

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ТГПУ)



**V ВСЕРОССИЙСКИЙ ФЕСТИВАЛЬ НАУКИ  
XIX МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ  
«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ»**

20–24 апреля 2015 г.

**Том I  
Естественные и точные науки**

Томск 2015

ББК 74.58

В 65

В 65 V Всероссийский фестиваль науки. XIX Международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и образование» (г. Томск, 20–24 апреля 2015 г.) : В 5 т. Т. I: Естественные и точные науки / ФГБОУ ВПО «Томский государственный педагогический университет». – Томск : Изд-во Том. гос. пед. ун-та, 2015. – 372 с.

**Научные редакторы:**

Гельфман Э. Г., д-р. пед. наук, профессор

Забарина А.И., канд. физ.-мат. наук, доцент

Румбешта Е.А., д-р. пед. наук, профессор

Фомина Е.А., канд. физ.-мат. наук, доцент

Радченко О.В., канд. физ.-мат. наук, ТГПУ

Тютюрев В.Г., д-р. физ.-мат. наук, профессор

Перевозкин В.П., канд. биол. наук, доцент

Минич А.С., д-р. биол. наук, профессор

Порохина Е. В., канд. биол. наук, доцент

Ковалёва С.В., д-р. хим. наук, профессор

Полещук О.Х., д-р. хим. наук, профессор

Шабанова И.А. канд. пед. наук, доцент

Седокова М.Л., канд. биол. наук, доцент

Клишин А.П., зав. лаб. СНИЛИТ

Материалы публикуются в авторской редакции

# БИОЛОГИЯ

---

УДК 582.32  
ГРНТИ 34.29.15

## РАЗНООБРАЗИЕ МОХООБРАЗНЫХ СМЕШАННОГО ЛЕСА ОКРЕСТНОСТЕЙ С. КИРЕЕВСК

### DIVERSITY OF BRYOPHYTES IN MIXED FOREST ON THE OUTSKIRTS OF KIRIEVSK

*Борисова Екатерина Андреевна*

Научный руководитель: Н.С. Зеленчукова, к.б.н., доцент

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* мхи, печеночные мхи, флора, смешанный лес.

*Key words:* mosses, liverworts, flora, mixed forest.

*Аннотация.* В смешанном лесу окрестностей с. Киреевск было выявлено 7 родов мохообразных из классов Marchantiopsida, Bryopsida и Polytrichopsida двух отделов – Marchantiophyta и Bryophyta. Ведущую роль в сложении мохового яруса исследуемой территории играют бриевые мхи, составляющие 66,8% от общего числа изученных родов и видов.

Изучение флористического разнообразия, в том числе мохообразных, позволяет получить полное представление о структуре растительных сообществ и может способствовать решению проблем, связанных с рациональным использованием природных ресурсов, т. к. мхи являются индикаторами экологических изменений в сообществах [1].

Целью работы являлось изучение разнообразия напочвенных мохообразных смешанного леса в районе базы практик ТГПУ.

Объектами исследования являлись мохообразные, произрастающие в смешанном лесу в районе базы летних полевых практик Томского государственного педагогического университета. База практик ТГПУ расположена в Кожевниковском районе в юго-западной части Томской области, на правом берегу реки Обь, и имеет координаты

56°22'04" северной широты 84°05'35" восточной долготы, в 3 км к северу от с. Киреевск. Сбор и обработку растительного материала проводили в июне 2014 г. общеизвестными методами [2; 3]. При идентификации растений использовали определители [4; 5; 6]. Строение мхов изучали с помощью светового микроскопа Альтами-104 при увеличении 16 × 40 и бинокулярной лупы Микмед. Названия таксонов мхов приведены по М. С. Игнатову с соавторами [7].

В смешанном лесу окрестностей с. Киреевск произрастают различные древесные (*Pinus sylvestris*, *Padus avium*, *Betula pendula*, *Crataegus sanguinea*, *Vaccinium myrtillus* и др.) и большое разнообразие травянистых растений (*Aegopodium podagraria*, *Pteridium aquilinum* и др.). Флора мхов включает представителей классов печеночные (Marchantiopsida), бриевые (Bryopsida) и политриховые (Polytrichopsida) мхи. Ведущую роль в сложении мохового яруса лесного сообщества играют бриевые мхи, составляющие 66,8% от общего числа изученных родов и видов (табл. 1).

Таблица 1

**Таксономическое разнообразие мхов в смешанном лесу окрестностей с. Киреевск**

Классы	Порядки	Семейства	Роды	Виды	Доля (%) общего количества родов / видов
Marchantiopsida	Marchantiales	Marchantiaceae	<i>Marchantia</i>	<i>Marchantia polymorpha</i> L.	16,6
Polytrichopsida	Polytrichales	Polytrichaceae	<i>Polytrichum</i>	<i>Polytrichum juniperinum</i> Hedw.	16,6
Bryopsida	Dicranales	Dicranaceae	<i>Dicranum</i> Hedw.	–	66,8
		Rhabdoweisiaceae	<i>Oncophorus</i> Brid.	–	
	Bryales	Mniaceae	<i>Mnium</i> Hedw.	–	
	Funariales	Funariaceae	<i>Funaria</i> Hedw.	<i>Funaria hydrometrica</i> Hedw.	
	Hypnales	Hylocomiaceae	<i>Pleurozium</i>	<i>Pleurozium schreberi</i> Mitt.	

Печеночные мхи представлены одним видом из семейства Marchantiaceae (16,6% от общего количества родов) – *Marchantia polymorpha* L., которая имеет пластинчато-листоватое слоевище с выводковыми корзиночками для вегетативного размножения на его верхней стороне. Органы размножения находятся на зонтикообразных или головчатых подставках (рис. 1). Нижняя сторона таллома бурокрасного цвета, с одноклеточными простыми и язычковыми ризоидами (рис. 2).



Рис. 1. Маршанция многообразная (*Marchantia polymorpha* L.):  
 А – таллом с женскими подставками; Б – таллом с мужскими подставками;  
 1 – выводковая корзиночка

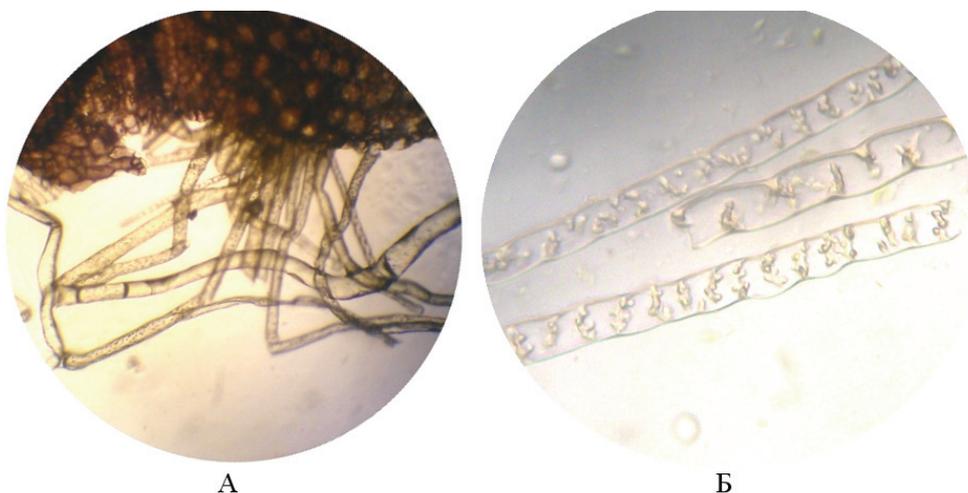


Рис. 2. Ризоиды маршанции: А – простые и язычковые ризоиды;  
 Б – язычковые ризоиды

Из настоящих мхов (Bryophyta), произрастающих в смешанном лесу окрестностей с. Киреевск, были определены представители 6 семейств – Polytrichaceae, Dicranaceae, Rhabdoweisiaceae, Mniaceae, Funariaceae и Hylocomiaceae из 2 классов – Polytrichopsida и Bryopsida.

Из класса Polytrichopsida в исследуемом фитоценозе был выявлен один вид мха из семейства Polytrichaceae (16,6%) (табл. 1) – *Polytrichum juniperinum* Hedw., который образует высокие, рыхлые дерновинки сизовато-зеленого цвета, со стеблем около 10 см высотой и ланцетовидными листьями с зубчатым краем (рис. 3).

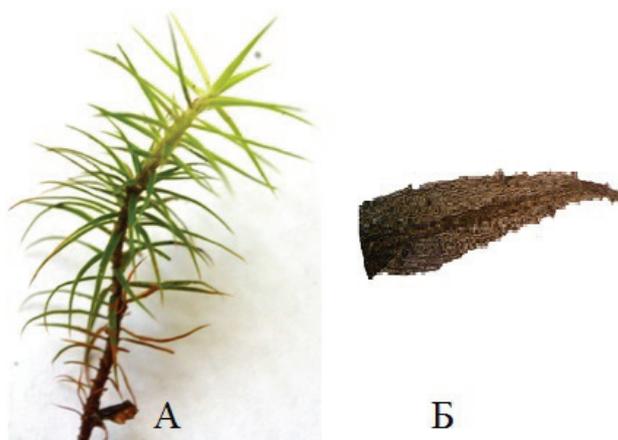


Рис. 3. Политрих можжевельниковый (*Polytrichum juniperinum* Hedw.):  
А – часть таллома, Б – край листовой пластинки

Класс Bryopsida на исследуемой территории представлен видами из порядков Dicranales, Bryales, Funariales и Hypnales (66,8%) (табл. 1).

Из порядка Dicranales в смешанном лесу были обнаружены представители двух семейств – Dicranaceae и Rhabdoweisiaceae.

Семейство Dicranaceae включает виды рода – *Dicranum* Hedw., который представляет собой мелкие напочвенные мхи с прямостоячим стеблем и цельнокрайними листьями. Клетки листовой пластинки в расширенной части прямоугольные (рис. 4).

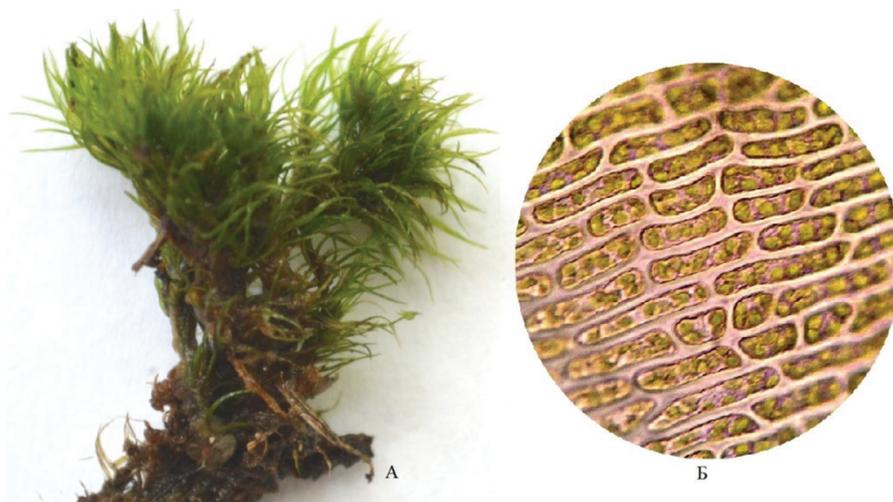


Рис. 4. Дикран (*Dicranum* Hedw.):  
А – часть таллома, Б – клетки листовой пластинки

Из семейства Rhabdoweisiaceae в смешанном лесу произрастают представители рода онкофорус (*Oncophorus* Brid.), образующие желто-зеленые, густые дерновинки. Стебель прямостоячий, округлый, густо облиственный. Листья ланцетовидные, с цельными или зубча-

тыми краями. Клетки листовой пластинки прямоугольные, в основании расширенные. Спорогон с прямостоячей ножкой и светло-бурой коробочкой, неправильной формы. Крышечка с длинным косым клювиком.

Из порядка Bryales были выявлены представители рода мниум (*Mnium* Hedw.) из семейства Mniaceae. Мниум образует рыхлые, темно- или светло-зеленые дерновинки. Стебель прямостоячий, с ризоидным войлоком (рис. 5). Листья мелкие, чешуевидные, кверху постепенно увеличивающиеся. Самые верхние листья собраны в розетку. Клетки пластинки листа овальные, в основании листа прямоугольные (рис. 6).

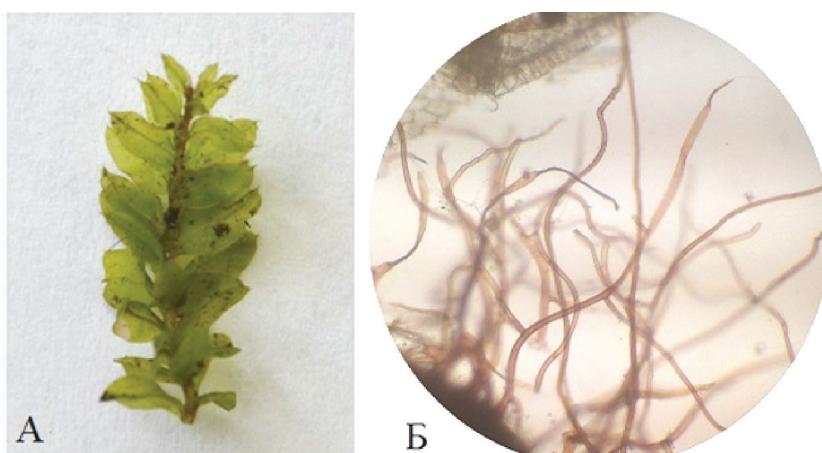


Рис. 5. Мниум (*Mnium* sp.): А – часть таллома; Б – ризоиды

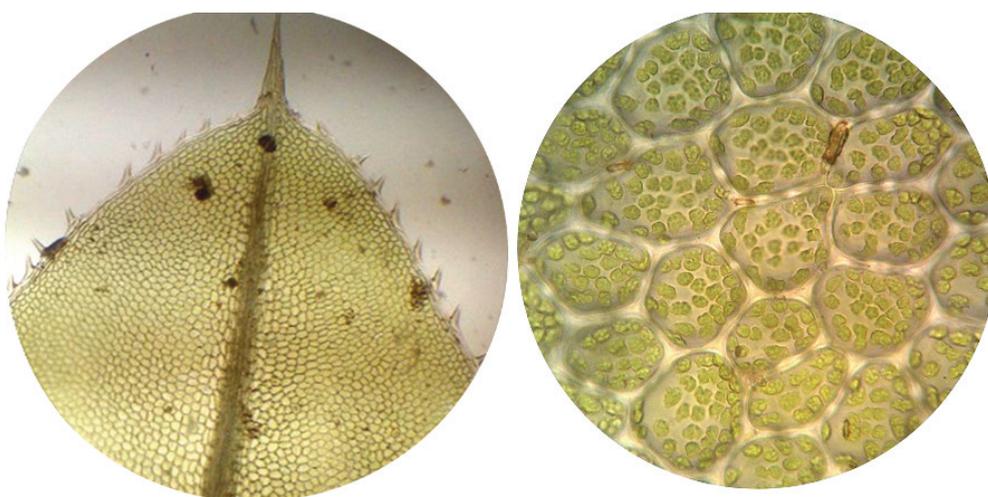


Рис. 6. Клетки листовой пластинки Мниума (*Mnium* sp.)

Из представителей моховидных порядка Funariales был обнаружен один вид – *Funaria hydrometrica* Hedw. из семейства Funariaceae. Таллом фунарии желтовато-зеленого цвета с прямостоячими листьями, у

которых жилка доходит до верхушки листа или выступает из нее. Клетки пластинки очень рыхлые, крупные и толстостенные, по краю длиннее и уже. Коробочка грушевидной или булавовидной формы с плоской, редко конусовидной крышечкой (рис. 7).

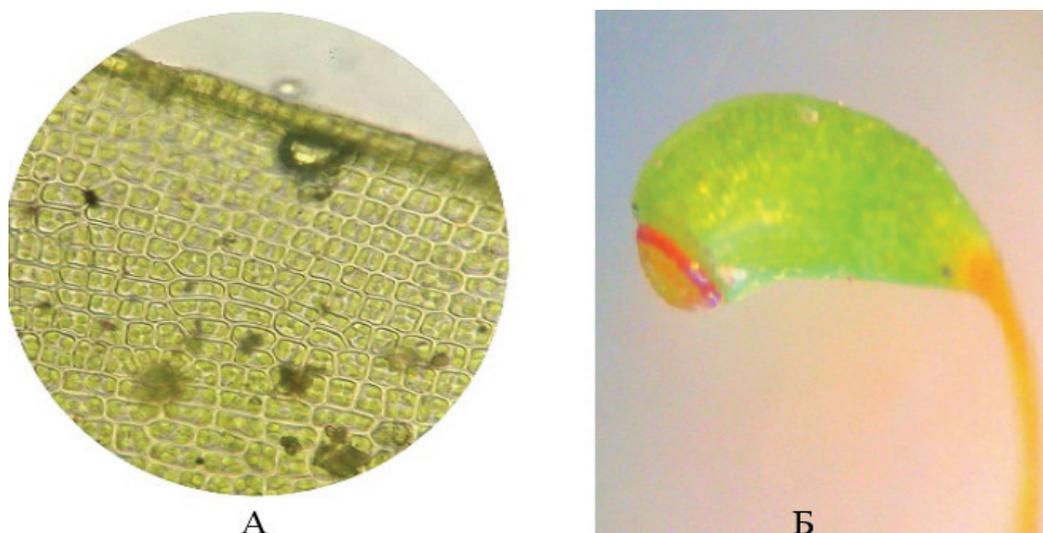


Рис. 7. Фунария гигроскопическая (*Funaria hygrometrica* Hedw.):  
А – клетки листовой пластинки, Б – коробочка

Моховидные из порядка Hurnales в смешанном лесу в районе базы практик ТГПУ представлены одним видом – *Pleurozium schreberi* Mitt. (семейство Hylacomiaceae), имеющим перистоветвящиеся стебли 10-15 см высотой и яйцевидные листья со слабопильчатой верхушкой с линейными толстостенными клетками (рис. 8).



Рис. 8. Плеурозий Шребера (*Pleurozium schreberi* Mitt): А – часть таллома,  
Б – клетки края и верхушки листовой пластинки

Таким образом, на территории смешанного леса окрестностей с. Киреевск в июне 2014 г. было выявлено 7 родов мохообразных из классов печеночные (Marchantiopsida), бриевые (Bryopsida) и политриховые (Polytrichopsida) мхи двух отделов – Marchantiophyta и Bryophyta. Ведущую роль в сложении мохового яруса исследуемой территории играют бриевые мхи, составляющие 66,8% от общего числа изученных родов и видов.

### **Литература**

1. Шейфер, Е. В. Видовой состав и динамика мохового покрова коренных и переходных лесных сообществ Прибайкалья: автореф. дисс. ... канд. с-х. наук: 03.00.16 / Шейфер Елена Владимировна. – Братск, 2009. – 22 с.
2. Полевая геоботаника с основами почвоведения: учеб. пособие / Ю. Н. Краснощеков, Н. В. Пахарькова, Г. А. Сорокина. – Красноярск : Краснояр. гос. ун-т, 2004. – 116 с.
3. Определитель листостебельных мхов Томской области: учеб. пособие / Е. Я. Мульдьяров; ред. Ю.А. Львов. – Томск : изд-во Том. ун-та, 1990. – 206 с.
4. Определитель растений юга Томской области: учеб. пособие / А.В. Положий, А. С. Ревушкин, В. В. Баранова. – Томск : изд-во Том. ун-та, 1985. – 211 с.
5. Вылцан, Н. Ф. Определитель растений Томской области / Н. Ф. Вылцан. – Томск : изд-во Том. ун-та, 1994. – 301 с.
6. Игнатов, М. С. Список мхов восточной Европы и северной Азии / М. С. Игнатов, О. М. Афонина, Е. А. Игнатова // *Arctoa*. – 2006. – №15. – С. 1–130.

УДК 581.12: 581.1.03  
ГРНТИ 68.03.03

## **КОЛИЧЕСТВЕННОЕ СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА И АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ В КОРНЯХ И ЛИСТЬЯХ КОРМОВЫХ ЗЛАКОВ ПРИ КОРНЕВОЙ ГИПОКСИИ**

## **QUANTITATIVE PROTEIN AND ASCORBIC ACID IN THE LEAVES AND ROOTS FEED IN CEREALS ROOT HYPOXIA**

*Ирина Владимировна Геймор,  
Светлана Анатольевна Войцековская*

Научный руководитель: С. А. Войцековская, канд. биолог. наук, доцент

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова: Festuca pratensis Huds, Bromus inermis Leyss, гипоксия, белковый обмен, антиоксидантная система, аскорбиновая кислота.*

*Key words: Festuca pratensis Huds, Bromus inermis Leyss, hypoxia, protein metabolism, antioxidant system, ascorbic acid.*

*Аннотация.* Изучали количественное содержание белка и аскорбиновой кислоты в корнях и листьях овсяницы луговой и костра безостого при разных сроках корневой гипоксии. Определяли содержание белка спектрофотометрически, ас-

корбиновой кислоты титрометрически. Обнаружено изменение количества белка в корнях и листьях обоих объектов в условиях затопления. В отношении содержания аскорбиновой кислоты показаны разнонаправленные процессы в связи с длительностью затопления, как для овсяницы так и для костра.

Растения по специфике своей жизнедеятельности являются облигатными аэробами, в связи с этим они постоянно нуждаются в наличии молекулярного кислорода в среде. Но данная закономерность как в естественных, так и в условиях, созданных человеком может нарушаться. Часто растения испытывают недостаток кислорода на переувлажненных и затопленных почвах, так как кислород обладает небольшой долей растворимости и низкой скоростью диффузии в водной среде. Постоянное или временное переувлажнение характерно для многих районов Северо – Запада, Сибири и Дальнего Востока России, по данным Минсельхоза доля переувлажненных почв увеличилась за период 1990 – 2005гг. с 16 до 22 % пашни [1]. К числу растений подверженным данному виду стресса относятся и кормовые злаки.

#### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследования послужили заведомо устойчивые к затоплению одномесячные проростки кормовых злаков: овсяницы луговой (*Festuca pratensis* Huds) и костра безостого (*Bromus inermis* Leyss.).

Корневая система овсяницы луговой мощная, мочковатая. Некоторые корни могут доходить до грунтовых вод на глубине 155 – 160 см, основная же масса корней расположена в почве от 0 до 15 – 16 см. Показано, что при большой влажности почвы глубина проникновения корней овсяницы уменьшается. Это объясняют тем, что они чувствительны к аэрации верхних горизонтов почвы [2]. Затопление паводковыми водами выдерживает до 25 дней [3], 25 – 28 дней [2], хотя при этом отмечается снижение веса растения, массы корней, процента кустящихся растений и числа побегов на нем. Оптимальная влажность для ее развития 70 – 85 % [2]. Встречается при ступенях влажности от 59 до 96 по шкале Л. Г. Раменского [4].

Костер безостый встречается в условиях от лугово-степного до сыро лугового увлажнения – 62 – 80 ступени шкалы Раменского [4]. Костер находится на 4 ступени шкалы увлажнения, т. е. растет на сухих и свежих почвах. Культура особо устойчива к затоплению 30 – 45 дней весенними водами [3], по другим данным до 40 – 53 дней [5]. Максимальную биомассу костер формирует при оптимальной длительности заливания полыми водами [5]. Хорошо переносит перекрытие достаточно мощным наилком в связи со способностью перемещать почки возобновления в поверхностные слои почвы. Например,

перекрытие супесчаным и песчаным наилком мощностью 5 – 10 см. лучше произрастает на слабокислых или нейтральных почвах, не может произрастать в полностью анаэробных условиях [5].

Для изучения особенностей содержания белка и аскорбиновой кислоты при недостатке кислорода, растения выращивали в климатической камере при температуре воздуха 22 – 24 °С с 12-часовым фото-периодом. Для создания гипоксических условий опытным растениям в возрасте один месяц создавали затопление корневой системы до 20 суток, так что вода на 1 см. была выше поверхности почвы. Контрольные растения находились в это время в условиях нормальной влажности (60 – 70 % от полной влагоемкости почвы).

Содержание белка определяли по методике Брэдфорд [6].

Количественное содержание аскорбиновой кислоты в корнях и листьях контрольных и опытных растений определяли титрометрическим способом [7].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Содержание белка в корнях исследуемых кормовых злаков после двухнедельного затопления резко отличалось друг от друга. Так его содержание как у контрольных, так и у опытных проростков овсяницы луговой было выше, чем у проростков костра безостого (табл. 1).

Соотношение содержания белка у каждого вида в частности также изменялось в зависимости от условий опыта. В корнях костра безостого было обнаружено более высокое содержание белка в условиях корневой гипоксии по сравнению с контрольными растениями. Количество его в контроле составляло 9,5 мг/1 г сырой массы, а в опыте увеличивалось в 1,5 раза (14,8 мг/1 г сырой массы) по сравнению с соответствующим контролем. В то же время в корнях овсяницы содержание белка в условиях затопления понижалось по сравнению с его количеством в контроле (24,6 мг/1 г сырой массы) до 19,3 мг/1 г сырой массы и составляло 76 %.

*Таблица 1*

**Содержание белка в корнях и листьях костра и овсяницы при корневой гипоксии**

Условия опыта	Корни, мг/1г сырой массы	Листья, мг/1г сырой массы
Костер		
Аэрация	9,5±1,40	38,2±1,29
Гипоксия	14,8±0,87	25,0±1,99
Овсяница		
Аэрация	24,6±1,38	29,0 ±2,89
Гипоксия	19,3±1,89	21,7±1,48

Примечание: – все различия между контролем и опытом достоверны при  $P \leq 0,05$

Не менее интересны результаты, полученные для листьев костра и овсяницы (табл. 1).

У обоих видов кормовых злаков наблюдалось понижение количества белка в условиях гипоксии по сравнению с нормальной аэрацией. В листьях костра безостого под влиянием затопления корневой системы оно составило 66 % от контроля (25,0 мг/1 г сырой массы).

В листьях овсяницы луговой в контроле содержание белка составляло 29,0 мг/1 г сырой массы. У опытных растений под влиянием затопления корневой системы количество белка снижалось до 21,7 мг/1 г сырой массы (76 % от контроля).

Понижение содержания белка, в растениях при недостатке кислорода может быть связано как с уменьшением скорости его синтеза, так и с усилением распада [8], что в свою очередь приводит к накоплению свободных аминокислот [9,10].

Снижение интенсивности распада белка у растений, устойчивых к недостатку кислорода, может быть связано с ингибированием ферментов протеиназ. Изучение злаков в этом аспекте показало, что полиамины (ингибиторы протеиназ), накапливающиеся как правило у растений в неблагоприятных условиях среды более характерны для устойчивых растений по сравнению с неустойчивыми [11]. У риса данное накопление было более интенсивное, чем у пшеницы [12].

Повышение количества белка в корнях костра безостого при недостатке кислорода может происходить в результате медленной утилизации его в обмене веществ. Подобное увеличение количества белка было выявлено в придаточных корнях кукурузы при затоплении корневой системы [8]. Также повышение белка в условиях гипоксии может быть связано с синтезом новых анаэробных белков (13,1).

При действиях различных форм стресса, в том числе и при недостатке кислорода при переувлажнении происходит образование и накопление в различных структурах тканей растений активных форм кислорода, которые в больших количествах обладают повреждающим эффектом, приводящим к патологическим изменениям [14]. В связи с этим необходимы механизмы защиты. Повышенное количество активных форм кислорода усиливает сигнальные пути, которые активируют транскрипцию соответственных генов и антиоксидантную защиту [15]. К антиоксидантной системе защиты относятся неферментативные антиоксиданты (аскорбиновая кислота, каротиноиды, глутатион, токоферол, флавоноиды) и ферменты (пероксидаза, каталаза, супероксиддисмутаза и др.). В условиях стресса растения способны к индукции активности антиоксидантной системы, в результате они приобретают устойчивость к действующему фактору. Информа-

ция из литературных источников свидетельствует о том, что растения, устойчивые к недостатку кислорода, обладают более высоким содержанием аскорбата, токоферола, активностью защитных ферментов [13].

Содержание аскорбиновой кислоты как защитного антиоксиданта изучали при разных сроках затопления (10, 15 и 20 суток).

Количество аскорбиновой кислоты в корнях овсяницы достоверно уменьшалось в условиях недостатка кислорода по отношению к контролю на всех сроках исследования (табл. 2).

Таблица 2

**Содержание аскорбиновой кислоты (мг %) в корнях и листьях овсяницы луговой при корневой гипоксии**

Экспозиция, сут	Корни		Листья	
	Аэрация	Гипоксия	Аэрация	Гипоксия
10	27,0±5,59	9,5±0,71	51,6±0,19	16,2±2,12
15	189,1±20,63	14,0±0,97	35,0±2,43	46,2±1,42
20	123,8±13,35	16,8±17,89	54,9±1,70	81,5±2,57

Примечание: – все различия между контролем и опытом достоверны при  $P \leq 0,05$

На 10 сутки количество аскорбиновой кислоты в листьях при недостатке кислорода (16,2 мг %) уменьшилось в 3 раза по сравнению с контролем (51,6 мг %). На 15 сутки количество аскорбиновой кислоты в опыте достоверно увеличилось (46,2 мг %), по сравнению с контролем при аэрации (35,0 мг %). На 20 сутки также отмечалось повышение содержания аскорбиновой кислоты в опыте по сравнению с контролем (табл.2). Это, вероятно, может быть связано с её синтезом у устойчивого растения и её защитной ролью.

В корнях костра безостого на 10 и 20 сутки количество аскорбиновой кислоты достоверно уменьшалось в опыте по сравнению с контролем. Содержание аскорбата в листьях достоверно увеличивалось при недостатке кислорода на 15 и 20 сутки по отношению к соответствующему контролю (табл. 3).

Таблица 3

**Содержание аскорбиновой кислоты (мг %) в корнях и листьях костра безостого при корневой гипоксии**

Экспозиция, сут	Корни		Листья	
	Аэрация	Гипоксия	Аэрация	Гипоксия
10	39,0±2,45	16,9±4,14*	34,4±3,59	36,8±2,65
15	112,3±10,90	120,8±9,76	48,4±2,14	61,6±4,27*
20	123,8±13,34	59,4±2,14*	55,0±2,14	61,3±1,53*

Примечание: \* – различия между контролем и опытом достоверны при  $P \leq 0,05$

Известны факты, когда уровень аскорбиновой кислоты изменялся при действии различных неблагоприятных факторов, что может быть опосредовано усилением свободно радикальных реакций и её защитной ролью как компонента антиоксидантной системы [13, 14]. Следовательно, изменение содержания аскорбиновой кислоты при действии факторов самой разнообразной природы (физических, химических и других) можно рассматривать как неспецифическую реакцию, включенную в механизм защиты растения в стрессовых условиях [14]. Это обеспечивает адаптацию растения к неблагоприятному фактору.

### **Литература**

1. Кошкин, Е. И. Физиология устойчивости сельскохозяйственных культур / Е. И. Кошкин. – Москва : Дрофа, 2010. – 638 с.
2. Биологическая флора Московской области / под ред. Т. А. Работнова – Москва, 1976. – Выпуск 3. – С. 105 - 119.
3. Коломейченко, В. В. Растениеводство / В. В. Коломейченко. – Москва : Агробизнесцентр, 2007. – С. 478-481.
4. Раменский, Л. Г. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову / Л. Г. Раменский, И. А. Цаценкин, О. Н. Чижиков, Н. А. Антипин. – Москва : Сельхозгиз, 1956. – 472 с.
5. Биологическая флора Московской области / под ред. Т. А. Работнова – Москва, 1980. – Выпуск 5. – С. 58 - 74.
6. Bradford, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding / M. M. Bradford // *Analytical Biochemistry*. – 1976. – V.72. N 1/2 – P. 248 - 254.
7. Лешук, Р. И. Практикум по биохимии / Р. И. Лешук, О. Б. Вайшля, С. А. Войцековская. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Томск, 2002. – С. 167 - 168.
8. Гринева, Г. М. Регуляция метаболизма у растений при недостатке кислорода / Г. М. Гринева. – Москва : Наука, 1975. – 279 с.
9. Белецкая, Е. К. Физиологические основы устойчивости озимых культур к избытку влаги / Е. К. Белецкая. – Москва : Наукова думка, 1979. – 210 с.
10. Bertani, A. Some effects of anaerobiosis on protein metabolism in rice roots / A. Bertani, F. Menegus, R. Bollini // *Z. Pflansenphysiol.* – 1981. – V.103. № 1. – P. 37.
11. Kaur-Sawhney, R. Interaction of polyamines and light on biochemical processes involved in leaf senescence / R. Kaur-Sawhney, A. W. Galson // *Plant Cell Environ.* – 1979. – V. 2. № 2. – P. 189.
12. Reggiani, R. Effect of decreasing oxygen concentration on polyamine metabolism in rice and wheat shoots / R. Reggiani, A. J. Bertani // *Plant Physiol.* – 1989. – V. 135. № 3. – P. 375.
13. Чиркова, Т. В. Физиологические основы устойчивости растений / Т. В. Чиркова. – Санкт-Петербург. : Изд-во Санкт-Петербург. Ун-та, 2002. – 244 с.
14. Чупахина, Г. Н. Природные антиоксиданты (экологический аспект) : монография / Г. Н. Чупахина, П. В. Масленников, Л. Н. Скрытник. – Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 2011. – 111с.
15. Полесская, О. Г. Растительная клетка и активные формы кислорода / О. Г. Полесская. – Москва : КДУ, 2007. – 137 с.

**ВИДОВОЙ СОСТАВ ПАУКОВ ЛЕСНЫХ И ЛУГОВЫХ  
БИОТОПОВ РАЙОНА с. КИРЕЕВСК  
(КОЖЕВНИКОВСКИЙ РАЙОН)**

**SPECIES COMPOSITION OF SPIDERS IN FOREST  
AND MEADOW HABITATS IN KIREEVSK AREA  
(KOZHEVNIKOVSKY REGION)**

**\*Юрий Сергеевич Семенищев, \*\*Сергей Владимирович Лукьянцев,  
\*Лидия Валентиновна Лукьянцева**

*\*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*\*\*Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* пауки, семейства, виды, биотопы, юг Томской области.

*Keywords:* spiders, families, species, habitats, south part of Tomsk region.

*Аннотация:* Начатое в 2013 г. исследование фауны отряда Araneae участка поймы реки Оби на юге Томской области показало наличие 57 видов 13 семейств. Сборы производились в лесных и луговых биотопах, поэтому пауки представлены формами тенетников, кругопрядов, бродячих и засадников. Для участка исследований в июне характерны такие виды, как *Pardosa prativaga* (L. Koch, 1870), *Evarcha arcuata* (Clerck, 1757), *Misumena vatia* (Clerck, 1757), *Xysticus viduus* Kulczynski, 1898, *Neriene emphana* (Walckenaer, 1841), *Theridion pictum* (Walckenaer, 1802), *Tetragnatha pinicola* L. Koch, 1870, *Larinioides patagiatus* (Clerck, 1757) и др.

Значимость группы Araneae в экосистеме, как основных регуляторов численности насекомых (кровососущих двукрылых, равнокрылых и т.д.), сложно переоценить. При своем расселении пауки не зависят ни от специфики кормовых объектов, ни от типа растительности и ландшафта в целом [1]. Распространение и распределение их в большей степени зависит от степени сомкнутости крон, ярусности растительности, формирующих температурный и влажностный режим в биотопе. Повсеместная встречаемость и высокая численность в биоценозах представителей пауков, позволяет использовать их при зоогеографических характеристиках фауны, биоиндикационных работах [2].

Видовое разнообразие пауков различных биотопов территории Томской области ранее исследовалось, хотя фрагментарно, периодически [2]. Нами начато более детальное обследование района, где проводится летняя полевая практика по зоологии беспозвоночных у студентов 1 курса. Этот участок является зоной отдыха. Район исследо-

ваний расположен на юго-западе Томской области, на границе с Новосибирской областью (Кожевниковский район), на правом берегу реки Оби.

По характеру рельефа это территория, где лесные массивы чередуются с открытыми, распаханными и заселенными (населенные пункты) пространствами, с элементами террас реки Оби. Растительность территории в основном представлена сосновыми, сосново-березово-осиновыми, березово-осиновыми травяными, мелкотравными лесами, болотами в понижениях ландшафта, разнотравными и пойменными лугами. В подлеске встречаются рябина, шиповник, смородина красная, ивы, малина и др. В составе травяного яруса отмечены: ветреница, лабазник вязолистный, лютики, крапива двудомная, купырь лесной, майник двулистный, грушанка, чина луговая, ястребинка, мятлик лесной, вероники и др.

Качественные сборы пауков производились студентами в период второй-третьей декад июня 2013-2014 гг., преимущественно во время экскурсий в лесные биотопы, на лесные поляны и суходольный луг. Также сборы производились с прибрежной растительности (берег р. Оби). Наблюдения и сборы производились в подстилке, травяном, кустарниковом и древесном ярусе; на стенах построек, изгородях. Фиксация пауков производилась в 70%-ном спирте. При диагностике видов использовано пособие [3]. Всего в период практики собрано и диагностировано около 100 экз. (40% из них неполовозрелые) пауков.

В биотопах обследованного участка обнаружены представители 57 видов 13 семейств пауков (табл. 1). Поскольку сборы производились в лесных и луговых биотопах, поэтому пауки представлены преимущественно формами тенетников, кругопрядов, бродячих и засадников.

Бродячие пауки представлены на участке представителями семейств Salticidae, Sparassidae, Pisauridae, Lycosidae. Как правило, это дневные хищники, с темной окраской тела. На поверхности почвы были многочисленны особи пауков-волков (сем. Lycosidae) *Pardosa prativaga* (L. Koch, 1870). Часто встречались самки этих пауков с яйцевыми коконами, прикрепленными к паутинным бородавкам. Представители сем. Salticidae отмечены во всех исследуемых биотопах: на травянистой растительности, стволах деревьев, заборах, на почве. Пауки этого семейства отличаются характерным типом передвижения, также характерны огромные передние медиальные глаза. Наиболее часто встречаются виды рода *Evarcha*. В наших сборах обычен *Evarcha arcuata* (Clerck, 1757). Размеры тела маленькие. Окраска варьирующая, но с рисунком.

Сем. Sparassidae представлено единственным видом в фауне – *Micrommata virescens* (Clerck, 1757). В наших сборах единично отмечены самки этого вида паука (2 экз.). Микроммату зеленоватую спутать ни с каким другим видом пауков не возможно. Паук весь нежно-зеленого цвета; обитает в травостое леса и луга; активность проявляет преимущественно в темное время суток. Это бродячие охотники; охотятся из засады.

Из сем. Pisauridae обнаружен представитель рода *Dolomedes*. Эти пауки населяют исключительно околородные биотопы. Нами был обнаружен паук-доломедес на поверхности воды пойменного озера-старицы. Паук крупный; размер тела около 20 мм. Окраска тела темная, с двумя субмаргинальными светлыми полосами на карапаксе и на брюшке.

Таблица 1

Состав семейств пауков территории базы летней полевой практики

№ п/п	Название семейства	Число видов	Биологическая группа	Предпочитаемые местообитания
1.	Theridiidae	3	тенетники	Лес, синантропы
2.	Linyphiidae	10	тенетники	Кустарниковая и травянистая растительность, подстилка, почва
3.	Tetragnathidae	6	кругопряды	Луг, хвойный лес, кустарники
4.	Araneidae	7	кругопряды	Луг, редколесье; древесная, травянистая растительность, синантропы
5.	Lycosidae	9	бродячие, норники	Лес, луг, подстилка
6.	Liocranidae	1	бродячие, норники	Подстилка
7.	Clubionidae	2	засадники	Лесная травянистая растительность
8.	Gnaphosidae	1	засадники	Лесная подстилка
9.	Sparassidae	1	бродячие охотники	Луговая и лесная травянистая растительность
10.	Philodromidae	6	засадники	Разнообразные биотопы
11.	Thomisidae	8	засадники	Луг, лесные поляны, на травянистой цветущей растительности
12.	Salticidae	2	бродячие	Разнообразные биотопы
13.	Pisauridae	1	бродячие	Околородные, увлажненные местообитания

Пауки-засадники в наших сборах представлены сем. Thomisidae, Clubionidae, Philodromidae, Gnaphosidae. Представители сем. Thomisidae используют тактику подстерегания добычи на цветах, коре деревьев, почве. Это пауки с покровительственной окраской тела. Типичны для группы пауки – цветочные бокоходы, мезумены (например, *Misumena vatia* (Clerck, 1757)). Пауки эти используют тактику полной неподвижности. Основными объектами нападения для этих пауков служат пчелы и другие насекомые, посещающие цветки. В травянистой растительности многочисленны паучки *Xysticus viduus* Kulczynski, 1898. Из сем. Philodromidae характерен род *Philodromus*.

Для большинства видов рода *Philodromus* характерно уплощенное и укороченное тело; с криптической внешностью, имитирующей, например, структуру коры. Эти пауки затаиваются на заборах, на травянистой, стволах древесной растительности.

Пауки-тенетники из семейств Linyphiidae, Theridiidae строят тенета из сухих и клейких нитей, располагая их в углублениях почвы, в траве, на ветках деревьев, кустарников. У большинства представителей сем. Linyphiidae брюшко удлинено-овальное или округлое. Полог сети может быть куполообразным или горизонтальным. Многочисленны на участке исследований вдоль лесных дорог на растительности особи *Neriene emphana* (Walckenaer, 1841). В сем. Theridiidae самый обширный род *Theridion*. Паучки эти мелкие, иногда крохотные, особенно много их в лесу. Вид *Theridion pictum* (Walckenaer, 1802) обычно селится на влажных участках, на низких растениях или нижних ветвях кустарников.

Пауки-кругопряды из сем. Araneidae и Tetragnathidae строят геометрически правильные колесовидные сети среди травянистой и древесно-кустарниковой растительности. Кругопряды сем. Tetragnathidae отличаются длинными тонкими ногами и удлинённым, почти палочковидным телом. На различной лесной, луговой и прибрежной растительности, включая кустарники (ивы), встречались *Tetragnatha pinicola* L. Koch, 1870 и *Tetragnatha montana* Simon, 1874. Из Сем. Araneidae для участка характерен род *Singa*, – мелких (до 5 мм), повсеместно встречающиеся паучков-кругопрядов. В наших сборах есть особи (самцы и самки) вида *Singa nitidula* C.L. Koch, 1844 (синга блестящая) с характерным рисунком в виде креста на брюшке (у самки). Ноги у самки паучка светлые, частично затемненные. (У самца ноги красные.) Паучки-кругопряды *Larinioides patagiatus* (Clerck, 1757) темные по цвету; селятся среди ветвей кустарников, деревьев, иногда устраивают логовища под корой.

В заключении, отмечаем относительно высокое видовое разнообразие пауков в районе проведения летней полевой практики.

### Литература

1. Марусик, Ю. М. Пауки (Arachnida, Aranei) Сибири и Дальнего Востока России / Ю. М. Марусик, Н. М. Ковблюк. – Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2011. – 344 с.
2. Лукьянцев, С.В. Фауна и экология пауков (Arachnida, Aranei) подзоны южной тайги Западной Сибири: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Лукьянцев Сергей Владимирович. – Томск, 1999. – 17 с.
3. Тыщенко, В.П. Определитель пауков Европейской части СССР / В.П. Тыщенко. – Л.: Наука, 1971. – 282 с.

УДК 556:551.525  
ГРНТИ 34.35.25

## ДИНАМИКА ТЕМПЕРАТУРЫ ЗА ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД В ТОРФЯНОЙ ЗАЛЕЖИ БОЛОТА ТУРОЧАК

### DINAMIC OF THE TEMPERATURE FOR VEGETACION PERIOD IN PEAT DEPOSIT OF TUROCHAK BOG

*Ольга Юрьевна Сипович*

Научный руководитель: Л.И.Инишева, д.с.-х.н., проф.

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* гидротермические условия, торфяная залежь, Алтай, болото, уровни болотных вод, промерзание-оттаивание, динамика, влагообеспеченность.

*Key words:* hydrothermal conditions, peat accumulation, Altay, peat deposits, levels water marsh, freezing-thawing, moisture content, dynamics.

