены конкретные примеры возможного вклада волнового резонанса в химическую кинетику.

ВВЕДЕНИЕ

Согласно принципу корпускулярно-волнового дуализма, предложенному в 1924 году французским физиком Луи де Бройлем, любая материальная частица обладает как свойствами волны, так и свойствами частицы. У каждого физического тела или системы тел (планета, человек, молекула, атом, электрон и т. п.) более ярко выражено одно из этих свойств (либо волновое, либо корпускулярное), но и противоположное свойство тоже присутствует, хотя менее выражено.

Рассмотрим формулу де Бройля для длины волны:

$$\lambda = \frac{h}{p}, \quad (1)$$

где h – постоянная Планка.

Согласно данной формуле, любой частице, обладающей импульсом, соответствует длина волны, связанная с импульсом частицы тем же соотношением, что и для фотона. С одной стороны, длина волны вычисляется по формуле (1) $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$; с другой стороны, длина волны равна произведению скорости волны на период её колебаний $\lambda = vT$. Период является величиной, обратно пропорциональной частоте: $T = \frac{1}{\nu}$, откуда $\lambda = \frac{v}{\nu}$.

$$\text{Тогда } \frac{v}{\nu} = \frac{h}{p} \Rightarrow \nu = \frac{pv}{h} = \frac{mv^2}{h}, \quad (2)$$

где h – постоянная Планка. [1]

Покажем, что у любого физического тела более ярко выражено только одно из свойств – волновое либо корпускулярное. В качестве примера вычислим частоту электрона, движущегося со скоростью $v_{\text{эл}} = 10^5$ м/с (масса электрона равна $m_{\text{эл}} = 9,11 \cdot 10^{-31}$ кг). Подставим в формулу (2) массу электрона и скорость его движения:

$$\nu_{\text{эл}} = \frac{m_{\text{эл}} v_{\text{эл}}^2}{h} = \frac{9,11 \cdot 10^{-31} \text{кг} \cdot 10^{10} \text{м}^2/\text{с}^2}{6,63 \cdot 10^{-34} \text{Дж} \cdot \text{с}} \approx 1,37 \cdot 10^{13} \text{ Гц}.$$

Тогда соответствующая этой частоте длина волны

$$\lambda_{эл} = \frac{10^5 \text{ м/с}}{1,37 \cdot 10^{13} \text{ Гц}} = 7,3 \cdot 10^{-9} \text{ м}, \text{ что несоизмеримо больше размеров самого}$$

электрона (принято считать, что электрон имеет размеры порядка 10^{-15} м).

Вычислим «частоту» и «длину волны» человека с массой $m_{чел} = 100$ кг, идущего со скоростью $v_{чел} = 1$ м/с. Согласно формуле (2) частота равна $\nu_{чел} =$

$$\frac{m_{чел} v_{чел}^2}{h} = \frac{100 \text{ кг} \cdot 1 \text{ м}^2 / \text{с}^2}{6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}} = 1,51 \cdot 10^{35} \text{ Гц}.$$

При этом длина волны равна $\lambda_{чел} = \frac{1 \text{ м/с}}{1,51 \cdot 10^{35} \text{ Гц}} = 6,62 \cdot 10^{-36}$ м, что несоизмеримо меньше размеров человека. Таким образом, у электрона более ярко выражены волновые свойства, а у человека корпускулярные. Гипотеза де Бройля объяснила некоторые эксперименты, не имеющие объяснения в рамках классической физики, такие как дифракцию нейтронов на кристаллах, опыт Томсона по дифракции электронов на фольге, дифракцию электронов на кристаллах никеля (опыт Дэвиссона – Джермера), аномальное уменьшение сечения рассеяния электронов атомами аргона (Эффект Рамзауэра) и др. [2]