*Аннотация.* Водно-тепловой режим болот позволяет оценить связи и взаимозависимости между болотами и явлениями в приземном слое атмосферы. В условиях изменения климата важная роль на заболоченной территории Западно-Сибирской равнины принадлежит болотам. В работе приведены результаты исследования гидротермических условий торфяного горноалтайского болота – Турочак. В течение вегетационного периода в торфяной залежи измерялась температура до глубины 2 метра. Подробный анализ динамики температуры за май, июль и сентябрь позволил выявить следующие закономерности: торфяная залежь активно прогревается до глубины 40 см (деятельный слой); в инертном слое (120 см) температура практически не меняется в течение вегетационного периода, но торфяная залежь на этой глубине постепенно прогревается от 0 до 10 °С.

**Введение:** Температурный режим является одним из ведущих факторов в поддержании равновесия протекающих биологических и физико-химических процессов в естественных торфяных залежах.

В условиях мелиорации, когда происходит сброс вековых вод и постепенное снижение влажности в осушаемых болотах, важен прогноз изменения температурных условий в процессе мелиорации. Поэтому изучение гидротермического режима разных по генезису болот позволяет прогнозировать последующие использование их в практических целях.

Если на болотах Западной Сибири по температурному режиму проводятся исследования [1-3], то температурный режим болот Горного Алтая не изучен.

**Цель:** Целью данной работы является сравнительный анализ температурных условий в отдельные месяцы вегетационного периода в торфяной залежи эвтрофного болота северо-восточной части Горного Алтая.

**Объекты и методы исследования:** Объектом исследования является болото Турочак, расположенное в 1,69 км от районного центра Турочак Республики Алтай. Торфяная залежь низинного типа, её мощность в среднем составляет 2,5 м при экстремальных значениях 0,6-6,0 м, сложена древесно-осоковым торфом (0-150 см) средней степени разложения (20-35 %) и травяным торфом высокой степени разложения. Возраст болота – 7060±90 лет.

Влажность торфяной залежи ежедекадно определялась термостатно-весовым методом (ГОСТ 11305-83), УБВ – по [4], зольность (ГОСТ 10538-87), ботанический состав и степень разложения торфа – по ГОСТ 28245-89. Датирование торфяных залежей выполнено на радиоуглеродной установке QUANTULUS-1220 в институте геологии СО РАН. Наблюдения за температурой велись датчиками АБИ [5]. Температура воздуха измерялась на высоте 2 м от поверхности земли.

Исследования были проведены в 2012 году, который характеризуется как теплый и относительно влажный и по среднемноголетним данным как средний год по метеоусловиям. Средняя температура воздуха в мае была 11 °С, в июле – 17,5 °С, а в сентябре опустилась до 14,2 °С.

В мае наблюдаются резкие перепады температур поверхностного горизонта до глубины 20 см. Ниже, температура сильно не изменяется и прогревается к концу месяца до 3-7 °С (на начало месяца она составляла 1-3 °С) Наиболее активно на колебания температуры воздуха реагирует слой торфяной залежи до 10 см (рис. 1).

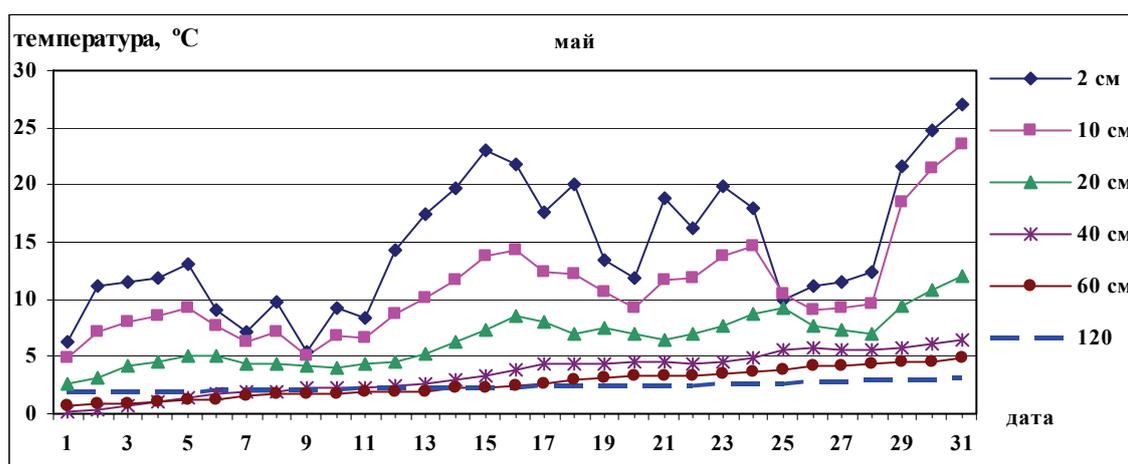


Рис. 1. Динамика температуры в торфяной залежи, май, 2012 г.

Так, уже в первой пентаде мая наблюдалось повышение температуры до 12 °С в слое 2 см, в середине мая этот слой прогревается до 24 °С. На глубине 20 см повышение температуры отмечается только с 14 мая.

Что же происходит с температурой в торфяной залежи в наиболее теплый период в июле? Температура в слое 2 и 10 см на протяжении всего июля практически одинакова. Лишь 1 и в середине июля разница между этими слоями достигает 2-5 °С. Наиболее высокие температуры в этих слоях наблюдаются в начале и конце месяца, достигая соответственно 25-30 °С, и 32-33 °С (27.07). В слое 20 см температура ниже и изменяется в пределах 3-5 °С.

Следует отметить, что сентябрь характеризуется резкими колебаниями температуры воздуха, что отражается и на динамике в деятельном слое торфяной залежи. Если первого сентября температура в этом слое поддерживается на уровне 23 °С, то 3 сентября увеличивается до 33 °С, а 5 снижается до 15 °С с последующим повышением к 11.09 до 32 °С. В результате происходят синхронные колебания температуры и в поверхностных слоях 2 и 10 см. Такие же колебания отмечаются и в слое 20 см, но температура ниже на 1-3 °С по сравнению с 10 см слоем и после 23 сентября температура установилась в пределах 10-13 °С.

Рассмотрим динамику температуры в инертном слое, который на рис. 1 обозначен глубинами 40, 60 и 120 см. Если в мае температурный режим в этом слое изменяется от 0 до 7 °С в конце месяца, то в июле эти слоигреваются от 11 до 17 °С и в сентябре отмечается постепенное снижение от 14 °С до 9 °С. Заметим, что в июле отмечается глубокое (до 60 см) прогревание торфяной залежи, в то время как слой 120 см остается на уровне 5-7 °С и только в сентябре этот слой прогревается до 10 °С.

Следует отметить, что различие температурных условий в рассмотренных слоях торфяной залежи, объясняются биофизическими свойствами. Как ранее было выявлено, торфяная залежь разделяется на верхний и нижний горизонты. Различия заключаются в интенсивности протекающих в этих слоях физических и биохимических процессов. Верхний слой называется активным, или деятельным, нижний слой называется инертным.

Точное положение границы между активным и инертным горизонтом всегда является до некоторой степени условным. Главным фактором, определяющим интенсивность биохимических процессов в активном слое торфяной залежи, а следовательно и водно-тепловые ее свойства являются, по мнению гидрологов-болотоведов, периодические колебания уровня болотных вод (УБВ), их амплитуды и, вследствие

этого, как считает К.Е. Иванов [6], периодический доступ кислорода из воздуха в толщу органических отложений.

Согласно К.Е. Иванову, мощность активного слоя, характерная для любого типа болотного микроландшафта, может приниматься равной расстоянию от поверхности болота до среднего многолетнего минимального уровня болотных вод, наблюдающегося в теплый сезон года. При этом К.Е. Ивановым [7] утверждается, что более низкие положения периодически повторяющихся минимальных уровней, отмечающихся в отдельные сухие годы, по сравнению со средним их положением, уже не оказывает существенного влияния на процессы торфообразования. Выше рассмотренная динамика температуры полностью соответствует данному теоретическому положению.

**Выводы:**

Исследования температурного режима болота эвтрофного типа Турочак в погодных условиях 2012 г. показали, что торфяная залежь прогревается до глубины 40 см. Колебания температуры воздуха оказывают влияние на колебания температуры деятельного слоя до глубины 20 см.

В инертном слое (120 см) температура практически не меняется в течение вегетационного периода, но слой в течение вегетационного периода постепенно прогревается от 5 до 10 °С. Резкие изменения температуры отмечаются в слое 0-10 см в мае и сентябре, но в июле динамика температуры в этом слое имеет плавный характер.

Необходимо продолжить исследования температурного режима в другие годы и расширить объекты исследования.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Минобрнауки (госзадание ТГПУ № 174).

Автор выражает благодарность сотруднику лаборатории Агроэкологии О.Н. Смирнову и ст. преподавателю ТГУ Н.Г. Инишеву за проведение полевых работ и частичную обработку материалов измерений.

---

### **Литература**

1. Инишева Л.И., Шурова М.В., Ларина Г.В., Хмелева И.Р., Инишев Н.Г., Смирнов О.Н. Торфяные болота северо-восточной части территории Горного Алтая // Известия Бийского отделения русского географического общества. Вып. 32. Отв. ред. В.Н. Коржнев. Бийск: АГАО им. В.М.Шукшина, 2011. С. 59-66.
2. Инишева Л.И., Сергеева М.А., Дырин В.А., Смирнов О.Н. Торфяные экосистемы в стратегии устойчивого развития биосферы// Живые и биокосные системы, №5, 2013
3. Инишева Л. И., Виноградов В. Ю., Голубина О. А., Ларина Г. В. и др. Болотные стационары Томского государственного педагогического университета. Томск: Изд-во ТПУ, 2010. 118 с.
4. Наставления гидрометеорологическим станциям и постам. Л.: Гидрометиздат, 1990. 360 с.

5. Кураков С.А., Крутиков В.А., Ушаков В.Г. Автономный измеритель профиля температуры АИПТ. // Приборы и техника эксперимента. М.: 2008. № 5. С. 166-167.
6. Иванов К.Е. Гидрология болот. Л.: Гидрометеиздат, 1953. 297 с.
7. Иванов К.Е. Иванов К.Е. Водобмен в болотных ландшафтах. – Л.: Гидрометеиздат, 1975, 370 с.

УДК 581.14; 581.1.03  
ГРНТИ 34.21.27; 34.31.15

## **ВЛИЯНИЕ СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА СВЕТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ *LACTUCA SATIVA* L. СОРТА ЛОЛЛО БИОНДО**

## **EFFECT OF LIGHT SPECTRAL COMPOSITION ON PRODUCTIVITY OF *LACTUCA SATIVA* L. LOLLO BIONDO**

*Таюнова Разиля Раилевна*

Научный руководитель: Н.С. Зеленчукова, к.б.н., доцент

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова: Lactuca sativa, морфогенез, продуктивность, светофильтры.*

*Key words: Lactuca sativa, morphogenesis, productivity, light filters.*

*Аннотация.* Использование светофильтров, преобразующих часть УФ излучения в узкополосное излучение в красной, синей и сине-зеленой областях спектра, приводит к интенсификации ростовых процессов и изменению продуктивности *Lactuca sativa* L. сорта Лолло Биондо. Излучение в синей (447 нм) и сине-зеленой (с максимумами 436 нм, 481 нм и 546 нм) областях спектра стимулирует ростовые процессы и приводит к увеличению продуктивности до 27% и 25,7% соответственно, что связано с увеличением доли ФАР и уменьшением доли УФ излучения в общем потоке радиации. Увеличение доли красного света с максимумом 612 нм приводит к увеличению продуктивности *Lactuca sativa* (до 21%) только на начальных этапах эксперимента, что связано с ранней деградацией люминофора, входящего в состав исследуемого светофильтра.

Свет играет определяющую роль в жизнедеятельности и продуктивности растений, т. к. обеспечивает энергетическую основу фотосинтеза [1]. Спектральный состав света, так же как и интенсивность излучения, является сильным морфогенетическим фактором, регулирующим процессы роста и развития в системе целого растения [2]. Изучение действия света определенных длин волн и интенсивности в естественных условиях является сложной задачей из-за влияния на растения множества факторов. В лабораторных условиях для изучения влияния изменения спектрального состава излучения на фотоморфогенез растений используют как широкополосные светоизлу-

чающие приборы, так и узкополосные источники света, а также светофильтры [3, 4].

*Цель работы* – изучение влияния коррекции света с использованием светофильтров на морфогенез *Lactuca sativa* L. сорта Лолло Биондо в условиях светокультуры.

*Методика.* В качестве объекта исследования было выбрано растение из семейства сложноцветные (Compositae) – салат посевной (*Lactuca sativa* L.) сорта Лолло Биондо. Растения выращивали в почвенной культуре с фотопериодом 16 часов в течение 35 суток в лаборатории «Полимерные материалы для фотобиологии» биолого-химического факультета ТГПУ. В качестве грунта использовали почвенную смесь, состоящую из равных количеств перегноя, чернозема и торфа. Полив производили капиллярным способом.

В качестве контроля использовали комбинированный свет (базовое излучение), состоящий из белого света от люминесцентных ламп Эколум и УФ-А излучения. В опытных вариантах исследования использовали светофильтры из полиметилметакрилата, которые преобразовывали часть УФ-А базового излучения в узкополосное излучение в синей (СС, с максимумом 447 нм), в сине-зеленой (ЗС+СС, с тремя максимумами – 436 нм, 481 нм и 546 нм) и красной (КС, с максимумом 612 нм) областях спектра. Источником УФ-А излучения служила лампа TLD 36 W/08 «Black Light» (Philips, Нидерланды).

В течение эксперимента у растений отмечали основные фенологические фазы периодов роста – прорастание семян, всходы, появление первой пары и последующих настоящих листьев. Площадь листьев определяли бумажно-весовым методом. Сырую массу и массу сухого вещества растений определяли на аналитических весах с точностью 0,1 мг. Для определения массы сухого вещества растения высушивали до постоянного веса при температуре 103-105°C. Продуктивность растений определяли по приросту биомассы. Отношение массы надземной (М надз. ч.) и подземной (М подз. ч.) частей рассчитывали по формуле  $M_{\text{надз. ч.}} / M_{\text{подз. ч.}}$ . Статистическую обработку экспериментальных результатов осуществляли с помощью программы «Excel», при 95%-ом уровне надежности (уровень значимости – 0,05). На рисунках приведены средние арифметические значения с двусторонним доверительным интервалом для десяти растений трех независимых экспериментов.

*Результаты и обсуждение.* В результате исследования выявили различные морфогенетические ответы растений, в зависимости от варианта исследования.

При выращивании *Lactuca sativa* сорта Лолло Биондо с использованием светофильтра, преобразующего часть УФ излучения в синюю область спектра с максимумом 447 нм (СС), отметили ингибирование роста стебля на начальных стадиях развития – длина стебля 14 суточных растений салата в опыте была меньше на 8% по сравнению с контролем (табл. 1). Тогда как излучение в сине-зеленой области спектра (436 нм, 481 нм и 546 нм) (ЗС+СС) приводило к ускорению роста стебля растений на 12,5% и 5% (на 14 и 21 сутки после посева соответственно) и незначительное увеличение у 28-суточных растений (на 1,5%) (табл. 1). Вероятно ингибирующее влияние СС, (с максимумами 436 нм и 481 нм) на рост осевых органов салата нивелируется за счет наличия в данном варианте исследования максимума в зеленой части спектра (546 нм). Длинноволновый ЗС, как известно из работ других авторов, нейтрализует эффекты активации криптохрома синим светом [5, 6].

Таблица 1

**Морфометрические параметры *Lactuca sativa* L. сорта Лолло Биондо при выращивании под светофильтрами**

вариант	Время от посева, сутки	Длина стебля, мм	Площадь листьев, см <sup>2</sup>	Сырая масса надземной части, г	Сухая масса надземной части, г	Отношение сухой массы побега к сухой массе корня
контроль	7	–	1,57 ± 0,14	0,029 ± 0,003	0,0012 ± 0,0001	–
	14	15,51 ± 0,68	10,81 ± 1,07	0,18 ± 0,019	0,007 ± 0,001	13,64 ± 2,33
	21	29,58 ± 2,43	56,73 ± 2,32	1,028 ± 0,026	0,046 ± 0,005	15,14 ± 1,69
	28	60,60 ± 6,18	170,18 ± 21,48	3,46 ± 0,08	0,18 ± 0,023	13,17 ± 3,27
	35	92,00 ± 8,56	252,73 ± 11,36	5,58 ± 0,13	0,35 ± 0,024	7,22 ± 1,27
СС	7	–	1,79 ± 0,098	0,033 ± 0,001	0,001 ± 0,0002	–
	14	12,32 ± 1,32	13,43 ± 0,64	0,25 ± 0,007	0,008 ± 0,00	15,38 ± 1,00
	21	26,80 ± 3,04	72,00 ± 3,28	1,48 ± 0,071	0,066 ± 0,001	13,07 ± 0,37
	28	57,60 ± 3,97	323,64 ± 23,28	4,89 ± 0,17	0,25 ± 0,013	9,92 ± 2,37
	35	90,80 ± 2,81	354,54 ± 15,88	7,91 ± 0,57	0,47 ± 0,045	7,31 ± 0,63
ЗС+СС	7	–	18,80 ± 0,06	0,038 ± 0,002	0,001 ± 0,0001	–
	14	19,32 ± 1,11	15,93 ± 0,73	0,30 ± 0,08	0,009 ± 0,00	12,62 ± 0,53
	21	37,00 ± 3,32	72,91 ± 2,66	1,19 ± 0,067	0,056 ± 0,005	18,50 ± 1,92
	28	70,80 ± 5,03	225,27 ± 13,41	3,36 ± 0,12	0,18 ± 0,01	14,49 ± 1,22
	35	104,20 ± 4,98	299,46 ± 14,70	7,32 ± 0,14	0,56 ± 0,049	6,86 ± 0,79
КС	7	–	2,23 ± 0,059	0,037 ± 0,003	0,0014 ± 0,0002	–
	14	13,20 ± 0,87	12,47 ± 0,69	0,25 ± 0,04	0,007 ± 0,00	14,71 ± 1,47
	21	24,00 ± 3,45	63,27 ± 4,18	1,36 ± 0,085	0,06 ± 0,002	13,92 ± 0,92
	28	50,60 ± 5,62	201,46 ± 12,79	4,497 ± 0,25	0,20 ± 0,02	9,44 ± 2,06
	35	101,00 ± 3,45	268,55 ± 17,22	5,66 ± 0,34	0,38 ± 0,026	4,765 ± 0,26

Дополнительный к базовому излучению КС с максимумом 612 нм приводил к незначительному ингибированию роста стебля на начальном этапе развития (табл. 1).

Ингибирование роста осевых органов *L. sativa*, выращиваемых при добавлении СС, сопровождалось формированием у опытных растений большего числа листьев по сравнению с контролем на 12%, 8,6% и 2% на 14, 21 и 35 сутки после посева соответственно (рис. 1). При этом площадь ассимилирующей поверхности возрастала за счет увеличения числа листьев по сравнению с контролем на 8% и 16% (на 14 и 21 сутки), в 1,6 раз и на 28,2% – у 28- и 35-суточных растений соответственно (табл. 1), что вероятно обусловлено увеличением доли СС, который способствует формированию листьев меньшей площади [7].

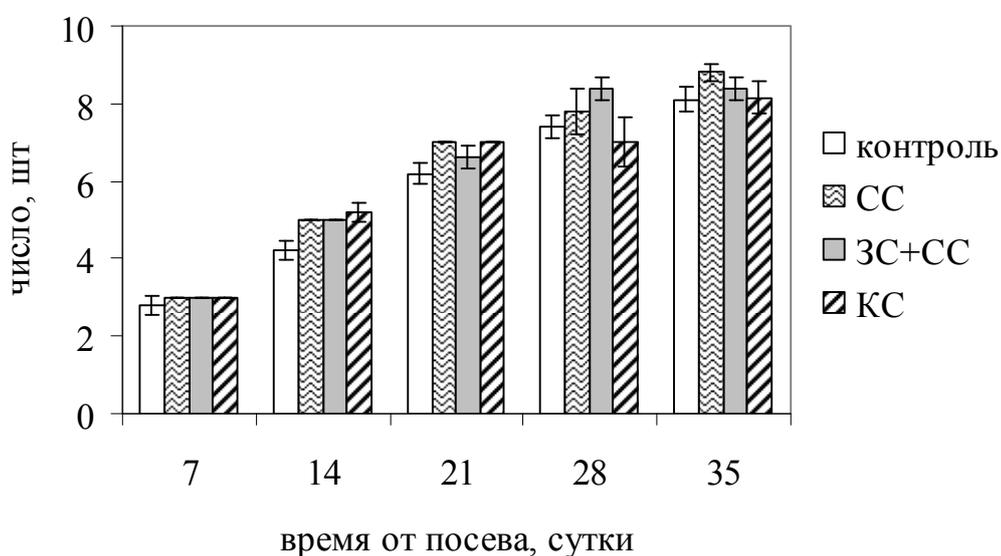


Рис. 1. Динамика изменения числа листьев *Lactuca sativa* L. сорта Лолло Биондо при выращивании под светофильтрами

Излучение в сине-зеленой области спектра (436 нм, 481 нм и 546 нм) (3С+СС) приводило к интенсификации ростовых процессов салата, что проявилось в образовании большего числа листьев по сравнению с контролем на 12% и 5,5% (на 14 и 28 сутки) (рис. 1). При этом площадь ассимилирующей поверхности увеличивалась не за счет увеличения размеров листовых пластинок, а за счет увеличения числа листьев на 7% и 28% (на 7 и 14 сутки) и на 19% и 10,5% (на 21 и 28 сутки) по сравнению с контролем. Тогда как к 35 суткам увеличение площади ассимилирующей поверхности на 7,8% было обусловлено увеличением размеров листовых пластинок, т. к. число листьев в контроле и опыте достоверно не менялось (таб. 1). При увеличении доли

КС (612 нм) в общем потоке радиации наблюдали увеличение числа листьев на 11,7% и 8,6% у 14- и 21-суточных растений соответственно (рис. 1). При этом площадь листовой поверхности 7 суточных проростков увеличивалась за счет усиленного роста листовой пластинки (на 27%) по сравнению с контролем (табл. 1), что согласуется с литературными данными, т. к. известно, что у растений КС способствует интенсивному растяжению клеток листовой пластинки [8]. Однако в дальнейшем достоверных отличий в развитии площади ассимилирующей поверхности опытных (КС) и контрольных растений не отмечали (табл. 1), что вероятнее всего связано с интенсивной деградацией люминофора в составе используемого светофильтра в течение первых 2-х недель испытаний.

Интенсивное развитие листьев и площади ассимилирующей поверхности салата при добавлении к базовому излучению СС с максимумом 447 нм обуславливало увеличение продуктивности растений. Так, увеличение сырой надземной массы опытных растений составило 22% и 33% (на 14 и 21 сутки) и 33,3% и 28,5% (на 28 и 35 сутки). Увеличение сырой массы *L. sativa* было сопряжено с увеличением массы сухого вещества на 27,5%, 18,5% и 16% (на 21, 28 и 35 сутки соответственно) по сравнению с контролем (табл. 1).

При трансформации части УФ излучения в сине-зеленую область спектра интенсивное развитие листьев, площади ассимилирующей поверхности и усиление роста стебля *L. sativa* сопровождалось накоплением сырой биомассы побега – на 9,4% и 12,1% (на 7 и 14 сутки) и на 6% и 25,7% (на 21 и 35 сутки) по сравнению с контролем. Увеличение сырой массы опытных растений было сопряжено с увеличением массы сухого вещества на 12% и 38% на 14 и 35 сутки по сравнению с контролем (табл. 1).

При трансформации части УФ излучения в красную область спектра с максимумом 612 нм увеличение сырой биомассы у 7- и 14-суточных растений составило 6,3% и 4% соответственно, а в возрасте 21 и 28 суток – 21% и 20%. Увеличение сырой массы салата сопровождалось накоплением массы сухого вещества только на 21 сутки (на 15,7%) (табл. 1). При этом величина отношения сухой массы побега к сухой массе корня у 35-суточных растений в опыте была ниже на 16%, что свидетельствует о более интенсивном развитии корневой системы по сравнению с контролем. В то время как при увеличении доли ФАР в синей и сине-зеленой областях спектра достоверных отличий при распределении сухой массы по органам растений не наблюдали.

**Заключение.** Выращивание *Lactuca sativa* L. сорта Лолло Биондо с использованием светофильтра, преобразующего часть УФ света в си-

ную область спектра с максимумом люминесцентного излучения 447 нм стимулирует ростовые процессы и приводит к увеличению продуктивности до 27%, что связано с увеличением доли синего света и уменьшением доли УФ излучения в общем потоке радиации. Использование светофильтра, преобразующего часть УФ излучения в синюю и зеленую части спектра с тремя максимумами излучения – 436 нм, 481 нм и 546 нм стимулирует ростовые процессы и приводит к увеличению продуктивности до 25,7%. Добавление КС с максимумом 612 нм приводит к интенсификации ростовых процессов только на начальных этапах онтогенеза (за счет ранней деградации люминофора, нанесенного на светофильтр из полиметилметакрилата), сопровождаясь увеличением сырой массы до 21% и более интенсивного развития корневой системы.

---

### Литература

1. Folta, K. M., Maruhnich, S. A. Green light: a signal to slow down or stop / K. M Folta, S. A. Maruhnich // Journal of Experimental Botany. 2007.– Vol. 58. – №12. – P. 3099-3111.
2. Якушенкова, Т. П. Сравнительное влияние синего и красного света на некоторые физиологические показатели и резистентность проростков яровой пшеницы: автореф. дисс. ...канд. биол. наук: 03.00.12 / Якушенкова Татьяна Петровна. – Петрозаводск, 2002. – 132 с.
3. Сечняк, Л. К. Экология семян пшеницы / Л. К. Сечняк, Н. А. Киндрук, О. К. Слюсаренко, В. Г. Иващенко, Е. Д. Кузнецов. – Москва : Наука, 1981. – 209 с.
4. Карташов, А. В. Морфогенез ассимилирующих органов семян сосны обыкновенной и ели европейской при действии красного и синего света / А. В. Карташов, П. П. Пашковский, Ю. В. Иванов, А. И. Иванова, Ю. В. Савочкин // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2014. №1 (25). – С. 167-182.
5. Sellaro, R. Cryptochrome as a sensor of the blue/green ratio of natural radiation in Arabidopsis / R. Sellaro, M. Crepy, S. A. Trupkin, E. Karayekov, A. S. Buchovsky, C. Rossi, J. J. Casal // Plant Physiology. 2010. – Vol. 154. – P. 401-409.
6. Zhang, T. Green light induces shade avoidance symptoms / T. Zhang, S. A. Maruhnich, K. M. Folta // Plant Physiology. 2011. – Vol. 157. – P. 1528-1536.
7. Хоцкова, Л. В. Роль селективного света в морфогенезе и содержании фотосинтетических пигментов проростков *Cymbidium hybridum* на начальных этапах онтогенеза / Л. В. Хоцкова, Г. Я. Степанюк, Р. А. Карначук // Научные ведомости. Серия естественные науки. 2011. – № 3 (98). – Вып. 14/1. – С. 93-99.
8. Маляровская, В. И. Влияние спектрального состава света на рост и развитие *Lilium caucasicum* в условиях культуры in vitro / В. И. Маляровская, Т. М. Коломиец, Р. Н. Соколов, Л. С. Самарина // Научный журнал КубГАУ. 2013. – №94. – С. 10.

## ДРЕВЕСНЫЕ РАСТЕНИЯ ТРОИЦКОГО СКВЕРА НОВО-СОБОРНОЙ ПЛОЩАДИ Г.ТОМСКА

### WOOD PLANTS OF TRINITY SQUARE IN THE NOVOSOBORNAYA SQUARE, TOMSK

*Ангелина Дмитриевна Троеглазова, Ирина Борисовна Минич*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* тип жизненной формы, видовое разнообразие, деревья, кустарники, голосеменные, покрытосеменные.

*Keywords:* the type of life form, species diversity, trees, bushes, gymnospermous, angiospermous.

*Аннотация.* Изучали видовое разнообразие древесных растений произрастающих на территории Троицкого сквера Ново-Соборной площади. Исследовали жизненные формы и таксономический состав древесных растений. Составлен конспект древесных растений произрастающих на территории Троицкого сквера Ново-Соборной площади.

Растения является неотъемлемым элементом архитектурно-художественного оформления урбанизированных территорий, так как они выполняют санитарно-гигиеническую функцию, оптимизируют радиационный фон, температурный режим, регулируют движения воздуха, снижают скорость ветра, обеспечивают здоровый и культурный отдых людей [1]. Одними из важных объектов при озеленении городов являются древесные растения, так как определяют структуру, стиль большинства объектов озеленения, являясь наиболее постоянными, долговечными, крупными элементами [2]. Изучением древесных растений, используемых для озеленения города Томска, занимаются уже несколько лет [3-7]. В результате многолетних исследований изучен и описан видовой состав древесных растений многих территорий г. Томска. Однако видовой состав древесных растений территории Троицкого сквера на Ново-Соборной площади изучен недостаточно.

**Цель работы:** Изучить видовое разнообразие и жизненные формы древесных растений территории Троицкого сквера на Ново-Соборной площади г. Томска.

**Методика.** Объектом исследований явились древесные растения, произрастающие на территории Троицкого сквера Ново-Соборной площади. Видовую принадлежность растений определяли на месте. Видовые названия растений и семейств приняты в соответствии с определителями [8-10]. Для определения жизненных форм растений применяли классификацию И.Г. Серебрякова [11].

**Результаты и обсуждение.** Исследования показали, что на территории Троицкого сквера произрастают 34 вида древесных растений, из отдела отдела Голосеменные (Gymnospermae) и Покрытосеменные (Angiospermae) (табл. 1).

Таблица 1

**Соотношение основных систематических групп растений Троицкого сквера на Ново-Соборной площади г. Томска**

Систематическая группа	Абсолютное число видов	% от общего числа видов
Gymnospermae	4	12
Angiospermae	30	88

Голосеменные растения представлены 1 семейством (Pinaceae), 4 родами и 4 видами. Покрытосеменные растения представлены 12 семействами, 26 родами, 30 видами (табл. 2).

Таблица 2

**Конспект видов древесных растений Троицкого сквера на Ново-соборной площади г. Томска (на сентябрь 2014 года)**

Семейство	Вид	Жизненная форма	Родина
1	2	4	5
Сосновые (Pinaceae Lind.)	Пихта сибирская ( <i>Abies sibirica</i> Ledeb.)	Вечнозеленое дерево	Сибирь, Урал, Северо-Восток евр. части России, Сев. и Северо-Западный Китай, Сев. Казахстан, Монголия
	Ель сибирская ( <i>Picea obovata</i> Ledeb.)	Вечнозеленое дерево	Сибирь, Сев. Европа, Монголия, Казахстан, Сев. Маньчжурия
	Лиственница сибирская ( <i>Larix sibirica</i> Ledeb.)	Листопадное дерево	Сибирь, Восток и Северо-Восток евр. части России, Урал
	Сосна сибирская, или кедр сибирский ( <i>Pinus sibirica</i> (Rupr.) Mayr. или <i>Pinus sibirica</i> Du Tour)	Вечнозеленое дерево	Сибирь, Урал, Северо-Восток евр. части России
Березовые (Betulaceae S. F. Gray.)	Береза пушистая ( <i>Betula pubescens</i> Ehrh.)	Листопадное дерево	Европа, Сибирь, Средняя Азия
	Береза повислая ( <i>Betula pendula</i> Roth.)	Листопадное дерево	Евразия
Ивовые (Salicaceae Mirb.)	Ива белая ( <i>Salix alba</i> L.)	Листопадное дерево	Европа, Западная Сибирь
	Тополь серебристый ( <i>Populus alba</i> L.)	Листопадное дерево	Европа, Западная Сибирь, Азия
	Тополь дрожащий ( <i>Populus tremula</i> L.)	Листопадное дерево	Евразия
	Тополь пирамидальный ( <i>Populus pyramidalis</i> Borkh.)	Листопадное дерево	Афганистан, Малая Азия, Гималаи
	Тополь бальзамический ( <i>Populus balsamifera</i> L.)	Листопадное дерево	Северная Америка
Буковые (Fagaceae A. Br.)	Дуб черешчатый ( <i>Quercus robur</i> L.)	Листопадное дерево	Европа

Ильмовые (Ulmaceae Mirb.)	Ильм голый ( <i>Ulmus glabra</i> Huds.)	Листопадное дерево	Европа
Липовые (Tiliaceae Juss.)	Липа сердцевидная ( <i>Tilia cordata</i> Mill.)	Листопадное дерево	Европа, Сибирь, Малая Азия
Розоцветные (Rosaceae Juss.)	Рябинник рябинолистный ( <i>Sorbaria sorbifolia</i> (L.) A. Br.)	Листопадный кустарник	Сибирь, Дальний Восток и Азия
	Рябина сибирская ( <i>Sorbus sibirica</i> Hedl.)	Листопадное дерево	Евразия
	Боярышник кроваво-красный ( <i>Crataegus sanguinea</i> Pall.)	Листопадный кустарник	Европа, Сибирь, Средняя Азия, Монголия
	Шиповник иглистый ( <i>Rosa acicularis</i> Lindl.)	Листопадный кустарник	Евразия, Северная Америка
	Черемуха обыкновенная ( <i>Padus racemosa</i> (Lam.) Gilib.)	Листопадный древо-видный кустарник	Европа, Сибирь, Азия
	Черемуха Маакка ( <i>Prunus maackii</i> Rupr.)	Листопадное дерево	Дальний Восток, Китай, Корея
	Яблоня ягодная ( <i>Malus baccata</i> (L.) Borkh.)	Листопадное дерево	Сибирь, Китай
	Спирея дубравколистная ( <i>Spiraea chamaedifolia</i> L.)	Листопадный кустарник	Европа, Сибирь, Средняя Азия
	Спирея средняя ( <i>Spiraea media</i> Fr. Schmidt.)	Листопадный кустарник	Европа, Сибирь, Средняя Азия, Дальний Восток
	Груша маньчжурская ( <i>Pyrus manshurica</i> (Maxim.) Kom.)	Листопадное дерево	Дальний Восток, Северный Китай
Бобовые (Fabaceae Lindl.)	Карагана древовидная ( <i>Caragana arborescens</i> Lam.)	Листопадный кустарник	Сибирь, Монголия
Жимолостные (Caprifoliaceae Juss.)	Калина обыкновенная * ( <i>Viburnum opulus</i> L.)	Листопадный кустарник	Европа, Сибирь, Средняя и Малая Азия, Африка
	Жимолость татарская ( <i>Lonicera tatarica</i> L.)	Листопадный кустарник	Сибирь, Европа, Средняя Азия, Китай
Бересклетовые (Celastraceae R. Br.)	Бересклет обыкновенный ( <i>Euonymus europea</i> L.)	Листопадное дерево	Европа, Малая Азия
Кленовые (Aceraceae L.)	Клен ясенелистный ( <i>Acer negundo</i> L.)	Листопадное дерево	Северная Америка
	Клен татарский ( <i>Acer tataricum</i> L.)	Листопадное дерево	Европа, Малая Азия
Маслиновые (Oleaceae Lindl.)	Сирень обыкновенная ( <i>Syringa vulgaris</i> L.)	Листопадный кустарник	Европа, Малая Азия
	Сирень венгерская ( <i>Syringa josikaea</i> J. Jacq. ex Rchb.f.)	Листопадный кустарник	Европа
	Ясень пенсильванский ( <i>Fraxinus pensylvanica</i> Marsh.)	Листопадное дерево	Северная Америка
Кизилые (Cornaceae Bercht et. J. Prest.)	Свидинник белый ( <i>Swida alba</i> (L.) Opiz)	Листопадный кустарник	Северная Сибирь

Лидирующее положение по числу видов (10 видов) занимает семейство Rosacea, так как оно является широко распространенным в умеренной зоне северного полушария. Древесные растения, произрастающие на исследуемой территории, представлены такими жизненными формами как деревья, они составляют 69%, на долю кустарников приходится 31% (табл. 3).

Таблица 3

**Соотношение жизненных форм растений Троицкого сквера  
на Ново-Соборной площади г. Томска**

Типы жизненных форм растений	% от общего числа видов растений
Деревья	69
Кустарники	31

По ритму развития листвы преобладают листопадные деревья, они составляют 59%, на долю листопадных кустарников приходится 32%, тогда как вечнозеленые – 9% (табл. 4). Большое число видов листопадных деревьев связано с морфологическими, биологическими особенностями древесных растений, а так же и климатическими условиями города Томска, так как он расположен в умеренном климатическом поясе.

Таблица 4

**Соотношение жизненных форм растений по ритму развития листвы растений  
Троицкого сквера на Ново-Соборной площади г. Томска**

Типы жизненных форм растений по ритму развития листвы	% от общего числа видов растений
Вечнозеленые деревья	9
Листопадные деревья	59
Листопадные кустарники	32

Таким образом, результаты исследований показали, что на территории Троицкого сквера Ново-Соборной площади произрастает 34 вида древесных растений, из отдела Голосеменные (*Gymnospermae*) и Покрытосеменные (*Angiospermae*), представленные основными жизненными формами деревьями и кустарниками.

### **Литература**

1. Бухарина И.Л., Эколого-биологические особенности в урбанизированной среде: монография. / Поварничина Т.М., Ведерников К.Е. Ижевск, 2007. – 216 с.
2. Шанина Г.И. История и перспективы зеленого строительства г. Томска // Лесное хозяйство и зеленое строительство в Западной Сибири. Томск: Томский гос. ун-т, 1999. С. 14-18.
3. Морякина В.А., Свиридова Т.П. Изучение интродуцентов как один из способов обогащения культурной флоры // Природокомплекс Томской области. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1995. Т. II: Биологические и водные ресурсы. С. 32-37.
4. Мерзлякова И.Е. Некоторые итоги изучения флоры города Томска // Чтение памяти Ю.А. Львова: Материал II Межрегиональной экологической конференции. Томск: Томский государственный университет, 1998. С. 112-114.
5. Куклина Т.Э., Мерзлякова И.Е. Ассортимент древесных растений, используемых в озеленении г. Томска // Вестник Томского государственного университета. 2013. Выпуск 4(24). С. 47-66.
6. Минич И.Б., Минич А.С., Белянцева Ю.С., Видовое разнообразие древесных растений агробиологической станции Томского педагогического государственного университета // Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2013. – Выпуск 8 (136) С. 23-27.

7. Минич И.Б, Минич А.С., Белянцева Ю.С., Ассортимент древесно-кустарниковых растений учительского сквера Томского педагогического государственного университета // Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2015. – Выпуск 2 (155) С. 133-136.
8. Крылов П.Н., Флора Западной Сибири в 12 т. Томск 1927-1964 т. 4-11.
9. Флора Сибири: в 14 т. под ред. проф. д.б.н. И.М. Красноборова, Новосибирск, Наука, Сиб. отд., 1988 Т.1-12.
10. Встовская Т.Н, Коропочинский И.Ю. Определитель местных и экзотических древесных растений Сибири, Новосибирск, Изд-во СО РАН, 2003, 701 с.
11. Серебряков И.Г Жизненные формы высших растений и их изучение // Полевая геоботаника. Москва: Наука, 1964. Т.3. С. 146-205.

УДК 574.58  
ГРНТИ 34.35.33

## РАЗНООБРАЗИЕ И СТРУКТУРА ЗООПЛАНКТОНА МАЛОГО ГОРОДСКОГО ОЗЕРА БЕЛОЕ (Г. ТОМСК)

## DIVERSITY AND STRUCTURE OF ZOOPLANKTON IN THE SMALL URBAN LAKE BELOYE (TOMSK)

*Анастасия Александровна Шабанова,  
Евгения Анатольевна Иманкулова,  
Лидия Валентиновна Лукьянцева*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* коловратки, ветвистоусые рачки, веслоногие рачки, доминирующие виды, количества, малое озеро.

*Keywords:* rotifers, cladocerans, copepods, dominant species, quantity, small lake.

*Аннотация:* В 2014 г. проведено обследование зоопланктона городского озера Белое, как слабо изученного в гидробиологическом отношении. Список видов коловраток и низших ракообразных насчитывает 49 видов и внутривидовых форм. Коловратки составляют 66% от общего состава видов. Большинство представителей зоопланктона – фильтраторы; немногие детритофаги и хищники. Преобладают количественно веслоногие рачки (до 53% по численности). Уровень биомасс «очень низкий» (до 52 мг/м<sup>3</sup>). В числе доминирующих форм: *Synchaeta oblonga* (Ehr.), *Disparalona rostrata* (Koch), *Bosmina longirostris* (Muller), *Thermocyclops crassus* (Fischer). Значения индекса видового разнообразия Шеннона высокие (3,81 – 1,99).

Отсутствие данных по флоре и фауне водоема ограничивает возможности его использования в хозяйственных целях. В административных границах города Томска расположено несколько малых озер до сих пор практически в гидробиологическом отношении или не исследованных, или очень слабо изученных. В их числе озеро Белое, расположенное в северо-восточной части города. Рассматриваемое го-

родское озеро имеет определенную социальную значимость для городского населения как место отдыха. В летний период 2009 г. нами впервые было проведено рекогносцировочное изучение фауны коловраток, низших ракообразных озера [1, с. 174].

Планируемые мероприятия по механической очистке ложа озера Белое (федеральная программа) явились причиной для проведения гидробиологического мониторинга. В летний период 2014 г. нами начаты работы по изучению гидробионтов водоема.

Озеро Белое почти округлое по форме, малое по площади (в поперечнике менее 100 м), мелководное, бессточное, с атмосферным и грунтовым питанием. Берега у озера открытые; литоральная зона выражена. Грунты представлены заиленными песками, глинами. Высшая водная растительность хорошо развита и представлена гидрофитами (*Myriophyllum verticillatum*, *Ceratophyllum demersum*). Вода в озере хорошо прогревается в августе (температура в прибрежьях достигает в +23–24°C); подкислена (рН 5,5–6,5).

При изучении зоопланктона пробы отбирали в прибрежье озера сетью Джели (размер ячеи 68 мкм). Одновременно проводили измерение температуры, уровня рН. Собранный материал фиксировался раствором формальдегида. Методики сбора и обработки гидробиологического материала стандартны [2,3]. Структура планктоценозов оценена при помощи индекса видового разнообразия Шеннона. Оценка уровня содержания трофической органики в воде произведена при помощи индекса сапробности. Расчет индексов и определение класса качества природной воды выполнены по [4,5,6 с. 94].

Список фауны коловраток и низших ракообразных в озере насчитывает (с учетом обследований зоопланктона озера, сделанных в 2009 г.) 49 видов и внутривидовых форм из 33 родов 18 семейств. По разнообразию преобладают коловратки, – 28 видов и внутривидовых форм (57% от общего состава фауны) 12 семейств, в том числе: Brachionidae – 7 (14,2%); Synchaetidae, Lecanidae – по 4; Philodinidae – 3; из Notommatidae, Trichotriidae – по 2; из Lepadellidae, Asplanchnidae, Euchlanidae, Filiniidae, Trichorcercidae, Testudinellidae – по 1 виду. В составе группы ветвистых рачков обнаружено 15 видов (30,6%) 5 семейств: Chydoridae – 9 видов (18,3%); Daphniidae – 3 вида; Sididae – 2 вида; Macrothricidae, Bosminidae – по 1 виду. Из представителей Copepoda семейства Cyclopidae обнаружены особи 5 родов 6 видов (12,2%).

Из коловраток для зоопланктона озера характерны *Synchaeta oblonga* (Ehrenberg), *Trichocerca pusilla* (Lauterborn), *Polyarthra vulgaris* Carlin, *Polyarthra dolichoptera* Idelson, *Keratella cochlearis hispida* (Lauterborn), представители родов *Notommata*, *Philodina* и др.

Из ветвистоусых в озере часто отмечаются *Disparalona rostrata* (Koch), *Bosmina longirostris* (Muller), *Diaphanosoma brachiurum* (Lievin), *Macrothrix laticornis* (Jurine), *Scapholeberis mucronata* (Muller), представители рода *Pleuroxus*. Немногочисленны в озере особи таких видов, как *Daphnia cristata* (Sars), *Chydorus ovalis* Kurz.

Группа веслоногих рачков в озере по разнообразию небольшая. В составе ее отмечены особи *Thermocyclops crassus* (Fischer), единично *Thermocyclops oithonoides* (Sars), *Paracyclops fimbriatus* (Fischer).

В биотопическом отношении, в этом мелководном озере, где погруженная водная растительность занимает большую часть толщи воды, зоопланктон представлен, однако, немногими фитофильными формами (например, коловратки родов *Lecane*, *Platylas*; ветвистоусый *C. pulchella*). Основное же число видов в озере эвритопные (31 вид или 64,6%). Немногие обитатели из числа истинно пелагических (7 видов) и придонных (9) форм.

По трофическим характеристикам, большинство из обнаруженных представителей зоопланктона фильтраторы; немногие – детритофаги и хищники (например, факультативные хищники из циклопов *M. leuckarti*, *Th. crassus*; облигатные хищники из коловраток рода *Asplanchna*).

Веслоногие (преимущественно ювенильные стадии) составляют в общей численности зоопланктона до 53% (а в 2009г. до 74,3%). Роль коловраток и ветвистоусых в сообществе, по плотности, второстепенна (рис. 1). Показатели количественного развития зоопланктона в озере в августе колеблются не значительно. Биомасса изменяется от 12 (2014г.) до 52 (2009г.) мг/м<sup>3</sup>. То есть, уровень биомасс в озере «очень низкий». А вот число видов зоопланктона в пробе (от 15 (южный берег) до 18 (восточный и западный берег)) и высокие значения индекса видового разнообразия Шеннона (3,81 – 1,99) соответствуют высокому трофическому статусу озера.

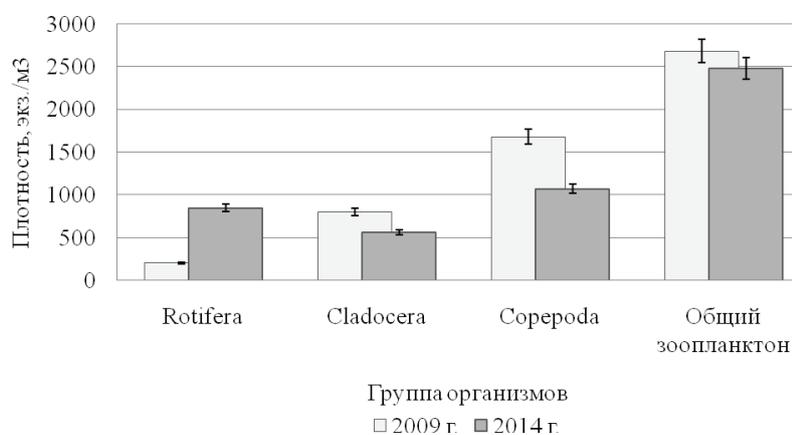


Рис. 1. Численность групп и общего зоопланктона оз. Белое

Количество доминантов, выявляемых в озере при нижней границе доминирования не менее 5% по численности, составляет 5 видов; из числа пелагических, зарослевых, фильтрующих, хищных форм (рис. 2). На долю доминирующих форм приходится от 40 до 80% численности всего зоопланктона в озере. В том числе, относительно высокую долю по плотности в сообществе зоопланктона формируют индикаторы эвтрофных вод [7] рачки *B. longirostris*, *Th. crassus*.

Поскольку исследуется водоем, находящийся под антропогенным воздействием, то состав обнаруженных видов зоопланктона проанализирован по их индикаторной значимости. Итак, по отношению к уровню органического загрязнения воды, из 49 обнаруженных видов и внутривидовых формы – 40 индикаторные, в том числе: олигосапробов – 2 вида (5%), олиго-бета-мезосапробов – 8 видов (или 20%), преимущественно бета-мезосапробов – 25 (или 62,5%), бета-альфа-мезосапробов – 2 (5%), эврибионтных – 3 (или 7,5%). Рассчитанные величины индекса сапробности колебались от 1,59 до 1,85. По величинам индекса вода озера, согласно классификатора [6, с.94], соответствует классу «умеренно-загрязненная».

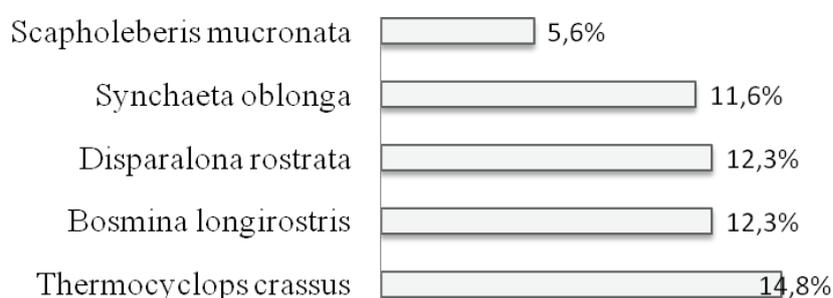


Рис. 2. Ранговое распределение видов зоопланктона по численности (в %) в озере Белое

В воде озера присутствуют представители других групп гидробионтов. Например, были обнаружены бентические ракообразные группы Ostracoda; флотобласты мшанки *Plumatella repens* (L.). Из числа раковинных лобозных амёб в литорали озера отмечены представители 12 видов и форм, при доминировании 5 видов: *Centropyxis aculeata tropica* Deflandre, *C. discoides* (Penard) Deflandre, *Diffugia corona* Wallich., *D. oblonga angusticollis* Stepanek, *D. schurmanni* van Oye. В начале третьей декады августа в прибрежье озера наблюдалось состояние «предцветения» динофитового *Ceratium hirundinella* (Muller) Bergh. Перечисленные выше представители гидробионтов – олиго-

бета мезосапробы, эврибионты и бета-мезосапробы, и их присутствие в озера косвенно подтверждает данную нами оценку качества состояния воды.

В заключении, отмечаем, что показатели структуры сообщества зоопланктона озера Белое, а именно: общее разнообразие видов (49 видов и форм), число видов-доминантов (5), значения индекса видового разнообразия (1,99 – 3,81) соответствуют высокому трофическому статусу озера. Однако уровни плотности и биомасс зоопланктона в озере очень низкие. Очевидно, что существующая антропогенная нагрузка, отсутствие проточности водоема стимулируют процесс эвтрофирования.

### **Литература**

1. Ткаченко, М.Ю. О состоянии зоопланктона озер территории города Томска / М.Ю. Ткаченко, Л.В. Лукьянцева // Наука и образование: материалы XII Всероссийской конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск: Изд. ТГПУ, 2009. – Т. 1. Ч. 2. – С. 174–177.
2. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов / Под ред. Ф.Д. Мордухай-Болтовского. М.: Наука, 1975. – 240 с.
3. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России / Под ред. В.Р. Алексеева, С.Я. Цалолихина. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. – Т. 1 Зоопланктон. – 495 с.
4. Одум, Ю. Экология: в 2 т. / Ю. Одум. М.: ПРЕСС, 1986. Т. 2. – 376 с.
5. Макрушин, А.В. Биологический анализ качества вод / А.В. Макрушин. – Л., 1974. – 60 с.
6. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб. пособие для студентов высш. учебн. заведений. / Под ред. О.П. Мелеховой, Е.И. Егоровой. М.: Изд. Центр «Академия», 2007. – 288 с.
7. Андроникова, И.Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем / И.Н. Андроникова. – СПб.: Наука, 1996. – 189 с.

УДК 665.613: 543.631:(543.57+543.54+543.51)  
ГРНТИ 31.19.29

## **«СВЯЗАННЫЕ» СОЕДИНЕНИЯ В МАСЛАХ БИОДЕГРАДИРОВАННЫХ НЕФТЕЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИХ «ON-LINE» ФЛЭШ-ПИРОЛИЗА**

## **«BONDED» COMPOUNDS IN THE OILS OF BIODEGRADATED PETROLEUM USING THEIR «ON-LINE» FLASH PYROLYSIS**

*Баканова Ольга Сергеевна, Антипенко Владимир Родионович*

Научный руководитель: В. Р. Антипенко, д-р хим. наук, профессор

*Институт химии нефти СО РАН, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* биодegradированные нефти, природный битум, масла, аналитический пиролиз, «связанные» соединения, состав.

*Key words:* biodegradated petroleum, natural bitumen, oils, analytical pyrolysis, «bonded» compounds, composition.

*Аннотация.* Термический крекинг компонентов масел биодegradированных нефтей и природных битумов в условиях двухступенчатого «on-line» флэш-пиролиза позволяет получить дополнительную информацию о составе нефтяных масел, которая недоступна при их прямом анализе методом газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектором (ГХ-МС). Полученные результаты свидетельствуют о том, что алканы, алкилциклогексаны, гомогопаны и алкилбензотиофены находятся в изученных маслах не только в молекулярной форме, но и в виде химически связанных структурных фрагментов в составе сложных высокомолекулярных компонентов.

Информация о составе компонентов (масел, смол и асфальтенов) тяжелых высоковязких нефтей и природных битумов, большинство из которых являются биодegradированными, необходима для решения проблем их добычи, транспортировки, переработки и рационального использования, в частности, при производстве смазочных масел [1]. Для перечисленных объектов даже анализ масел методом газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектором (ГХ-МС) дает ог-

раниченную информацию. Это обусловлено тем, что в хроматограммах, наряду с пиками идентифицируемых соединений, присутствует так называемый «горб», в котором сосредоточено до 90–95 % компонентов масел. Состав этих соединений, названных в [2–5] «неразделяемая сложная смесь», не поддается идентификации традиционным вариантом ГХ-МС. Опубликованные литературные данные [6–8] указывают на наличие в маслах сложных высокомолекулярных компонентов, содержащих химически связанные формы некоторых соединений. А также свидетельствуют о перспективности использования деструктивных методов для получения сведений о строении «связанных» фрагментов в сложных высокомолекулярных компонентах масел.

Целью настоящей работы является получение информации о строении структурных фрагментов, находящихся в сложных высокомолекулярных компонентах масел нефтей и природных битумов в «связанном» виде.

В качестве объектов исследования были выбраны масла биодegradированных в пластовых условиях природного битума Ашальчинского месторождения (МАБ), нефти Ай-Яунского месторождения (МА-ЯН), а также масла нефти Вахского месторождения, подвергнутой биодegradации в лабораторных условиях [9] (МВБН).

Масла выделены из нефтей и мальты по методике, представленной в [10]. Исходные МАБ, МАЯН, МВБН были проанализированы с помощью метода ГХ-МС, который проводили с использованием DFS прибора «TermoElectron». В газовом хроматографе использовали кварцевую капиллярную колонку TR5MS длиной 30 м и внутренним диаметром 0,25 мм. Хроматографирование проводили в режиме программированного подъема температуры от 80 до 300 °С со скоростью 4 град/мин и затем в течение 30 мин при конечной температуре. Газ-носитель – гелий. Сканирование масс-спектров веществ, элюированных из колонки, осуществлялось каждую секунду в диапазоне масс до 500 а.е.м. Реконструкцию молекулярно-массового распределения различных типов соединений проводили с использованием характеристических ионов на основе хроматограмм по полному ионному току с помощью программы Xcalibur. Идентификацию соединений проводили с использованием литературных данных и компьютерной библиотеки масс-спектров NIST 02. Из результатов, полученных с использованием ГХ-МС, следует, что некоторые соединения не выявляются при прямом анализе изученных образцов.

Пиролитический анализ проводили в варианте «Rock-Eval» [11], а также путем сочетания двухступенчатого флэш-пиролиза и ГХ-МС продуктов деструкции в режиме «on line».

Для выбора режима флэш-пиролиза масел были использованы результаты их пиролитического анализа в варианте «Rock-Eval». Анализ проводили на пиролизаторе SR Analyzer™ (Humble Instruments & Services, Inc.) с использованием следующей температурной программы нагрева: изотермический (150 °С) нагрев в течение 3 мин, затем линейный нагрев со скоростью 25 °С/мин до 600 °С и выдержка при этой температуре в течение 1 мин.

Флэш-пиролиз масел проводили последовательно в две ступени при 300 и 600 °С в течение 15 с каждая. Анализ летучих продуктов в режиме «on-line» осуществляли на системе: газовый хроматограф HP 6890, масс-селективный датчик MSD 5975С. В газовом хроматографе использовали колонку HP-5MS длиной 30 м, внутренним диаметром 0,25 мм и толщиной нанесенной фазы 0,25 мкм. Температурная программа: изотерма при 40 °С (4 мин), нагрев со скоростью 5 °С/мин до 290 °С с выдержкой при этой температуре в течение 10 мин.

Как следует из рис. 1, на пирограммах изученных масел наблюдается три этапа термических превращений образца. Интервал 150–220 °С ( $S_1$ ) соответствует испарению образца. В интервале 220–400 °С ( $S_{2_1}$ ) продолжается испарение и начинается деструкция лабильных связей (энергия разрыва С–S и S–S связей – 272 и 226 кДж/моль, соответственно [12]). В интервале 400–600 °С ( $S_{2_2}$ ) осуществляется деструкция прочных связей (энергия разрыва С–С и С–О связей – 348 и 358 кДж/моль, соответственно [12]). В этом температурном интервале находится температура максимальной скорости деструкции образцов, соответствующая третьему максимуму на пирограммах. Температура 600 °С соответствует завершению деструкции образца. Суммарный выход летучих продуктов из изученных образцов за счет испарения и термической деструкции близок к 100 %.

На основе полученных результатов был выбран температурный режим первой и второй ступени проведения флэш-пиролиза масел – 300 и 600 °С. Первая температура является переходной между режимом испарения и деструкции образца, вторая соответствует завершению его деструкции.

Как правило, состав большинства соединений, выявленных методом ГХ-МС в летучих продуктах флэш-пиролиза изученных образцов при 300 °С, практически не отличается от состава соответствующих соединений в исходных образцах масел. Более существенное отличие характерно для летучих продуктов, полученных при 600 °С. Возросла относительная интенсивность пиков алканов, появились низкомолекулярные гомологи n-алканов и  $\alpha$ -олефинов, в пользу n-алканов изменилось отношения  $Pr/n-C_{17}$  и  $Ph/n-C_{18}$ , возросли отношения  $Pr/Ph$ ,  $i-$

$C_{18}/Pr$  и  $i-C_{18}/Ph$  (рис. 2). Все перечисленные изменения являются результатом крекинга при 600 °С соответствующих структурных фрагментов и соединений, сосредоточенных в сложных высокомолекулярных компонентах масел.

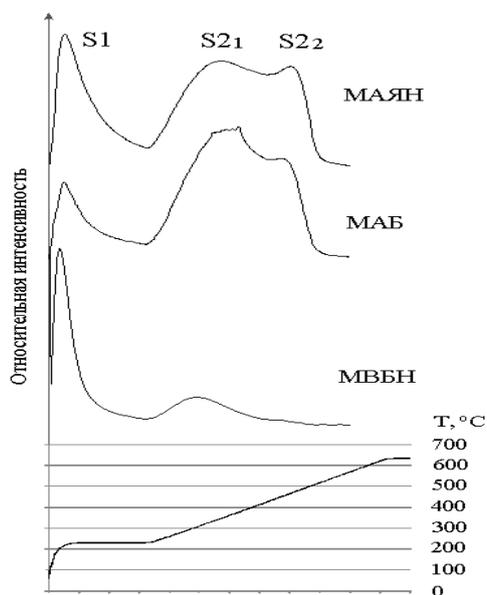


Рис. 1. «Rock-Eval» пирограммы изученных образцов масел

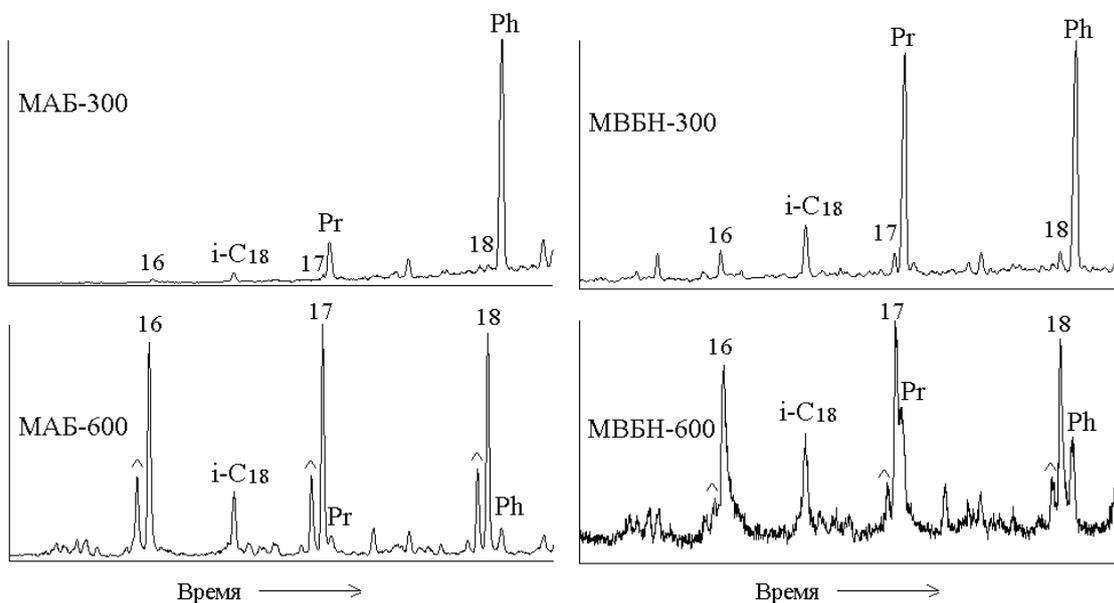


Рис. 2. Участок масс-хроматограмм по иону с  $m/z=57$  летучих продуктов флэш-пиролиза МАБ и МВБН при 300 и 600 °С. *Pr*, *Ph* – пристан и фитан. ^ –  $\alpha$ -олефины. Цифры соответствуют общему числу атомов углерода в молекуле *n*-алканов и изопреноидов

Результаты ГХ-МС-анализа летучих продуктов флэш-пиролиза изученных масел при 600 °С свидетельствуют о наличии алкилциклогексанов ( $m/z=82, 83$ ) в качестве структурных фрагментов в сложных высокомолекулярных компонентах масел.

Как видно из рис. 3, при увеличении температуры флэш-пиролиза от 300 до 600 °С среди гопанов во всех без исключения образцах резко увеличилась доля гомологов состава  $C_{31}$ – $C_{35}$ . Причем, она существенно превышает долю гомологов состава  $C_{27}, C_{29}, C_{30}$ , которые преобладали в исходных маслах и летучих продуктах их флэш-пиролиза при 300 °С. Аналогичные изменения наблюдались в работах [11, 12].

Единственным источником «высокомолекулярных» гопанов в продуктах высокотемпературной ступени флэш-пиролиза могли быть только компоненты масел, в которых эти структурные фрагменты находились в химически связанном состоянии. Термическая деструкция не дает возможность однозначно определить характер этой связи. С учетом того, что соединения, которые не были выявлены в исходных образцах, идентифицируются только в летучих продуктах флэш-пиролиза при 600 °С, логично предположить, что это углерод-углеродная связь С–С.

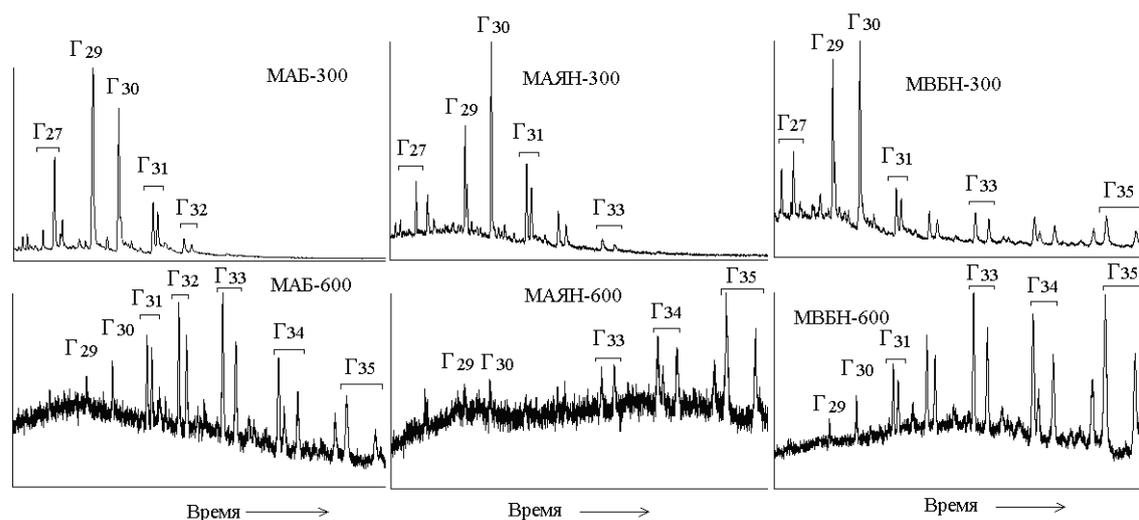


Рис. 3. Масс-хроматограммы по иону с  $m/z=191$  (гопаны) летучих продуктов флэш-пиролиза МАБ, МАЯН и МВБН при 300 и 600 °С. Цифры соответствуют общему числу атомов углерода в молекуле гопанов

В отличие от МАБ и МАБ-300, в летучих продуктах их флэш-пиролиза при 600 °С появились бензотиофены ( $m/z=161$ ) с общим числом атомов углерода в алкильных заместителях ароматического ядра от 2 до 12. Что свидетельствует о наличии алкилбензотиофенов в качестве химически связанных структурных фрагментов в сложных высокомолекулярных компонентах масел.

Таким образом, термический крекинг компонентов масел биодegradированных нефтей и природных битумов в условиях двухступенчатого флэш-пиролиза в сочетании с ГХ-МС-анализом летучих продуктов в режиме «on-line» позволяет получить дополнительную информацию о составе нефтяных масел, которая недоступна при их прямом ГХ-МС-анализе. Полученные результаты свидетельствуют о том, что алканы, алкилциклогексаны, гомогопаны и алкилбензотиофены присутствуют в изученных маслах не только в молекулярной форме, но и в виде химически связанных структурных фрагментов в составе сложных высокомолекулярных компонентов.

### Литература

1. Каюкова, Г. П. Химия и геохимия пермских битумов Татарстана / Г. П. Каюкова, Г. В. Романов, Р. Х. Муслимов, Н. П. Лебедев, Г. А. Петров. – Москва : Наука, 1999. – 304 с.
2. Tomson, S. T. Composition and sources of pollutant hydrocarbons in Severn Estuary / S. T. Tomson, G. Eglinton // *Marine pollution bulletin*. – 1978. – № 9. – P. 134.
3. Gough, M. A. Characterization of unresolved complex mixtures of hydrocarbons in petroleum / M. A. Gough, S. J. Rowland // *Nature*. – 1990. – V. 334. – № 6267. – P. 648–650.
4. Killops, S. D. Characterization of the unresolved complex mixtures (UCM) in the gas chromatograms of biodegraded petroleums / S. D. Killops, M. Aljuboori // *Organic geochemistry*. – 1990. – V. 15. – № 2. – P. 147–160.
5. van Dongen, B. E. Sulfurization of carbohydrates in a sulfur-rich, unresolved complex mixture in kerogen pyrolysates / B. E. van Dongen, S. Schouten, J. S. Sinninghe Damsté // *Energy & Fuels*. – 2003. – V. 17. – № 4. – P. 1109–1118.
6. Антипенко, В. Р. Состав соединений, связанных через эфирные и сульфидные мостики в маслах природного битума Ашальчинского месторождения / В. Р. Антипенко, Т. В. Чешкова // *Известия Томского политехнического университета*. – 2014. – Т. 324. – № 3, Химия. – С. 16–21.
7. Антипенко, В. Р. Флэш-пиролиз природного асфальтита, его смолисто-асфальтеновых и масляных компонентов / В. Р. Антипенко, В. Н. Меленевский // *Известия Томского политехнического университета*. – 2009. – Т. 315. – № 3, Химия. – С. 87–91.
8. Антипенко, В. Р. Состав летучих продуктов флэш-пиролиза природного асфальтита, его смолисто-асфальтеновых и масляных компонентов / В. Р. Антипенко, В. Н. Меленевский // *Нефтехимия*. – 2012. – Т. 52. – № 6. – С. 403–412.
9. Сваровская, Л. И. Индикаторы окисления углеводородов нефти микрофлорой глубинных вод Вахской залежи / Л. И. Сваровская, Е. А. Ельчанинова // *Вода: химия и экология*. – 2014. – № 7. – С. 75–80.
10. Современные методы исследования нефтей (Справочно-методическое пособие) / Под ред. А. И. Богомолова, М. Б. Темянка, Л. И. Хотынцевой. – Ленинград : Недра, 1984. – 431 с.
11. Peters, K. Guidelines for evaluating petroleum source rock using programmed pyrolysis / K. Peters // *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*. – 1986. – V. 70. – № 3. – P. 318–329.
12. Гороновский, И. Т. Краткий справочник по химии / И. Т. Гороновский, Ю. П. Назаренко, Е. Ф. Некряч. – Киев : Наукова думка, 1974. – 992 с.

УДК 577.118  
ГРНТИ 31.19.15

## АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ НА СОДЕРЖАНИЕ МОЛИБДЕНА, МЕДИ, СЕРЕБРА

## THE ANALYSIS OF DIFFERENT NATURAL OBJECTS FOR THE CONTENTS OF MOLYBDENUM, COPPER, SILVER

*Алина Анатольевна Кузьмина (СибГМУ),  
Дарья Андреевна Горст (ТГУ), Юлия Евгеньевна Салосина(ТГУ)*

Научные руководители: Т.Н. Цыбукова, канд. хим. наук, доцент; Е.В. Петрова, канд. хим. наук, доцент;  
Л.А. Зейле, канд. хим. наук, доцент; О.К. Тихонова, канд. хим. наук, доцент

*Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск  
Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

**Ключевые слова:** биогенные элементы, медь, серебро, молибден, природные объекты, нейтронно-активационный анализ, атомно-эмиссионная спектроскопия.

**Key words:** biogenic elements, copper, silver, molybdenium, natural objects, neutron-activation analysis, atomic-emission spectroscopy.

**Аннотация.** Биогенные элементы медь, молибден (и в незначительной степени серебро) необходимы для жизнедеятельности человека, животных и растений. В то же время для экологического мониторинга нужна информация на содержание токсичных элементов. Для этого используются современные физические методы: нейтронно-активационный анализ и атомно-эмиссионная спектроскопия. В статье показана возможность применения этих методов для анализа вод озер Республики Хакасия, а также дикорастущих сибирских ягод и продуктов питания.

**Актуальность.** В организме человека непрерывно образуется множество различных химических соединений. Часть из синтезированных соединений используется в качестве строительного материала и источника энергопитания, обеспечивает организму рост, развитие и жизнедеятельность[1]. В обмене веществ участвуют и неорганические, и органические вещества. Химические элементы, которые образуют эти вещества, называются биогенными элементами.

Медь — микроэлемент, участвующий во многих биохимических процессах в организме человека. Она поддерживает нормальный состав крови, содержится в ферментах, участвует в доставке кислорода к клеткам, поддерживает иммунитет и здоровье кожи и костей, обеспечивает усвоение витаминов, макро- и микроэлементов и других полезных веществ из продуктов питания. Всего в организме содержится – 75-150 мг меди.

Суточная потребность составляет 1,5-3 мг в сутки. Медь, наряду с железом, играет большую роль в образовании эритроцитов, участвует в синтезе гемоглобина и миоглобина. Она необходима для нор-

мального функционирования дыхательной и нервной систем, а также принимает участие в синтезе белков, аминокислот, в работе АТФ. Нормальный обмен железа невозможен без участия меди. Медь участвует в образовании важнейших белков соединительной ткани – коллагена и эластина, играет важную роль в продуцировании пигментов кожных покровов. Последние исследования позволили установить, что медь необходима для синтеза эндорфинов, которые уменьшают боль и улучшают настроение.

Серебро в нашем организме присутствует в достаточно большом количестве, которое представлено в виде коллоидного серебра. Наибольшая концентрация находится в нервной системе и в мозге. Так же серебро содержится в костях и радужной оболочке. Серебро имеет большое значение для нормальной работы организма человека. Известно, что в организме серебро образует соединения с белками, может блокировать тиоловые группы ферментных систем, угнетать тканевое дыхание. В плазме крови серебро связывается с глобулинами, альбуминами и фибриногеном. При длительном контакте с серебром в производственных условиях этот элемент может накапливаться в печени, почках, коже и слизистых оболочках. Установлено, что лейкоциты могут фагоцитировать серебро и доставлять его к очагам воспаления. Обычно серебро поступает в организм с водой и пищей в ничтожно малых количествах – всего около 7 микрограммов в сутки. Среднесуточное поступление серебра с пищей варьирует от 1 до 80 мкг.

Молибден. Этот микроэлемент является кофактором большого числа ферментов, обеспечивающих метаболизм серосодержащих аминокислот, пиримидинов и пуринов. Молибден нужен нашему организму для самых разных целей: чтобы поддерживать в норме состояние зубной ткани – он задерживает в организме фтор, который не даёт зубам разрушаться и обеспечивает профилактику кариеса; так же он может регулировать обменные процессы и процессы роста. Молибден стимулирует деятельность ферментов, обеспечивающих синтез аскорбиновой кислоты и нормальное дыхание тканей, а эти процессы нужны для того, чтобы клетки нормально росли и развивались. Ещё он улучшает состав крови, помогая выработке гемоглобина, а его важнейшей особенностью является то, что он может выводить из организма мочевую кислоту, образующуюся вследствие распада пуринов. Если мочевая кислота плохо выводится, то возникает подагра – молибден может препятствовать ее развитию. Также молибден участвует в обмене жирных кислот, углеводов и некоторых витаминов (А, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР, Е). Соединение молибдена легко растворяются, попадая в ор-

ганизм, всасываясь и связываясь с белками, после чего распределяются по организму. Суточная потребность составляет 0,5 мг [2].

**Цель:** определение микроколичеств меди, серебра и молибдена в природных водах и растениях для их возможного использования в лечебных целях. Данная работа является продолжением проводимых на кафедре химии СибГМУ исследований природных объектов членами научного студенческого кружка [3,4].

**Задачи:**

а) исследовать элементный анализ проб воды из 3-х озер (Республика Хакасия); 4-х дикорастущих ягод (Томская область); 3-х продуктов питания (Томская область и Республика Алтай);

б) сравнить полученные результаты анализа.

**Материалы и методы:**

При анализе вод степень минерализации рассчитывали путем выпаривания и последующего взвешивания.

Cu, Ag, Mo определяли современными физическими методами [5].

а) *Нейтронно-активационный анализ (НАА)* [6]. Образцы анализировали на ядерном реакторе (пос. Спутник, г. Томск), снабженным анализаторной системой «CANBERRA» с детектором из чистого германия. Пробы воды упаривали до сухого остатка, упаковывали в алюминиевую фольгу и вместе со стандартными образцами облучали в вертикальном канале в потоке тепловых нейтронов  $2,2 \cdot 10^{13}$  н/см<sup>2</sup>·сек в течение 7 часов.

б) *Атомно-эмиссионная спектроскопия* с дуговым источником возбуждения и многоканальным анализатором эмиссионных спектров (АЭС). В работе использовали атомно-эмиссионный комплекс «Гранд», включающий спектроаналитический генератор «Везувий-3», полихроматор «Роуланд» и многоканальный анализатор эмиссионных спектров [7].

Достоинством этих методов анализа являются: высокая чувствительность (предел обнаружения некоторых элементов составляет  $10^{-11}$  %), высокая специфичность и универсальность (возможность определения большого числа элементов: до 30-35), малая величина требуемой навески, а также отсутствие поправки на холостой опыт. Методы широко используются в анализе природных объектов.

**Результаты исследований:**

В таблице 1 приводятся данные по содержанию меди и серебра в озерах Хакасии.

Таблица 1

**Содержание меди и серебра в различных водах (масс. % · 10<sup>-6</sup>)**

Озера Республики Хакасии	Метод	Cu	Ag
Иткуль (Минерализация 0,4 %)	НАА	-	0,1
	АЭС	< 0,1	0,2
Белё (Минерализация 0,46 %)	НАА	-	0,34
	АЭС	< 0,1	0,1
Шира (Минерализация 1,68 %)	НАА	-	0,2
	АЭС	< 0,1	0,3

Примечание: (–) – элемент не определялся данным методом.

Анализ таблицы показывает, что данные для серебра, полученные двумя методами, удовлетворительно совпадают. Содержание меди во всех пробах незначительно.

Таблица 2

**Содержание меди, серебра, молибдена в ягодах и продуктах питания (масс. % · 10<sup>-6</sup>)**

Изученный объект	Метод	Cu	Ag	Mo
Брусника	НАА	-	9,52	-
	АЭС	189	9,25	0,10
Клюква	НАА	-	19,34	-
	АЭС	108	30,6	0,30
Калина	НАА	-	11,91	-
	АЭС	225	12,1	0,45
Рябина	НАА	-	8,06	-
	АЭС	273	6,03	0,88
Картофель	НАА	-	-	-
	АЭС	10	5,0	2,1
Овсяные хлопья	НАА	-	-	-
	АЭС	120	2,0	5,1
Гречиха	НАА	-	-	-
	АЭС	290	8,0	5,3

Примечание: (–) – элемент не определялся данным методом.

Из данных, приведенных в таблице 2, следует, что содержание меди максимально в рябине (для ягод) и в гречихе (для пищевых продуктов).

Серебра больше всего в клюкве и гречихе, молибдена – в рябине и гречихе.

Серебро в ягодах определяли двумя методами и полученные данные неплохо совпадают: содержание элемента не выходит за пределы порядка 10<sup>-6</sup> %.

**Выводы:**

1. Результаты анализа изученных образцов, полученные методами НАА и АЭС (воды и ягоды) для серебра, удовлетворительно совпадают: содержание элементов не выходит за пределы порядка 10<sup>-6</sup>.

2. В сибирских ягодах следует отметить высокое содержание меди и молибдена в бруснике и серебра в клюкве.

3. В продуктах питания, проанализированных методом АЭС, содержание серебра и молибдена сопоставимо; все три элемента максимально содержатся в гречихе.

### **Литература**

1. Добровольский, В.В. Основы биогеохимии. – М.: Академия, 2003. – 400 с.
2. Internet сайты.
3. Шелег, Е.С., Буачидзе, А.Р. Применение современных методов для исследования элементного состава сибирских ягод//Наука и образование: материалы XVIII научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых ученых (Томск, 21-25 апреля 2014 г.) /отв. Ред. Л.А.Беляева, В.В.Лобанов, О.В.Смирнов, Л.П.Канакова. – Томск, 2014. - С.281-286.
4. Ильичев, Е.А., Томилова, Е.В. Возможность применения современных методов для элементного анализа вод озер и морей// Наука и образование: материалы XVIII научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых ученых (Томск, 21-25 апреля 2014 г.) /отв. Ред. Л.А.Беляева, В.В.Лобанов, О.В.Смирнов, Л.П.Канакова. – Томск, 2014. - С. 308-313.
5. Гильберт, Э.Н., Шабанова, О.В. Современные многоэлементные методы анализа объектов окружающей среды//Сибирский химический журнал. -1992.- Вып.3.-С.5-14.
6. Цыбукова, Т.Н., Тихонова, О.К. Исследование микроэлементного состава природных вод Сибири методами нейтронно-активационного и полярографического анализа// Экологические и спортивные аспекты подводной деятельности: материалы II международной научно-практической конференции (Томск, 20-23 ноября 1999 г.) /отв. Ред. В.И.Суслиев. – Томск, 1999. – С.170-172.
7. Соломенцева, Н.С., Шуваева, О.В. Определение микроэлементов в природных водах методом атомно-эмиссионной спектроскопии сухих остатков на торцах графитовых электродов//Журнал аналитической химии. -2007. -Т.62. -№7.-С.719-723.

УДК 622.337.2  
ГРНТИ 61.53.29

## **ОБРАЗОВАНИЕ И СОСТАВ ЖИДКИХ ПРОДУКТОВ ПРИ ОЖИЖЕНИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА РАЗНОЙ ПРИРОДЫ В СВЕРХКРИТИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЯХ**

## **THE FORMATION AND COMPOSITION OF LIQUID PRODUCTS LIQUEFACTION OF ORGANIC MATTER OF DIFFERENT TYPE IN THE SUPERCRITICAL SOLVENT**

*Саидбеков Исфандиёр Чоршанбеевич<sup>1</sup>*

Научные руководители: В. В. Савельев<sup>2</sup>, канд. хим. наук, науч.сотр.,  
А. Е. Иваницкий<sup>1</sup>, канд. хим.наук, доцент

<sup>1</sup> *Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

<sup>2</sup> *Институт химии нефти СО РАН, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* кероген, термолиз, асфальтены, смолы, масла, сверхкритические флюиды.

*Keywords:* kerogen, thermolysis, asphaltenes, resins, oils, supercritical fluids.

*Аннотация.* Получены данные по реакционной способности керогенов различного типа при термоллизе в среде сверхкритических флюидов. Показано, что кероген II типа является наиболее реакционноспособным, генерирующий наибольшее количество жидких продуктов.

Альтернативой постоянно сокращающимся запасам легкой нефти для получения энергетических и моторных топлив, сырья для нефтехимической промышленности является тяжелое углеводородное сырье: природные битумы, горючие сланцы, угли. Однако высокая влажность и зольность тяжелые горючие ископаемые (ТГИ), неоднородный химический состав, низкие выходы жидких продуктов при их ожижении, количественное преобладание смолисто-асфальтеновых веществ в составе полученных жидких продуктов, значительное содержание серо-, кислород-, азоторганических соединений – все это обуславливает низкую эффективность применимости существующих схем нефтепереработки для жидких продуктов полученных из твердых каустобиолитов. Поэтому необходимо разрабатывать новые технологии получения нефтеподобных продуктов из нетрадиционного углеводородного сырья.

Одним из перспективных способов ТГИ является применение сверхкритических флюидов (СКФ) для получения жидких продуктов – углеводородного нефтехимического сырья. Уникальные свойства СКФ позволяют не только увеличить эффективность переработки горючих ископаемых, но проводить первичную переработку (обессеривание, деструкцию высокомолекулярных соединений, разделение компонентов и др.) полученных жидких продуктов. Однако до сих пор отсутствуют данные по исследованию реакционной способности СКФ в отношении органического вещества разного химического состава.

Целью работы является выявление закономерностей процессов термической деструкции нерастворимого органического вещества (НОВ) в зависимости от химического состава и строения в условиях сверхкритического ожижения.

В качестве объектов исследования выбраны керогены I, II и III типа по Тиссо. Кероген I типа получен из горючего сланца месторождения Хуут Булаг (Монголия); кероген II типа – горючего сланца месторождения Шинэхудаг (Монголия); кероген III типа – каменного угля марки Д (Россия, Кузнецкий бассейн).

Таблица 1

**Характеристика объектов исследования и выделенных из них керогенов**

Образец	Зольность % мас.	Содержание битумоидов, % мас.	НОВ			
			Содержание, % мас.	H/C	O/C	S % мас.
Горючий сланец Хуут Булаг (I тип)	83,1	2,6	14,3	2,19	0,14	1,3
Горючий сланец Шинэхудаг (II тип)	78,5	4,1	17,4	1,42	0,15	1,5
Витринит каменного угля марки Г (III тип)	1,5	5,8	92,7	0,87	0,12	0,2

Эксперименты по ожижению керогенов в сверхкритических флюидах проводили в микроавтоклаве из нержавеющей стали при температуре 380 °С, в течение 1 часа. В качестве растворителей использовали следующие жидкие среды: вода, вода-этанол (1:1 по объему) и водный раствор NaOH. Необходимое критическое давление обеспечивало собственное давление насыщенных паров используемых растворителей.

После термолиза керогена вещественный состав жидких продуктов определяли по стандартной методике: асфальтены выделяли осаждением 40-кратным объемом н-гексана, деасфальтенезированные образцы наносили на силикагель АСК, после чего в аппарате Сокслета последовательно н-гексаном экстрагировали углеводородные компоненты (масла) и смесью бензол:этанол (1:1 по объему) – смолистые вещества.

В составе газообразных продуктов, образующихся при термолизе керогенов, присутствуют водород, метан, углекислый газ, этан, пропан, изомеры бутана и пентана. Содержание сероводорода и меркаптанов количественно не определялось, но их присутствие установлено органолептическим методом. Следует отметить, что преобладающими компонентами газообразных продуктов во всех случаях являются углекислый газ и водород.

На рис. 1 представлены результаты термических экспериментов по ожижению керогенов в среде сверхкритических флюидов.

Наибольший выход жидких продуктов наблюдается при термолизе керогенов в присутствии водного раствора NaOH и составляет от 32,8 до 48,4 % мас., наименьший выход – в среде вода-этанол не более 35 % мас. Повышенный выход жидких продуктов при термолизе керогенов в среде щелочи, очевидно, связан с протеканием реакций гидролиза компонентов керогена с последующим переходом в раствор.

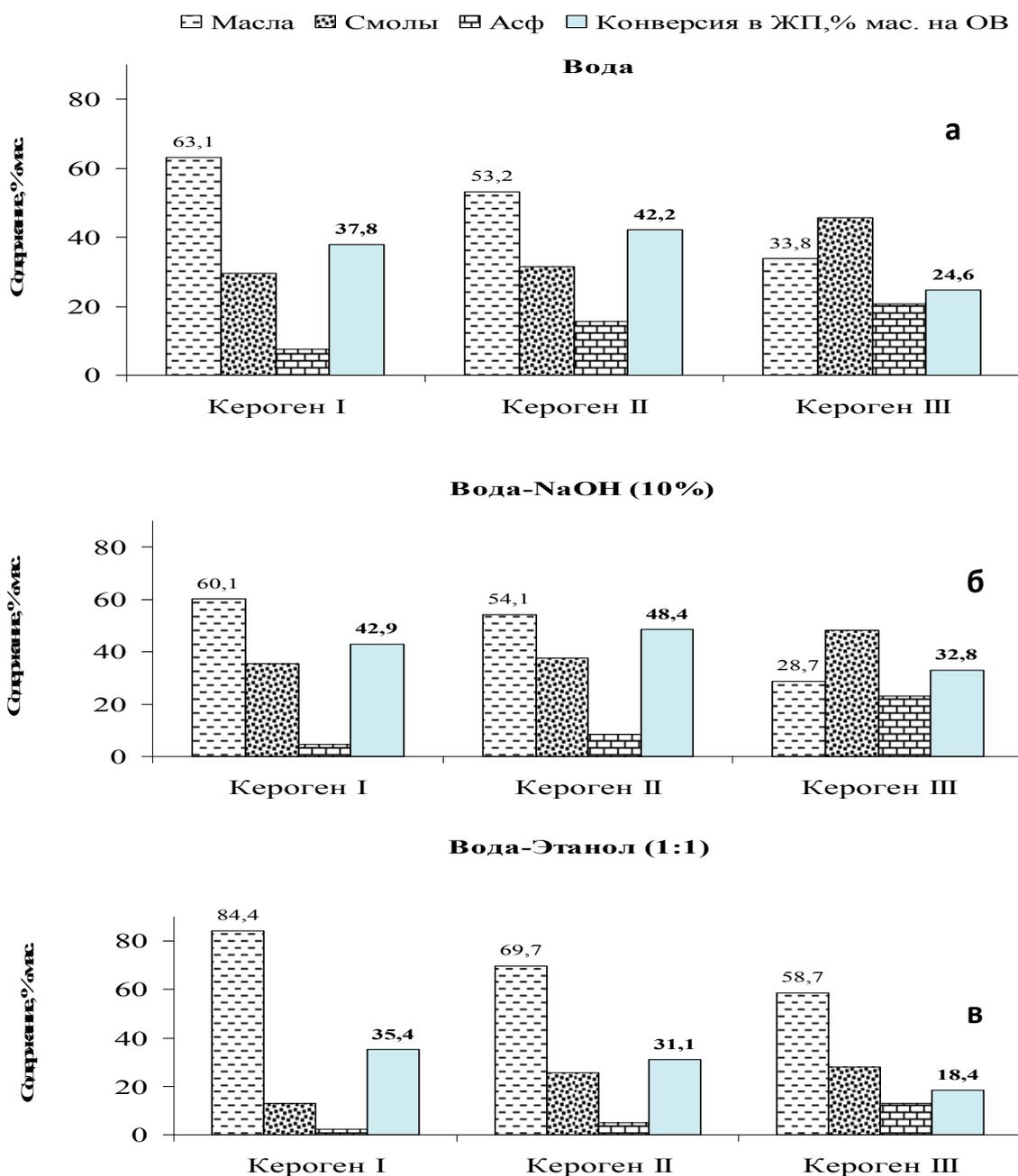


Рис. 1. Выход и вещественный состав жидких продуктов после термолитза керогенов: а) в среде воды; б) в среде водного раствора NaOH; в) в среде смеси вода-этанол.