ГИПОТЕЗА ВЛИЯНИЯ ВОЛНОВОГО РЕЗОНАНСА НА СКОРОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

Существуют факторы, влияющие на скорость химической реакции: концентрация реагентов и продуктов; природа реагентов и продуктов реакции; давление (для случая газов); площадь поверхности соприкосновения (для случая твёрдых веществ и жидкостей); температура, при которой происходит реакция; наличие веществ, влияющих на ход реакции (катализаторы, ингибиторы, промоторы, каталитические яды). Некоторые из этих факторов были известны ещё в 19 веке. Например, закон действующих масс, описанный в 1867 году норвежскими учёными Ове Гульдбергом и Петером Вааге, гласит, что скорость химической реакции прямо пропорциональна действующим массам, т. е. концентрациям реагирующих веществ. Правило Вант-Гоффа, сформулированное в 1884 году нидерландским химиком Якобом Хенри Вант-

Гоффом, утверждает, что при повышении температуры на каждые 10 градусов в ходе химической реакции её скорость увеличивается в 2-4 раза. [3]

Предположим, что волновой резонанс наряду с другими факторами также влияет на скорость химической реакции. В качестве примера рассмотрим технологию синтеза аммиака в колонне синтеза, в которой при высокой температуре и давлении с использованием катализаторов происходит синтез аммиака [4]. Известно, что тепловая скорость молекул газа является усреднённой величиной. Молекулы газа имеют различные скорости, сильно варьирующие по значению. В газе обязательно найдутся молекулы-реагенты, имеющие одинаковые кинетические энергии $E_1 = E_2$, то есть $\frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_2 v_2^2}{2} \Rightarrow m_1 v_1^2 = m_2 v_2^2$, где m_1 и m_2 – массы первой и второй молекул соответственно, v_1 и v_2 – скорости первой и второй молекул соответственно. Тогда в соответствии с формулой (2) частоты волн, соответствующие данным молекулам, будут одинаковыми:

$$v_1 = v_2, \text{ так как } \frac{m_1 v_1^2}{h} = \frac{m_2 v_2^2}{h} \quad (3)$$

При совпадении частот колебаний волн молекул-реагентов произойдёт явление резонанса, заключающееся в усилении колебаний волн [5], что может привести к увеличению скорости взаимодействия реагентов (в данном случае водорода H_2 и азота N_2), то есть повлиять на кинетику химической реакции. Также можно привести аналогию с химическими реакциями между ферментами. Возможно, именно за счёт волнового резонанса скорость реакций между некоторыми ферментами по неизвестным на настоящее время причинам выше их скорости диффузии в жидкой среде [6].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в данной работе предложена гипотеза влияния явления волнового резонанса на скорость химических реакций, обоснованием которой

является концепция корпускулярно-волнового дуализма. Согласно этой гипотезе, интерференция волн де Бройля, отражающих волновую природу частиц, может влиять на кинетику химической реакции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М.* Фейнмановские лекции по физике. – Москва: Мир, 1976. – 496 с.
2. *Мартинсон Л.К., Смирнов Е.В.* Квантовая физика. – Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 496 с.
3. *Романовский Б.В.* Основы химической кинетики. – Москва: Экзамен, 2006. – 415 с.
4. *Кузнецов Л.Д., Дмитренко Л.М., Рабина П.Д., Соколинский Ю.А.* Синтез аммиака. – Москва: Химия, 1982. – 296 с.
5. *Широносков В.Г.* Резонанс в физике, химии и биологии. – Ижевск: Издательский дом «Удмуртский университет», 2000. – 92 с.
6. Hsieh M., Brenowitz M. Comparison of the DNA association kinetics of the Lac repressor tetramer, its dimeric mutant LacIadi, and the native dimeric Gal repressor. *J. Biol. Chem. : journal.* – 1997. – August (vol. 272, no. 35).

Руководитель: Скоробогатова М.В., старший преподаватель кафедры
естественно-научных дисциплин

ПРАВОНАРУШЕНИЯ В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Автор: Будяков Антон Юнисович

ГАПОУ ИО «ИТК»

Научный руководитель: Куулар Эдита Канкиевна

С развитием технологий, распространением средств массовых коммуникаций развивается не только сфера информационных технологий, но и появилась область знаний, связанная с правонарушениями в сфере информационных технологий, что является довольно частым явлением в наше время. В обзорной статье представлены основные виды правонарушений, возникающих в сфере информационных технологий, защита от этих угроз на технологическом уровне и на законодательном уровне.