Из керогенов наиболее реакционноспособным является кероген II типа, генерирующий наибольшее количество жидких продуктов. Очевидно, это связано со структурой керогена, которая представлена в равной степени углеводородными алифатическими, так и ароматическими фрагментами. В составе жидких продуктов керогенов сапропелевой природы преобладают углеводородные компоненты (масла) от

53 до 84 % мас. В случае гумусового органического вещества – керогена III типа основным компонентом жидких продуктов полученных после термоллиза в среде воды и водного раствора щелочи являются смолы, лишь в присутствии смеси вода-этанол образуется преобладающее количество углеводородных структур.

### **Литература**

1. Стрижакова Ю.А. Горючие сланцы. Генезис, составы, ресурсы. М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2008. – 192 с.
2. Климов С.Л. Комплексное использование горючих сланцев / С.Л. Климов, Г.Б. Фрайман, Ю.В. Шувалов, Г.П. Грудинов; под ред. С.Л. Климова. -М.: Изд-во Акад. горн. наук, 2000.–179 с.
3. Блохин А.И. Горючие сланцы органическое топливо для электроэнергетики и химическое сырье / А.И. Блохин, Г.П. Стельмах, А.В. Складов // Новое в российской электроэнергетике.– 2003. – №11. – С. 15–21.
4. Vali E. Usage of Estonian oil shale /E. Vali, I. Valgma, E. Reinsalu // Oil Shale.– 2008. – Vol. 25. – No. 2. – P. 101–114.
5. Четина О.В. Химические аспекты прямого ожижения угля / О.В. Четина, Г.В. Исагулянец // Химия твердого топлива. –1986. – №1.– С. 53 – 65.
6. Стрижакова Ю.А. Современные направления пиролиза горючих сланцев / Ю.А. Стрижакова, Т.В. Усова // Химия твердого топлива. –2009. –№4. – С. 8-13.
7. Savage Ph.E. Roles of Water for Chemical Reaction in High-Temperature Water/ Ph.E. Savage // Chem. Rev. – 2002. – V. 102. – P. 2725-2750.
8. Луйк Х.Э. Ожижение органического вещества горючих сланцев двух месторождений при температуре 350 °С в перегретых растворителях./ И.Р. Клесмент, Х.Э. Луйк// Горючие сланцы. – 1986. – № 3/3. – С. 319 – 327.

УДК 577.118  
ГРНТИ 31.19.15

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗА И ЦИНКА В ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТАХ СОВРЕМЕННЫМИ МЕТОДАМИ**

## **CONTENT TRACE SUBSTANCES IRON AND ZINC IN NATURAL OBJECTS**

*Ирина Павловна Слезко, Алена Петровна Кулешова*

Научный руководитель: Т.Н. Цыбукова, канд. хим. наук, доцент

*Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* биогенные элементы, железо, цинк, природные объекты, нейтронно-активационный анализ, атомно-эмиссионная спектроскопия.

*Key words:* biogenic elements, iron, zinc, natural objects, neutron-activation analysis, atomic-emission spectroscopy.

*Аннотация.* Биогенные элементы железо и цинк необходимы для жизнедеятельности человека, животных и растений. В то же время для экологического мониторинга нужна информация о содержании токсичных элементов. Для этого ис-

пользуются современные физические методы: нейтронно-активационный анализ и атомно-эмиссионная спектроскопия. В статье показана возможность применения этих методов для анализа различных вод (морская, минерализованные, питьевая), а также дикорастущих сибирских ягод и продуктов питания.

### **Актуальность**

Элементы Fe, Zn, Mn, Cu, Co, Mo известны как «биогены» (если они содержатся в живых организмах) и «биофилы» (по отношению к растениям). Поэтому изучение элементного состава природных вод, продуктов питания и лекарственного растительного сырья является важнейшей задачей [1].

Железо (Fe) – биогенный элемент, общая масса в организме взрослого человека примерно 5г, суточная потребность составляет 15-20 мг. Наиболее важными с физиологической точки зрения являются железосодержащие белки: гемоглобин, миоглобин, цитохромы, пероксидазы, каталаза. Гемоглобин – главная составная часть эритроцитов, обеспечивает внешнее дыхание, являясь переносчиком кислорода от легких к тканям. Миоглобин, цитохромы, каталаза обеспечивают клеточное дыхание. Недостаточное количество железа в пище человека приводит к снижению содержания гемоглобина в крови, к анемиям. При потере крови потребность в железе превышает его поступление в организм с пищей.

Цинк (Zn): в среднем в организме взрослого человека содержится от 1,5 г до 3 г цинка: 60% – в мышцах и костях, 20% – в коже. Самые высокие концентрации цинка обнаружены в простате и сперме у мужчин, в лейкоцитах и эритроцитах. Много цинка в сетчатке глаза, печени и почках, меньше – в волосах. Цинк участвует примерно в двухстах ферментативных реакциях в организме: усиливает действие некоторых гормонов половых желез, гипофиза, надпочечников, поджелудочной железы; улучшает образование гемоглобина и эритроцитов, повышает иммунитет; необходим для синтеза белков и нуклеиновых кислот. Уровень цинка в крови у больных ревматизмом и артритом ниже, чем у здоровых. С дефицитом цинка может быть связан целый спектр неврологических и нервно-психических расстройств – эпилепсия, шизофрения, рассеянный склероз, острый психоз, слабоумие, патологическое отвращение к еде, нарушение внимания и депрессия и др.

### **Цель**

Целью наших исследований явилось определение микроколичеств железа и цинка в природных водах и растениях для их возможного использования в лечебных целях. Данная работа является продолжением проводимых на кафедре химии СибГМУ исследований природных объектов членами научного студенческого кружка [2,3].

## Материалы и методы

Железо и цинк определяли современными физическими методами [4].

а) Нейтронно-активационный анализ (НАА) [5]. Образцы анализировали на ядерном реакторе (пос. Спутник, г. Томск), снабженным анализаторной системой «CANBERRA» с детектором из чистого германия. Пробы воды упаривали до сухого остатка, упаковывали в алюминиевую фольгу и вместе со стандартными образцами облучали в вертикальном канале в потоке тепловых нейтронов  $2,2 \cdot 10^{13}$  н/см<sup>2</sup> · сек в течение 7 часов.

б) Атомно-эмиссионная спектроскопия с дуговым источником возбуждения и многоканальным анализатором эмиссионных спектров (АЭС). В работе использовали атомно-эмиссионный комплекс «Гранд», включающий спектроаналитический генератор «Везувий-3», полихроматор «Роуланд» и многоканальный анализатор эмиссионных спектров [6].

Достоинством этих методов анализа являются: высокая чувствительность (предел обнаружения некоторых элементов составляет  $10^{-11}$  %), высокая специфичность и универсальность (возможность определения большого числа элементов: до 30-35), малая величина требуемой навески, а также отсутствие поправки на холостой опыт. Методы широко используются в анализе природных объектов (вода, лекарственное растительное сырье, почвы, продукты питания).

Были проанализированы воды различных природных открытых водоемов и закрытых источников: Красное море (Египет), Карловы Вары (Чехия), родник Аржан-Суу (Алтай), питьевая вода г. Томска.

Также представлял большой интерес анализ дикорастущих ягод и лекарственных растений Томской области и Алтая:

### 1) Дикорастущие ягоды.

Рябина. В медицинской практике высушенные плоды рябины применяют главным образом в виде чая и сборов как профилактическое и лечебное средство при цинге и других авитаминозах. Рябина содержит целый комплекс витаминов и минералов, необходимых организму: провитамин А, витамин РР, витамины В1, В2 и С. В эксперименте установлено, что эфирный экстракт рябины повышает свертывание крови. Фитонциды рябины губительны для золотистого стафилококка, сальмонелл, плесневого грибка, из рябины выделена сорбиновая кислота, обладающая бактерицидными свойствами, которая применяется при консервации соков и овощей. Также плоды рябины используются при атеросклерозе, гипертонической и почечнокаменной болезни. Особенно ценными являются сорта с крупными и сладкими плодами, богатыми соком (44 – 56%).

Калина. В ярко-красных ягодах калины в два раза больше аскорбиновой кислоты, чем в цитрусовых, а по содержанию солей железа они превосходят лимоны и апельсины в пять раз. Благодаря высокому содержанию витамина С и железу плоды калины являются лучшим кроветворным средством среди лекарственных растений. Настой обладает общеукрепляющим действием при неврозах, спазмах кровеносных сосудов, гипертонии, снижает уровень холестерина в крови. Плоды калины улучшают состояние больных сахарным диабетом.

Ягоды и отвар из коры калины применяют при внутренних кровотечениях, особенно маточных. Отвар коры помогает при лечении псориаза, фурункулеза, гнойничковых высыпаний. А отвар цветков и ягод калины служит хорошим средством для полоскания при ангине и осипшем голосе. Галеновые препараты калины применяют при лечении различных заболеваний благодаря содержанию в растении гликозида вибурнина и дубильных веществ, которые оказывают вяжущее, кровоостанавливающее, противовоспалительное действие. Также полезные свойства калины используют в косметологии благодаря наличию витаминов А и Е.

Брусника. Галеновые препараты из листьев брусники применяют как мочегонное, желчегонное, антисептическое и вяжущее средство при заболеваниях почек и мочевого пузыря (например, при пиелитах, циститах, мочекаменной болезни). Брусничный лист в виде отваров и чая применяют при заболеваниях, связанных с нарушением минерального обмена, в частности при подагре, остеохондрозе.

Ягоды брусники обладают противогнилостными и витаминными свойствами. Листья и плоды брусники применяют при авитаминозах С и А. Водный настой ягод утоляет жажду, поэтому его назначают лихорадящим больным.

Клюква. Свежие ягоды клюквы и клюквенный сок нормализуют обмен холестерина и препятствуют образованию тромбов в кровеносных сосудах. Урсоловая кислота, содержащаяся в клюкве, способствует расширению коронарных сосудов сердца. Свежий сок клюквы и клюквенный морс препятствуют образованию камней в почках и мочевом пузыре. Клюква стимулирует функцию поджелудочной железы, поэтому ее рекомендуют больным сахарным диабетом.

Полезна клюква при спазмах сосудов и гипертонии. Клюквенный сок и приготовленные на нем мази используют для лечения сыпи и кожных заболеваний. Не так давно учеными были опубликованы результаты исследования полезных свойств клюквы при онкологических заболеваниях, клюквенный сок способствует детоксикации организма после облучения и химиотерапии [7].

2) сфагнум – обладает бактерицидным и абсорбирующим действием;  
 3) багульник болотный – проявляет бактерицидные, противовоспалительные, ранозаживляющие, противогрибковые и диуретические свойства;

4) аир болотный (корневище) – входит в состав желудочных и противоопухолевых сборов: препараты «Викалин» и «Викаир» применяют для лечения язвенной болезни и гастритов.

**Результаты исследований** представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

**Содержание железа и цинка в различных водах и плодах сибирских ягод (масс. %)**

№ п/п	Изученный объект	Fe · 10 <sup>-4</sup>		Zn · 10 <sup>-4</sup>	
		НАА	АЭС	НАА	АЭС
1	Красное море (Египет, Шарм-э.-Шейх)	2,14	1,4	0,02	-
2	Чехия (Карловы Вары, ист. № 12)	0,55	1,5	0,07	0,21
3	Алтай (родник Аржан-Суу)	1,14	6,3	0,03	-
4	Питьевая вода (Томский водопровод)	0,11	-	1,28	-
5	Калина	34,8	29,7	8,2	6,15
6	Рябина	32,2	56,0	5,4	8,9
7	Брусника	32,0	22,8	13,9	16,1
8	Клюква	25,0	16,6	7,4	9,1
9	Картофель	-	51,0	-	52,5
10	Овсяные хлопья	-	56,5	-	37,5
11	Гречиха	-	62,0	-	45,0

Примечание: (–) – элемент не определялся данным методом.

Таблица 2

**Содержание Zn в растениях Томской области, найденное методом НАА (масс. %)**

Мох (сфагнум)	Багульник		Аир (корневище)
	стебли	листья	
29,39	20,35	32,26	12,95

**Выводы**

1. Результаты анализа изученных образцов, полученные методами НАА и АЭС (воды и ягоды) для железа и цинка, удовлетворительно совпадают: содержание элементов не выходит за пределы порядка 10<sup>-4</sup>.

2. Питьевая вода г. Томска обогащена цинком, но содержание не превышает ПДК, принятого для питьевой воды.

3. В сибирских ягодах следует отметить высокое содержание железа и цинка, причем брусника обогащена цинком сильнее.

4. В продуктах питания, проанализированных методом АЭС, содержание железа и цинка сопоставимо; железо максимально содержится в гречихе, цинк – в картофеле.

5. Лекарственные растения были проанализированы методом НАА на содержание цинка и наиболее обогащены этим элементом сфагнум и листья багульника.

## Литература

1. Добровольский, В.В. Основы биогеохимии. – М.: Академия, 2003. – 400 с.
2. Шелег, Е.С., Буачидзе, А.Р. Применение современных методов для исследования элементного состава сибирских ягод // Наука и образование: материалы XVIII научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых ученых (Томск, 21-25 апреля 2014 г.) /отв. Ред. Л.А.Беляева, В.В.Лобанов, О.В.Смирнов, Л.П.Канакова. – Томск, 2014. – С.281-286.
3. Ильичев, Е.А., Томилова, Е.В. Возможность применения современных методов для элементного анализа вод озер и морей // Наука и образование: материалы XVIII научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых ученых (Томск, 21-25 апреля 2014 г.) /отв. Ред. Л.А.Беляева, В.В.Лобанов, О.В.Смирнов, Л.П.Канакова. – Томск, 2014. – С. 308-313.
4. Гильберт, Э.Н., Шабанова, О.В. Современные многоэлементные методы анализа объектов окружающей среды // Сибирский химический журнал. –1992. – Вып.3. – С.5-14.
5. Цыбукова, Т.Н., Тихонова, О.К. Исследование микроэлементного состава природных вод Сибири методами нейтронно-активационного и полярографического анализа // Экологические и спортивные аспекты подводной деятельности: материалы II международной научно-практической конференции (Томск, 20-23 ноября 1999 г.) /отв. Ред. В.И.Суслиев. – Томск, 1999. – С.170-172.
6. Соломенцева, Н.С., Шуваева, О.В. Определение микроэлементов в природных водах методом атомно-эмиссионной спектроскопии сухих остатков на торцах графитовых электродов // Журнал аналитической химии. –2007. –Т.62. –№7. –С.719-723.
7. Internet сайты.

УДК 631.465

ГРНТИ 68.05.45

### **АКТИВНОСТЬ ПОЛИФЕНОЛОКСИДАЗЫ И ПЕРОКСИДАЗЫ В ТОРФЯНОЙ ЗАЛЕЖИ ОЛИГОТРОФНОГО БОЛОТА**

### **POLYPHENOL OXIDASE AND PEROXIDASE ACTIVITY IN PEAT DEPOSITS OLIGOTROPHIC BOGS**

*Елена Викторовна Титова*

Научный руководитель: Е.В. Порохина, канд. биол. наук, доцент

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* олиготрофное болото, торфяная залежь, ферменты, полифенолоксидаза, пероксидаза.

*Keywords:* oligotrophic bog, peat deposit, enzymes, polyphenol oxidase, peroxidase.

*Аннотация.* В работе впервые приводятся результаты исследований активности ферментов полифенолоксидазы и пероксидазы в олиготрофной торфяной залежи болота Газопроводное (Томский район, Томская область). Установлено, что наибольшая активность полифенолоксидазы наблюдалась в верхнем слое торфяной залежи (0–25 см), а в нижней части торфяной залежи отмечалась максимальная активность пероксидазы. Сезонная динамика активности ферментов, особенно в верхних слоях торфяной залежи, определяется погодными условиями.

Территория Западной Сибири отличается очень высокой заболоченностью (до 80% территории) и поэтому изучение состояния торфяных болот является актуальным для данной местности [1]. Для рационального использования торфяных болот Западной Сибири возникает необходимость их изучения, в том числе и биологической активности. Одним из показателей биологической активности является активность ферментов из класса оксидоредуктаз, принимающих участие в процессах преобразования органического вещества, в том числе и в процессах гумификации [2–5]. Реакции окисления фенольных соединений с участием кислорода воздуха катализирует фермент полифенолоксидаза, а реакции с участием кислорода, выделяющегося при разложении перекиси водорода – пероксидаза [3; 6; 7]. Существует мнение [6; 8], согласно которому именно фенолоксидазы регулируют деструкцию торфов, так как конденсированные формы фенольных соединений, накапливающихся в анаэробных условиях, являются ингибиторами различных ферментов. Поэтому повышение фенолоксидазной активности способствует увеличению активности гидролитических ферментов, участвующих в процессах минерализации органического вещества, что в свою очередь приводит к росту эмиссии углекислого газа из торфяной залежи [7; 9].

Анализ литературных данных показывает, что в отличие от других ферментов, активность полифенолоксидазы и пероксидазы в торфяных болотах и залежах изучалась немногими авторами [4; 6; 9–12], при этом наиболее изученным ферментом является полифенолоксидаза. Вместе с тем работ, в которых рассматривается активность данных ферментов в торфяных залежах олиготрофного типа на территории Западной Сибири, в том числе и их сезонная динамика, в настоящее время еще недостаточно [13]. Это подчеркивает актуальность проводимых исследований.

Цель данной работы – изучение полифенолоксидазной и пероксидазной активности в торфяной залежи олиготрофного болота Газопроводное.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования послужило олиготрофное болото Газопроводное, которое расположено на территории Обь-Томского междуречья (Томский район, Томская область). Болото, возраст которого составляет 3700 лет, состоит из двух участков, которые разделены неширокой песчаной гривой. Общая площадь болота в нулевых границах торфяной залежи составляет около 123 га при ее максимальной глубине 2,5–2,7 м. Растительность болота представляет собой вариант рослого (высокого)

ряма, отличительной особенностью которого является разновозрастность древостоя с нередким обособлением двух-трех поколений леса. В древесном ярусе преобладает сосна обыкновенная. Микроразнообразие занято осоково-сфагновыми ассоциациями, а бугорки – мшисто-мелкокустарниковыми ассоциациями. Перепад высот между этими ассоциациями не превышает 50–70 см [14].

Для исследования ферментативной активности был выбран один пункт наблюдений с мощностью торфяной залежи (ТЗ) более 3 м. В основании ТЗ располагаются низинные осоковый и осоково-гипновый торфа. Выше залегает травяно-гипновый переходный торф (200–250 см). Верхняя двухметровая часть торфяной залежи сформирована верховыми видами торфа: комплексным верховым, сосново-сфагновым верховым и сосново-пушицевым верховым. Степень разложения торфа изменяется в пределах от 20 до 50%, зольность торфа варьирует от 2,3 до 10,9%. Торфа, слагающие торфяную залежь кислые и слабокислые ( $pH_{\text{сол}}$  изменяется в пределах от 2,2 до 3,6 ед., увеличиваясь с глубиной при смене верховых видов торфа на переходные и низинные).

С мая по сентябрь 2014 г. ежемесячно проводился отбор образцов торфа торфяным буром ТБГ-1 в соответствии с ботаническим составом методом смешанного образца [15]. Активность полифенолоксидазы (ПФО) и пероксидазы (ПДО) была определена в сырых образцах по методу Л.А. Карягиной и Н.А. Михайловской и выражалась в мг 1,4-бензохинона/г за 30 мин (далее по тексту – ед.) в трех повторностях [16]. Статистическая обработка данных проведена при помощи пакета Microsoft Office Excel с доверительным интервалом 0,95.

Данные по ботаническому составу и общетехническим свойствам торфов предоставлены сотрудниками лаборатории агроэкологии ТГПУ.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Известно, что на активность ферментов, особенно в верхних слоях торфяной залежи, влияют погодные условия [4–6; 9;]. Согласно оценке влагообеспеченности по гидротермическому коэффициенту (ГТК) [15], вегетационный период 2014 года на территории исследований можно характеризовать как недостаточно влажный и теплый (ГТК=0,8). Самым жарким месяцем был июль, когда среднемесячная температура составила 19,4°C при норме 18,3°C. Избыточное увлажнение наблюдается в мае и июле (количество осадков составило в 2,1 и 1,2 раза больше нормы). В июне, августе и сентябре напротив осадков выпало ниже нормы в 1,8, 1,1 и 1,5 раза соответственно.

В течение вегетационного периода 2014 года в ТЗ олиготрофного болота Газопроводное активность полифенолоксидазы изменялась в пре-

делах от 0,13 до 6,72 ед., при среднем значении 1,79 ед. По сравнению с эвтрофными ТЗ, олиготрофные уступают по активности ПФО примерно в 2 раза [12]. Это обусловлено низкой аэрацией и антисептическими свойствами сфагновых мхов, входящих в состав верховых видов торфа. При этом сфагновые мхи мало подвержены разрушению и гумификации [7; 12]. Активность ПФО, в исследуемой нами торфяной залежи в среднем в 3 раза выше результатов, полученных ранее на аналогичном олиготрофном болоте Бакчарского района Томской области [13].

Исследования показали, что наиболее высокая активность ПФО наблюдалась в верхнем слое ТЗ (0-25 см) болота Газопроводное, который характеризуется большим количеством свежих растительных остатков, лучшей аэрацией и, соответственно, повышенной активностью микроорганизмов. В глубже расположенных слоях ТЗ активность ПФО значительно ниже и не превышает 3,26 ед. (рис. 1). Увеличение активности ПФО при улучшении аэрации отмечали ранее и другие исследователи [6].

Сезонная динамика ПФО активности наиболее выражена в верхнем слое ТЗ (0-25 см), что связано, в первую очередь, с погодными условиями. Так гидротермические условия, сложившиеся в мае и июле (в частности избыточное увлажнение из-за обильных осадков), неблагоприятно сказались на разложении органических веществ и их дальнейшей гумификации, что отразилось в снижении активности фермента. В последующие за ними более сухие периоды (июнь, август) активность ПФО возрастает. Аналогичная сезонная динамика наблюдалась другими исследователями, которые установили, что активность ПФО возрастает в засушливые периоды при снижении уровня болотных вод (УБВ). А увеличение количества осадков, которое приводит к подъему УБВ, сопровождается снижением полифенолоксидазной активности [9].

В средней части ТЗ болота Газопроводное максимальная активность ПФО отмечалась в весенне-осенний период, а в придонном слое – летом.

Активность пероксидазы в торфяной залежи болота Газопроводное изменялась в пределах от 0,69 ед. до 25,52 ед., при среднем значении 8,90 ед., что сопоставимо с результатами исследований, полученными ранее [13]. В верхнем двухметровом слое ТЗ, сформированном верховыми видами торфа, активность ПДО была не выше 8,16 ед. В более глубоких слоях торфяного профиля (200-225 см и 300-325 см), где происходит смена вида торфа на травяно-гипновый переходный и осоковый низинный, активность фермента достигала максимальных значений. Можно предположить, здесь накапливались более доступные формы органических веществ. Наибольшая активность ПДО отмечалась преимущественно в весенне-летний период. Увеличение ак-

тивности ПДО с глубиной в олиготрофных торфяных залежах фиксировали и другие исследователи [13].

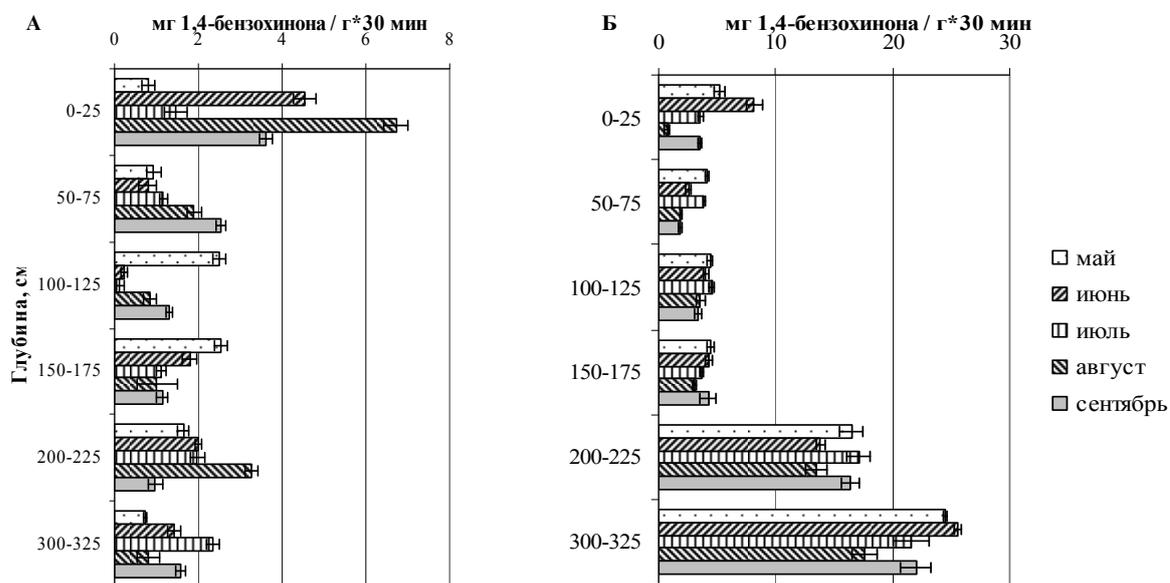


Рис. 1. Динамика полифенолоксидазной (А) и пероксидазной (Б) активности в торфяной залежи олиготрофного болота Газопроводное

По результатам проведенных исследований, можно сделать следующие выводы:

1. Активность полифенолоксидазы в торфяной залежи болота Газопроводное в погодных условиях 2014 года изменялась в пределах от 0,13 до 6,72 ед. (при среднем значении 1,79 ед.), а пероксидазы – от 0,69 до 25,52 ед. (при среднем значении 8,90 ед.). Активность данных ферментов определялась как ботаническим составом торфов, слагающих торфяную залежь, так и гидротермическими условиями.

2. Наибольшая активность полифенолоксидазы наблюдалась в верхнем аэробном слое торфяной залежи (0–25 см), а максимальной активностью пероксидазы отличались более глубокие слои залежи, сформированные переходным и низинным видами торфа.

3. Сезонная динамика активности полифенолоксидазы и пероксидазы определяется, в первую очередь, погодными условиями в верхнем слое торфяной залежи. Динамика полифенолоксидазы в разных слоях торфяной залежи олиготрофного болота Газопроводное различалась. В динамике активности пероксидазы наблюдался, преимущественно, весенне-летний максимум.

Автор выражает признательность сотрудникам лаборатории агроэкологии Томского государственного педагогического университета за проведение полевых исследований.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки (Госзадание ТГПУ № 174).

### **Литература**

1. Инишева, Л.И. Торфяные ресурсы Томской области и направления их использования / Л.И. Инишева, В.С. Архипов, С.Г. Маслов, Л.С. Михантьева. – Новосибирск, 1995. – 85 с.
2. Щербакова, Т.А. Ферментативная активность почв и трансформация органического вещества / Т.А. Щербакова. – Минск: Наука и техника, 1983. – 222 с.
3. Гулько, А.Е. Фенолоксидазы почв: продуцирование, иммобилизация, активность / А.Е. Гулько, Ф.Х. Хазиев // Почвоведение. – 1992. – № 11. – С. 55-68.
4. Sinsabaugh, R.L. Phenol oxidase, peroxidase and organic matter dynamics of soil / R.L. Sinsabaugh // Soil Biology & Biochemistry. – 2010. – Vol. 42. – P. 391–404.
5. Хазиев, Ф.Х. Методы почвенной энзимологии / Ф.Х. Хазиев. – Москва: Наука, 2005. – 252 с.
6. Freeman, C. A regulatory rote for phenol oxidase during decomposition in peatlands / C. Freeman, N. Ostle, N. Fenner, H. Kang // Soil Biology & Biochemistry. – 2004. – Vol. 36. – P. 1663–1667.
7. Добровольская, Т.Г. Функционирование микробных комплексов верховых торфяников – анализ причин медленной деструкции торфа / Т.Г. Добровольская, А.В. Головченко, Д.Г. Звягинцев и др. / отв. ред. И.Ю. Чернов. – Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2013. – 128 с.
8. Якушев, А.В. Зависимость активности полифенолпероксидаз и полифенолоксидаз в современных и погребенных почвах от температуры / А.В. Якушев, И.Н. Кузнецова, Е.В. Благодатская, С.А. Благодатский // Почвоведение. – 2014. - № 5. – С. 590-596.
9. Fennera, N. Hydrological effects on the diversity of phenolic degrading bacteria in a peatland: implications for carbon cycling / N. Fennera, C. Freeman, B. Reynolds // Soil Biology & Biochemistry. – 2005. – Vol. 37. – P. 1277–1287.
10. Славнина, Т.П. Биологическая активность почв Томской области / Т.П. Славнина, Л.И. Инишева. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 1987. – 216 с.
11. Даниленко, А.В. Активность полифенолоксидазы в торфяных почвах Горного Алтая / А.В. Даниленко // Почвенно-экологические процессы в естественных и антропогенно-преобразованных ландшафтах Сибири и Дальнего Востока: материалы I Всерос. науч-практ. конф. молодых ученых (1-4 октября 2014 г.). – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2014. – С. 152–156.
12. Савичева, О.Г. Биохимическая активность торфов разного ботанического состава / О.Г. Савичева, Л.И. Инишева // Химия растительного сырья. – 2003. – № 3. – С. 41–50.
13. Порохина, Е.В. Динамика биохимических свойств в торфяной залежи Васюганского болота / Е.В. Порохина, О.А. Голубина, С.В. Шкребова, Т.А. Баталова // Материалы IV международной конференции, посвященной памяти Ю.А. Львова "Биогеоценология и ландшафтная экология: итоги и перспективы" (28-30 ноября 2012 г.). – Томск: Изд-во Томского гос. ун-та, 2012. – С. 121–126.
14. Сергеева, М.А. Программа экскурсий по болотам Томского района / М.А. Сергеева, О.Н. Смирнов, М.А. Вершинин. – Томск: Изд-во ТГПУ, 2012. – 36 с.
15. Инишева, Л.И. Болотообразовательный процесс. Проведение полевых работ на болотных стационарах / Л.И. Инишева, О.А. Голубина. – Томск: Изд-во ТГПУ, 2010. – 80 с.
16. Инишева, Л.И. Руководство по определению ферментативной активности торфяных почв и торфов / Л.И. Инишева, С.Н. Ивлева, Т.А. Щербакова. – Томск: Изд-во ТГУ, 2003. – 122 с.

# ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ И КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

---

УДК 616.5-083.4:612.79  
ГРНТИ 34.39.45

## КОЖА И МЕТОДЫ ЕЕ ОМОЛОЖЕНИЯ SKIN AND METHODS OF ITS REJUVENATION

*Бакиров Эрлан Пархадович*

Научный руководитель: Т.А. Томова, канд. биолог. наук, доцент

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* кожа, омоложение.

*Keywords:* skin, rejuvenation.

*Аннотация.* В статье обобщены основные методы омоложения кожи лица, такие как: подтяжка лица, лазерное безоперационное омоложение лица (фракционное, шлифовка), фотоомоложение, ЭЛОС-омоложение, термаж, инъекционное безоперационное омоложение лица, мезотерапия, озоновое омоложение и гирудотерапия (лечение пиявками) и раскрыты их положительные и отрицательные стороны.

Кожа человека состоит из трех слоев: наружного – эпидермиса (многослойного плоского ороговевающего эпителия); среднего соединительнотканного – дермы; внутреннего – гиподермы, состоящей преимущественно из жировых клеток. Кожа покрывает поверхность тела и составляет около 16% от общей массы организма. Она выполняет ряд функций: защитную, гомеостатическую, выделительную, секреторную, сенсорную, иммунную, депонирование крови, диагностическую [10].

Процесс старения неизбежен, но человек пытается этому противостоять. Сегодня с экранов мы видим красивых молодых людей – хотим быть похожи на них с одной стороны, с другой стороны способы и методы омоложения становятся популярны и доступны. Старение кожи, а особенно старение кожи лица обусловлено различными фак-

торами: состоянием организма, злоупотреблением солнечными ваннами, загрязненностью окружающей среды, наследственными факторами и возрастом [11]. Современная медицина располагает операционными и безоперационными подходами. Безоперационное омоложение лица получило в последнее время широкое распространение в косметологии. Оно направлено на восстановление белков кожи (коллагена, эластина), обеспечивающих эластичность и упругость [13].

Операционный метод подразумевает комплекс хирургических операций, направленных на устранение возрастных изменений лица и шеи: морщин, дряблости кожи,птоза [4]. В ходе вмешательства хирург удаляет лишнюю кожу и натягивает оставшийся объем. Разрезы при подтяжке лица проводятся так, чтобы замаскировать шрамы – позади или перед ушными раковинами или на волосистой части головы (в местах естественных складок). Делая разрез, врач отделяет кожу и мышцы от подлежащих фасций, иногда иссекая избыток кожи лица. Если отмечается избыток жира, он отсасывается с помощью липосакции. После подтяжки кожи раны ушиваются, и накладывается стерильная повязка [4]. Этот метод является довольно травматичным для эпидермиса, и частично дермы, но, тем не менее, убирает провисание кожи лба и бровей; опущение уголков глаз с внешней стороны; опущение тканей век; двойной подбородок. Длительность эффекта во многом зависит от возраста, в котором была проведена подтяжка лица, исходного состояния кожи, образа жизни, сопутствующих заболеваний (в среднем 7 – 10 лет). При проведении такой процедуры могут возникнуть побочные эффекты, такие как: травма кровеносных сосудов и нервов, асимметрия лица при повреждении нервов, онемение участков лица, жировой некроз (редко), скопление серозной жидкости под кожей (серома), неравномерный контур лица, изменения цвета кожи, осложнения анестезии.

Безоперационный метод – это комплексные мероприятия, состоящие из нескольких этапов и включающие разные методики. Не требуют хирургических вмешательств, относительно не травматичны. Последствия могут быть менее рискованные, чем у операционных методов.

Современная медицина сегодня активно использует аппаратные и не аппаратные безоперационные методы омоложения лица (рис. 1).



Рис. 1. Безоперационные методы омоложения лица

*Лазерное безоперационное омоложение лица* заключается в проникновении мощного потока света сквозь слои кожи [2]. Аппарат направляет на кожу микропучки света, которые проникают значительно ниже эпидермиса, до верхних слоев дермы (базальный слой). Эти микропучки инициируют естественный процесс заживления за счет формирования новых активных фибробластов, а впоследствии нового коллагена, что обеспечивает видимые результаты омоложения кожи: улучшение цвета, текстуры, утончение линий морщин. Частными случаями являются фракционное лазерное омоложение и лазерная шлифовка кожи. Фракционное лазерное омоложение предполагает разделение лазера на множество микролучей. В отличие от простого лазерного омоложения лица, фракционное лазерное омоложение позволяет за один раз обработать большую площадь и не требует анестезии [4]. Лазерная шлифовка кожи подразумевает собой глубокий пилинг, в течение которой производится полное снятие эпидермиса и частично дермы. Нагревание кожи происходит вследствие поглощения ею фотонов лазерного излучения. Нагрев кожи вызывает испарение содержащейся в ней воды, вапоризацию, и разрушение клеток. По всей глубине микротермальной зоны происходит коагуляция тканей, разрушение белка, старого коллагена и эластина. Таким образом, удается эффективно выровнять рельеф кожного покрова, удалить глубокие морщины и рубцы [5].

*Фотоомоложение.* В процедуре фотоомоложения используют интенсивные световые импульсы, которые действуют на каждый слой кожи (эпидермис, дерму и гиподерму). Технология основана на ис-

пользовании широкополосного импульсного света (IPL), представляющий собой поток фоточастиц (квантов), подающийся отдельными пучками, в одной вспышке их может быть от 2 до 6, который проникает в кожу и селективно (избирательно), не повреждая эпидермис, поглощается хромофорами кожи. Они совершают колебательные движения, за счет чего и происходит нагрев [6]. Процедура фотоомоложения ведет к стимулированию обновления фибробластов, и в результате формируется новый коллаген. В результате: разрушаются клетки с избыточным количеством меланина — исчезают пигментные пятна, плавится гемоглобин в расширенных капиллярах — уходят сосудистые звездочки, «старый» коллаген отмирает, зато ускоряется образование «нового» [11].

*Термаж.* Это система безоперационной подтяжки кожи, приводящая к эффекту лифтинга и ее воздействие основано на радиочастотном излучении [1]. Энергия излучения позволяет проникать в кожу и глубоко под нее (до 5 мм) до нижних слоев дермы (сетчатый слой), в результате чего в обрабатываемых тканях происходит повышение температуры до 60°C [7]. В результате термовоздействия, фибробласты, находящиеся под кожей обновляются. Тургор и эластичность кожи значительно повышаются, «уходят» дряблость и обвисания кожи в проблемных зонах: лицо, шея, живот, предплечья и локти, бедра и надколенные области. Эффект будет нарастать в течение 6 месяцев и сохранится надолго [7].

*Элос-омоложение.* Процедура основана на одновременном воздействии на кожу высокочастотного тока и световых импульсов [1]. Косметологический аппарат работает на определенной температуре, процедура производится с помощью специального аппликатора. Пациент практически ничего не чувствует, кроме лёгкого покалывания кожи. Импульсы проникают достаточно глубоко в кожу (в нижние слои дермы) и обновляют коллагеновый слой. Оптическая энергия усиливает действие электрической энергии, которая селективно разрушает отработанный коллаген, туда устремляется вода, заполняющая морщины [1]. При прогревании глубоких слоёв дермы, лечебная энергия не оставляет ожогов и способствует разглаживанию морщин, устранению пигментации кожи, мелких рубцов, растяжек или сосудистых звёздочек.

*Инъекционное безоперационное омоложение лица.* Главным принципом таких процедур считается введение под кожу препаратов на основе гиалуроновой кислоты, которая вырабатывается клетками соединительной ткани организма — фибробластами [12]. В свою очередь, принципиальной и важной частью гиалуроновой кислоты считаются гликозаминогликаны. Гликозаминогликаны, благодаря вхождению в

их состав гиалуроновой кислоты, могут связывать большое количество воды, в результате чего межклеточное вещество приобретает желеобразный характер. Гликозаминогликаны принимают важное участие в формировании тургора (упругости), выполняя рессорную (амортизирующую) функцию. Процесс инъекционного омоложения проводится без длительной и изнурительной подготовки пациента, никак не нарушает его привычного жизненного ритма, не требует применения общего наркоза и практически безболезненно [12].

*Мезотерапия.* Данная процедура представляет собой подкожное введение небольшой дозы некоторых витаминов или активных препаратов натурального происхождения, что позволяет ликвидировать сухость и дряблость кожи, акне, целлюлит, растяжки, обеспечивает лечение кожи головы и омоложение кожи в целом [8]. Введение лечебных препаратов происходит через тонкую иглу шприцом или с помощью мезоинъектора (устройство, с помощью которого безболезненно и дозированно вводятся лечебные коктейли). Все средства для мезотерапии выпускаются в ампулах, содержащих активные вещества или их сочетания. Есть препараты, выпускаемые специально для мезотерапевтического применения в косметологии. [8].

*Озоновое омоложение* – это омоложение кожи и лечение косметических дефектов с помощью наружного или парентерального применения кислородно-озоновой смеси [9]. Данная процедура предусматривает подкожное введение локальных инъекций, нанесение озонированных сывороток, озоновых аппликаций, растворов и различных масел. Это довольно болезненная процедура, поэтому перед началом сеанса наносят обезболивающий крем на кожу и затем включается озонатор. Сама процедура обкалывания происходит очень быстро, такие иголки вводятся под верхний слой эпидермиса и оставляется на несколько секунд [9]. В результате разглаживаются мелкие морщины, повышается тургор кожи, уменьшаются пастозности, улучшается цвет лиц, уменьшается сухость и чувство стягивания кожи, проявляется лифтинговый эффект в подчелюстной и щечно-подбородочной областях, улучшается общее самочувствие.

*Гирудотерапия* (это лечение пиявками) в косметологии и медицине оказывает 3 эффекта. Первый эффект – это рефлекторный (пиявку ставят на так называемые точки акупунктуры или биологически активные точки, и далее она сама находит нужное место и присасывается). Второй эффект – это биологический. В секрете пиявки содержится целый ряд биологически активных веществ, которые разносятся по всему организму, оказывая помимо местного лечения общее оздоровление. К наиболее изученным ферментам относятся: апираза, бделли-

ны, брадикинины, гирудин, дестабилаза, гиалуронидаза, оргелаза, эглины, кининаза, гистаминоподобные вещества. Третий эффект – это механический, заключающийся в разгрузке кровотока и перераспределении жидкости в организме. Омолаживающий эффект достигается за счет действия фермента коллагенозы, содержащегося в секрете слюнных желез пиявок. Коллагеноза – протеолитический фермент, особенностью действия которого является способность лизировать некротические ткани, тем самым способствовать ферментативному очищению раны. В результате кожа лица становится гладкой, бархатистой и приобретает здоровый цвет. Избавляют пиявки от угревой сыпи, келоидных рубцов, пигментации кожи и других дефектов [3].

### **Заключение**

*Отрицательные стороны операционных методов омоложения:* высокая стоимость, невозможность проводить самостоятельно в домашних условиях, риск возникновения различных побочных эффектов, потому как у всех индивидуальный организм. Кроме того, необходимо учитывать, что такие лечения не долгосрочные, через некоторый промежуток времени, процедуру необходимо повторить.

*Положительные стороны операционных методов омоложения:* обеспечивает коррекцию передней и боковых поверхностей шеи, средней части лица и лобно-височных областей, наружной части бровей, подтяжку свисающих щек и областей вокруг углов рта. *Отрицательные стороны аппаратных безоперационных методов омоложения:* процедура проводится под наркозом, долгое заживление – от месяца до двух, опасность инфицирования, процедура лазером нередко приносит осложнения в виде пигментации, высокая стоимость, риск возникновения различных побочных эффектов. *Положительные стороны аппаратных безоперационных методов:* обеспечивает дермальное стимулирование, кардинальная перестройка кожи, выравнивание поверхности кожи при глубоких рубцах, подтяжка обвисших тканей. *Отрицательные стороны не аппаратных безоперационных методов:* очень высокая стоимость, риск инфицирования после процедуры, при неправильном уходе за кожей, болезненность инъекций, существует риск рубцевания тканей, после процедуры необходимо время, для восстановления кожи. *Положительные стороны не аппаратных безоперационных методов:* можно сочетать с другими процедурами омоложения – микродемпбразией, пластическими операциями, пилингами, хорошо сочетается и с другими инъекционными препаратами — ботокс, рестилайн, диспорт, этот метод полностью безопасен, эффективный и быстрый результат, отсутствие рубцов после процедуры, сохраняется полученный результат в течении долгого времени.

## Литература

1. Элос омоложение. Технология ELOS. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.t-very.ru/services/elos/elos\\_rejuvenation\\_.php](http://www.t-very.ru/services/elos/elos_rejuvenation_.php) (дата обращения: 26.03.2015).
2. Технология фракционного лазерного омоложения кожи. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.spa-algotharm.ru/?page=fr-lasers> (дата обращения: 28.03.2015).
3. Гирудотерапия в косметологии – красота требует пиявок. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://projivi100let.ru/index.php/jirudoterapiya-v-kosmetologii> (дата обращения: 30.03.2015).
4. Подтяжка лица. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://omorfia.ru/users/9355/blog/6480> (дата обращения: 02.04.2015).
5. Лазерная шлифовка кожи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cosmetology-info.ru/134/Lazernaya-shlifovka-kozhi/> (дата обращения 11.04.2015).
6. Быстрое омоложение лица с применением фототерапии. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ladymadonna.ru/фотоомоложение-лица> (дата обращения: 11.04.2015).
7. Глубокий термолифтинг Palomar (безопасная альтернатива Термажу) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mastermed.ru/services/3/> (дата обращения: 11.04.2015).
8. Зачем нужна мезотерапия? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://petrovka-beauty.ru/abc/mesotherapy/> (дата обращения: 10.04.2015).
9. Озонотерапия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aseni.ru/mozon2.htm> (дата обращения: 11.04.2015).
10. Анатомия и возрастная физиология : учебное пособие / М. Л. Седокова, Л. Ф. Казимова, Т. А. Томова ; под ред. д-ра мед.наук, профессора С. В. Низкодубовой ; издание 3-е переработанное, дополненное ; ФГБОУ ВПО «Томский государственный педагогический университет». – Томск : Издательство Томского государственного педагогического университета, 2014. – 522 с. илл.
11. Свитковская, Л.А. Экспресс-методы по омоложению кожи / Издательство: Феникс, 2010. – 220 с.
12. Чайковская, Е.А. Инъекционный адипоцитоллиз: обзор последних исследований / Издатель: Издательский дом "Косметика & Медицина", 2014. – 500 с.
13. Киржнер, Б.В. Эстетическая косметология. Мягкие мануальные техники / Издательство: Наука и техника, 2012. – 320 с.

УДК 615.015.13

ГРНТИ 77.05.03

## СТЕРОИДЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

### STEROIDS AND THEIR EFFECT ON THE HUMAN BODY

*Баротов Нодирбек Муродиллович, Илькин Егор Евгеньевич*

Научные руководители: Т. В. Ласукова, проф. кафедры МБД ТГПУ; В.В. Ласуков, доцент НИ ТПУ.

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* анаболические стероиды, кортикостероиды, глюкокортикоиды, тестостерон.

*Key words:* anabolic steroid, a corticosteroides, glucocorticoids, testosterone

В работе дана современная трактовка понятия «анаболические стероиды», приведены примеры влияния анаболических препаратов на организм человека. Подробно дано объяснение механизмов, лежащих в основе роста мышц, оценена роль анаболических стероидов в этом процессе. Проанализированы современные данные о положительных и отрицательных эффектах анаболических стероидов на организм человека.

В настоящее время принято считать анаболическими стероидами фармакологические препараты, имитирующие эффекты мужских половых гормонов тестостерона и дигидротестостерона. Известно, что понятие «анаболик» происходит от греческого «anabolein», что в переводе означает «наращивать». Тестостерон влияет на скелетные мышцы, костный мозг, кожу, волосы и половые органы. Этот гормон, который вырабатывается в значительно больших количествах у мужчин, оказывает анаболическое действие на скелетные мышцы, стимулируя синтез белка, что, в конечном итоге, способствует их гипертрофии [1].

Известным примером применения этих препаратов является случай на гонке спортсменов «Тур де Франс» в 2006 году. Тест на стероиды у занявшего первое место американского гонщика Флойда Лэндиса оказался положительным.

Организаторы объявили, что они обнаружили аномальное содержание тестостерона в моче, и Флойд Лэндис был лишен титула. Даже перед стартом несколько других гонщиков были дисквалифицированы, в том числе двух главных претендентов, а также Лэндис обвинил их приема стероидов.

Это был не первый стероидный скандал. В 1998 году большое число всадников были уличены в применении допинга, за что гонку назвали Тур «стыда». Использование стероидов без рецепта врача запрещено во многих странах, например в США, в Канаде, Бразилии. Номиллионы людей в этих странах принимают их незаконно. Фактическое число таких людей неизвестно никому. Возникает вопрос, насколько вредны для организма человека анаболические стероиды? Многие эксперты соглашаются с опасностью для организма анаболических средств.

Однако по вопросу степени опасности этих препаратов мнения расходятся. Многие эксперты считают, что стероиды могут расширить физиологические пределы мышц, делая их больше, быстрее и сильнее, чем это возможно [2]. Поэтому следует, прежде всего, остановиться на физиологических особенностях процессов построения мышц. Известно, что основой для наращивания мышц служит синтез белков и регенерации клеток. Мышцы состоят из волокнистых «цепей», содержащих сократительные белки.

Когда спортсмен занимается тяжелой тренировкой, эти структуры повреждаются, в волокнах появляются микроразрывы. Впоследствии происходит восстановление и соединение порванных волокон, после чего мышцы становятся сильнее и объемнее, чем раньше. С каждой тренировкой спортсмен набирает больше массы, силы и скорости. Стероиды существенно активизируют этот процесс, в результате восстановление поврежденных мышечных волокон происходит гораздо быстрее. Во время интенсивной тренировки спортсмены повреждают мышцы, для реконструкции которых необходимо около 48 часов. В то же время, анаболические стероиды ускоряют этот процесс, и вместо 48 часов может потребоваться только 16 часов. В результате можно тренироваться чаще, дольше, тяжелее и быстрее восстановиться для новой тренировки, можно более эффективно увеличить мышечную массу по сравнению с обычным спортсменом. В связи с этим, ученые увидели значительный потенциал использования анаболических стероидов уже вскоре после их появления [3]. Так, немецкий ученый Адольф Бутеннад в 1939 году получил Нобелевскую премию за разработку нового метода синтеза тестостерона. На Олимпийских играх 1976 года в Монреале спортсмены из Германии получили 40 золотых медалей. Но только 20 лет спустя обнаружили, что они применяли при этом лекарства, так что они буквально взяли все медали [4]. К 1970 году стероиды активно начали проникать в мир спорта. К 1980-м годам, эти гормоны проникла почти во все виды спорта, но Олимпиады были относительно «чисты» в плане применения анаболиков. Потом появился Бен Джонсон. В 1988 году канадский спринтер завоевал золото на Олимпиаде в Сеуле, установив новый мировой рекорд. Но спустя некоторое время, после исследования тест мочи открыл его «секреты», после чего у него отобрали все золотые медали из-за использования стероидов. После такого инцидента правительство Америки провело конференцию, запрещающую немедицинское употребление анаболических стероидов. Вскоре был принят и закон о запрете употребления анаболических препаратов. А в 1985 году разработали новые методы, тесты для обнаружения стероидных препаратов в организме [5]. Однако разработка этих препаратов продолжалась. В настоящее время известно несколько видов стероидов: анаболические стероиды и кортикостероиды, оба являются синтетическими версиями синтезируемых в организме гормонов, но выполняют совершенно разные функции. Спортсмены используют анаболические стероиды для наращивания мышечной массы. Кортикостероиды используются в медицине для уменьшения воспалительного процесса. Все лекарства, начиная от антиартритных до противоастматических средств, содержат кортикостероиды. Но, в отличие от анаболических

стероидов, они не наращивают мышцы. Однако анаболические стероиды также используются в медицине. Например, для пожилых мужчин, которые утратили способность вырабатывать тестостерон, при недостатке мышечной массы, анемии, задержке роста и полового созревания. Анаболические стероиды являются синтетическими аналогами мужского полового гормона тестостерона. Известно, что количество тестостерона значительно падает после физических нагрузок. Организм вырабатывает гормоны глюко-кортикоиды, которые уменьшают воспаление, но обладают побочным катаболическим эффектом. Это означает, в частности, что под их влиянием происходит также и распад мышечной ткани. Это еще один удар для мышц.

Принятый после тренировки анаболический стероид действует двусторонне:

1) восполняет недостаток тестостерона после тренировки, ускоряя восстановление мышц;

2) блокирует процесс катаболизма, в результате чего мышцы быстро становятся больше и сильнее.

Исходя из этих фактов, для многих атлетов анаболические стероиды стали легендарным источником молодости.

Влияние стероидных препаратов дает существенные результаты уже через две недели, заметно увеличится объем мышц. Если спортсмен тренируется на выносливость, мышцы будут становиться жестким, если спортсмен тренирует силовые показатели мускулов, то мускулы становятся сильнее. Другими словами, стероиды дадут результаты, которых обычный спортсмен достигнет как минимум через 50 лет, то есть никогда. Однако мужчины, получающие анаболические стероиды, могут столкнуться с некоторыми косметическими проблемами, такими как: сильные высыпания на спине и лице, скопление жировой ткани под сосками, вызывающими отек молочной железы, тестикулярная атрофия яичек почти в 2 раза по сравнению с нормой. Женщины также могут сталкиваться со следующими проблемами: лысение по мужскому типу, рост волос на лице и огрубление голоса, может уменьшиться грудь.

Стероиды негативно влияют и на внутренние органы: почки, сердце, печень. Одним из эффектов является и увеличение агрессии от применения стероидов. В заключение следует еще раз подчеркнуть, что анаболические препараты на основе стероидных гормонов могут занимать вполне законное место в медицинской практике. Во-первых, в тех ситуациях, когда при некоторых заболеваниях происходит значительная потеря мышечной массы (СПИД, например). Некоторые из препаратов могут применяться при лечении анемий. Существует ряд данных европейских исследователей, которые свидетельствуют о положительных

эффектах небольших доз анаболических стероидов у мужчин с низким уровнем тестостерона в организме. В то же время, следует понимать, что анаболические стероиды – это не волшебный эликсир, как некоторым кажется. Особенно это касается подростков, которым и думать не стоит об употреблении этих препаратов. Дело в том, что в организме подростков в период полового созревания происходит множество сложных физиологических процессов, в том числе и активизация синтеза половых гормонов. На этом фоне поступление экзогенно применяемых аналогов тестостерона может весьма негативно отразиться на процессе образования собственных половых гормонов, способствовать снижению их синтеза по известному в физиологии принципу отрицательной обратной связи [6]. Важнее всего для юношей – больше есть, больше тренироваться и вести здоровый образ жизни и результат не заставит себя ждать.

### **Литература**

1. Vermeulen, A., S. Goemaere, and J. M. Kaufman. Testosterone, body composition and aging// Journal of Endocrinology Investigation 1999. № 22: P. 110-116.
2. Видеоблок [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.youtube.com/watch?v=s4AsDYo5RKU>
14. Электронная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.nnre.ru/sport/sport\\_kotoryi\\_vas\\_ubivaet/p3.php](http://www.nnre.ru/sport/sport_kotoryi_vas_ubivaet/p3.php).
15. Энциклопедия научного бодибилдинга [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://sportwiki.to/Анаболические\\_стероиды](http://sportwiki.to/Анаболические_стероиды)
16. Gorilla gym [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gorillagym.kg/articles/14/Anabolicheskie-steroidy.html>
17. Физиология человека / Н. А. Агаджанян [и др.]. – М. : Медицинская книга ; Нижний Новгород : НГМА, 2009. – 526 с.

УДК 612.327; 612.337; 612.367; 612.171

ГРНТИ 76.03.29;

## **ИЗУЧЕНИЕ РОЛИ ИНТЕРСТИЦИАЛЬНЫХ КЛЕТОК КАХАЛЯ В ФОРМИРОВАНИИ СПОНТАННОЙ МОТОРНОЙ АКТИВНОСТИ TENIA COLI МОРСКИХ СВИНОК**

## **STUDYING OF THE ROLE OF INTERSTITIAL CELLS OF CAJAL IN THE FORMATION OF SPONTANEOUS MOTOR ACTIVITY OF TENIA COLI OF GUINEA PIGS**

*Воробьева Елена Вадимовна*

Научный руководитель: В.Б.Студницкий, канд. биол. наук, доцент

*Сибирский государственный медицинский университет г.Томск, Россия*

*Ключевые слова:* желудочно-кишечный тракт, спонтанная активность, интерстициальные клетки Кахала.

*Keywords:* digestive tract, spontaneous activity, interstitial cells of Cajal.

*Аннотация:* В работе рассматривается роль интерстициальных клеток Кахаля – производных мезенхимальной ткани – в формировании спонтанной сократительной активности. Для этого были проведены эксперименты на полосках гладких мышц *tenia coli* москских свинок с применением блокаторов ионных каналов и одновременной регистрации электрической и сократительной активности.

В основе морфо-функциональных причин формирования периодического моторного ритма ЖКТ рассматриваются три основных механизма: метасимпатическая нервная система, свойства гладких мышц и интерстициальные клетки Кахаля. Исходя из этого, представляет интерес анализ компонентов периодической деятельности ЖКТ, связанный с особенностями строения и функционирования клеток Кахаля.

Моторная функция желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) является основополагающим для выполнения других его функций, в том числе секреторной, всасывательной, экскреторной, эндокринной. Мышечная оболочка ЖКТ является комплексным образованием, состоящим из клеток: гладкомышечных (ГМК), нервных, глиальных и большой популяции интерстициальных клеток. Среди интерстициальных клеток (ИС) различают несколько типов, но в отношении формирования пейсмейкерной активности значительная роль отведена интерстициальным клеткам Кахаля (ИСС). Повреждение промежуточных клеток Кахаля приводит к отсутствию медленных волн, что делает невозможным любой вид сокращения и моторно-эвакуаторную функцию ЖКТ.

Раймон Кахаль описал эти клетки в 1893 г. и считал, что они могут вовлекаться в процесс регуляции моторики ЖКТ, опосредуя передачу сигналов от нейронов метасимпатической нервной системы к гладким мышцам. В 1914 г. Кейт (A. Keit) выдвинул гипотезу о том, что ИСС являются пейсмейкерными клетками в кишечнике, по аналогии с пейсмейкером синоатриального узла сердца, который он описал ранее.

В 80-х годах прошлого столетия эти клетки привлекли внимание гастроэнтерологов-физиологов и клиницистов тем, что они могут генерировать ритмическую электрическую активность, которая наблюдается от желудка до прямой кишки в ЖКТ. Более того, обсуждались уникальные особенности этих клеток, которые отличают их от ГМК: наличие  $Ca^{2+}$  каналов Т-типа, в отличие от  $Ca^{2+}$  каналов L-типа в ГМК. [1].

Основной прорыв в изучении и понимании роли ИСС был сделан в 1992 г., когда было показано, что эти клетки экспрессируют c-Kit рецептор тирозин-киназы. Мутации в Kit-гене или Kit иммунонейтрали-

зация, проявляются в нарушении формирования миоэлектрического ритма.

Экспериментально показано, что ИСС экспрессируют Tmem 16a генный продукт – аноктамин 1 (ANO1), который не экспрессируется другими типами клеток ЖКТ. ANO1 функционирует как  $Ca^{2+}$ -активированный Cl- канал и является важным компонентом пейсмейкерной активности ИСС. ИСС не генерируют потенциалы действия, но в них возникают ритмические изменения внутриклеточной концентрации  $Ca^{2+}$ , которые определяют периодически возникающую деполаризацию мембраны, описанную как медленные волны. [2].

Ультрамикроскопические исследования показывают, что отдельные типы ИСС имеют плотные контакты с варикозными утолщениями нервных волокон, содержащими большинство синаптических везикул в области соединения, а также формируют плотные щелевые контакты с соседними ГМК на другой стороне. Так, четкие различия распределения иммунореактивности ИСС и белка щелевых соединений коннексина – 43 (Cx43), показывают, что ГМК, хорошо сопряженные друг с другом нексусами (Cx43 высокая иммунореактивность) и формирующие крупные единицы электрического синцития, имеют немногочисленные контакты с ИСС - СМ, а в популяциях ГМК, не сопряженных друг с другом плотными щелевыми соединениями (низкая Cx43 иммунореактивность), получают нервные сигналы через сеть ИСС-СМ (высокая c-Kit иммунореактивность ИСС).

В отношении сопряжения ИСС-МР и ГМК ЖКТ щелевыми соединениями пока нет четких доказательств.

Исследование электрической и сократительной активности проводилось методом двойного «сахарозного мостика», с одновременной регистрацией электрической и сократительной активности. В качестве объекта исследования служили полоски гладких мышц *tenia coli* морских свинок. *Tenia coli* – кишечная лента, продольные мышечные волокна толстого кишечника. Для перфузии применялся нормальный раствор Кребса, в который добавлялись исследуемые фармакологические препараты. Оценка статистической значимости результатов проводилась с использованием t-критерия Стьюдента.

В нормальном растворе Кребса ГМК не обладали спонтанной электрической и сократительной активностью. При этом нанесение прямоугольных импульсов электрического тока приводило к появлению на плато катэлектротонического потенциала, нескольких потенциалов действия (ПД), которые сопровождалось развитием фазных сокращений. Для формирования спонтанной электрической и сократительной активности применялся блокатор  $K^+$  каналов –

тетраэтиламмоний(ТЭА) в концентрации 10мкМ. На фоне ТЭА происходило появление медленных волн(МВ) с генерацией 1-3ПД, которые приводили к развитию сократительного ответа. Частота генераций МВ была индивидуальной для каждой полоски и составляла в среднем 11-17 в минуту.

Для выяснения роли  $\text{Ca}^{2+}$  - активируемых хлорных каналов в формировании спонтанной активности использовался DIDC как блокатор данных каналов, который в концентрации 200мкМ снижал частоту спонтанных сокращений на  $74,3 \pm 1,2\%$  ( $p < 0,01$   $n=4$ ). При этом отмечалось снижение силы спонтанных сокращений на  $89,7 \pm 3,4\%$  ( $p < 0,01$ ), а сила вызванных сокращений составляла  $120,7 \pm 2,8\%$  ( $p < 0,05$ ) от исходных в растворе Кребса с ТЭА.

Для оценки роли потенциалзависимых  $\text{Ca}^{2+}$  каналов использовались катионы  $\text{Ni}^{2+}$  и  $\text{Co}^{2+}$ , которые в низких концентрациях избирательно блокируют либо Т- $\text{Ca}^{2+}$  каналы( $\text{Ni}^{2+}$ ), либо L- $\text{Ca}^{2+}$  каналы( $\text{Co}^{2+}$ ).

Ионы  $\text{Ni}^{2+}$  в концентрации  $2 \cdot 10^{-3}$  моль снижали частоту спонтанных сокращений на  $28,7 \pm 2,6\%$  ( $p < 0,05$   $n=4$ ). При этом амплитуда спонтанных сокращений снижалась на  $47,4 \pm 3,4\%$  ( $p < 0,01$ ), а сила вызванных сокращений составляла  $53,1 \pm 4,2\%$  от исходных значений. Ионы  $\text{Co}^{2+}$  в концентрации 100мкМ достоверно не влияли на частоту спонтанной сократительной активности, при этом амплитуда сокращений уменьшилась на  $30,6 \pm 1,8\%$  ( $p < 0,05$   $n=4$ ), а сила вызванных сокращений снижается на  $78,8 \pm 3,4\%$  ( $p < 0,01$ ). Применение ионов  $\text{Co}^{2+}$  в концентрации 200мкМ подавляло полностью частоту спонтанной сократительной активности ГМК, амплитуда вызванных сокращений снижалась на  $86,2 \pm 1,8\%$  ( $p < 0,01$ ). Отмывание от исследуемых веществ приводило к восстановлению исходной электрической и сократительной активности, но при этом сохранялись медленно волновые деполяризации мембранного потенциала.

Таким образом результаты проведенных исследований позволяют сделать заключение, что ИСС играют определяющую роль в формировании спонтанной электрической и сократительной активности в гладких мышцах *tenia coli*.

### **Литература**

1. Keith A. An account of six specimens of the great bowel removed by operation: with some observations on the motor mechanisms of the colon. Br J Surg 2: 576-599, 1914.
2. Maeda H., Yamagata A., Nishikawa S. et al. Requirement of c-kit for development of intestinal pacemaker system // Development. – 1992. – V. 116. – S. 369-375.

УДК 612.327; 612.337; 612.367; 612.171  
ГРНТИ 76.03.29;

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПЕЙСМЕЙКИНГА АТИПИЧЕСКИХ КЛЕТОК СЕРДЦА И ИНТЕРСТИЦИАЛЬНЫХ КЛЕТОК КАХАЛЯ**

### **COMPARATIVE ANALYSIS OF THE PACEMAKER ACTIVITY ATYPICAL CELLS OF THE HEART AND INTERSTITIAL CELLS OF CAJAL**

*Воробьева Елена Вадимовна*

Научный руководитель: В.Б. Студницкий, канд. биол. наук, доцент

*Сибирский государственный медицинский университет г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* пейсмейкеры, Р-клетки, интерстициальные клетки Кахалья.

*Keywords:* pacemaker, P- cells, interstitial cells of Cajal.

*Аннотация:* В статье будут рассмотрены особенности пейсмейкинга и ионные механизмы действия Р-клеток сердца и интерстициальных клеток Кахалья.

По результатам научных исследований установлено, что дифференцировка мезенхимальной клетки-предшественницы приводит к образованию нескольких популяций клеток, в частности и Р-клеток сердца и интерстициальных клеток Кахалья(ИСС). [1]. Обе популяции обладают пейсмейкерной активностью в силу своих ультраструктурных особенностей, благодаря которым являются основополагающими факторами для обеспечения органами их функций. Атипические клетки сердца играют определяющую роль в одном из важнейших свойств сердца – автоматии, без которой насосная функция сердца не осуществляется.

Подобным же образом одной из морфо-функциональных причин формирования периодического моторного ритма ЖКТ является наличие популяций ИСС, наряду с метасимпатической нервной системой и свойствами гладких мышц. Моторная же функция желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) является основополагающим для выполнения других его функций, в том числе секреторной, всасывательной, экскреторной, эндокринной.

Раймон Кахаль описал эти клетки в 1893 г. и считал, что они могут вовлекаться в процесс регуляции моторики ЖКТ, опосредуя передачу сигналов от нейронов метасимпатической нервной системы к гладким мышцам. В 1914 г. Кейт(A.Keit) выдвинул гипотезу о том, что ИСС являются пейсмейкерными клетками в кишечнике, по аналогии с пейсмейкером синоатриального узла сердца, который он описал ранее.

В 80-х годах прошлого столетия эти клетки привлекли внимание гастроэнтерологов-физиологов и клиницистов тем, что они могут генерировать ритмическую электрическую активность, которая наблюдается от желудка до прямой кишки в ЖКТ. Более того, обсуждались уникальные особенности этих клеток, которые отличают их от ГМК: наличие  $\text{Ca}^{2+}$  каналов Т-типа, в отличие от  $\text{Ca}^{2+}$  каналов L-типа в ГМК. [2].

Экспериментально показано, что ИСС экспрессируют Tmem 16a генный продукт – аноктамин 1 (ANO1), который не экспрессируется другими типами клеток ЖКТ. ANO1 функционирует как  $\text{Ca}^{2+}$ -активированный Cl- канал и является важным компонентом пейсмекерной активности ИСС. ИСС не генерируют потенциалы действия, но в них возникают ритмические изменения внутриклеточной концентрации  $\text{Ca}^{2+}$ , которые определяют периодически возникающую деполяризацию мембраны, описанную как медленные волны. [3].

### **Роль ИСС в генерации пейсмекерных потенциалов и распространении медленных волн.**

ИСС не генерируют потенциалы действия подобно ГМК, но в них возникают ритмические изменения внутриклеточной концентрации  $\text{Ca}^{2+}$  ( $\text{Ca}^{2+}_i$ ), которые определяют периодически - возникающую деполяризацию мембраны, известные как медленные волны (см. рис. 3).

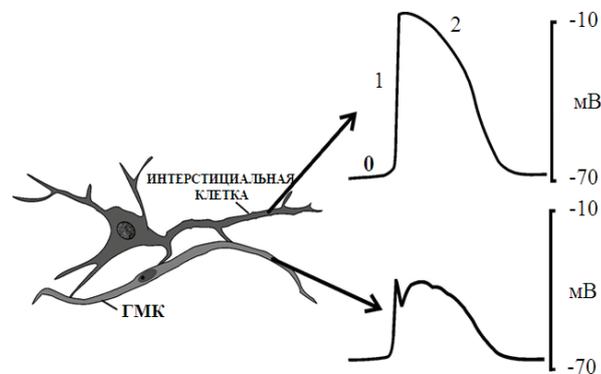


Рис. 3. Схематическое изображение пейсмекерных потенциалов в ИСС – ИСС и медленных волн с потенциалом действия в ГМК. Где:  
0 – диастолическая фаза; 1 – фаза быстрой деполяризации, чувствительная к блокатору кальциевых каналов Т-типа, мибефрадилу; 2 – фаза плато, чувствительная к кофеину.

Такой цитозольный кальциевый осциллятор напоминает тот, что обнаружен в различных спонтанных ГМК, но имеет существенные отличия. Возможный механизм пейсмекерной активности ИСС можно представить в виде следующих этапов

1. Возникновение спонтанного изменения  $\text{Ca}^{2+}_i$  является случайным процессом. Каждый такой процесс подготавливается предварительной

загрузкой  $\text{Ca}^{2+}_i$  во внутриклеточные хранилища, затем инициируется его освобождение, возможно через активацию руанодивых рецепторов третьего типа (RyR3), которые хорошо экспрессируются в ИСС. Это раннее освобождение ионов кальция проявляет себя как последовательная цепь элементарных событий, таких как небольшие взлеты и спарки. Они активируют спонтанные транзитные входящие токи (STICs), которые возникают во время каждой пейсмекерной фазы.

2. В определенный момент времени эти элементарные события, суммируясь, достигают определенной амплитуды и/или частоты, приводя к возникновению внутриклеточной  $\text{Ca}^{2+}$  волны, которая распространяется вдоль клетки в процессе  $\text{Ca}^{2+}$ -вызванного  $\text{Ca}^{2+}$  освобождения (CICR). Волна завершается, когда прекращается освобождение  $\text{Ca}^{2+}$  из внутриклеточных хранилищ, вероятно, как из-за истощения в них  $\text{Ca}^{2+}$ , так и из-за закрытия каналов освобождения.

3. В восстановительный период  $\text{Ca}^{2+}_i$  удаляется из цитоплазмы ИСС вследствие 3 основных процессов: Са-АТФазы плазматической мембраны (PMCA) и Na/Ca<sup>2+</sup>-обмена (NCX), Са-АТФазы эндосаркоплазматического ретикулума (SERCA) и захвата митохондриями, которые плотно заполняют клетки. Считается, что митохондрии в ИСС выполняют пассивную роль, как временное хранилище  $\text{Ca}^{2+}$ , который ими захватывается быстро во время восстановительного периода и затем медленно освобождается во время периода между возбуждениями, чтобы помочь перезагрузить хранилище. Митохондрии ИСС тесно связаны с эндоплазматическим ретикуломом (ER), формируя так называемые «пейсмекерные единицы», что является отличительной особенностью осцилляторной модели ИСС.

4. Перезагрузка внутриклеточных хранилищ облегчается поступлением внешнего  $\text{Ca}^{2+}$  ( $\text{Ca}^{2+}_o$ ) и это объясняет, почему  $\text{Ca}^{2+}$ -осцилляции в ИСС критически зависят от  $\text{Ca}^{2+}_o$ . Когда концентрация  $\text{Ca}^{2+}_o$  увеличивается или уменьшается, то соответственно увеличивается или уменьшается базовый уровень  $\text{Ca}^{2+}_i$ . Такие заметные изменения базового уровня  $\text{Ca}^{2+}_i$  предполагают высокий входящий поток  $\text{Ca}^{2+}$  в покое, необходимый для сохранения осцилляционной активности.

5. Кальций, освобожденный во время каждой волны, активирует  $\text{Ca}^{2+}$ -зависимые Cl-каналы (CLCA), что является определяющим в формировании медленной волны деполяризации мембраны. Ранние  $\text{Ca}^{2+}_i$  повышения генерируют STICs, которые возникают во время пейсмекерной деполяризации.

6. Суммация STICs приводит к развитию транзитной деполяризации (STD), которая в конечном результате приводит к возникновению медленной волны.

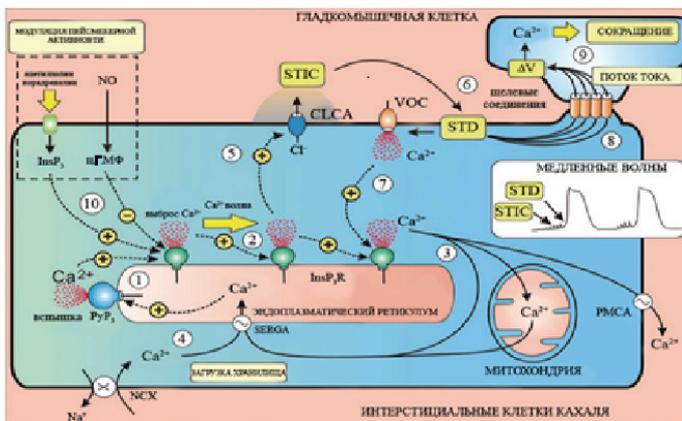
7. STD приводит к активации потенциалозависимых кальциевых каналов Т-типа (VOC), которая дополняет формирование ИСС осциллятора и выполняет две важные функции:

а) Вошедший внешний кальций способствует освобождению  $\text{Ca}^{2+}$  из хранилищ примембранного эндоплазматического ретикулума и тем самым ускоряет распространение внутриклеточной  $\text{Ca}^{2+}$ -волны.

б) Увеличивает крутизну фронта нарастания  $\text{Ca}^{2+}$ -волны, что способствует синхронизации осцилляторной активности отдельных клеток в ИСС сети.

8. Пейсмекерная медленная волна, продуцируемая ИСС, обеспечивает деполяризацию мембраны соседних ГМК за счет электротонического проведения через плотные щелевые контакты ( $\Delta V$ ).

9. Сокращение ГМК возникает только тогда, когда деполяризация достигает порога активации кальциевых каналов L-типа и тем самым инициируется сопряжение возбуждения - сокращения. Существует очень высокая корреляция между изменением концентрации  $\text{Ca}^{2+}$  в ИСС, которое формирует медленную волну, и возникновением  $\text{Ca}^{2+}$  транзита в ГМК. Однако, существуют временные отличия этих двух процессов: в ИСС эти  $\text{Ca}^{2+}$  ответы наблюдаются более длительное время, чем в ГМК. Функциональное значение этого временного отличия состоит в том, что, продуцируя продолжительные  $\text{Ca}^{2+}$  транзиты, ИСС максимизируют передачу сигнала через плотные щелевые соединения к значительной популяции ГМК. Другой механизм такого вида активности ИСС заключается в оптимизации пейсмекерной активности для всех ИСС внутри их сети, и такая синхронизация осцилляторной активности ИСС ведет к формированию единого фронта распространения медленной волны.



*Цитозольный  $\text{Ca}^{2+}$  осциллятор, отвечающий за пейсмекерную активность в интерстициальных клетках Кахаля. Взято у M.J. Berridge (2008) с поправкой.*

Изложенная точка зрения о роли ИСС в механизме формирования ритмической миоэлектрической активности ЖКТ и в распространении

этого ритма по пищеварительному каналу не является единственной. Существуют и другие доказательства причин формирования периодической деятельности ЖКТ, которые основываются на функциональных особенностях гладких мышц или на роли метасимпатической нервной системы в формировании ритмогенеза. Поиск истинных причин этого феномена, открытого В.Н. Болдыревым в 1904г., требует дальнейших более детальных исследований в этом направлении.

### **Роль Р-клеток в генерации пейсмекерных потенциалов.**

Генерация ПД в сердце отражает последовательную активацию и инактивацию ионных каналов, которые приводят к деполяризации (входящие  $\text{Na}^+$  и  $\text{Ca}^{2+}$ ) и реполяризации (выходящие  $\text{K}^+$  токи). Формирование ПД в разных регионах сердца является различным, что в свою очередь связано с различиями в экспрессии и свойствах ионных каналов. Эти различия влияют на однонаправленное распространение возбуждения по сердцу и на генерацию нормального сердечного ритма. Изменение в свойствах или функциональной экспрессии миокардиальных ионных каналов в результате наследственных мутаций в генах, могут привести к изменению формирования ПД, синхронизации и распространению возбуждения, что предполагает возникновение в сердце потенциально угрожающих жизни аритмий. Все это определяет значительный интерес в определении молекулярных, клеточных и системных механизмов влияющих на генерацию и сохранение нормального сердечного ритма, а также в понимании того, как эти механизмы изменяются при заболеваниях миокарда. Электрическая активность сердца инициируется в пейсмекерных клетках синоатриального (СА) узла и затем распространяется через предсердия к атриовентрикулярному (АВ) узлу, от которого по пучку Гиса и волокнам Пуркинье поступает к верхушке сердца и внутрь рабочего миокарда желудочков. В предсердных, желудочковых миоцитах и волокнах Пуркинье развивается «быстрый» ПД в результате активации потенциалозависимых  $\text{Na}^+$  ( $\text{Na}^+\text{V}$ ) каналов. Клетки СА и АВ узлов формируют «медленные» ПД, предполагая, что  $\text{Na}^+\text{V}$ -каналы не играют доминирующей роли в деполяризации и формировании фазы деполяризации, однако  $\text{Na}^+\text{V}$ -токи описаны в клетках СА узла кролика, а также в АВ клетках кролика и морской свинки. Для «быстрых» ПД характерно наличие фазы быстрой начальной реполяризации, отражающей инактивацию  $\text{Na}^+\text{V}$ -каналов и активацию быстрого потенциалозависимого выходящего  $\text{K}^+$ -тока, которая достаточно хорошо выражена в клетках Пуркинье и желудочков, определяя амплитуду и продолжительность плато ПД. При этом развитие фазы деполяризации приводит к активации потенциалозависимых  $\text{Ca}^{2+}$  ( $\text{Ca}^{2+}\text{V}$ ) каналов, опре-

деляя вход ионов  $\text{Ca}^{2+}$  через L-тип  $\text{Ca}^{2+}$ V каналов во время плато ПД, являющейся основным триггерным источником для сопряжения электромеханического сопряжения в клетках предсердий и желудочков. В клетках СА и АВ узлов активация  $\text{Ca}^{2+}$ -каналов L-типа определяет формирование фазы реполяризации ПД. При этом в формировании фазы деполяризации ПД этих клеток определённая роль принадлежит  $\text{Ca}^{2+}$ V каналам T-типа, играющих определяющую роль в природе автоматии сердца. Подобно  $\text{Na}^{+}$ V каналам, электрофизиологические свойства L- и T-типов  $\text{Ca}^{2+}$ V каналов сердца являются достаточно сходными не только в клетках разных типов, но и у различных видов, предполагая, что молекулярные основы, лежащие в формировании этих каналов являются достаточно сходными для всех клеток сердца. Движущей силой для  $\text{K}^{+}$ -тока во время фазы плато ПД является достаточно высокий электрический потенциал, определяющий формирование фазы 3 ПД клеток миокарда. В отличие от  $\text{Na}^{+}$ V и  $\text{Ca}^{2+}$ V каналов существует весьма большое функциональное разнообразие среди  $\text{K}^{+}$ V – каналов, определяющих фазу реполяризации ПД. Потенциалы и временные электрофизиологические свойства этих токов являются достаточно сходными у кардиомиоцитов не только различных регионов сердца но и видов, предполагая, что различия в макромолекулярных структурах этих каналов весьма сходны и определяют формирование фазы 3 ПД характерным образом в разных типах клеток сердца. При этом уровни экспрессии  $\text{K}^{+}$ V-каналов различаются в различных типах кардиомиоцитов и эта гетерогенность влияет на региональные различия параметров ПД. Различные повреждения миокарда могут вызвать изменения в свойствах и функциональной экспрессии  $\text{K}^{+}$ V-каналов, что в свою очередь отразится самыми драматическими эффектами на формирование и распространение ПД, а также на автоматию сердца.

### **Литература**

1. Komuro T., Seki K., Horiguchi K. Ultrastructural characterization of the interstitial cells of Cajal. Arch. Histol. Cytol. 1999; 62 (4):295–316.
2. Keith A. An account of six specimens of the great bowel removed by operation: with some observations on the motor mechanisms of the colon. Br J Surg 2: 576-599, 1914.
3. Maeda H., Yamagata A., Nishikawa S. et al. Requirement of c-kit for development of intestinal pacemaker system // Development. – 1992. – V. 116. – S. 369-375.

## ЭТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В ДЕТСКОЙ СТОМАТОЛОГИИ

### THE ETHICAL PROBLEMS IN CHILDREN'S DENTISTRY

*Никита Георгиевич Карабец, Дарья Олеговна Кузнецова*

Научный руководитель: Т. В. Мещерякова. канд. филос. наук, доцент

*Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* детская стоматология, добровольное информированное согласие, общая анестезия

*Keywords:* children's dentistry , free and informed consent , general anesthesia

*Аннотация:* В данной статье рассматривается этическая сторона проблемы использования общей анестезии в детской стоматологии. Под кажущейся простотой и удобством данного метода скрываются грозные последствия для здоровья ребенка, о которых родители не всегда хорошо осведомлены. Применение общего обезболивания требует строго определенных показаний, когда использование местной анестезии невозможно по каким-либо причинам. Развитие медицинских технологий позволило расширить круг манипуляций, проводимых под общей анестезией, что значительно облегчает работу врача-стоматолога и стабилизирует психоэмоциональное состояние ребенка. Только врач-профессионал способен оценить соотношение между необходимостью и возможными последствиями применения общей анестезии, но последнее слово всегда остается за родителями, ведь они дают окончательное согласие на использование данного метода. Здесь и возникает вопрос о правильной и точной информированности родителей относительно возможных последствий применения общей анестезии в детской стоматологии.

На сегодняшний день одной из основных задач в детской стоматологии является не только оказание высококвалифицированной медицинской помощи, но и обеспечение ребенка комфортными условиями в процессе лечения. Страх стоматолога присущ 98% опрошенных детей. Проблема боли и страха, возникающая у ребенка при лечении и удалении зубов, является биоэтической проблемой реализации принципа «не навреди» и поэтому требует исключительно внимательного и квалифицированного подхода со стороны врача-стоматолога. В отсутствие адекватной **анестезии** ребенку возможно нанесение следующего вреда: у него может сформироваться рефлексорная память на боль, он может получить психологическую травму, иммунологические расстройства.

Сегодня большинство частных стоматологических клиник имеют возможность применения различных анестетиков, которые способствуют эффективному и безболезненному лечению, но, к сожалению, это не решает этическую сторону посещения стоматологической клиники.

Как обеспечить безболезненное лечение без использования общей анестезии? На что готовы пойти родители, чтобы обеспечить стабильное психоэмоциональное состояние ребенка на стоматологическом приеме? О чем должны знать родители, чтобы принять правильное решение?

В современной стоматологии разделяют два вида обезболивания: медикаментозное и немедикаментозное. Медикаментозные методы обезболивания делятся на два вида: местная и общая анестезия. К немедикаментозным методам обезболивания относятся:

- аудиоанальгезия;
- электроанальгезия;
- гипноз.

Однако немедикаментозные методы не получили должного распространения, так как они требуют дополнительной специальной подготовки пациента и лечащего врача, при этом их действие не столь эффективно.

Проведя анализ стоматологических клиник г.Томска, мы обнаружили, что только 3% клиник используют методику немедикаментозного обезболивания. Полагаясь на научные факты, можно смело утверждать, что около 40% лечебной эффективности метода приходится на эффект плацебо [1], что особенно значимо в детской стоматологии. Для ребенка особенно важна сама обстановка во время приема; конечно, многое зависит от установок родителей, но врач-профессионал обязан найти подход к любому ребенку, независимо от уровня его психологической подготовки и соматотипа.

Первая операция под эфирным наркозом была проведена 30 сентября 1846 г. Уильямом Томасом Грином Мортонем: «Мортон налил в стеклянный шар эфир и приложил ко рту больного "маску", которая закрыла рот. Большим и указательным пальцами он сдавил ноздри больного, который через 4-5 минут заснул, Уоррен начал оперировать. Глубокое внимание в ожидании результатов обезболивания овладело всеми присутствующими. Обезболивание оказалось действенным, и операция была произведена при полной тишине. На окружающих, привыкших к душераздирающим крикам во время операции, это произвело ошеломляющее впечатление...». [2]

На сегодняшний день существуют 3 разновидности общего наркоза:

- ингаляционный;
- неингаляционный;
- комбинированный.

Одним из альтернативных способов обезболивания в детской стоматологии является использование общего наркоза или седации. Седация

бывает глубокой – с вхождением в состояние сна и угнетением дыхания, и поверхностной – когда ребенок способен поддерживать контакт со стоматологом и выполнять его указания, при этом дыхание остается ровным. В детской стоматологии используется поверхностная седация.

Местная анестезия показана детям старше 4 лет. У детей до 4 лет безопасность применения всех местных анестетиков остается неизученной. Это не означает, что проводить местную анестезию у детей до 4 лет нельзя. В данном случае предполагают использование общего наркоза. При использовании местной анестезии у детей до 4 лет следует информировать родителей о неизученном влиянии анестетика на здоровье ребенка, добросовестно вести медицинскую документацию. Предельно строго следует проводить расчет дозировки вводимого анестетика, в пересчете на массу тела ребенка. Данная проблема является широко обсуждаемой в медицинских научных кругах и, к сожалению, остается далекой от решения. В таком случае применяют методику общего обезболивания.

Типичными показаниями для применения общего наркоза при стоматологическом вмешательстве являются:

- большой объем стоматологической помощи, когда необходимо вылечить более 6-ти зубов за одно посещение;
- психические и неврологические заболевания;
- нарушения контакта ребенка с врачом;
- нерезультативность местной анестезии;
- аллергические реакции на местные анестетики.

Анализируя предоставленные показания, мы озадачились вопросом: «Являются ли подобные методы оправданными?», «Отношение к экспериментальному методу врачей и родителей?».

Целью опроса является получение данных об информированности родителей в отношении данного метода обезболивания, а также о готовности их применить такую анестезию для собственного ребенка, наличия опыта использования обеих анестезии.

Для более глубокого изучения вопроса и апелляции реальными показателями, нами был проведен опрос в виде полужакрытого индивидуального сплошного очного анкетирования среди врачей стоматологических клиник г.Томска, а также родителей детей двух возрастных групп: 2-4 года; 4-7 лет.

Анкета содержала следующие вопросы:

- возраст ребенка;
- частота посещаемости ребенком стоматолога;
- отношение родителей к методу общего обезболивания;

- причина согласия, либо отказа родителей на использование данного метода анестезии.

С учетом того, что в г. Томске, по данным за 2014 год [3], проживает 578600 человек в отношении генеральной совокупности общее количество опрашиваемых респондентов составило 362 человека.

В опросе приняли участие 362 респондента. При изучении демографических показателей за 2012 год нами было установлено, что контингент детей составляет 7240.

Данные, полученные в ходе опроса, позволяют утверждать, что 45% респондентов согласны на использование общего наркоза в детской стоматологии, в противовес им 55% опрошенных категорически отвергают данный метод обезболивания. Наглядно это отражено на графике (рис. 1).



Рис. 1

Наиболее яркой проблемой на сегодняшний день является недостаточное обоснование метода. Стремление родителей облегчить участь ребенка во время лечения имеет и обратную сторону: давно признанным фактом является то, что использование общего наркоза при лечении детей младшего возраста может привести к необратимым изменениям в нервной системе и в последующем сказаться на их способности к обучению (нарушения памяти, сна, головные боли, быстрая утомляемость, в тяжелых случаях-потеря слуха и зрения). Кроме того, использование общего обезболивания подразумевает наличие в кабинете: кислорода, дыхательного аппарата, реанимационной уклад-

ки, монитора, адреналина, гормонов, на случай возникновения возможных осложнений.

Кроме всего прочего, лечение зуба под общим наркозом более травматично для тканей. При работе в данных условиях, врач старается как можно быстрее выполнить работу, при этом ослабевает внимание на возможность получения ожога кости во время препарирования, что приведет к развитию остеомиелита.

Еще одной этической проблемой является недостаточное информирование родителей об общем действии наркоза и возможных осложнениях. При исследовании статистических данных было выявлено, что из всех родителей, воспользовавшихся данным методом лечения своих детей 18,25% были информированы об отрицательном воздействии общего наркоза, 25% отказались от информирования, обосновывая это своей некомпетентностью в данной области, 56,75% опрошенных утверждали, что не были осведомлены о возможных осложнениях применения наркоза (Рис. 2).



Рис. 2

Относительно ценовой политики, можно говорить о том, что стоимость лечения, проводимого под общим наркозом, превышает стоимость «традиционного лечения» в 5\*раз (в зависимости от сложности проводимой процедуры) (Рис. 3).

Несмотря на это в детскую стоматологию все обширнее вводится метод лечения зубов под общей анестезией, расширяется список показаний к ее применению.



Рис. 3

Безусловно, данный метод лечения облегчает работу врача и сохраняет психоэмоциональное состояние ребенка. Также применение общей анестезии является альтернативным решением при наличии аллергических реакций на местную анестезию. На наш взгляд, показаниями к проведению данной процедуры являются: непереносимость процедуры ребенком, тяжелые клинические случаи, аллергические реакции на местные анестетики.

Применение общего наркоза является серьезным вмешательством в функциональное состояние человека, несущее на себе неизгладимые последствия. Из всех опрошенных врачей, лишь 2% заявили о том, что никогда не использовали и не будут использовать общий наркоз на детском приеме. При этом 78% подтверждают отрицательное воздействие на организм ребенка. Никто из опрошенных специалистов не согласился на использование общего наркоза при лечении СОБСТВЕННОГО ребенка.

Получается, для принятия рационального решения, каждый родитель должен быть немного стоматологом? На сегодняшний день, современная медицина способствует проведению любых вмешательств абсолютно безболезненно, но цена, которую придется заплатить за это не всегда равна полученному результату.

Врач, выбравший своим делом стоматологию детского возраста, способен повлиять на здоровье не только детей, но и нации в целом. Если с первых визитов к стоматологу у ребенка формируются положительные впечатления от лечения и доверительное отношение к врачу, отсутствует страх, он будет следить за здоровьем полости рта и своевременно обращаться за помощью в течение жизни.