Ключевые слова: правонарушения в сфере информационных технологий, защита информации, киберугрозы, киберпреступность.

Правонарушениями в сфере информационных технологий [1] являются преступления, совершенные группой лиц или отдельным лицом в области информационных технологий, ведущие к потере или краже данных. К ним относятся: распространение вредоносных вирусов, взлом паролей, кража номеров банковских карт и других банковских реквизитов, фишинг, распространение незаконной информации (клевета, неблагоприятные фото и видео материалы, материалы, вызывающие межэтническую и межрелигиозную вражду и т. д.) через Интернет, а также намеренное вмешательство через компьютерные сети в работу различных систем.

Статистика тенденций киберугроз за 2019 г. [5]. Киберугрозы исходят от хакеров, людей, которые могут взломать серверы и незаконно получить от них информацию. Хакер – это высококвалифицированный специалист, который разбирается в тонкостях компьютерных программ.

Киберугрозы – это незаконные проникновения в виртуальное пространство для достижения любых целей.

Крипто-майнеры по-прежнему доминируют в среде вредоносных программ – компании по всему миру подвергаются атакам крипто-майнеров. Киберпреступники используют криптовалюты, потому что риски довольно низки, а доходы высокие. Однако, согласно опросу, проведенному Check Point Software Technologies в первой половине 2019 года, крипто-майнеров меньше всего боялись компании в России – всего 7%.