## Литература

1. Урываев В.А., Журавель В.А. Клиническая психология как учение о «состоянии и переменах личности»: доклад П.П. Викторова на Первом съезде отечественных психиатров (1887) [Электронный ресурс] // Медицинская психология в России: электрон. науч. журн. – 2012. – N 4 (15). –Режим доступа: <http://medpsy.ru> (дата обращения: 20.03.2015г.).
2. Юдина, С.С. Образы прошлого в развитии обезболивания / С.С. Юдин Избранные произведения. Вопросы обезболивания в хирургии. Медгиз. 1960.- 576 с.
3. Основные социально-экономические характеристики Томской области. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Томской области. [Электронный ресурс]-Режим доступа: <http://tmsk.gks.ru> (дата обращения: 20.03.2015).

УДК 611.061  
ГРНТИ 76.29.55

## КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕЗИАЛЬНЫХ РЕЗЦОВ ВЕРХНЕЙ ЧЕЛЮСТИ

### THE QUANTITATIVE CHARACTERISTICS OF THE MAXILLARY MESIAL INCISOR

*Коняева Анастасия Денисовна*

Научные руководители: Е.Ю. Варакута, доктор медицинских наук, профессор,  
кафедра гистологии, эмбриологии и цитологии, СибГМУ,  
Чебакова М.В., кандидат медицинских наук, ассистент, кафедра стоматологии, СибГМУ

*Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* стоматология, периодонт, ортопедия, морфология, биомеханика

*The keywords :* dentistry, periodontium , orthopedics , morphology , biomechanics

*Аннотация.* Зубной ряд- это сложная морфо-функциональная система, важным компонентом которой является периодонт. Основная функция периодонта заключается в способности противостоять вертикальной и горизонтальной нагрузке, испытываемой в процессе жевания.

Элементы, входящие в состав периодонта, распространены неравномерно для разных групп зубов, в следствие неравномерной нагрузки при выполнении различных функций.

Представленные в работе данные прежде не освещались в литературе, хотя являются значимыми для понимания биомеханики передней группы зубов.

Цель изучить количественные морфологические особенности мезиальных резцов верхней челюсти, определить их связь с биомехани-

кой данной группы зубов для понимания механизмов, происходящих в норме и при патологии.

*Summary:* The denture is a complex morpho-functional system. The periodontium is an important component of the system. The main function of periodontium is resisting of horizontal and vertical loads which is experienced during chewing.

The elements that make up the periodontium is distributed to different groups of teeth unevenly, as a consequence of uneven load while performing different functions.

The information expounded in this work was not reported in the literature previously, although they are important for understanding the biomechanics of frontal teeth.

The purpose: studying quantitative the morphological features of the maxillary mesial incisor, determining their relation with the biomechanics of this group of teeth for understanding the mechanisms occurring in normal and pathological conditions.

#### **Задачи:**

1. Определить ширину периодонтального пространства на десневом и апикальном уровнях
2. Определить удельную плотность РВСТ и ПВСТ на десневом и верхушечном уровнях
3. Изучить численную плотность кровеносных сосудов
4. Сопоставить полученные значения с данными исследования периодонта первого моляра. Объяснить различия с точки зрения биомеханики.

**Актуальность** данной темы обусловлена отсутствием в современной литературе подробной информации о строении периодонта резцов на различных уровнях корня, необходимой для понимания их биомеханики.

**Материалы и методы исследования.** Для проведения исследования были использованы зубные блоки, которые включали в себя непосредственно сам зуб, альвеолярную кость, десну и периодонтальную связку. Блоки мезиальных резцов верхней челюсти были изъяты у умерших людей в возрасте 38-56 лет на вторые сутки после смерти. Набор материала осуществлялся в патолого-анатомических отделениях МПЛУ «3-я городская больница» и Областной клинической больницы г. Томска, в ГБУЗ НЦО «НОБСМЭ «г. Новосибирска». Также зубные блоки (n=20) изымали у онкологических больных во время операции по поводу рака верхней или нижней челюсти в отделении «Голова и шея» НИИ онкологии ТНЦ СО РАМН, в этих случаях пе-

риодонт был изъят у здоровых зубов. Работа соответствует положениям Федерального закона РФ № 8-ФЗ «О погребении и похоронном деле» от 12.01.1996. Забор трупного материала не противоречил Федеральному закону № 73-ФЗ «О государственной судебно-экспертной деятельности в РФ» от 31.05.2001 и приказу МЗ РФ № 161 «Об утверждении Инструкции по организации и производству экспертных исследований в бюро судебно-медицинской экспертизы» от 24.04.2003.

Половую принадлежность зубных блоков в исследовании не учитывали.

Зубные блоки изымали у трупов людей по методике В.М. Семенюка и Э.Г. Гонцовой (1973). Материал фиксировали сразу же после изъятия зуба с периодонтом, с костью альвеолы и десной. Для световой микроскопии выдерживали в жидкости Карнуа (100 % спирт, хлороформ, ледяная уксусная кислота в соотношении 6:3:1) 1–2 часа при комнатной температуре, обезживали и заливали в парафин. С помощью ротационного микротомы готовили срезы периодонта толщиной 4–6 мкм на уровнях апикальной и десневой частей корня в горизонтальной плоскости. Окрашивание гематоксилином и эозином.

Морфометрические исследования в тканях периодонта производили с помощью программы AxioVision Rel 4.8, определяли удельную площадь плотной и рыхлой волокнистой соединительной ткани, кровеносных сосудов на десневом и апикальном уровне периодонта. выборка составила по 30 измерений на каждую группу

С помощью этой же программы измеряли ширину периодонтального пространства мезиального резца верхней челюсти на десневом и апикальном уровнях корня. выборка составила по 300 измерений на каждую группу.

Статистическую обработку данных проводили с использованием критерия Манна–Уитни в компьютерной программе STATISTIKA 6,0. Статистически значимыми считали различия при  $p < 0,05$ . Результаты представляли в виде  $X \pm m$ , где  $X$  – выборочное среднее,  $m$  – ошибка среднего.

#### **Результаты исследования.**

В ходе данного исследования было установлено, что ширина периодонтального пространства максимальна на десневом уровне и составляет  $0,29 \pm 0,06$  мм, и минимальна в апикальной области и соответствует  $0,17 \pm 0,07$  мм ( $p < 0,05$ ). В молярах данные показатели достоверно выше в 1,25 и 1,45 раз соответственно (Рис. 1. Рис. 2). Это объясняется разной величиной жевательного давления (мезиальный резец-18-25, первый моляр-46-72 по данным Габера) [6], обеспечивае-

мой более продолжительной и сильной нагрузкой на жевательную группу зубов, чем у фронтальной.



Рис. 1. Сравнительная ширина периодонтального пространства. Десневой уровень



Рис. 2. Сравнительная ширина периодонтального пространства. Апикальный уровень

В периодонтальном пространстве располагаются отдельные кровеносные сосуды, ориентированные преимущественно параллельно продольной оси зуба. Удельная площадь кровеносных сосудов достоверно выше в апикальной части периодонта -  $3,19 \pm 0,9\%$ , по сравнению с десневой, где она составляет  $1,9 \pm 0,6\%$  ( $p < 0,05$ ). В молярах [3] наблюдается обратная динамика – удельная площадь кровеносных сосудов максимальна в десневой части (Рис. 3, Рис. 4).

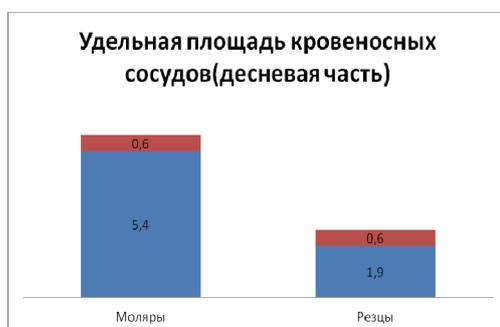


Рис. 3. Сравнительная удельная площадь кровеносных сосудов. Десневой уровень

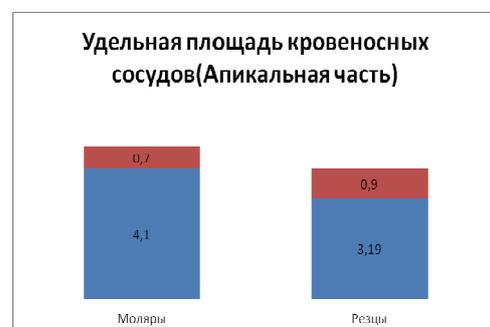


Рис. 4. Сравнительная удельная площадь кровеносных сосудов. Апикальный уровень

Удельная площадь плотной волокнистой соединительной ткани (ПВСТ) в десневой части соответствует  $66,30 \pm 6,2\%$ , что достоверно в 1,1 раза превышает соответствующие значения в апикальной части ( $p < 0,05$ ) (рис.7 рис.8). При этом удельная площадь рыхлой волокнистой соединительной ткани, напротив, значимо больше в апикальном отделе  $38,41 \pm 6,6\%$ , чем в десневом, где достигает  $33,70 \pm 5,1\%$  ( $p < 0,05$ ) (Рис. 5, Рис. 6).

Данные показатели существенно отличаются от таковых в молярах [3] (по данным М.В. Чебаковой, 2012 г.), где удельные площади ПВСТ максимальны в апикальной части периодонта, что обусловлено функциональными особенностями и биомеханической данной группы зубов.



Рис. 5. Сравнительная удельная площадь РВСТ. Апикальный уровень

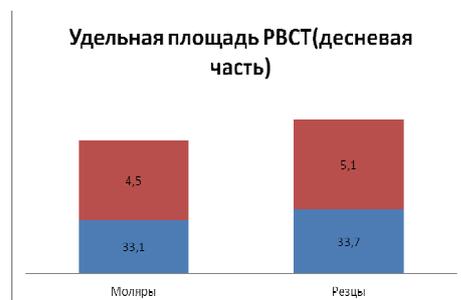


Рис. 6. Сравнительная удельная площадь РВСТ. Десневой уровень



Рис. 7. Сравнительная удельная площадь ПВСТ. Апикальный уровень



Рис. 8. Сравнительная удельная площадь ПВСТ. Десневой уровень

Эти данные могут проиллюстрировать особенности биомеханики мезиальных резцов верхней челюсти. Это крупные, лопатообразные зубы с четким режущим краем. Эти характеристики определяют их функцию- откусывание пищи, при этом они принимают на себя основную нагрузку в данном процессе. На них будет осуществляться вертикальное кратковременное сильное воздействие. В то время как на моляры оказывают влияние трансверзальные по направлению силы, которые будут являться долговременными. Плотная волокнистая соединительная ткань преобладает в периодонте данных зубов.

Кровеносные сосуды и плотная волокнистая соединительная ткань распределяют нагрузку по всему корню и играют решающую роль в амортизирующей функции пародонта.

На основании этого можно объяснить полученные ранее результаты. Тот факт, что количество ПВСТ преобладает на десневом уровне указывает на то, что именно там находится зона растяжения, а зона

сжатия будет соответствовать апикальной части, где располагается большая часть кровеносных сосудов.

Полученные данные можно использовать в ортодонтическом лечении при выборе опорных зубов для крепления ортодонтической конструкции: периодонт задней группы зубов содержит большее количество ПВСТ и кровеносных сосудов, а, значит, более устойчив к механическим нагрузкам, действующим со стороны протеза.

### **Обсуждение**

Удельные площади ПВСТ, РВСТ, кровеносных сосудов и ширина периодонтального пространства существенно отличаются на разных уровнях периодонта мезиальных резцов. Так, удельная площадь ПВСТ и ширина периодонтального пространства преобладают в десневой части периодонта, являющейся зоной растяжения, в то время как удельная площадь РВСТ и сосудов преобладает в зоне сжатия – апикальной. Данные показатели иллюстрируют тот факт, что на резцы действует вертикальная нагрузка, которая в наименьшей степени растягивает апикальные волокна[4]. Противоположная ситуация наблюдается у моляров, на которые оказывается долговременная трансверсальная нагрузка.

---

### **Литература**

1. «Гистология и эмбриология органов полости рта человека» Санкт-Петербург, «Специальная литература», Кузнецов 2007г
2. Биомеханика в стоматологии // Шварц А.Д. Новое в стоматологии - 2008. - №1
3. Морфологический анализ сосудов периодонтальной связки первых премоляров [Текст] / М.В. Хертек, С.В. Логвинов, А.Ф. Усынин // Материалы международной научно-практической конференции «Фундаментальные и клинические аспекты охраны здоровья человека на Севере». - Сургут. - 2010. - С. 481-482.
4. «Ортопедическая стоматология» В.Н.Трезубов, А.С.Щербаков, Л.М.Мишнев, 2005
5. Особенности морфологии периодонта моляров в различных участках корня [Текст] / М.В. Хертек, С.В. Логвинов // Научно-практический медицинский журнал. Медицина в Кузбассе. - Спецвыпуск № 2. – 2009. - С. 201-202.
6. Морфофункциональные характеристики строения резцов и биомеханические принципы резания-Седельников В.В., Ломиашвили Л.М.-Институт стоматологии №8, сентябрь 2010
7. Agenesis of premolar associated with submerged primary molar and a supernumerary premolar: An unusual case report- Reitan K., Rygh P, 2012

УДК 612.084  
ГРНТИ 76.29.37

## **ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ СТУДЕНТОВ СИБГМУ (СИБИРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА) МЕТОДОМ ИНДЕКСОВ**

### **DIAGNOSTIC OF THE PHYSICAL HEALTH OF THE SIBSMU (SIBERIAN STATE MEDICAL UNIVERSITY) BY METHOD OF INDICES**

*Кунгурова Елена Александровна; Байрамова Айша Рагим кызы*

Научный руководитель: Студницкий В.Б., кандидат биологических наук, доцент

*Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск, Россия.*

*Ключевые слова:* физическое здоровье, метод индексов, ожирение, студенты.

*Keywords:* physical health, method of indices, adiposity, students.

*Аннотация.* Приспособление к новым условиям студенческой жизни в медицинском вузе происходят на начальных курсах обучения. Высокий уровень стресса и тяжёлые умственные нагрузки оказывают негативное влияние на состояние физического здоровья студентов медицинских вузов. Оценка физического здоровья необходима для выявления факторов риска заболевания. Её проводят по данным антропометрических исследований и последующим сравнением полученных показателей с нормой.

Физическое здоровье – это естественное состояние организма, обусловленное нормальным функционированием всех его органов и систем. **Таким образом**, основными факторами физического здоровья человека являются: степень физической тренированности; степень готовности организма к выполнению физических нагрузок; уровень и способность к мобилизации адаптационных резервов организма, обеспечивающих его приспособление к воздействию различных факторов среды обитания.

Ориентировочную оценку физического здоровья у взрослых и детей обычно проводят путем сравнения показателей физического развития и функционального состояния обследуемого индивидуума, со средними показателями той возрастно-половой группы, к которой он относится. Для этого применяют различные индексы, выведенные путем сопоставления антропометрических признаков.

Кроме этого, некоторые показатели физического развития человека относятся к так называемым "факторам риска". Факторы риска, в свою очередь, обуславливают уменьшение продолжительности жизни, так как вызваны повышенным артериальным давлением, нарушением обмена веществ и энергии, заболеванием эндокринной системы и др.

Основную оценку нормального физического развития взрослого человека и детей проводят по данным антропометрии, которая включает в себя измерение длины тела (рост), его отдельных частей и массы тела. Полученные результаты сравниваются и оцениваются при помощи различных индексов, таблиц и номограмм.

Для измерения продольных, поперечных и охватных размеров тела необходимо знание и использование антропометрических точек, имеющих строгую локализацию.

Статус физического здоровья студентов является главнейшим показателем благополучия общества и государства. Ведь в основном от нас зависит его будущее. По данным «Федеральной службы государственной статистики» в 2007 году количество студентов в Томской области составило 89,7 тысяч человек, которые составляют приблизительно 1/5 часть всего населения, проживающего на данной территории. С каждым годом среди молодёжи всё больше и больше актуально распространение патологических состояний. Они взаимосвязаны с функциональным состоянием организма, особенностями питания, образа жизни. Студенческая молодежь выделяется как особая профессиональная группа. Информационные и эмоциональные перегрузки, которым они подвергаются на фоне ухудшения социальных условий и снижения доли физической активности в распорядке дня, приводят к возникновению различных изменений в состоянии здоровья. Студенты медицинских ВУЗов представляют собой особую группу студентов в силу специфики медицинской науки. Стресс- это обычное состояние, сопровождающее студентов медиков на протяжении всей учебы в университете *Наиболее активные процессы адаптации к новым условиям студенческой жизни в медицинском вузе происходят на начальных курсах, а также к завершению обучения в медицинском вузе студенты испытывают трудности.*

Цель нашего исследование – оценить состояние физического здоровья студентов младших курсов СибГМУ методом индексов.

Объектом исследования стали 100 человек, все студенты младших курсов СибГМУ, средний возраст которых составил  $19 \pm 0,15$  (от 17 до 19 лет). Из них было 62 девушки (62 %) и 38 юношей (38%). Основную оценку нормального физического развития студентов провели по данным антропометрии, которая включает в себя измерение длины тела (рост) при помощи ростомера в положении стоя (ортостатическом), массы тела с помощью весов, а также длины окружности талии и длины окружности бёдер. Измерение объёма талии производили при помощи сантиметровой ленты на среднем расстоянии между нижними ребрами и подвздошными гребнями, а измерение объёма бёдер такой

же сантиметровой лентой по наиболее выступающим точкам ягодиц. Для проведения статистических расчётов вычислили индекс массы тела по формуле: вес(кг)/рост<sup>2</sup>(см). Индекс массы (ИМТ)— величина, позволяющая оценить степень соотношения показателей массы человека и его роста, а следовательно возможность оценить, является ли масса недостаточной, нормальной или избыточной. ИМТ важен при определении показаний для необходимости лечения. В качестве показателя, указывающего на тип ожирения, использовали отношение длины окружности талии к длине окружности бедер. Встречаются три основных типа ожирения. Первое ожирение по женскому типу (гиноидное), при котором происходит отложение жировой массы в нижней части тела (на бедрах и попе), в нижней части живота. Гиноидный тип ожирения практически не угрожает здоровью и обусловлен высоким уровнем гормонов эстрогенов, что характерно для здоровых в эндокринном отношении женщин. При ожирении по мужскому типу (андроидному), жир скапливается в верхней части тела (на плечах, груди, и в области живота). Андроидный тип ожирения вызван действием андрогенов, и характеризуется преобладающим отложением жира во внутренних органах, в брюшной полости и как правило ведёт к тяжелым последствиям для здоровья, переходя в абдоминальное ожирение и метаболический синдром. Также существует и смешанный тип ожирения с равномерным отложением жировых отложений по всему телу встречается чаще всего, и обычен для детей. В дополнение к этому подсчитали индекс должного веса каждого участника эксперимента по следующей формуле: для девушек  $(\text{рост} \cdot (3,5/2,54) - 108) \cdot 0,453$ ; для парней:  $(\text{рост} \cdot (4/2,54) - 108) \cdot 0,453$ . Для анализа данных были использованы методы описательной статистики.

Результаты наших исследований показали, что средний вес обследуемых студентов младших курсов СибГМУ (в возрасте преимущественно равным 19 лет) составил  $61 \pm 1,13$  кг (от 47 кг до 98 кг) При это средний вес девушек составил  $55 \pm 0,82$  (от 47 до 84 кг) кг, а юношей  $72 \pm 1,59$  кг (от 54 кг до 98 кг) (рис. 1.).



Рис. 1

Средний рост студентов оказался равным  $169 \pm 0,81$  см (от 153 до 190 см). Из них у девушек средний рост  $165 \pm 0,7$  см (от 153 до 179 см), у юношей  $176 \pm 1,08$  см (от 160 до 190 см). (рис. 2.)

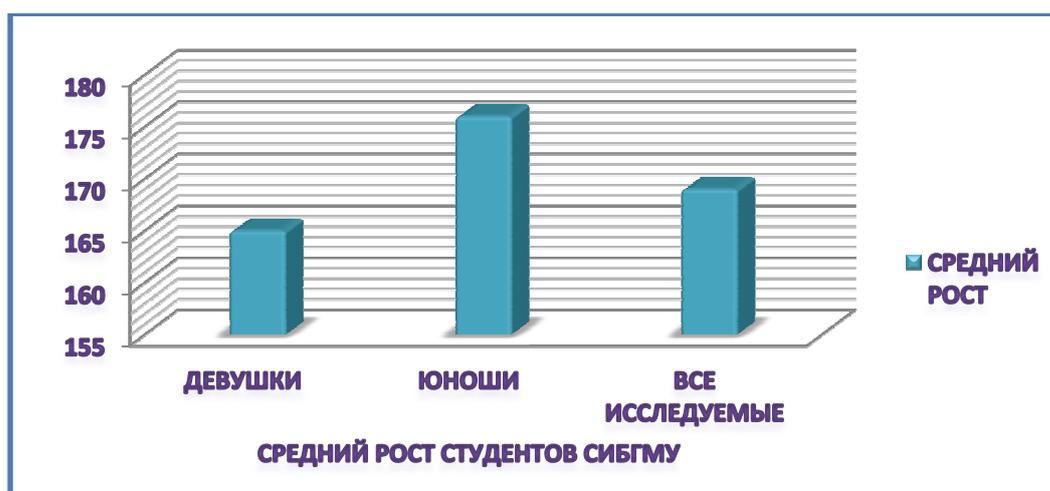


Рис. 2

Среди девушек ИМТ в норме у 79%, избыточный вес у 5% и недостаточный вес у 16% обследуемых. Среди юношей ИМТ в норме у 63%, избыточный вес у 34% и недостаточный вес у 3% обследуемых (рис. 3.).

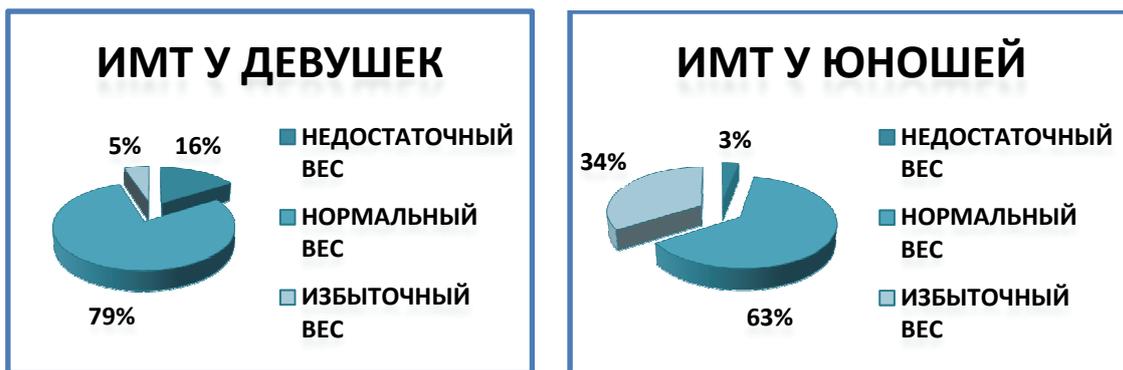


Рис. 3

У женщин величина показателя отношения длины окружности талии к бёдрам равная или меньшая 0,80 указывает на женский тип ожирения, а большая 0,80 – на мужской тип. У мужчин, величина показателя, превышающая 0,9 свидетельствует о наличии ожирения мужского типа, равная или меньшая 0,9, указывает на женский тип распределения запасов жировой ткани. В результате, женский тип ожирения наблюдается у 90% девушек и 95% юношей, а мужской тип распределения жировой ткани лишь у 10% девушек и 5% юношей (рис. 4.)



Рис. 4

Мы подсчитали идеальный вес каждого студента и сравнили его с настоящим. В итоге 12% девушек имеют нормальный вес, у 40% он превышает норму, у 48% недостаточный. 2% юношей подходят под нормальные показатели, 19% имеют избыточный вес и 79% недостаточный (рис. 5.).

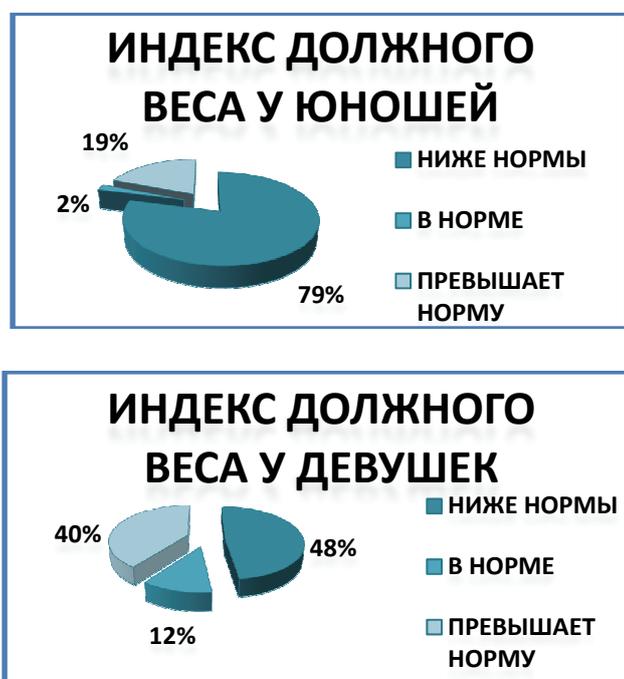


Рис. 5

**Выводы.** У большинства обследуемой группы студентов СибГМУ ИМТ оказался в норме. Распределение запасов жировой ткани происходит по женскому типу, как у девушек, так и парней. К ожирению склонны лишь единицы. По данным нашего исследования можно сделать заключение о том, что в целом состояние физического здоровья студентов младших курсов СибГМУ, несмотря на повышенный уровень стресса и тяжелые умственные нагрузки в сочетании с минимальными физическими нагрузками, находится в состоянии, приближенном к норме, а следовательно на данный день не вызывает опасений.

### Литература

1. М.А. Медведев, В.Б. Студницкий. Оценка физического здоровья взрослых и детей методом индексов./М.А.Медведев, В.Б.Студницкий// Учебное пособие.- Томск: Издательство «Печатная мануфактура», 2006-200 с.
2. Дипломная работа: Анализ показателей здоровья студентов Ижевской государственной медицинской академии. [Электронный ресурс]. <http://www.bestreferat.ru/referat-106625.html> 01.08.2008.
3. Халиков Артур Александрович. Физическая культура как компонент здорового образа жизни [Электронный ресурс].

УДК 612.43  
ГРНТИ 76.29.37

## ЭНДОКРИННАЯ ФУНКЦИЯ ЖИРОВОЙ ТКАНИ

### ENDOCRINE FUNCTION OF ADIPOSE TISSUE

*Айша Рагим кызы Байрамова, Елена Александровна Кунгурова*

Научный руководитель: В.Б. Студницкий, кандидат биологических наук,  
доцент кафедры нормальной физиологии

*Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* жировая ткань, адипоцит, эндокринная функция.

*Key words:* fatty tissue, adipocyte, endocrine function.

*Аннотация:* На сегодняшний день жировая ткань обладает высокоактивными эндокринными и паракринными свойствами. Она принимает участие в регуляции энергетического баланса организма, метаболизма глюкозы и липидов, гормонов и цитокинов, которые оказывают центральное влияние на регуляцию энергетического обмена, и периферические эффекты на чувствительность тканей к инсулину.

Жировая ткань служит органом, так как обладает аутокринными, паракринными и эндокринными свойствами. Она является местом усиленного метаболизма половых стероидов, участвует в регуляции энергетического баланса и постоянства внутренней среды. Жировая ткань посредством адипокинов взаимодействует с различными системами, включая ЦНС, таким образом, она принимает участие в регуляции различных функций организма. Также она участвует в приспособление к различным внешним воздействиям (голод, стресс, переизбыток) через взаимосвязь с нейроэндокринной системой организма. Избыточное развитие жировой ткани, преимущественно в висцеральной области, имеет взаимосвязь с инсулинорезистентностью, гипергликемией, дислипидемией, артериальной гипертензией, протромботическим и провоспалительным состояниями.

На данный момент известны два типа адипоцитокинов: специфичные для жировой ткани биологически активные вещества, которые являются истинными адипоцитокинами, и неспецифические для жировой ткани, которые в значительных количествах секретируются жировой тканью. Среди специфичных адипоцитокинов наиболее важными представителями являются адипонектин и лептин, а среди неспецифических адипоцитокинов ингибитор-1 активатора плазминогена (PAI-1) и фактор некроза опухоли- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ). Значимость адипоцитокинов заключается в том, что жировая ткань является крупнейшим органом в теле человека, а это означает, что общее число адипоцитокинов, секретируемых всей жировой тканью, может значительно повлиять на

весь организм, даже если отдельный адипоцит секретирует небольшое количество адипоцитокинов. Адипоцитокины, выброшенные из адипоцитов, без препятствий попадают в кровеносную систему, так как адипоциты связаны с сосудистой системой.

Лептин обнаружен в жировой ткани в 1994—1995 гг., его концентрация в крови возрастает пропорционально увеличению веса тела. Было выяснено, что лептин, вероятнее всего, является метаболическим сигналом, подтверждающим о достаточном количестве энергетических резервов. Даже у людей с ожирением при голодании его содержание в крови уменьшается одновременно с повышением аппетита и ограничением затрат энергии. Разнообразные эффекты этого гормона выявлены при его физиологических концентрациях в крови. Он влияет на функцию надпочечников, щитовидной железы и гонад. В экспериментах на мышах выявлено, что лептин ускоряет половое созревание. В некоторых ситуациях восстанавливает нарушенную продукцию гонадотропинов у людей. Лептин содержит собственные специфические рецепторы, которые дают возможность пептиду участвовать в синтезе стероидов в яичниках, тестикулах и плаценте, а также модулировать функцию предстательной железы. Также, он способен повышать активность ароматазы (фермента, катализирующего синтез женских половых гормонов — эстрогенов) в нормальных и опухолевых эпителиальных клетках молочной железы. Это является важным, так как эпителий молочной железы практически окружен жировой тканью. Также важные эндокринные функции лептина связаны с его действием на костную ткань, иммунитет, на образование новых сосудов (ангиогенез) и стимуляцию кроветворного роста (гемопоз). Важно, что некоторые из этих эффектов, также как, эффекты энергетического обеспечения, могут реализоваться не на периферии, а на уровне гипоталамических нейронов.

Важные центральные эффекты относят интерлейкину-6 (ИЛ-6), концентрация которого в тканях центральной нервной системы обратно пропорциональна количеству жировой ткани. Следовательно, при ожирении у людей интерлейкин-6 находится в недостаточном количестве. Но в составе жировой ткани количество ИЛ-6 соответствует массе тела, нарушениям толерантности к глюкозе и инсулинорезистентности. Это свидетельствует о важной роли этого гормоноподобного цитокина в механизмах развития метаболических нарушений.

Выделяемый жировой тканью ингибитор активатора плазминогена (ИАП-1) относится к семейству ингибиторов сериновых протеаз. Он принимает участие в свертывании крови, нарушение которого приводит к онкогенезу и атерогенезу, и соответственно повышению его со-

держания в крови у больных ожирением и при инсулинорезистентности. Существуют данные, свидетельствующие о наличии риска сахарного диабета 2-го типа и сердечно-сосудистых заболеваний, зависящие от концентрации в крови ИАП-1, а под действием фактора некроза опухолей его выделение жировой ткани усиливается. Некоторые лекарственные препараты, снимающие проявление инсулинорезистентности (бигуаниды, глитазоны и, отчасти, статины), снижают продукцию ИАП-1 в крови.

Адипонектин, впервые описан в 1995—1996 гг. Особенность этого гормона заключается в том, что в отличие от других факторов жировой ткани, его связь с инсулинорезистентностью носит обратно пропорциональный характер.

При условиях понижения количества адипонектина в крови, приводит к ожирению и к развитию инсулинорезистентности, присущей СПИДассоциированной липодистрофии и ряд других патологических изменений, включая заболевания сердечно-сосудистой системы. Это означает, что уменьшение содержания адипонектина в крови нужно рассматривать, как предшественник и элемент развития инсулинорезистентности. Эта связь выявлена и на генетическом уровне: у людей с ожирением и проявлениям инсулинорезистентности выявлено носительство определенных полиморфизмов гена адипонектина. Данный пептид обладает уникальными свойствами, так как при экспериментальном введении адипонектина выявлены были антидиабетические, противовоспалительные, противоопухолевые и антиатерогенные эффекты.

Грелин-пептидный гормон, который стимулирует потребление пищи. Впервые открыт в 1999 году, как циркулирующий гормон голода. При ожирении концентрация грелина в плазме крови содержится в небольших количествах, в отличие от худых людей, у которых грелин содержится в больших количествах. Недавно стало известно, что короткое время продолжительности сна приводит к ожирению, гормонально повышая аппетит. Повышается концентрация грелина, который стимулирует повышение аппетита и понижает количество лептина, подавляющего чувство голода.

Недавно обнаруженный адипокин – резистин. По его названию можно говорить о утрате чувствительности к инсулину. Тем не менее, на сегодняшний день появляются сомнения в подобных свойствах резистина. В экспериментах на мышах было выявлено, что резистин влияет на жировой обмен по механизму обратной связи. С одной стороны его концентрация увеличивается при дифференцировке адипоцитов, с другой стороны резистин угнетает адипогенез. Следователь-

но, эти опыты подтверждают гипотезу о том, что резистин как фактор развития инсулинорезистентности, является связующим звеном развития ожирения и сахарного диабета. Но данные факты остались противоречивы при исследовании обмена резистина у людей. Экспериментальные данные физиологии резистина у людей показали, что уровень резистина не связан с маркером инсулинорезистентности и ожирения, также его уровни не регулируются введением лептина или голоданием. Следовательно, был сделан вывод, о том, что количество резистина вряд ли оказывает большое влияние на ожирение, инсулинорезистентность или энергетический обмен.

Подобные различия в экспериментах могут объясняться тем, что в отличие от животных жировые клетки человека продуцируют меньшее количество резистина, который всего лишь на 64 % соответствует резистину мышей, это затрудняет его выделение из организма человека. На сегодняшний день биологические и патофизиологические эффекты резистина в организме человека до конца не изучены, таким образом данная проблематика является одной из тем научных дискуссий.

Высокий индекс массы тела связан с инцидентным инфарктом сердца, но парадоксально связан и с лучшими прогнозами, при распознавании парадокса ожирения в сердечной недостаточности. Однако до сих пор неясно влияние индекса массы тела на детальный прогноз сердечной недостаточности и на механизм парадокса ожирения.

У группы пациентов с показателем ожирения больше преобладала сопутствующая патология, связанная с ожирением (гипертония, сахарный диабет, дислипидемия); однако, в группе пациентов с недостатком веса фактор некроза опухоли  $\alpha$ , адипонектин, тропонин T и систолическое давление в легочной артерии были выше чем в других группах.

Выяснили, что сердечная и общая смертности увеличивались от группы пациентов, страдающих ожирением до группы пациентов с избыточным, нормальным и недостаточным весом. Индекс массы тела был независимым показателем сердечной и общей смертности у пациентов с сердечной недостаточностью. Недостаточность веса пациентов была связана с высоким уровнем ТНФ  $\alpha$ , адипонектина, тропонина T и систолического давления в легочной артерии. Эти данные предлагают механизм, по которому ИМТ влияет на смертность пациентов с сердечной недостаточностью.

Более высокий уровень ТНФ  $\alpha$  и избыток катехоламинов связано с кахексией у больных с сердечной недостаточностью с пониженной функцией левого желудочка. Адипонектин является широко распро-

страненным белком, который выделяется из жировой ткани с концентрацией обратно связанной с ожирением. Хотя предполагается, что адипонектин предохраняет от сердечно-сосудистых заболеваний, его высокие уровни были парадоксально связаны с худшими результатами среди пациентов с острым коронарным синдромом и пациентов с сердечной недостаточностью. Более высокий уровень адипонектина, по имеющимся данным, был также связан с дисфункцией правого желудочка и кахексией у пациентов с сердечной недостаточностью. Было представлено, что систолическое давление в легочной артерии независимый показатель неблагоприятного прогноза у пациентов с сердечной недостаточностью. Повышенный уровень циркуляции тропонина Т связан с воспалением, присутствием экстракардиальных заболеваний, и общей смертностью.

Таким образом, гормон-продуцирующая функция жировой ткани играет важную роль в регуляции нормальной функциональной деятельности организма, и нарушение её функции может являться причиной различных хронических заболеваний.

---

#### **Литература**

1. Берштейн, В. М. Эндокринная функция жировой ткани, или как Вас теперь называть, мистер Ж...? / В. М. Берштейн // Журнал "Природа". – Москва, 2005. - №3. - С.10-13.
2. Чубриева, С. Ю. Жировая ткань как эндокринный регулятор / С. Ю. Чубриева, Н. В. Глухов, А. М. Зайчик // Вестник Санкт-Петербургского медицинского университета. – 2008. – С. 32-39

УДК 796(091) (77.01.09)  
ГРНТИ 77.31

## **О НЕКОТОРЫХ АСПЕКТАХ ФИЗИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ИНВАЛИДОВ С ПОДА**

### **ABOUT SOME ASPECTS OF PHYSICAL REHABILITATION OF DISABLED PEOPLE WITH DEFEATS OF A MUSCULOSKELETAL APPART**

*Сергей Альфредович Легостин*

Научный руководитель: И. И. Диамант, док. мед. наук, профессор

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* инвалиды с ПОДА г. Томска, мотивация к занятиям лёгкой атлетикой, физическая реабилитация.

*Keywords:* disabled people with defeats of a musculoskeletal appart of Tomsk, motivation to occupations by track and field athletics, physical rehabilitation.

*Аннотация.* К соревнованиям по лёгкой атлетике среди лиц с ПОДА в Томске привлечено за 4 года всего 108 человек, из более чем 20000. Опрос этих участников показал, что лишь 5 человек имеют более или менее регулярные тренировки, остальные участвуют скуки ради, о возможностях физической реабилитации при помощи лёгкой атлетики ничего не знают.

В течение последних 4 лет в Томской области стали регулярно проводиться соревнования среди лиц с ПОДА по лёгкой атлетике. Легкоатлетические старты входят в программу ежегодного областного фестиваля инвалидов «Преодолей себя!» (с 1997 г.), областной спартакиады инвалидов с ПОДА (с 2011 г.) и городской спартакиады инвалидов с ПОДА (с 2014 г.) [1, 2, 3]. Лучшие спортсмены с ПОДА Томской области выезжают на соревнования всероссийского уровня, есть свои чемпионы, рекордсмены, кандидаты и мастера спорта по лёгкой атлетике [4, 5, 6, 7].

Анализ протоколов этих соревнований, которые были организованы силами областного департамента по молодёжной политике, спорту и туризму, областного департамента социальной защиты населения и городского управления по физической культуре и спорту, показал, что к стартам было привлечено всего 108 лиц с ПОДА из более чем 20000 человек, имеющих соответствующие медицинские показания [1, 2, 3]. Из них только 5 спортсменов прошли медицинскую классификацию и имеют официальный статус и документы, подтверждающие их функциональный (соревновательный) класс. Остальные участники имеют ориентировочный класс, выставленный представителями команд, за которые они участвуют. По этой причине их спортивные результаты не могут быть классифицированы на разряды.

Общеизвестно, что занятия лёгкой атлетикой являются эффективнейшим средством физической реабилитации человека [8, 9]. В связи с этим интересно было выяснить рассматривают ли участники этих соревнований лёгкую атлетику как средство физической реабилитации, почему участвуют в этих соревнованиях.

Опрос, проведённый среди участников этих соревнований, показал, что подавляющее большинство «спортсменов» (96 %) с удовольствием участвуют в таких соревнованиях лишь потому, что больше заняться не чем. Соответственно к соревнованиям не готовятся (100 %), не тренируются (96 %) и о возможностях физической реабилитации понятия не имеют (90 %).

На городских соревнованиях, которые состоялись 4 ноября 2014 года в ЗЛМ «Гармония», инвалиды с ПОДА имели первый раз в истории Томской области возможность толкать ядро непосредственно в

манеже, где для них был подготовлен сектор для толкания ядра. По мнению главного судьи этих соревнований, Миловановой А. В., участники в подавляющем большинстве были технически и физически не готовы к этому старту и показали соответственно очень низкие результаты. Судьи более чем в 50 % случаев сомневались можно ли с технической точки зрения вообще засчитывать такие «броски» ядра.

Очень высокие спортивные результаты показала лишь одна участница этих соревнований 15-летняя Юлия Михеева, которая с детских лет занимается в Кожевниковском ДЮСШ (тренер Туренко А. А.) в группе со здоровыми спортсменами. Однако, как показали дальнейшие события, ей не удалось попасть в функциональный класс Ф 47 на зимнем чемпионате России, который проходил в феврале 2015 г. в г. Саранске. Медицинская комиссия этих соревнований посчитала врождённый дефект развития её руки не достаточным для участия среди инвалидов с ПОДА. И таким образом наша восходящая звезда паралимпийской лёгкой атлетики Томской области, единственная наша профессиональная спортсменка, имеющая тренера по лёгкой атлетике, пока оказалась не у дел.

Относительно участи других инвалидов с ПОДА Томской области, то мы не видим желания найти тренера, «напроситься» на тренировки. Лишь 5 спортсменов из 108 опрошенных время от времени имели возможность тренироваться под руководством тренера.

Попытка оценить мотивы участия в соревнованиях среди лиц с ПОДА Томской области и г. Томска показала, что полностью отсутствует материальная составляющая. На вопрос знают ли участники соревнований размер стипендии члена паралимпийской сборной России по лёгкой атлетике (35000-70000 рублей) только 2 человека из 108 ответили утвердительно. Эти же 2 человека знают, какой результат для этого необходимо показать.

Остальные понятия не имеют, что существует разрядная сетка, правила соревнований, единая всероссийская спортивная классификация, протоколы чемпионатов России и т. п. информация [10]. Лишь единицы знают свои результаты, показанные на предыдущих соревнованиях. 7 человек из 108 знают ядро какой массы они должны толкать на соревнованиях и лишь 3 человека знают какой результат в их функциональном классе, показанный на соревнованиях не ниже уровня субъекта РФ, позволит им участвовать в чемпионате России по лёгкой атлетике за счёт средств областного бюджета.

Лишь 15 % опрошенных смотрели соревнования по лёгкой атлетике на летних Паралимпийских играх 2012 г. (г. Лондон) и, следовательно, могли видеть результаты физической реабилитации инвалидов с ПОДА

при помощи лёгкой атлетики и спортивных чиновников международного уровня, которые интегрировались в общество и нашли работу, несмотря на инвалидность. Однако в процессе опроса количество инвалидов, которые увидели социально интегрированных людей с ограниченными физическими возможностями, снизилось с 15 до 3 %.

Лишь 2 спортсмена из 108 имели специальную спортивную обувь (шиповки) для бега, более 55 % участников соревнований формально можно было не допускать к старту из-за отсутствия элементарной спортивной формы. Правила соревнований по лёгкой атлетике удовлетворительно знают около 5 % участников. Примерно 8 % участников имели опыт занятий со штангой в качестве базовой атлетической подготовки.

Таким образом, можно заключить, что паралимпийская лёгкая атлетика в Томской области находится в зачаточном состоянии, лица с ПОДА Томской области в подавляющем большинстве не имеют мотивации к занятиям лёгкой атлетики, не пользуются возможностями физической реабилитации.