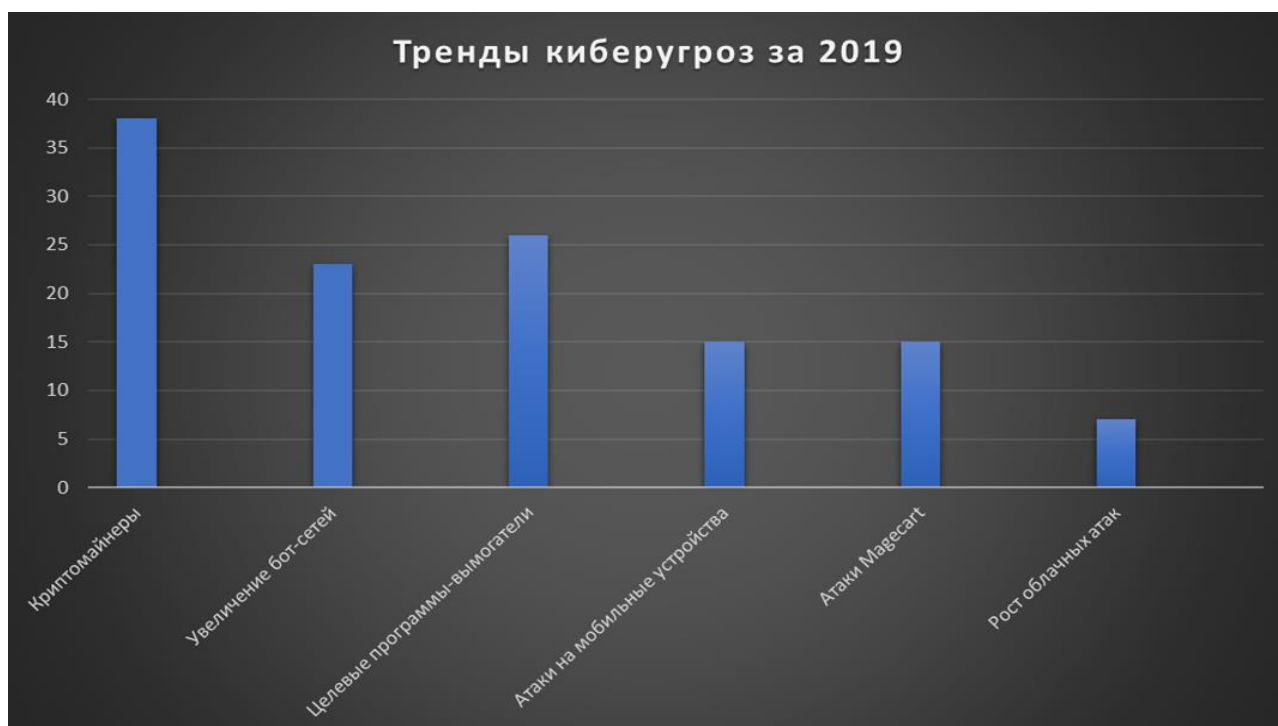


Рисунок 1 – Тренды киберугроз за 2019

Эти статистические данные показывают самые популярные за 2019 год преступления, совершенные киберпреступниками.

Рост ботнетов – 28% организаций во всем мире подвергались атакам ботнетов, что на 50% больше, чем в 2018 году. Emotet был наиболее распространенным вредоносным ПО для бот-систем, главным образом из-за его универсальности и способности распространять другие вредоносные программы и спам. Другие действия ботнета, такие как вымогательство – (мошенничество с электронной почтой, основанное на эксплуатации чужой жизни) и DDoS-атаки – также резко возросли в 2019 году.

Целевые программы-вымогатели наносят еще больший удар – количество целевых атак на организации относительно невелико, но они могут нанести значительный ущерб: например, атаки городских администраций США в 2019 году. Злоумышленники тщательно выбирают жертву для атаки, чтобы при помощи вымогательства получить максимальный доход.

Количество атак на мобильные устройства снижается – в 2019 году 27% организаций испытали кибератаки на мобильные устройства по сравнению с 33% в 2018 году. Организации осознают угрозу и лучше защищают мобильные устройства своих сотрудников. Согласно опросу, проведенному Check Point Software Technologies в первой половине 2019 года, в России только 16% ИТ-специалистов устанавливают или намереваются использовать специальное программное обеспечение для защиты мобильных устройств. Более половины (52%) респондентов считают запрет на использование персональных смартфонов в рабочих вопросах лучшей защитой.

Атаки Magecart стали эпидемией – такие атаки внедряют вредоносный код в веб-сайты онлайн-покупок, чтобы украсть платежную информацию клиентов. В 2019 году они охватили сотни сайтов на всех платформах, как крупного, так и среднего и малого бизнеса: от гостиничных сетей до интернет-магазинов.

Рост облачных атак. В настоящее время более 90% предприятий используют облачные сервисы. 67% специалистов по безопасности жалуются на отсутствие прозрачности их облачной инфраструктуры, безопасности и

соответствия требованиям. Масштабы облачных атак и нарушений продолжали расти в 2019 году. Неправильная настройка облачных ресурсов по-прежнему является основной причиной облачных атак, но теперь мы видим увеличение числа атак, направленных непосредственно на поставщиков облачных услуг.

На основании этой статистики можно сделать вывод, что виртуальный мир полон опасностей, поэтому так важно защитить общество от этой опасности, как в технологическом плане, так и в законодательном.

Защита от киберугроз на законодательном уровне в Российской Федерации. Согласно Уголовному кодексу Российской Федерации, преступления в области компьютерной информации: «Неправомерный доступ к компьютерной информации» ст. 272 Уголовного кодекса Российской Федерации, ст. 273 УК РФ «Создание, использование и распространение вредоносных компьютерных программ», ст. 274 Уголовного кодекса Российской Федерации «нарушение правил эксплуатации средств хранения, обработки или передачи компьютерной информации и информационно-телекоммуникационных сетей».[2] Также основным законом, регулирующим сферу защиты информации, является Федеральный закон от 27.07.2006 N 149-ФЗ (ред. от 02.12.2019) «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» [3].

Общественная опасность противоправных действий в области электронных и информационных технологий выражается в том, что они могут повлечь за собой нарушение автоматизированных систем контроля и управления различными объектами; серьезное нарушение компьютеров и их систем; несанкционированные действия по уничтожению, изменению, искажению, копированию информации; другие формы незаконного вмешательства в информационные системы, которые могут привести к серьезным и необратимым последствиям, не только к материальным потерям, но и нанести физический вред людям.

Незаконный доступ к компьютерной информации и нарушение установленных правил для работы компьютера, компьютерной системы или их

сети формулируются как преступления с материальной структурой, а создание или использование вредоносных программ для компьютеров с формальной.

Как следствие, в ст. 272 и 274 УК РФ указывают: уничтожение, изменение, блокирование или копирование информации, нарушение работы компьютера или компьютерной системы, причинение существенного вреда и т. д.

Органы, борющиеся с киберпреступностью в РФ. В России Управление «К» Министерства внутренних дел Российской Федерации и отдел «К» региональных отделов внутренних дел, которые входят в состав Бюро специальных технических мероприятий Министерства внутренних дел Российской Федерации, занимаются борьбой с преступлениями в сфере информационных технологий.

Защита от киберугроз на технологическом уровне включает усовершенствование защиты компьютера при помощи антивируса, создание более сложных алгоритмов системы для более трудного взлома, обновление ПО.

Вывод. В обществе есть много опасностей, в том числе и в наших любимых гаджетах, компьютерах и в других устройствах в области информационных технологий. Одной из актуальных мировых проблем на сегодняшний день являются правонарушения в сфере информационных технологий.

Проблема правонарушений в сфере информационной технологий заключается в том, что в современном обществе существует множество незаконных способов проникновения в частное виртуальное пространство, что может способствовать различному негативному влиянию на общество.

Однако из каждой ситуации существует выход, данная проблема решается на законодательном, а также на технологическом уровне.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Дашян М. С.* «Право информационных магистралей (Law of information highways): Вопросы правового регулирования в сфере Интернет», М: «Волтерс Клувер», 2007.

2. Уголовный кодекс Российской Федерации – 272 УК РФ «Неправомерный доступ к компьютерной информации», Ст. 273 УК РФ «Создание, использование и распространение вредоносных компьютерных программ», Ст. 274 УК РФ «Нарушение правил эксплуатации средств хранения, обработки или передачи компьютерной информации и информационно-телекоммуникационных сетей»

3. Федеральный закон от 27.07.2006 N 149-ФЗ (ред. от 02.12.2019) «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 13.12.2019)

4. Преступления в сфере информационных технологий
<https://ru.wikipedia.org/wiki/>

5. Check Point отчиталась о трендах киберугроз за 2019
URL:<http://www.itsec.ru/news/check-point-otchitalas-o-trendah-kiberugroz-za-2019>
(дата обращения:21.01.20) Сайт Информационная безопасность (InformationSecurity)

ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ

Аветян А. Э.	25	Мартышкин А. В.	83
Астраханцев Д. О.	47	Маслий Е. Е.	124
Бездольная А. А.	66	Маслий Т. С.	124
Белошедова М. А.	107	Неупокоева А. В.	19
Браташ С. П.	152	Новикова Г. П.	73
Будяков А. Ю.	167	Перепияко Г. В.	138, 145
Вайчас А. А.	25, 40	Перфильев М. С.	162
Ведерников М. Э.	59	Потемкина С. П.	83
Водальчук С. А.	130	Радюк А. Р.	145
Гейкина Д. П.	92	Рогова К. В.	19
Гейкина М. П.	92	Сидоров А. В.	115
Герок Е. Р.	19	Скворцова Ю. А.	40
Гордеев А. Е.	138	Степанова Т. С.	66
Дёмкина Е. Е.	107	Ткачев А. Л.	152
Зверева Н. А.	92	Тринько Е. А.	107
Копылова Н. П.	124	Тютрина Ю. А.	59
Курдамосова Е. С.	100, 115	Хазанов Д. В.	12, 34, 47
Куренкова А. А.	100	Харлан А. Р.	162
Куулар Э. К.	167	Шалаев А. А.	12, 34
Ли А. В.	83	Шклюдова А. Е.	73
Лисовая А. В.	100	Шуликова А. В.	130
Лякишев В. К.	162		