## **Литература**

1. Протокол I-ой Спартакиады инвалидов с ПОДА Томской области [электронный ресурс] – Режим доступа: <http://divo.tomsk.ru/forum/viewtopic.php?f=6&t=153> (дата обращения : 21.02.2014)
2. Легостин, С. А. История развития адаптивной лёгкой атлетики в Томской области / С. А. Легостин, М. Н. Митяева // Наука и образование: материалы XVII Международной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных (г. Томск, 22 – 26 апреля 2013 г.) : В 5 т. Т. III: Педагогика и психология. Ч. 1: актуальные проблемы педагогики и психологии. Физическая культура и спорт – Томск : Издательство ТГПУ, 2013. – С. 174 –179
3. Протокол соревнований по лёгкой атлетике среди лиц с ПОДА в рамках I-ой городской спартакиады инвалидов (г. Томск, 4 ноября 2014 г.) – Томск: изд-во ГУпоФ-КиС, 2014
4. Итоговые протоколы. Чемпионат и Первенство России по легкой атлетике среди лиц с ПОДА и ментальных инвалидов (г. Краснодар, 10–16 марта 2011г.) [электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.fpoda.paralymp.ru/la/l\\_pr.php](http://www.fpoda.paralymp.ru/la/l_pr.php) (дата обращения 13.02.2014);
5. Рекорды России по лёгкой атлетике среди лиц с ПОДА по состоянию на 11.05.2012г. [электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.fpoda.paralymp.ru> (дата обращения: 14.07.2012)
6. Чемпионат и первенство России среди спортсменов с ПОДА по лёгкой атлетике (г. Чебоксары, 26–29 июня 2011г.): Итоговый протокол [электронный ресурс] – Режим доступа: <http://kubandisport.ru/documents/2011cheboksari.xls> (дата обращения 21.02.2014)
7. Чемпионат и первенство России среди спортсменов с ПОДА по лёгкой атлетике (г. Брянск, 17–19 февраля 2012г.): Итоговые протоколы [электронный ресурс] – Режим доступа: <http://kubandisport.ru/index.php/2012-01-24-04-42-34/2011-08-17-05-22-05/32-2012-02-24-11-27-02> (дата обращения 21.02.2014)

8. Лёгкая атлетика: учебно-методический комплекс. – М.: ВФЛА. – Чебоксары, 2006. – 505 с.
9. Царик, А. В. Физическая реабилитация и спорт инвалидов: нормативные правовые документы, механизмы реализации, практический опыт, рекомендации / А. В. Царик – М.: Советский спорт, 2004. – 573 с.
10. Легостин, С. А. Особенности проведения соревнований по лёгкой атлетике среди лиц с поражением опорно-двигательного аппарата / С. А. Легостин, И. И. Диамант // Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2015. – вып. 1(154). – С.103-108.

ГРНТИ: 76.01.93

УДК: 13058

## **ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА**

## **THE IMPACT OF ELECTROMAGNETIC WAVES ON HUMAN HEALTH**

*Мадшоева Анита Айдарбековна*

Научный руководитель: М. Л. Седокова, канд. биол. наук

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* электромагнитные волны, электромагнитное поле (ЭМП), электромагнитное излучение, бытовая техника.

*Keywords:* electromagnetic waves, the electromagnetic field (EMF), electromagnetic radiation appliances.

*Аннотация.* В данной статье была затронута проблема влияния электромагнитных волн, излучаемые бытовыми приборами, на здоровье человека. Показано количество излучаемых веществ от тех или иных приборов бытовой техники. Все основные жизненные функции организма, подвержены излучению. При соблюдении определенных правил, можно уменьшить воздействие электромагнитных волн на организм человека.

Научно-техническая революция 20 века непосредственно связала нашу жизнь с взаимовоздействием с электромагнитными волнами. Наше утро начинается со звонком будильника, мы разогреваем пищу в микроволновой печи, включаем электрочайник или соковыжималку, утюжим вещи, укладываем волосы феном или бреемся современной электробритвой. Параллельно с этим мы можем разговаривать по телефону, слушать музыку, смотреть телевизор или проверять электронную почту. Дальше свой день мы продолжаем за пределами квартиры, мчимся на работу, где целый день проводим в офисе у монитора компьютера, за рулем автомобиля, у станка на заводе и т. д. Все это время,

сами не осознавая этого, мы находимся под влиянием электромагнитных полей (ЭМП).

Технический прогресс является неоценимым помощником в современном мире. Он помогает экономить наше время и силы при решении бытовых вопросов, но вместе с этим мы получаем определенную дозу электромагнитного излучения. Проблема воздействия электромагнитных полей на организм человека актуальна на сегодняшний день и является темой для жарких споров в научном мире.

Цель нашей работы: определить влияние электромагнитных волн на организм человека в жилищно-бытовых условиях.

В энциклопедии Кольера дается такое определение бытовой техники: «Бытовая техника – оборудование и приборы, облегчающие ведение домашнего хозяйства благодаря его механизации. Эти приборы и устройства разрабатывались не в рамках какого-то определенного комплекта или в соответствии с каким-то планом, предусматривавшим некую последовательность, они просто появлялись один за другим с последующим введением усовершенствований, которые повышали их надежность и эффективность по сравнению с уровнем, уже достигнутым ранее. В состав современного бытового электрооборудования входят холодильники и стиральные машины, пылесосы и электроутюги, радиоприемники и телевизоры, видеокамеры и диктофоны, микроволновые печи...» [1].

Допустимый уровень воздействия ЭМП в РФ, по мнению ученых, не приносящий вреда здоровью, равен 50Гц [2], уровень электрического поля промышленной частоты для населения-500 В/м, что касается магнитной индукции то в России на нее не установлена определенно допустимая норма, это связано с трудностями и дороговизной проведения исследований в этом направлении, но многие специалисты считают предельно допустимую величину равной 0,2 – 0,3 мкТл.

Электрические бытовые приборы все без исключения излучают ЭМП. Наиболее сильные ЭМП излучают СВЧ печи, аэрогрили, холодильники с системой «без инея», кухонные вытяжки, электроплиты, телевизоры.

Таблица 1

**Обычные значения силы магнитных полей вокруг бытовых электроприборов (в зависимости от расстояния от них) [3]**

Электробытовой прибор	На расстоянии 3 см (микротесла)	На расстоянии 30 см (микротесла)	На расстоянии 1 м (микротесла)
Фен для волос	6 – 2000	0.01 – 7	0.01 – 0.03
Электробритва	15 – 1500	0.08 – 9	0.01 – 0.03
Пылесос	200 – 800	2 – 20	0.13 – 2
Флюоресцентный осветительный прибор	40 – 400	0.5 – 2	0.02 – 0.25

Микроволновая печь	73 – 200	4 – 8	0.25 – 0.6
Портативный радиоприемник	16 – 56	1	< 0.01
Электропечь	1 – 50	0.15 – 0.5	0.01 – 0.04
Стиральная машина	0.8 – 50	0.15 – 3	0.01 – 0.15
Утюг	8 – 30	0.12 – 0.3	0.01 – 0.03
Посудомоечная машина	3.5 – 20	0.6 – 3	0.07 – 0.3
Компьютер	0.5 – 30	< 0.01	
Холодильник	0.5 – 1.7	0.01 – 0.25	<0.01
Цветной телевизор	2.5 - 50	0.04 – 2	0.01 – 0.15

По данной таблице видно, что чем дальше мы находимся от объекта, излучающего магнитное поле, тем слабее его влияние на нас. Но реальная ситуация такова, что в современных квартирах у людей настолько много бытовых приборов, что жилая площадь, на которой они могут оставаться без риска быть подвергнутыми излучению, равна 1-2 м. [4]. Поэтому человеку, живущему в постиндустриальном обществе, важно знать, какого рода негативное влияние оказывает на него окружающая обстановка и как обезопасить себя от этого.

Ученые НИИ медицины труда провели эксперимент на крысах, которых разделили на две группы. Первая группа по три часа в день, подвергалась электромагнитному излучению, частота которого равна обычному радиотелефону. По прошествии трех недель разницу между двумя группами можно было определить без труда: та группа крыс, которая была под воздействием ЭМП стала менее активна, их репродуктивные функции замедлились. На основе этих выводов можно судить о влиянии подобного излучения на основные жизненные функции организма.

"ЭМИ вызывает болезнь Альцгеймера, болезнь Паркинсона, также оно действует на нервную, сердечно-сосудистую, на нейроэндокринную систему, на иммунную систему, т.е. действует на весь наш организм» – говорит Нина Рубцова, заведующая научным организационным отделом НИИ отдела труда, в своем интервью телеканалу «Москва. Доверие», в передаче «Нераскрытые тайны».

Влияние на нервную систему.

Нервная система наиболее чувствительна к воздействию ЭМП. Продолжительное влияние излучений приводит к повышенной утомляемости, хронической усталости, нарушению сна, раздражимости, ослаблению памяти, так же теряется способность к длительному физическому и умственному напряжению. [5]

Влияние на сердечно-сосудистую систему.

При воздействии ЭМП происходит изменение частоты сердечных сокращений, проявляется артериальное давление либо склонность к гипотонии, боли в сердце.

Влияние на иммунную систему.

ЭМП приводит к нарушению развития иммунитета в организме, также отягощается инфекционный процесс.

Влияние на половую функцию.

Яичники являются более чувствительными к излучению, чем семенники. Особое опасение вызывает влияние ЭМП в период беременности, чувствительность эмбриона намного выше, чем у материнского организма, что может вызвать уродства у плода или преждевременные роды.

Рекомендации по защите от ЭМП.

Полностью защититься от электромагнитного поля невозможно, но при соблюдении определенных правил можно уменьшить его воздействие на организм.

Находиться на расстоянии более 30 см от включенной электробытовой техники, не располагать кровать вблизи розеток. Приобретать технику рекомендуется в стальном корпусе, так как металл задерживает электромагнитные волны.

Также действует защита расстоянием: по возможности нужно уменьшить свое пребывание на месте излучения.

Если Вы считаете, что в вашем доме превышен уровень ЭМП, Вам надо обратиться в местное отделение «Центра гигиены и эпидемиологии», там обязаны отреагировать и провести проверку.

---

## Литература

1. Энциклопедия Кольера [Электронная версия].- Режим доступа: <http://enc-dic.com/colier> (дата обращения: 13.04.2015)
2. "ГОСТ 12.1.002-84. (введен Постановлением Госстандарта СССР от 05.12.1984 N 4103) // ИПК Издательство стандартов, 2002
3. Официальный сайт Всемирной организации здравоохранения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/ru/index5.html> (дата обращения: 13.04.2015)
4. Телеканал «Москва. Доверие», в передаче «Нераскрытые тайны». – Режим доступа <http://www.m24.ru/videos/34726?attempt=1> (дата обращения: 19.02.2015)
5. Сайт «Интегральная медицина XXI века теория и практика» [Электронный ресурс] – Режим доступа [http://www.it-med.ru/library/ie/el\\_magn\\_field.htm](http://www.it-med.ru/library/ie/el_magn_field.htm) дата обращения: 23.02.2015 ()
6. Жарков Н. Ф. Электромагнитное поле и его влияние на здоровье человека [Электронный версия]. Статья / Жарков Н. Ф. 36 с. Режим доступа: [http://www.opvspb.ru/files/electromagnitnoe\\_pole.pdf](http://www.opvspb.ru/files/electromagnitnoe_pole.pdf) (дата обращения: 19.03.2015)
7. Федорович Г.В. Экологический мониторинг электромагнитных полей / Изд-во Москва, 2004. – 140 с.

УДК 615.9  
ГРНТИ 34.47.01

## **ТОКСИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО ПОРОШКА ПЬЕЗОКЕРАМИКИ**

### **TOXIC EFFECTS OF ULTRAFINE POWDER OF PIEZOELECTRIC CERAMICS**

*Татьяна Владимировна Носкова*

Научный руководитель: С.В. Низкодубова, доктор мед. наук, профессор

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* ультрадисперсия, дыхательные пути альвеолоциты, крысы, некробиоз лейкоциты гомеостаз.

*Keywords:* ultradisperse, the airway'veolocity, rats, leukocyte necrobiosis homeostasis.

*Аннотация.* Одним из основных направлений отечественной химической промышленности является выпуск ультрадисперсных порошков (УДП) металлов и сплавов. Нами было проведено изучение токсического действия УДП пьезокерамики в хроническом эксперименте на лабораторных крысах. Учитывая специфику производства УДП и изделий из них, вероятным путем поступления таких порошков в организм является ингаляционный – из воздуха рабочей зоны через дыхательные пути. Исследования выполнены на 204 белых беспородных крысах-самцах массой 180-220 г, работа разделена на 2 этапа (Опытная и контрольная группы). Результаты острого эксперимента свидетельствуют об отсутствии токсического воздействия УДП пьезокерамики на крыс при ингаляционном способе его поступления. Выявлены участки ателектаза легочной ткани, умеренное количество макрофагов и полиморфноядерных лейкоцитов в отдельных альвеолах.

Одним из основных направлений отечественной химической промышленности является выпуск ультрадисперсных порошков (УДП) металлов и сплавов. Под ультрадисперсными порошками понимают порошки с размером частиц от 0,5 мкм и менее. Такие порошки имеют уникальные технические характеристики: удельную поверхность ( $6 \text{ м}^2/\text{г}$  и выше); малую насыпную плотность ( $1 \text{ г}/\text{см}^3$ ) и обладают повышенной запасенной энергией [1].

Благодаря необычным физико-техническим свойствам, связанным с размерными и структурными эффектами, ультрадисперсные порошки металлов и сплавов успешно применяются в современных инновационных технологиях.

Мы решили провести эксперимент, настолько ли безвреден УДП пьезокерамики? Опыты на животных позволяют составить представление о развитии патологических процессов на системном, органном,

клеточном и субклеточном уровнях. По этому нами было проведено изучение токсического действия УДП пьезокерамики в хроническом эксперименте на лабораторных крысах. Учитывая специфику производства УДП и изделий из них, наиболее вероятным путем поступления таких порошков в организм является ингаляционный-из воздуха рабочей зоны через дыхательные пути [2].

Электронно-микроскопическое исследование порошка пьезокерамики показало, что его частицы имеют вид сфер со средним диаметром 1 мкм и несколько реже вид поликристаллических пленок, со средним диаметром 0,5 мкм.

Фазы свободных оксида свинца и диоксида титана представлены наномерными включениями, распределенными в фазе твердого цирконата-титана свинца(ТЦС), при этом средний диаметр частиц оксидов составляет 0,014 мкм. Химический состав вещества: оксид свинца(PbO)-64%, оксид циркония(ZrO<sub>2</sub>)-21%, оксид титана(TiO<sub>2</sub>)-11%, оксид висмута(Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)-0,5%; суммарное содержание других компонентов(оксиды кадмия, марганца, стронция, хрома)-3,6%. Молекулярная масса соединения-314,97. УДП пьезокерамики вещество желтого цвета, не имеющее специфического запаха. При температуре 1500С внешний вид порошка не меняется (не плавится, не испаряется).[3]

Исследования выполнены на 204 белых беспородных крысах-самцах начальной массой 180-220 г, работа была разделена на 2 этапа.

На первом этапе их 132 животных были сформированы две группы: опытная(n=84) и контрольная (n=48). Животные опытной группы в течение 4 месяцев 5 раз в неделю получали ингаляции УДП пьезокерамики в дозе 15 мг/м<sup>3</sup> в камере закрытого типа объемом 100 л (камера Боярчука) с вентиляционной установкой для распыления вещества.

За 2 недели до начала эксперимента животных помещали в затравочную камеру с целью адаптации их к новым условиям содержания и оценки фоновых, исходных показателей. Продолжительность ежедневных ингаляций составляла 4 часа. Наблюдение за общим состоянием животных проводили ежедневно, измеряли суточный диурез. До начала ингаляции(фон), через 2 нед, 1,2,3,4 мес от начала воздействия и через 1 месяц после его окончания(отмена, отдаленные результаты) у всех забирали кровь для исследования.

На втором этапе из 72 крыс были сформированы две группы(опыт и контроль) по 36 животных каждая. Крысы опытной группы в течение 4 месяцев 5 раз в неделю получали ингаляции УДП пьезокерамики в дозе 150 мг/м<sup>3</sup> в камере Боярчука. Продолжительность ежедневных ингаляций составляла 4 часа. Наблюдения за общим состоянием крыс проводили ежедневно.

С целью подбора безопасной концентрации порошка пьезокерамики для проведения хронического эксперимента, было проведено 14 серий лабораторных опытов при однократном ингаляционном введении вещества в возрастающих дозах и концентрациях.

Ингаляционное 4-часовое воздействие УДП пьезокерамики на белых крыс в концентрациях 0,50 мг/м<sup>3</sup>; 2,50 мг/м<sup>3</sup>; 5 мг/м<sup>3</sup>; 25 мг/м<sup>3</sup>; 50 мг/м<sup>3</sup>; 100 мг/м<sup>3</sup> и в максимальной рекомендуемой концентрации 150 мг/м<sup>3</sup> (Сидоренко Г.И., Золотов П.А., 1977) также не вызвало каких-либо отклонений в состоянии и поведении животных. Все крысы были живы в последующие 2 недели. Таким образом, CL50 (средне-смертельная концентрация) не выявлена.

В рамках предварительной оценки ориентировочно безопасного уровня воздействия (ОБУВ) ультрадисперсного порошка пьезокерамики в НИКИ Сибирского химического комбината (г. Северск) исследованы физико-химические свойства данного вещества. Более точное суждение о свойствах изучаемого соединения возможно при рассмотрении параметров композиционных составляющих порошка. Так, для химических компонентов, входящих в состав УДП пьезокерамики, в литературе [4] приводятся предельно допустимые концентрации в воздухе рабочей зоны

Результаты острого эксперимента свидетельствуют об отсутствии токсического воздействия УДП пьезокерамики на лабораторных мышей и крыс при ингаляционном способе его поступления. Полученные данные позволили нам выбрать концентрацию порошка для проведения хронического эксперимента, равную 15 мг/м<sup>3</sup>. Проведение заключительного этапа исследований — хронического эксперимента — необходимо для более точной оценки влияния пьезокерамического порошка на различные органы и системы и наблюдения в динамике за основными жизненно важными функциями животных.

В хроническом эксперименте были проведены несколько опытов представленных далее.

Анализ количественных показателей периферической крови свидетельствует, что на протяжении всего периода эксперимента и через месяц после его окончания у крыс, подвергавшихся ингаляциям УДП пьезокерамики, не обнаружено достоверных различий показателей красной крови (уровень гемоглобина, общее количество эритроцитов, цветной показатель) с группами фона и контроля.

Со стороны белой крови наиболее значимые нарушения у животных опытной группы регистрировались только к концу эксперимента, когда наблюдался выраженный лейкоцитоз. В конце четвертого месяца проведения ингаляций у животных опытной группы также наблюда-

лось достоверное увеличение процентного и абсолютного количества эозинофилов.

Исследование, проведенное через месяц после отмены ингаляций, выявило восстановление измененных показателей у животных опытной группы до контрольных значений.

В ходе эксперимента достоверных различий изучаемых показателей периферической крови с фоном у контрольной группы не наблюдалось.

В условиях производства химические вещества поступают в организм в основном через органы дыхания. В связи с этим, для проведения хронического эксперимента мы выбрали ингаляционный способ введения УДП пьезокерамики. Хронический эксперимент был проведен на 72 белых крысах, подвергавшихся 4-месячному ингаляционному воздействию порошка пьезокерамики в концентрации 15 мг/м<sup>3</sup> шесть раз в неделю с экспозицией 4 ч.

Характеризуя результаты проведенного эксперимента, следует прежде всего отметить, что за все время наблюдения общее состояние подопытной группы крыс (аппетит, состояние шерсти) не отличалось от контрольной группы, у животных отмечался естественный прирост массы тела.

Известно, что первичными признаками токсического влияния свинецсодержащих веществ на организм являются изменения картины крови. Так, при воздействии свинцовых аэрозолей наблюдаются существенные нарушения в системе эритронов: базофильная зернистость эритроцитов, подавление синтеза молекул гемоглобина, анемии и т.д.

Данное предположение подтверждает исследование морфологов А.С. Мельчикова и соавт. (1997), проведенное на базе Сибирского медицинского университета, на нашем материале. Показано, что уже через 2 недели от начала ингаляционного воздействия порошком пьезокерамики отмечались дистрофические изменения эпителиоцитов дыхательных путей с вакуолизацией цитоплазмы, умеренное увеличение в объеме альвеолоцитов, полнокровие кровеносных сосудов в легких лабораторных крыс. К концу 4 месяца эксперимента отмечалось изменение ядер данных клеток (округленные), в стенках альвеол возрастало количество септальных клеток, открывались резервные капилляры. Нередко выявлялись участки ателектаза легочной ткани, достигающие значительных размеров, встречалось умеренное количество макрофагов и полиморфноядерных лейкоцитов в отдельных альвеолах. В единичных участках встречался некробиоз клеточных элементов. Полученные данные свидетельствуют о наличии неспецифического воспалительного процесса в легких. Принимая во внимание полученные факты, необходимо отме-

тять, что в реализации подобного рода воспалительной реакции особенно большие изменения наблюдаются со стороны системы крови, поскольку лейкоциты являются основными эффекторами воспаления.

Исходя из представлений об организме, как сформировавшейся системе, принято считать, что при длительном воздействии любого химического вещества в организме происходят определенные изменения, направленные на снижение сдвига гомеостаза, вызванного данным агентом. В соответствии с современными данными, воспаление является стереотипной защитно-приспособительной местной сосудисто-тканевой реакцией организма на действие патогенного раздражителя, вызывающего повреждение.

### **Литература**

1. Редькин В. Е., Крушенко Г. Г., Ставер А. М. Ультрадисперсные порошки и их применение в материалах и технологиях различного назначения // Материалы межрегиональной конференции «Материалы, технологии, конструкции». — Красноярск: САА, 1996. Ч.1. — С. 37-41.
2. Зубахин А. А., Кутина С. Н., Маянский Д. Н. Функциональное состояние системы гемопоза на разных стадиях ССЛ4гепатофиброза у мышей // Биол. эксперим. биологии и медицины. 1992.
3. Бурханов А. И., Носова Л. И., Байгутанов Ж. Б. //Гигиена и санитария. 1992.. С. 5355. Библиогр.: с. 55
4. Низкодубова С. В., Е. А. Каюмова., Т.В. Ласукова//Биологические эффекты ряда химических соединений С.60-61

УДК 618.146-006.6-089.87-089.843

ГРНТИ 76.09.43. 76.29.49. 76.29.48

## **ФОРМИРОВАНИЕ ЗАПИРАТЕЛЬНОГО АППАРАТА НИЖНЕГО СЕГМЕНТА МАТКИ У БОЛЬНЫХ ИНВАЗИВНЫМ РАКОМ ШЕЙКИ МАТКИ ПОСЛЕ РАДИКАЛЬНОЙ ТРАНСАБДОМИНАЛЬНОЙ ТРАХЕЛЭКТОМИИ**

## **FORMATION OF OBTURATOR APPARATUS IN LOWER UTERINE SEGMENT IN PATIENTS WITH INVASIVE CERVICAL CANCER AFTER RADICAL TRANSABDOMINAL TRACHELECTOMY**

*Разаева Нургуль Абдижалиловна*

Научный руководитель: А.Л. Чернышова, доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник

*Томский НИИ онкологии, Россия*

*Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* рак шейки матки, никелид титана, трахелэктомия.

*Key words:* cervical cancer, titanium nickelid, trachelectomy.

*Аннотация.* Одним из нерешенных вопросов при радикальной трансабдоминальной трахелэктомии у больных раком шейки матки IA2–IB2 стадий является укрепление нижнего сегмента матки и формирование «запирательного» аппарата для вынашивания последующей беременности. Истмико-цервикальная недостаточность может привести к механическому опусканию и пролабированию плодного пузыря, что создает условия для его инфицирования, в связи с чем нами был разработан и апробирован способ формирования запирательного аппарата матки в области внутреннего зева. Целесообразность использования сетчатого имплантата из сверхэластичного никелида титана обусловлена его уникальными биомеханическими свойствами и высокой биосовместимостью. Применительно к проблеме укрепления маточно-влагалищного анастомоза имплантат берет на себя основную функцию «запирательного» аппарата матки, обеспечивая функциональную опору и устойчивость сформированного соустья к изменению внутриматочного и внутрибрюшинного давления.

Ежегодно в Российской Федерации в течение последних 10 лет регистрируют до 15 тыс. впервые заболевших раком шейки матки (РШМ), что составляет около 7% общего числа онкологических больных. Рак шейки матки наиболее часто выявляется у женщин 40-60 лет, при этом в последние годы наблюдается негативная тенденция – рост заболеваемости женщин репродуктивного возраста с ежегодным приростом на 2-7%, аналогичная тенденция сохраняется и в Сибирском регионе [1,2]. В связи с чем, в настоящее время активно разрабатываются новые медицинские технологии в лечении рака шейки матки у женщин детородного возраста, о чем свидетельствуют многочисленные публикации, представленные в мировой литературе [3]. На сегодняшний день одним из приоритетных направлений современной онкологии является органосохраняющее лечение [4,5]. В настоящее время разработана и широко внедряется органосохраняющая операция – радикальная трансабдоминальная трахелэктомия для лечения больных раком шейки матки IA2-IB2 стадии (FIGO) [6,7]. Рассматриваются различные модификации операции трахелэктомии и в первую очередь – наложение реанастомоза маточных артерий с целью улучшения маточного кровоснабжения и улучшения условий для имплантации плодного яйца, формирования маточно-плацентарного комплекса и течения гестационного периода. Одним из актуальных и нерешенных вопросов является необходимость укрепления нижнего сегмента матки и формирование «запирательного» аппарата для вынашивания последующей беременности в условиях отсутствия шейки матки. Недостаточность запирательной функции перешейка матки (истмико-цервикальная недостаточность) может привести к механическому опусканию и пролабированию плодного пузыря, что создает условия

для его инфицирования. Кроме того, возможно внедрение плодного пузыря в зону анастомоза, что способствует как дальнейшему его расширению и нарастанию угрозы прерывания беременности, так и развитию несостоятельности маточно-влагалищного анастомоза. В настоящее время на начальных сроках беременности у здоровых женщин в случае развития истмико-цервикальной недостаточности общепринятым является метод наложения циркуляжа на шейку матки. Разумеется, в случае экстирпации шейки матки данная операция во всех модификациях неосуществима. Для категории больных раком шейки матки после проведения радикальной трахелэктомии циркуляж в области нижнего сегмента матки накладывают обычно в период с 8-й до 17-й недели беременности. Вместе с тем, активно обсуждается возможность профилактики несостоятельности маточно-влагалищного анастомоза в раннем и позднем послеоперационном периоде, а также непосредственно во время операции. Однако, известные способы наложения циркуляжа в зоне нижнего сегмента матки с использованием в качестве шовного материала лавсана, шелка, капрона, хромированного кетгута нельзя признать достаточно эффективными. К наиболее частым осложнениям в результате оперативного лечения истмико-цервикальной недостаточности после трахелэктомии с наложением швов относятся: прорезывание тканей зоны анастомоза, образование пролежней с дальнейшим формированием свищей, а также поперечные или круговые разрывы [10]. В доступной литературе отсутствуют источники, где были бы представлены достаточно эффективные варианты укрепления нижнего сегмента матки с целью формирования запирающего аппарата матки непосредственно во время радикальной абдоминальной трахелэктомии. Целью нашего исследования явилось – разработка способа формирования запирающего аппарата матки у больных раком шейки матки после радикальной абдоминальной трахелэктомии.

**Материал и методы исследования.** В исследование вошли 26 больных раком шейки матки I стадии, находившихся в репродуктивном возрасте (средний возраст –  $28,7 \pm 4,5$  года), получивших лечение в объеме радикальной трансабдоминальной трахелэктомии в отделении онкогинекологии Томского НИИ онкологии в период с 2012 по 2014 г. Распределение на подстадии по распространенности опухолевого процесса: Ia1 стадия – 7 (27 %) больных, Ia2 – 8 (31 %); Ib1 – 11 (42 %) пациенток. Во всех случаях морфологически был верифицирован плоскоклеточный неороговевающий рак различной степени дифференцировки. В ходе радикальной абдоминальной трахелэктомии после наложения маточно-влагалищного анастомоза проводилось ук-

репление нижнего сегмента матки с помощью сетки из сверхэластичной нити никелида титана. Сетка моделировалась по месту установки в границах от нижнего сегмента матки до верхней трети влагалища. Для предотвращения соскальзывания имплантат фиксировался четырьмя отдельными швами по периметру. Сетчатый имплантат из никелида титана (марка ТН-1) сплетен в виде чулка шириной 4–5 см из сверхэластичной никелид-титановой нити диаметром 0,08–0,1 мм с размером ячеек от 3 до 5 мм. Ширина сетчатого имплантата обеспечивает покрытие тканей по обе стороны анастомоза, длина имплантата – 7–8 см, соответствует анатомии дефекта и позволяет сделать не менее одного полного оборота вокруг анастомоза с небольшим перекрытием. Плетение имплантата в виде чулка обеспечивает отсутствие травмирующих торчащих концов металлических нитей, а также возможность адаптации чулка по ширине соответственно конфигурации дефекта. Динамическое наблюдение за данной категорией больных в послеоперационном периоде проводилось с помощью ультразвукового мониторинга органов малого таза, использование сетки из данного материала не создает препятствий для УЗИ в любые сроки динамического наблюдения. Кроме того, проводилась обзорная рентгенография брюшной полости для оценки состояния нижнего сегмента матки и зоны анастомоза. Во всех случаях зона анастомоза была без патологических включений, длина сформированного запирающего аппарата в среднем составляла 3,8 см. Таким образом, при оценке состояния зоны анастомоза у пролеченных больных с помощью УЗИ и МРТ выявлено значительное удлинение этого участка за счет нижнего сегмента матки от 3,2 до 3,9 см, тогда как у больных после РАТ без установления имплантации NiTi сетки длина указанной зоны обычно варьирует в пределах от 0,9 до 1,4 см [2, 3]. Удлинение сформированного запирающего аппарата нижнего сегмента матки способствует укреплению зоны анастомоза, а также обеспечивает необходимый запирающий эффект, что имеет важное значение в условиях планирования и вынашивания беременности.

**Обсуждение.** Целесообразность использования сетчатого имплантата из сверхэластичного никелида титана обусловлена его биомеханическими свойствами: он не рассасывается, срастается с окружающими тканями и обеспечивает устойчивость тканей к избыточной деформации. Применительно к проблеме укрепления маточно-влагалищного анастомоза имплантат берет на себя основную функцию «запирающего» аппарата матки и обеспечивает функциональную опору и устойчивость маточно-влагалищного анастомоза к воздействию внутриматочного и внутрибрюшинного давления. Имея раз-

витуую поверхность, сетка несет основную нагрузку, равномерно распределяет ее по площади анастомоза, исключает возможность локальной концентрации усилий и связанных с ними разрывов или пролежней и свищей. Важным моментом является способность сетки из сверхэластичной нити никелида титана повторять форму любой поверхности без предварительной деформации, что применительно к решаемой проблеме позволяет зафиксировать маточно-влагалищный анастомоз непосредственно в ходе операции, обеспечивая необходимый «запирательный» эффект. Сетка из нити никелида титана с эффектом сверхэластичности участвует во всех деформационных процессах окружающих ее тканей, так как способна многократно возвращаться в исходное состояние, обеспечивая пластичность и надежную прочность сформированного анастомоза, что важно с учетом планируемой беременности у данной категории больных. При этом сетчатый имплантат не мешает срастаться прилегающим друг к другу матке и пузырно-влагалищной фасции. Выбор толщины нити в пределах 0,08-0,1 мм обусловлен, с одной стороны, достигнутыми на данный момент технологическими возможностями изготовления тонких нитей – порядка 0,08 мм, с другой стороны – необходимостью обеспечения достаточной эластичности сетчатой структуры. При диаметре нити более 0,1 мм эластичность имплантата признается недостаточной. Развитие технологии получения никелид-титановой нити позволяет прогнозировать переход на более тонкие нити [5, 8]. Размеры ячейки в пределах 3-5 мм обусловлены, с одной стороны, возможностью переплетения нити, обладающей конечной эластичностью, с другой стороны – возможностью предотвращения пролабирования тканей в просветы сетки. Ширина сетчатого имплантата в пределах 4-5 см соответствует анатомии дефекта, обеспечивая покрытие тканей по обе стороны анастомоза. Плетение имплантата в виде чулка обеспечивает отсутствие травмирующих торчащих концов металлических нитей, и кроме того возможность адаптации чулка по ширине соответственно конфигурации дефекта. Длина сетчатого имплантата в пределах 5-7 см соответствует анатомии дефекта, позволяя сделать не менее одного полного оборота вокруг анастомоза с небольшим перекрытием. Наложение сетчатой структуры, облегающей зону анастомоза, обеспечивает непосредственно в момент операции перенос напряжений с швов на имплантат, что в значительной степени снимает вероятность негативных последствий. Фиксация имплантата поверхностными швами не связана с созданием травмирующих проколов и создает минимальные усилия, поскольку лишь иммобилизует имплантат на ближайший момент, предотвращая его соскальзывание.

Кроме того, важным моментом ведения данной категории больных является динамическое наблюдение в послеоперационном периоде с оценкой анатомической и функциональной состоятельности анастомоза. В этом плане использование сетки из сверхэластичного никелида титана достаточно оправдано, так как не создает препятствий для ультразвукового мониторинга в различные периоды динамического наблюдения за больными. Кроме того, с учетом рентгеноконтрастности данного материала возможно проведение обзорной рентгенографии с целью оценки состояния анастомоза.

Таким образом, в настоящее время органосохраняющее лечение в объеме радикальной абдоминальной трахелэктомии занимает достойное место среди хирургических вмешательств, выполняемых в современной онкогинекологии. Перспективным направлением исследований является оценка онкологической эффективности и анализ отдаленных результатов после проведенных радикальных трахелэктомий различных модификаций, разработка реабилитационных мероприятий, включающих психологические, физиотерапевтические, лекарственные аспекты. Большой интерес представляют исследования, посвященные оценке особенностей фертильности, течения беременности, перинатальных исходов, а также качества жизни больных после проведенного органосохраняющего лечения.

## **Литература**

1. Чойнзонов Е.Л., Писарева Л.Ф., Чердынцева Н.В., Бояркина А.П., Одинцова И.Н., Мартынова Н.А. Заболеваемость злокачественными новообразованиями в регионе Сибири и Дальнего Востока. Состояние онкологической службы и пути ее улучшения // Бюллетень Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. 2004. № 2. С. 41-47.
2. Чойнзонов Е. Л., Писарева Л. Ф., Жуйкова Л. Д. Злокачественные новообразования в Томской области в 2004-2009 гг. Оценка качества диагностики. // Сибирский онкологический журнал. 2011. № 3. С. 29-34.
3. Адамян Л.В., Жордания К.И., Белобородов С.М. Репродуктивная функция у онкологических больных. Как сохранить возможность иметь детей // Вопросы онкологии. 2004. №503. С.279-292.
4. Palaia I., Pernice M., Graziano M. Neoadjuvant chemotherapy plus radical surgery in locally advanced cervical cancer during pregnancy: a case report // Am. J. Obstet. Gynecol. 2007. Vol.197. P.e5-e6.
5. Чернышова А.Л., Ляпунов А.Ю., Коломиец Л.А., Чернов, В.И., Синилкин И.Г. Определение сторожевых лимфатических узлов при хирургическом лечении рака шейки матки // Сибирский онкологический журнал. 2012. №3(51). С.28-33.
6. Dargent D, Martin X, Sacchetoni A. Laparoscopic vaginal radical trachelectomy: a treatment to preserve the fertility of cervical carcinoma patients // Cancer. 2000. 88:1877-1882. Медицинские материалы и имплантаты с памятью формы: в 14 томах // Под ред. Гюнтера В.Э. 2013. Том 13. С.277-287.

7. Ungar L., Palfalvi L., Hogg R. Abdominal radical trachelectomy: a fertility-preserving option for women with early cervical cancer // Br.J. Gynaecol. 2005. Vol.112 (suppl.3). P.366-369.
8. Salafia CM, Minior VK, Lopez-Zeno JA, Whittington SS, Pezzullo JC, Vintzileos AM. Relationship between placental histo Int.J. Med. Sci. 2010. 20:67-71.
9. Чернышова А.Л., Коломиец Л.А., Красильников С.Э. Органосохраняющее лечение при инвазивном раке шейки матки // Сибирский онкологический журнал. 2011. №2(51). С.72-78.
10. Karam A., Feldman N., Holschneider C.H. Neoadjuvant cisplatin and radical cesarean hysterectomy for cervical cancer in pregnancy // Nat. Clin. Pract. Oncol. 2007. Vol.4. P.375-380.

УДК 615.9

ГРНТИ 34.47.01

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ЛИТИЯ НА ОРГАНИЗМ

## RESEARCH OF THE TOXIC EFFECTS OF LITHIUM ON THE NATURE

*Эвелина Сергеевна Хрупина*

Научный руководитель: С. В. Низкодубова, профессор кафедры  
медико-биологических дисциплин ТГПУ, д. м. н.

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* исследования, токсичность, токсическое действие, литий, токсичность лития, организм, действие на организм.

*Keywords:* research, toxicity, toxic effect, lithium, lithium toxicity, organism, effects on the nature.

*Аннотация.* Изучалась токсичность  $\text{LiPF}_6$  (гексафторфосфат лития) на белых крысах, мышах в Центральной научно-исследовательской лаборатории при Сибирском медицинском университете. Препарат вводили в дозе 1,2 и 12 мг/м<sup>3</sup>. Была проведена оценка острой токсичности  $\text{LiPF}_6$  при ингаляционном поступлении в организм, а также готовилась мазь на ланолине из расчета 20 мг/см<sup>3</sup>, для проверки  $\text{LiPF}_6$  раздражающего действия на неповрежденную кожу и слизистую оболочку глаз. В хроническом эксперименте изучали кровь, работоспособность, ЭКГ и ритм сердечных сокращений, а также морфогистологическое исследование внутренних органов: легких, печени, почек, желудочно-кишечного тракта, головного мозга в дозах 1,2 и 12 мг/м<sup>3</sup>.

Литий (Li) – химический элемент I группы периодической системы Д.И. Менделеева с атомным номером 3. Название произошло от греческого *lithos* (камень). Открыт Арфведсоном (Швеция) в 1817 г. Относится к щелочным металлам. В обычном состоянии серебристо-серый металл, легкий, мягкий и пластичный. Природный Литий со-

стоит из двух стабильных изотопов –  $6\text{Li}$  (7,42%) и  $7\text{Li}$  (92,58%). Имеет сродство к кислороду, водороду и азоту, с которыми он активно взаимодействует.

Литий придает сплавам ряд ценных физико-химических свойств. Например, у сплавов алюминия с содержанием 1%  $\text{Li}$  повышается механическая прочность и коррозионная устойчивость. Литий применяется в порошковой металлургии, электронной, химической промышленности, фотографии и т. д. Медицинское применение соединений лития ограничено. Соли лития (карбонат лития, оксибат лития, литонит и др.) используются при лечении маниакально-депрессивных психозов. В последние годы появились сведения об эффективности препаратов лития при лечении новообразований, сахарного диабета и алкоголизма.

Литий достаточно широко распространен в природе. В континентальной коре его содержание составляет 21 г/т, в морской воде 0,17 мг/л.

В организме взрослого человека содержится около 70 мг лития. Его можно обнаружить в лимфоузлах, костях, щитовидной железе, сердце, легких, печени, кишечнике, надпочечниках, плазме крови и в других органах и тканях в малом количестве. Литий принимает участие в важных процессах: участвует в углеводном и жировом обменах, поддерживает иммунную систему, предупреждает возникновение аллергии, снижает возбудимость нервной системы.

Литий в небольших количествах необходим организму человека. В организм он попадает через питьевую воду, некоторые продукты, может всасываться кожей при купании в морской или минеральной воде. Ионы лития быстро и практически полностью абсорбируются из желудочно-кишечного тракта, а также из мест парентерального введения. Ионы лития легко проникают через биологические мембраны. Литий в небольших количествах содержится в помидорах, картофеле, мясе животных, рыбе, яйцах и молочных продуктах. За сутки в организм человека поступает приблизительно 100 мкг лития. Выведение лития осуществляется преимущественно через почки и в меньшей степени с калом и потом.

Уровень лития в организме оценивают с помощью определения его содержания в органах, тканях и сыворотке крови. Риск интоксикации литием определяют по его концентрации в слюне и моче.

В настоящее время известно о неблагоприятном влиянии неорганических соединений лития, его избыток, на организм животных и человека. Отравится литием или его солями можно применяя лекарственные препараты (передозировка), на предприятии при не соблюдении техники безопасности на производстве. Эксперименты порога

токсичности лития, на примере гексафторфосфата лития ( $\text{LiPF}_6$ ), велись на белых крысах, мышах в Центральной научно-исследовательской лаборатории при Сибирском медицинском университете. Препарат вводили в дозе 1,2 и 12 мг/м<sup>3</sup>.

Оценка острой токсичности  $\text{LiPF}_6$  при ингаляционном поступлении в организм.

Определение токсичности гексафторфосфата лития проведено в камере закрытого типа (объем 100 литров) на беспородных белых крысах-самцах в количестве 36 особей. Наблюдение за животными вели в течение 2-х недель после ингаляции.

Результаты показали, что 4-часовое ингаляционное воздействие  $\text{LiPF}_6$  в концентрации 3500 мг/м<sup>3</sup> не вызывает гибели животных и нарушения их общего состояния. При увеличении концентрации  $\text{LiPF}_6$  до 5000 мг/м<sup>3</sup> погибли 2 крысы на 2-й недели опыта; 4 животных погибло после 4-часового ингаляционного воздействия  $\text{LiPF}_6$  в концентрации 9000 мг/м<sup>3</sup>; применение же  $\text{LiPF}_6$  в дозировке 30000 мг/м<sup>3</sup> вызвало гибель всех крыс.

Таким образом, полученные данные о значениях острой токсичности  $\text{LiPF}_6$ , которая определяется, в первую очередь, ионами лития, соответствуют таковым для соединений лития. При этом не было выявлено половых и видовых различий в чувствительности к нему.

Гексафторфосфат лития приготавливался в виде мази на ланолине из расчета 20 мг/см<sup>3</sup>. Вещество испытано на 16 крысах линии Вистар (самцы) массой 180-220 г. На выстриженную кожу крыс (8 особей) наносили мазь гексафторфосфата лития, на кожу контрольных животных (8 особей) наносили мазевую основу (ланолин). Опыт длился 5 дней, после чего мазевую основу тщательно смывали теплой водой с мылом. После 5 дней процедур продолжали наблюдение в течение двух недель. Было установлено что  $\text{LiPF}_6$  лития не оказывает раздражающего действия на неповрежденную кожу, но проявляет сильное выраженное раздражающее действие на слизистую оболочку глаз, в виде воспаления.

Под влиянием  $\text{LiPF}_6$  в дозе 12 мг/м<sup>3</sup> в течении четырех месяцев, у животных отчетливо прослеживалось снижение работоспособности: работоспособность определяли при помощи физической нагрузки, которую воспроизводили путем вынужденного плавания в воде с уровнем более 50 см и учитывали продолжительность статического усилия на перекладине. Выяснилось, что ингаляционное воздействие  $\text{LiPF}_6$  не вызывает нарушения структуры и функций нервной системы. В то же время у животных наблюдалось развитие депрессии количественного показателей крови, из которого следует вывод о выраженном токсиче-

ском действии на периферическую кровь. Через 3 месяца 80% крыс погибло. Через 1 месяц после прекращения ингаляции количественные показатели красной крови нормализовались. Однако отмечались выраженная лейкопения с моноцитопенией, что указывало на тяжесть химического отравления.

На ЭКГ (электрокардиография)  $\text{LiPF}_6$  и ритм сердечных сокращений дозы 1,2 и 12 мг/м<sup>3</sup> не вызывает существенных изменений.

Отдельно изучалось влияние лития на отдельные ткани внутренних органов экспериментальных животных, а именно ткани почек, легких, печени, желудочно-кишечного тракта, селезенки и головного мозга, на фоне воздействия  $\text{LiPF}_6$  в дозах 1,2 и 12 мг/м<sup>3</sup>.

Выяснилось, что при действии  $\text{LiPF}_6$  (1,2 мг/м<sup>3</sup>) изменения органов и тканей экспериментальных животных на протяжении всех сроков наблюдений были сходны и не очень сильно отличались от исходных (в виде изменения формы ядер клеток, изменения формы самих клеток и т.п.). Применение же  $\text{LiPF}_6$  в дозе 12 мг/м<sup>3</sup> сопровождалось выраженным токсическим эффектом на организм крыс: отмирание клеток, изменение внутренних органов, снижение их функциональной деятельности [1,2,3].

Таким образом, на протяжении периода действия  $\text{LiPF}_6$  в дозе 1,2 мг/м<sup>3</sup> имело место морфологические изменения клеток внутренних органов, отражающие интенсификацию работы клетки и проявление адаптивных процессов (реактивных и компенсаторных), возникших в связи с повышенной функциональной активностью клетки. Активизация функциональных возможностей клеток внутренних органов проявляется в физиологической внутриклеточной регенерации, поскольку аналогичные изменения отмечаются и в контроле, и объясняются тем, что работа органов и тканей, в том числе нервной системы, в нормальных условиях обеспечивается путем непрерывного обновления ультраструктур клеток.

---

### Литература

1. Низкодубова, С.В. Биологические эффекты ряда химических соединений: монография / С. В. Низкодубова, Е. А. Каюмова, Т. В. Ласукова. – Томск: Изд-во ТГПУ, 2011. – 120 с.
2. Измеров, Н. Ф. Параметры токсикометрии промышленных ядов при однократном воздействии / Измеров Н. Ф. и соавт. – Москва, 1977. - 156 с.
3. Косицкий, Г. И. Руководство к практическим занятиям по физиологии / Г. И. Косицкий, Полянцева В. А. – Москва: Медицина, 1998. <http://www.libex.ru/detail/book482358.html>

# ГЕОГРАФИЯ

---

УДК 911.3-027.21; [911.3:316]-027.21  
ГРНТИ: 39.21.02

## **СОЦИАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ Г. ТОМСК В ОЦЕНКАХ ЕГО ЖИТЕЛЕЙ (ПО РЕЗУЛЬТАТАМ СОЦИОЛОГИЧЕСКОГО ОПРОСА)**

## **SOCIAL PROBLEMS TOMSK IN THE ESTIMATES OF ITS INHABITANTS (ACCORDING TO THE OPINION POLL)**

*Виктор Сергеевич Демкеев*

Научный руководитель: Е. Ю. Петрова, канд. пед. наук

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* проблемы городской среды, ранжировка городских проблем, социальный опрос.

*Keywords:* the problems of the urban environment, ranking of the urban problems, social survey.

*Аннотация.* Население города является производителем городской системы, или, по-другому, городской среды, но и так же является ее же потребителем. Состояние урбосистемы всегда будет оставаться актуальным вопросом. В статье автор описывает мнение горожан Томска о его социальной ситуации на основе социологического опроса.

Томск – город, обладающий большим культурным и научно-образовательным потенциалом, где каждый пятый житель – студент. Здесь находятся одни из самых ведущих ВУЗов России. Тем не менее, являясь городом, он несет в себе все черты, присущие городской среде и поэтому, как и в других урбанистических (городских) системах, в Томске появляются и развиваются социальные проблемы. Главным фактором их возникновения является сам человек, а в данном случае большая концентрация людей на небольшой территории города. А какие социальные проблемы видятся его жителям? Для ответа на этот вопрос был разработан опросник, включающий 10 вопросов.

Исследование в г. Томске проводилось весной 2014 г. В ходе исследования было проведено интервьюирование методом случайной выборки 96 респондентов-жителей города, в возрасте от 18 лет и старше, мужского и женского пола (в соотношении 50/50) [1].

Вопросы касались знания проблем городской жизни, отношения к религии, источников дохода, уровня материального благосостояния. Кроме того респондентам необходимо было указать уровень образования, статусное положение, характер деятельности, семейное положение, годы проживания в городе, принадлежность к той или иной профессиональной группе, возможности использования сети Интернет и других источников информации, мобильность респондентов и др.

Обработка ответов респондентов на вопрос: «Назовите, на Ваш взгляд, две главные социальные проблемы городской жизни» позволила выделить 33 проблемы. Анализ результатов интервьюирования показал, что среди выявленных проблем следует выделить чисто социальные (17 наименований), экономические проблемы (6), проблемы жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ), состояние экологии в городе, проблемы социально-психологического характера (плохие люди, скучный город, пассивность жителей) и т. д. По количеству ответов и ранжировке проблем социальные вопросы занимают доминирующее место в ответах респондентов (более 44%), экономические занимают второе место (более 32% ответов), проблемы ЖКХ (около 10% ответов), экологические проблемы (около 9% ответов). Часть респондентов (менее 5%) дали ответ: «Нет никаких проблем». 9% ответов респондентов были отнесены к варианту «Другие» вследствие их единичности (1-2 ответа) (рис. 1).

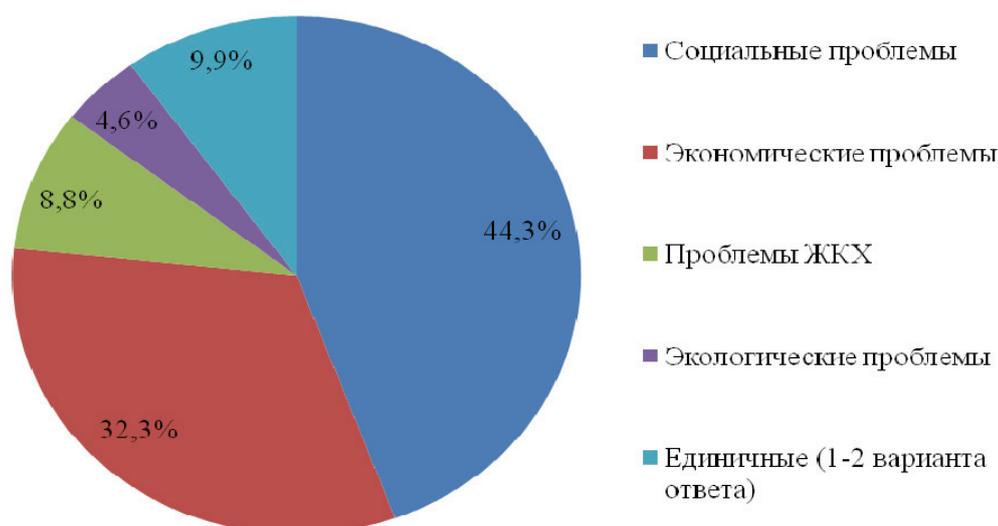


Рис. 1. Ранжировка видов городских проблем

Среди проблем городской среды, на первое место вышла проблема состояния внутригородских дорог, охарактеризованная «как неудовлетворительное, несоответствующее современным стандартам жизни». Такая оценка отмечается в 27% ответов. Второе место по ранжировке городских проблем, исходя из массива ответов респондентов, заняла проблема с ЖКХ (около 9%). На третье место жители отнесли проблему наркомании – около 6% (рис. 2).

В меньшей мере встречались проблемы, связанные с экологическим состоянием городской среды, алкоголизмом, апатией и безразличием горожан, низкой заработной платой, труднодоступным жильем, безработицей, обеспеченностью местами в детских дошкольных учреждениях.



Рис. 2 Ранжировка ответов респондентов по количеству  
\* – детское дошкольное учреждение

Таким образом, в результате проведенного исследования подтверждается наличие в г. Томске социальных проблем разного характера. Выделяемая томичами проблема неудовлетворительного состояния городских дорог характерна не только для исследуемого города, но и для всех Российских городов. По показателю качества дорог Россия значительно отстает от многих промышленно развитых стран, в рейтинге «качество дорог» из 144 стран мира она находится на 136 месте [2]. Что говорит об актуальности данной проблемы.

### Литература

1. Добренъков, В. И. Методы социологических исследований // В. И. Добренъков, А. И. Кравченко. – М.: Инфра-М, 2004. – 768 с.
2. Столбов, В. П. Социология города: проблемы городской среды в оценках жителей г. Иваново / В.П. Столбов // Известия ВУЗов. Серия «Экономика, финансы и управление производством», 2013. – № 03. – С. 24-25. [Электронный ресурс] : сайт. – Режим доступа : <http://elibrary.ru/> (дата обращения : 18.05.14).

УДК 502/504: 37.03  
ГРНТИ 87.01.45

## **РАЗВИТИЕ ИНТЕРЕСА К ГЕОГРАФИИ У ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА**

## **DEVELOPMENT OF INTEREST IN GEOGRAPHY FOR PRESCHOOLER AGED CHILDREN**

*Людмила Вячеславовна Иванова*

Научный руководитель: Т.В. Ершова, канд. физ.-мат. наук, доцент

*Томский государственный педагогический университет г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* география, экологическое воспитание, методика преподавания, дошкольники.

*Keywords:* geography, environmental education, methodology of teaching, preschoolers aged children.

*Аннотация.* Работа с дошкольниками по распространению географических знаний является неотъемлемой частью непрерывного образования людей. В результате исследований выявлены проблемы, с которыми сталкивается педагог при разработке мероприятий с дошкольниками. Представлены три методические разработки мероприятий для дошкольников 5-6 лет: «Животный мир на планете Земля», «Природные явления», «Мир нашими глазами».

Непрерывное геоэкологическое образование подразумевает работу с дошкольниками, школьниками, студентами. Особое внимание необходимо уделять работе с дошкольниками, ведь именно в этом возрасте формируются представления об окружающем мире.

География в перечне естественных наук играет особую роль. Она охватывает широкий спектр знаний необходимый ребенку для осознания окружающего мира. Важно, чтобы ребенок уже в дошкольном возрасте научился осознанно воспринимать целостность окружающего мира, мог видеть взаимосвязь природных явлений, зависимость своей жизни от благополучия природы. И здесь на помощь может прийти география, ведь это – единственный естественнонаучный предмет, в сферу рассмотрения которого входят и естественные (природа), и общественные (население, хозяйство, социальные вопросы) объекты и явления. География решает следующие задачи: исследует и даёт научное обоснование территориальной организации общества и природы; рассматривает влияние деятельности людей на окружающую среду [1].

Цель данного исследования – разработка мероприятий для развития интереса к географии у дошкольников.

Геоэкологическое воспитание дошкольников следует рассматривать, прежде всего, как нравственное воспитание, так как в основе отношения человека к окружающему его миру природы должны лежать гуманные чувства, т.е. осознание ценности любого проявления жизни, стремление защитить и сберечь природу [2].

Начальное преподавание географии и экологии сталкивается с тремя большими проблемами. Первая из них касается отбора и формулирования, простых правил. Вторая, не менее важная, состоит в дозировании материала для каждого занятия. Эту проблему, казалось бы, легко решает каждый квалифицированный педагог, работающий с детьми, но чаще всего ребенка неоправданно перегружают информацией на занятии, и тем самым теряют большую ее часть. Наконец, третья проблема заключается, в выборе материала для работы с дошкольниками. Немаловажен вопрос о том, в каком контексте подавать такого рода материалы, как их сделать более понятными и более занимательными, как превратить занятие в игру, ведь именно таким образом дети быстрее усваивают информацию [3].

Большое значение в экологическом воспитании дошкольников имеют программы, направленные на становление начал экологической культуры, через познание закономерностей природы. Как правило, программы нацелены на воспитание гуманной, социально-активной и творческой личности, имеющей, целостный взгляд на природу. Дети получают представления о взаимосвязях, о природе, которые помогают им обрести начало географического и экологического мировоззрения, ответственному отношению к окружающей среде и своему здоровью. А так же получения первых навыков грамотного и безопасного поведения на природе [4].

Географические знания, получаемые детьми на практике, формирует их отношение к окружающей природе. Такого рода представления требует постепенного усвоения от простых к более сложным способам познания. Желательно привлечь ребенка к активно-познавательной деятельности получения знаний, таким образом, при формировании естественнонаучных знаний об окружающем мире приводит к развитию познавательного интереса, и самостоятельному освоению, а так же использованию различных способов познания. Например, при посещении экскурсий дошкольники знакомятся с природой, учатся видеть и понимать ее красоту. При взаимосвязи с природой у ребенка развивается эстетическое чувство, пробуждаются интерес и любовь к окружающему миру.

В результате исследования, автором были разработаны географические занятия для дошкольников от 5 до 6 лет. Методическая разра-

ботка игры «Животный мир на планете Земля» формирует представление о фауне нашей планеты, основной задачей является научить детей ориентироваться в географическом пространстве. Разработка практического занятия по географии «Природные явления», помогает развивать элементарные знания о явлениях и закономерностях природы. Методическая разработка географического занятия «Мир нашими глазами» вырабатывает у дошкольников первичные представления о природе, которая нас окружает, обучает детей тому, какие виды ландшафтов существуют в природе, к тому же развивается кругозор. С помощью данных методик у дошкольника формируется географическое представление о мире, с раннего возраста закладывается любовь к природе.

Немаловажное значение в геоэкологическом воспитании ребенка имеют программы, которые в первую очередь, направлены на становление экологической культуры, через познание природных закономерностей и явлений. Это позволит воспитать в человеке с ранних лет гуманную, социально-активную и творческую личность, имеющий, целостный взгляд на окружающую действительность.

Дети получают знания об окружающем мире, которые помогают им обрести начало географического и экологического мировоззрения. Необходимо помнить о том, что зачастую небрежное, а порой и жестокое отношение детей к природе объясняется отсутствием у них необходимых знаний. Вот почему воспитание необходимо в неразрывном единстве с формированием системы доступных дошкольникам географических и экологических знаний, которая включает: представления о растениях и животных как уникальных и неповторимых живых существах, об их потребностях и способов удовлетворения этих потребностей, понимание взаимосвязи между живыми существами и средой их обитания.

Работа педагога дошкольного образования по своему содержанию и функциями охватывает широкий спектр знаний необходимый для развития детей. Наука география может стать для воспитателя отличным помощником и путеводителем в познании мира. Геоэкологическое воспитание дошкольников – это часть общего образовательного процесса, которое способствует развитию мышления, речи, эрудиции, эмоциональной сферы, нравственному воспитанию, то есть становлению личности в целом [5]. В процессе дошкольники овладевают нормами экологически грамотного безопасного поведения на основе комплекса элементарных экологических знаний, осознания причинно-следственных связей в природе, бережного отношения ко всему живому.

Экологическое воспитание в настоящее время пользуется большой популярностью в детских садах, уже каждый педагог в своей программе не обходится без данного рода занятий. К тому же в государственных муниципальных дошкольных учреждениях это входит в обязательный список работы с детьми. У дошкольников уже с первых занятий формируются положительные эмоции и чувства по отношению к природе, развивается восприятие окружающего мира как ценности. Таким образом, в современной педагогике экологическое воспитание это целенаправленный, последовательный и планомерный процесс.

### **Литература**

1. География мира: сайт. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://geowww.ru/> (дата обращения : 14.03.15).
2. Воспитание детей дошкольного возраста в детском саду и семье // Экологическое воспитание [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://doshvoznast.ru/metodich/konsultac09.htm> (дата обращения : 14.03.15).
3. Ермаков, Л.Н. Экология для дошкольного обучения / Л.Н. Ермаков. – Томск : Издательство «Юпитер», 2005. – 62 с.
4. Николаева, С.Н. Система экологического воспитания дошкольников / С.Н. Николаева. – Москва: МОЗАЙКА-СИНТЕЗ, 2011. – 256 с.
5. Молодой ученый // Проблема экологического воспитания дошкольника в современной педагогической теории [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.moluch.ru/> (дата обращения : 26.03.15).

УДК 556.045(571)  
ГРНТИ 70.27.17

## **МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ КАЧЕСТВА ВОД РЕКИ БАСАНДАЙКИ**

### **MONITORING OF WATER QUALITY OF THE RIVER BASANDAYKI**

*Максим Александрович Лапин*

Научный руководитель: А. С. Кузнецов, канд. геогр. наук доцент

*Томский государственный педагогический университет г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* Басандайка, мониторинг, экология, лаборатория «НКВ».

*Keywords:* Basandayka, monitoring, ecology, laboratory «NKV»

*Аннотация.* Экологический мониторинг малых рек Томского района, всегда будет актуальным исследованием в сфере природы Томской области, так как на малые географические объекты не уделяется достаточно внимание со стороны государственных структур. В данной статье проведен анализ физических и химических параметров р. Басандайка в период с 20.11.2013 г. по 01.03.2015 г.

Исследования качества вод могут преследовать различные цели, от санитарно-эпидемиологических, до экологических. В связи с ростом городов и распространением антропогенных ландшафтов, возникает проблема загрязнения малых рек Томского района. В частности р. Басандайки. Данный гидрологический объект играет немаловажную роль в социальной структуре города.

Как объект исследований р. Басандайка является уникальной: несмотря на близость к областному центру и доступность, она не является водоемом, который стоит на учете в Департаменте природных ресурсов.

Река Басандайка, согласно данным Савичева О. Г., имеет длину 57 км., а водосборная площадь её простирается на 409,0 км<sup>2</sup>. Исток данного притока Томи находится в районе остановочной площадки 28-ой километр Томской ветви Транссибирской д/ж магистрали, устье – между пос. Басандайка и Аникино. Бассейн реки является одной из наиболее освоенных территорий вблизи областного центра, но в отличие от р. Ушайка, проблема экологических загрязнений не стоит так остро, что связано с относительной удаленностью реки от города [1]. Основным источником загрязнения вод являются бытовые отходы, производимые местными жителями и предприятиями поселений.

Целью данной работы является исследование качества воды р. Басандайка (вне черты города).

Для проведения исследования пробы воды реки были взяты согласно установленным нормам и правилам [2], 20.11.2013 г., 21.02.2014 г., 12.05.2014 г., 13.07.2014 г., 22.10.2014 г., 01.03.2015 г. Лабораторно-аналитическое изучение образцов осуществлялось с помощью специализированной полевой лаборатории «НКВ».

В ходе работ проводилась оценка некоторых физических и химических параметров воды, включающая определение суммы тяжелых металлов, нитрит-ионы ( $\text{NO}^{2-}$ ), нитрат-ионы ( $\text{NO}^{3-}$ ), ионы аммония ( $\text{NH}^{3+}$ ), содержание общего железа ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ), карбонат-ион ( $\text{CO}_2^{2-}$ ), гидрокарбонат-ион ( $\text{HCO}_3^-$ ), общую и свободную щелочность, карбонатную жесткость, мутность, пенность, запах и водородный показатель (рН) (табл.1). Исследования выполнялись в соответствии с предписаниями проведения опытов, предложенных в пособии по работе с полевой лабораторией «НКВ» [3]. Основными методами среди них являлись титриметрический и визуальный колориметрический анализ [3, 4].

Таблица 1

## Результаты количественного анализа проб воды реки Басандайка

Параметры, ед. измерения	ПДК [5]	Басандайка					
		Т.Н.1					
		20.11. 2013	21.02. 2014	12.05. 2014	13.07. 2014	22.10. 2014	01.03. 2015
Сумма тяжелых металлов, ммоль/л	0,001	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Нитрит ионы (NO <sub>2</sub> ), мг/л	3,30	0,020	0,10	0,020	0,020	0,10	0,10
Нитрат ионы (NO <sub>3</sub> ), мг/л	45,0	1,0	10,0	1,0	1,0	1,0	5,0
Ионы аммония (NH <sub>3</sub> <sup>+</sup> ), мг/л	2,60	1,0	2,60	1,0	1,0	1,0	2,60
Содержание общего железа (Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup> ), мг/л	0,30	0,30	0,10	0,30	0,30	0,30	0,10
Карбонат ион CO <sub>2</sub> <sup>2-</sup> , мг/л	100,0	24,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Гидрокарбонат ион HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л	1000,0	250,0	854,0	280,60	347,7	122	732
Свободная щелочность, ммоль/л	н/д	0,40	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Общая щелочность, ммоль/л	н/д	4,90	14,0	4,60	5,70	2,0	12,0
Карбонатная жесткость, ммоль/л	н/д	4,50	14,0	4,60	5,70	2,0	12,0
Пенистость	н/д	Отрицательная					
Запах	н/д	Естественный слабый, при нагреве.					
Водородный показатель, рН	н/д	8,0	7,90	7,70	8,10	8,0	7,90

Если сравнить отдельные параметры, характеризующие состояние качества вод то можно отличить, что концентрация нитрит ионов (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>), в зимние и осенние периоды в 10 раз выше, чем летом и весной, за исключением осени 2013 г. Показатели нитрат ионов (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), в целом одинаковы, но 21.02.2014 г. становится 10,0 мг/л и 5,0 мг/л 01.03.2015 г. Возможно, это связано с постоянным поступлением бытовых и производственных стоков из близлежащих поселений и, в то же время, уменьшением общего стока реки в зимний период. Общая щелочность и карбонатная жесткость, в связи с этим, возросла 21.02.2014 и 01.03.2015, в остальные сезоны ситуация стабильная. Карбонат ион (CO<sub>2</sub><sup>2-</sup>), с концентрации 24,0 мг/л снизился до 0,0, а свободная щелочность с 0,40 до 0,0.

ПДК изучаемых материалов не превышает нормы, но содержание общего железа (Fe<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>) 20.11.2013, 12.05.2014, 13.07.2014, 22.10.2014, а также ионов аммония (NH<sub>3</sub><sup>+</sup>) 21.02.2014. и 01.03.2015 приближается к предельной допустимой концентрации. Такие параметры как, сумма тяжелых металлов, мутность, пенистость и запах остались неизменны.

Таким образом, по результатам проведенных исследований удалось установить следующее: сумма тяжелых металлов, нитрит-ионы ( $\text{NO}^{2-}$ ), нитрат-ионы ( $\text{NO}^{3-}$ ), ионы аммония ( $\text{NH}^{3+}$ ), содержание общего железа ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ), карбонат-ион ( $\text{CO}_2^{2-}$ ), гидрокарбонат-ион ( $\text{HCO}_3^-$ ), общая и свободная щелочность, карбонатная жесткость, мутность, пенистость, запах и водородный показатель (рН) хоть и приближаются в некоторых случаях к предельным значениям, но соответствуют нормам ПДК. Согласно нашим данным, полученными в результате мониторинга за состоянием качества, вода в р. Басандайка пригодна для хозяйственного использования.

### **Литература**

1. Савичев О. Г. Водные ресурсы Томской области. – Томск: Издательство ТПУ, 2010. – 247 с.
2. Муравьев А. Г. Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами. 3-е изд., доп. и перераб. – СПб.: «Крисмас+», 2004. – 248 с.
3. Муравьев А. Г. Руководство по анализу воды. Питьевая и природная вода, почвенные вытяжки. – С-Пб.: «Крисмас+», 2012. – 264 с.
4. Резников А. А., Муликовская Е.П., Соколов И.Ю. Методы анализа природных вод. Изд. 3-е. – М.: изд-во «Недра», 1970. – 488 с.

УДК 338349  
ГРТИ 71.37.75

## **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЕКРЕАЦИОННОГО ТУРИЗМА В ВОСТОЧНОМ КАЗАХСТАНЕ**

### **RECREATIONAL TOURISM IN EAST KAZAKHSTAN PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT**

*Дана Бердалиевна Мирзаханова*

Научный руководитель: Кемнебаева Д.В., канд. пед. наук

*Южно-Казахстанский государственный университет,  
г. Шымкент, Казахстан*

*Ключевые слова:* рекреационный туризм, инфраструктура, рекреационная зона, туризм, мараловодческое хозяйство, радонолечение, оздоровительные курорты Казахстана.

*Keywords:* recreational tourism, infrastructure, recreational zone, tourism, maralovodcheskoe economy, radonolecheniye, health resorts of Kazakhstan.

*Аннотация.* В статье рассматривается туристский потенциал Восточно-Казахстанской области в развитии туризма страны. Выделены две рекреационные области: Северо-Восточная (Белухинская) и Восточная (Маркакольская). Данные зоны обладают природной и историко-культурной аттрактивностью. Туризм напрямую зависит от роста доходов и уровня жизни населения. Как правило, чем бо-

лее благополучная страна, чем стабильнее ее социально-экономическое положение в мире, тем выше доля населения, которая вливается в мировые туристские потоки, генерируя их рост. И наоборот, чем хуже социально-экономическое положение в стране и в мире, тем меньшая доля населения причастна к туристской сфере.

В современных условиях существуют различные формы деятельности человека, направленные на создание всеобщих благ и познание окружающего мира. С увеличением благосостояния населения возрастает естественная потребность человека в открытии новых для него миров, растет тяга к путешествиям. Путешествие – это и есть туризм. Туризм – это не только перемена мест, он включает многие правовые, экономические и социальные аспекты. За последние десятилетия туризм превратился в мощную самостоятельную индустрию. По данным Всемирной туристской организации туризм обеспечивает 10 % оборота производственно-сервисного рынка планеты. На сферу туризма приходится: 6 % мирового валового национального продукта, 7 % мировых инвестиций, каждое шестнадцатое рабочее место, 11 % мировых потребительских расходов, 5 % всех налоговых поступлений. Эти цифры характеризуют прямой экономический эффект функционирования индустрии туризма [1].

Туризм напрямую зависит от роста доходов и уровня жизни населения. Как правило, чем более благополучная страна, чем стабильнее ее социально-экономическое положение в мире, тем выше доля населения, которая вливается в мировые туристские потоки, генерируя их рост. И наоборот, чем хуже социально-экономическое положение в стране и в мире, тем меньшая доля населения причастна к туристской сфере. Эта закономерность весьма характерна, и ее, по-видимому, можно и нужно рассматривать как определенный сводный или даже своего рода интегральный показатель развития страны в мировом сообществе. Иными словами, по-видимому, по уровню развития туризма в стране, участию в нем граждан, прежде всего, данной страны и въездного туризма можно с уверенностью судить об уровне развития конкретной страны, качестве жизни ее граждан [2].

При рассмотрении туристских возможностей Восточно-Казахстанской области были выделены районы, которые имеют наибольший потенциал в плане туризма (рекреационные зоны). Данные районы обладают наибольшим количеством природных и историко-культурных достопримечательностей для туризма.

В границах территории находятся две существенно важных и наиболее увлекательных рекреационных области: Северо-Восточная (Белухинская) и Восточная (Маркакольская).

На данных территориях расположены главные природные, цивилизованные и исторические достопримечательности данной зоны, которые привлекают туристов не только СНГ, но и из стран Европы, Океании и Америки.

Каждый район имеет свою туристскую «специализацию».

Местность Северо-Восточной (Белухинской) рекреационной области расположена на северо-востоке Восточно-Казахстанской области в границах Катон-Карагайского государственного национального природного парка в одноименном административном районе. Расстояние от города Усть-Каменогорск составляет 475 км (Рахмановские Ключи) и занимает 10–12 часов на автомобиле, или 2,5–3 часа полёта на вертолете.

В рекреационная область входит Катунский хребет с примыкающими отрогами. На севере, востоке и западе территория граничит с Россией, на юге протекает река Калмачихи. Площадь территории рекреационной области составляет 1100 км<sup>2</sup>.

Почти все облики ландшафтов данной рекреационной области интересны в туристско-рекреационных целях: горно-долинный, горно-таежный, горно-луговой, нивальный и альпийский с горным массивом Белухи.

На данной области находятся памятники природы всемирного значения: г. Белуха (восточная вершина), Коккольский водопад, термальные минерализованные родники в санатории «Рахмановские Ключи», редкие Берельские археологические раскопки – аналог Пазырыкским курганам, заброшенный древний Коккольский рудник, размещенный на высоте 3000 м, Северная Золотая Ветвь Великого Шелкового Пути, верховья знаменитой сплавной реки Катунь, нетронутые кедровые и лиственничные леса, районы обитания снежного барса, сибирского козерога и других редких животных.

Выше обозначенные природные объекты объединяют бесчисленные нити маршрутов, содержащие в себя альпинистские, пешие, верховые, сплавные, рыболовные и научные экскурсии. Подобная специфика экскурсий ведет к относительно средней нагрузке на данную территорию.

Это наиболее известный и посещаемый район Восточно-Казахстанской области. Алтай и зона Белухи остается одним из знаменитых туристских объектов бывшего Советского Союза еще с пятидесятых годов прошлого века.

В последний период число туристов понемногу возрастает. К ним можно причислить: горных туристов, альпинистов, сплавщиков. И отдельно хочется рассмотреть подобную категорию туристов – как «ре-

риховцы», – последователей учения Н.К. Рериха, которые каждый год совершают несколько маршрутов в район Белухи. Отдельные группы достигают 100–150 человек. В основном это люди взрослого возраста, однако к ним нередко присоединяются и довольно молодые спутники.

На сегодняшний день набирает популярность санаторий Рахмановские Ключи. Это, примерно 80–100 человек одновременно при десятидневном цикле оздоровления. В частности, рекреанты санатория делают прогулки недалеко от деревни, не нарушая экологическое состояние восхитительной природы. Хотя некоторые люди вырывают цветы, собирают ягоды и лекарственные растения.

В районе горы Белухи в летний период концентрация туристов высока. На Нижнем Лагере в области Коккольского водопада расположен традиционный пункт многодневного лагеря туристских групп, находящихся в данном районе. В одно и то же время бывает скапливается по 5–10 групп туристов, прибывших как из Казахстана, так и из России.

Последний период на этом месте приобретает значительную известность лечебно-оздоровительный (санаторно-курортный) туризм. Уникальными лечебно-оздоровительными видами являются *пантолечение и радонолечение*.

Центром пантолечения является мараловодческое хозяйство. Это пример редкого вида традиционного хозяйства – мараловодства, которое появилось на Алтае в XVIII веке у коренных христиан-староверов, пришедших сюда из европейской России. Данное производство сильно необыкновенно и уникально. Основным продуктом мараловодства являются панты – молодые рога, заключающие бесценное вещество пантокрин. Пантокрин – сильный биостимулятор, благотворно воздействующий на организм, преподносящий силу и молодость. Данное свойство пантов известно давно. В краях юго-восточной Азии их используют достаточно широко. По преданиям воины Чингисхана лечили собственные раны в пантовых ваннах в данных местах.

Мараловодческие хозяйства интересны во многих взглядах. В культурно-познавательном плане – это зоопарк открытого типа, где можно проводить пешие и верховые туры в границах парка, наблюдая за маралами почти в естественных условиях. Весной и в начале лета туристы могут ознакомиться с резкой, шлифовкой и сушкой пантов, что достаточно экзотично. Желающие смогут принять ванну из отвара пантов. Это достаточно популярный в данных районах и в Юго-Восточной Азии метод лечения и омоложения.

Сочетание этнопрограммы, кумысолечения и пантолечения, а также дегустация прекрасного местного мёда, кумыса и настоек целеб-

ных трав с альпийских лугов является восхитительной оздоровительной и научно-культурно-познавательной программой.

Уникальное радонолечение представлено в действующем высокогорном санатории «Рахмановские Ключи». Радоновые ключи находятся в долине реки Арасан на берегу большого Рахмановского озера. Они размещены в чудной по красоте котловине Рахмановского озера. Термальные родники «Рахмановские Ключи» представлены радоновыми слабоминерализованными гидрокарбонатно-кальциевыми водами. Температура воды источников от +31 до +40°C. Воды Рахмановских источников великолепно лечат болезни опорно-двигательного аппарата, кожные, желудочно-кишечные и другие заболевания.

Кедровые леса, целительная атмосфера, напитанный благоуханием таежных и высокогорных лугов, горная страна и красочные озера – всё это формирует в сочетании с целительными родниками прекрасную обстановку для восстановления организма.

Инфраструктура туризма Восточной (Маркакольской) области почти отсутствует. К предметам инфраструктуры туризма относятся базы туристских фирм «Экосистем», «Алтайские экспедиции», и кемпинг АО «КазЦинк».

База фирмы «Экосистем» находится в селе Урунхайка в районе конторы Маркакольского заповедника и имеет возможность принять примерно 7 человек.

База фирмы «Алтайские экспедиции» размещена в селе Урунхайка в районе конторы Маркакольского заповедника и может принять до 10 человек.

Некоторые местные жители в период рыбалки принимают «на постой» туристов-рыбаков. Но условия в подобных гостевых жилищах очень скромные.

Кемпинг «КазЦинка» действует только для рабочих данного предприятия.

Полностью отсутствует такая составляющая туристской деятельности, как торговля сувенирами, картами, путеводителями и т.п.

Необходимые товары и продукты можно приобрести в небольших магазинах – «миниуниверсамах» в селе Урунхайка.

От города Усть-Каменогорска до села Теректы имеется асфальтированная трасса. Затем до села Урунхайка (около 60 км) гравийная и грунтовая дорога. Стоит отметить, что в селе Урунхайка имеется неплохая спутниковая телефонная связь. С другими населенными местами на озере, где имеются филиалы заповедника, связь осуществляется по рации.

В конторе Маркакольского заповедника имеется старинный музей, дающий представление о природе данной местности. Музей отжил свой век как в физическом, так и в научном плане, и требует абсолютной реконструкции.

Таблица 1

**Расчет размера возможных рекреационных нагрузок  
и рекреационной вместимости функциональных областей**

Функциональная рекреационная область	Коэффициенты					Величина допустимой нагрузки, чел/га	Месячная нагрузка, чел/га
	Функции охраны	Окультуренности ландшафта	Режима рекреационного использования	Доступности	Пожарной опасности		
Рекреационная область заповедного режима	Рекреационная емкость не рассчитывается						
Рекреационная область экологической стабилизации	0,7	0,6	0,8	0,5	0,4	0,07	2,10
Рекреационная область туристской и рекреационной деятельности	0,9	0,7	1,0	0,7	0,6	0,26	7,8
Рекреационная область ограниченной хозяйственной деятельности	Рекреационная емкость не рассчитывается						
Всего по природному парку							9,90

### Литература

1. Экономика современного туризма / Под ред. Г.А.Карповой. – Москва: ТД «Герда», 1998. – 412 с.
2. Шарафутдинов В.Н. О смысловой нагрузке понятия «туризм» // Туризм: право и экономика. – 2005. – 2 (9). – С. 19-23.
3. Азар В.И. Экономика и организация туризма. – Москва: Профиздат, 1993. – 182 с.
4. Азар В.И., Туманов С.Ю. Экономика туристского рынка. – Москва: 1998г. – 238 с.
5. Александрова А. Ю. Международный туризм: Учеб. пособие для вузов. Москва: Аспект Пресс, 2001. – 464 с.

УДК 556.045(571)  
ГРНТИ 70.27.17

## **МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ВОДЫ Р. УШАЙКА ЗА ПРЕДЕЛАМИ ГОРОДА**

### **WATER QUALITY MONITORING OUTSIDE THE CITY OF THE USHAIKA RIVER**

*Руслан Алексеевич Пахомов*

Научный руководитель – А. С. Кузнецов, канд. геогр. наук, доцент кафедры география

*Томский государственный педагогический университет г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* р. Ушайка, лаборатория НКВ, химический анализ.

*Keywords:* Ushaika River, laboratory NKW, chemical analysis.

*Аннотация.* Изменение показателей качества воды позволяет выявить основные процессы воздействия на окружающую среду антропогенными факторами. В работе представлен анализ данных, полученных в результате изучения физических и химических параметров воды в р. Ушайка за пределами городской черты.

Экологический мониторинг территории включает в себя большое количество параметров, будь то изучение образцов почвы, воздуха, проб воды, флоры и фауны. Однако наибольший интерес в данном случае обращен исследованию качества воды реке, в связи с тем, что протекая через значительные территории реки растворяет в себе большое количество веществ, которые так или иначе свидетельствуют о состоянии среды в целом.

Бассейн р. Ушайки, расположен на юго-востоке Томской области. Согласно Савичеву О. Г. [1], длина р. Ушайки составляет 78 км. Водосборная площадь изучаемого объекта равна 744 км.<sup>2</sup>. Исток расположен в районе остановочной площадки 41-ый километр Томской ветви Транссиба, а устье находится в центре города в районе пл. Ленина. Территория расположена в подзоне мелколиственных лесов южной тайги. В долине р. наблюдается активное развитие процессов оврагообразования, связанное со значительными выходами подземных вод. Значительная часть долины реки, располагается в черте областного центра и подвергается как крупным, так и мелким загрязнениям со стороны гражданских лиц и предприятий. Основными причинами, вызывающими качественное ухудшение состояния вод: являются застройка территории водосборного бассейна и загрязнение земель сельскохозяйственными отходами (стоки животноводческих комплексов, поверхностный сток с полей).

Цель работы – изучение состояния качества воды в бассейне р. Ушайка за пределами городской черты, по содержанию в ней растворенных химических веществ.

На основе имеющейся лаборатории экспресс анализа воды «НКВ», были проведены изыскания по некоторым показателям (табл. 1)

Таблица 1

**Состояние качества воды р. Ушайка по результатам исследований  
с использованием лаборатории «НКВ»**

№ п/п	Параметры, ед. изм	ПДК [1]	Т.Н.1. (вне города)					
			20.10. 2013	21.02. 2014	12.05. 2014	13.07. 2014	22.10. 2014	1.03. 2015
1	Сумма тяжелых металлов, ммоль/л	0,001	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	Нитрит ионы (NO <sub>2</sub> ), мг/л	3,30	0,10	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
3	Нитрат ионы (NO <sub>3</sub> ), мг/л	45,0	5,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
4	Ионы аммония (NH <sub>3</sub> <sup>+</sup> ), мг/л	2,60	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0
5	Содержание общего железа (Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup> ), мг/л	0,30	0,30	0,10	0,30	0,30	0,30	0,10
6	Карбонат ион CO <sub>2</sub> <sup>2-</sup> , мг/л	100,0	30,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	Гидрокарбонат ион HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л	1000,0	250,0	439,0	244,0	250,10	256,0	586,0
8	Свободная щелочность, ммоль/л	н/д*	0,50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	Общая щелочность, ммоль/л	н/д*	5,10	7,20	4,0	4,10	4,20	9,60
10	Карбонатная жесткость, ммоль/л	н/д*	4,60	7,20	4,0	4,10	4,20	9,60
11	Пенистость	н/д*	отрицательная					
12	Запах	н/д*	Естественный, слабый при нагреве.					
13	Водородный показатель, pH	н/д*	7,80	7,50	7,90	8,0	7,70	7,60

Примечание: \* - нет данных

Для проведения исследования пробы воды были взяты согласно установленным нормам и правилам [2] во временной промежуток от 20.11.2013 до 1.03.2015 по сезонам года, а именно:

1. Осень – 20.11.2013 г;
2. Зима – 21.02.2014 г;
3. Весна – 12.05.2014 г;
4. Лето – 13.07.2014 г;
5. Осень – 22.10.2014 г;
6. Зима – 1.03.2015 г.

Лабораторно-аналитическое изучение образцов производилось с помощью специализированной полевой лаборатории «НКВ». Иссле-

дования производились в соответствии с предписаниями проведения опытов, предложенных в пособии по работе с полевой лабораторией «НКВ» [3]. Основными методами среди них являлись титриметрический и визуальный колориметрический анализ [4, 5].

В целом, согласно полученным данным, можно отметить, что разовые пробы, отобранные в период с 20.11.2013 по 1.03.2015, демонстрируют изменение количественного содержания растворенных в воде веществ, что, видимо, связано с вариациями внешних условий среды и динамикой активности антропогенного влияния. Превышение ПДК в образцах не установлено, хотя по отдельным параметрам отмечены предельные значения.

При сравнении показателей в динамике можно отметить отсутствие тяжелых металлов во всех образцах, что связано с отсутствием предприятий цветной металлургии на территории бассейна реки. Также наблюдается отсутствие карбонат-ионов ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), практически во всех пробах, за исключением осенней пробы 2013 года (вероятнее всего это связано с единичными случаями выбросов отходов строительной отрасли в непосредственной близости от русла). Изменение содержания гидрокарбонатов ( $\text{HCO}_3^-$ ) свидетельствует о естественном процессе образования этих соединений в процессе дыхания речных организмов. Наибольшее содержание отмечается в зимних пробах (439,0 мг/л в 2014 г и 586,0 мг/л в 2015 г.), по всей видимости обусловлено затруднением выхода  $\text{CO}_2$  через пласты льда. В периоды открытой воды уровень содержания относительно постоянен (около 250,0 мг/л).

Относительная постоянность уровня содержания железа ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ) (0,1-0,3 мг/л) в образцах объясняется природными особенностями региона. Отсутствие пенистости – показатель чистоты проб от поверхностно активных веществ. Естественный, слабый запах при нагреве, также является показателем незагрязненности и незастойности водоема. Уровень кислотности (рН) слабощелочной, близкий к нейтральному.

Расположенные выше по течению, от места взятия проб, населенные пункты и сельскохозяйственные угодья определенно оказывают влияние на качество воды. Так, можно отметить, изменение количественного состава азотных соединений на всем протяжении исследования. Наибольшая концентрация соединений азота ( $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_3^+$ ) отмечается в осенней пробе 2013 года (нитриты ( $\text{NO}_2^-$ ) 0,10 мг/л, нитраты ( $\text{NO}_3^-$ ) 5,0 мг/л, аммоний ( $\text{NH}_3^+$ ) 1,0 мг/л). В дальнейших пробах отмечается относительное постоянство растворенных соединений азота (нитриты ( $\text{NO}_2^-$ ) 0,020 мг/л, нитраты ( $\text{NO}_3^-$ ) 1,0 мг/л, аммоний ( $\text{NH}_3^+$ )

1,0 мг/л). Наиболее вероятным объяснением этому можно считать наступление эпохи стабильности в сельском хозяйстве, а также жизни населения данной территории в целом.

Таким образом, анализируя качество вод р. Ушайка сделать вывод, что самые высокие показатели загрязнения по большому числу параметров отмечены в осенней пробе 2013 г., а в дальнейших пробах отмечается относительная стабильность в уровне растворенных веществ. В целом можно отметить, что ПДК ни в одном из образцов не превышен, хотя и достигаются максимальные значения по железу ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ) и аммоний ( $\text{NH}_3^+$ ).

### **Литература**

1. Савичев О.Г. Водные ресурсы Томской области. – Томск: издательство ТПУ, 2010. – 247 с.
2. Резников А.А., Муликовская Е.П., Соколов И.Ю. Методы анализа природных вод. Изд. 3-е. М., издательство «Недра», 1970, – 488 с.
3. Муравьев А.Г. Руководство по анализу воды. Питьевая и природная вода, почвенные вытяжки. – Санкт-Петербург : издательство «Крисмас+», 2012. – 264 с.
4. Алексеев В. Н., Количественный анализ, 4 изд., М., 1972. – 254 с.
5. Муравьев А.Г. Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами. 3-е изд., доп. и перераб. – Санкт-Петербург : издательство «Крисмас+», 2004. – 248 с.

УДК 911.2  
ГРНТИ 39.19

## **ВОЗМОЖНОСТИ РАЗВИТИЯ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА КОЖЕВНИКОВСКОГО РАЙОНА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ**

### **OPPORTUNITIES OF DEVELOPMENT OF TOURIST RECREATIONAL POTENTIAL KOZHEVNIKOVO AREA OF TOMSK REGION**

*Александр Николаевич Симкин*

Научный руководитель: В. В. Севастьянов, доктор геогр. наук, профессор

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* туризм, рекреация, памятник природы, припоселковый кедровник, экологическая тропа, особо охраняемая природная территория (ООПТ).

*Key words:* tourism, a recreation, a nature sanctuary, near settlement cedars, the ecological track, especially protected natural territory.

*Аннотация.* При изучении рекреационных возможностей территории целесообразно рассмотреть местные климатические особенности, рельеф, гидрографическую сеть, почвы, животный и растительный мир, а также готовность инфра-

структуры района для проживания и отдыха туристов. Так же рассматриваются возможности развития сельского туризма. Наличие особо охраняемых природных территорий способствует развитию экологического туризма. Кожевниковский район области является самым южным с развитой дорожной сетью, с большим количеством интересных объектов по сравнению с другими районами Томской области. Следовательно, этот район имеет большой рекреационный потенциал.

Развитие туризма в любом регионе мира определяется, прежде всего, его географическим положением, наличием тех или иных условий и ресурсов, а также развитием туристской инфраструктуры.

Кожевниковский район является самым южным районом Томской области. Численность населения на 01.01.2015 г. составила 20510 человек, количество населённых пунктов – 38, объединённых в 8 сельских поселений [1].

Как административно-территориальная единица, Кожевниковский район был образован в 1930 г. В составе Новосибирской области, а после создания Томской области в 1944 г., он вошёл в её состав.

Почти вся его территория располагается на левобережье р. Оби и только незначительная часть лежит на её правом берегу. По величине (3907,5 кв. км) этот район относительно небольшой (1,2% от общей площади области), но по рекреационному значению занимает заметное место в области благодаря его южному расположению и природным условиям.

Климат района умеренно-континентальный, характеризуется умеренно-тёплым летом и умеренно-суровой снежной зимой [2, с. 11-12]. Средняя температура воздуха в июле +22 °С, в январе – -19 °С; максимальная – +39 °С, минимальная – -51 °С. Осадков за год выпадает до 400 мм. Продолжительность безморозного периода составляет 95-127 дней. Период с температурой воздуха выше 10 °С продолжается 110-115 дней. За это время сумма температур выше 10 °С составляет 1763 °С, и сумма осадков – меньше 200 мм. Продолжительность устойчивого снежного покрова составляет 175 дней.

Важное значение для развития рекреации имеет температурный режим рек. Зимой температура воды в реках держится около 0 °С, летом нагревание доходит до 18-21 °С (в июле). Среднегодовые месячные температуры воды в Оби теплее воздуха. Это объясняется тем, что Обь несёт в Томскую область воды, нагретые в Алтайском крае. Озёра в районах многочисленны, но небольшие. Имеются десятки сельскохозяйственных прудов, которые устраиваются на речках и реке в логах с ключами. Размер прудов обычно не превышает 2-5 га, а глубина от 2 до 6 м.

В данном районе преобладают тёмно-серые, серые лесные суглинистые и глинистые почвы в сочетании с черноземами, а в пойме Оби – дерновые и дерново-глеевые почвы. Местами развиты и болотные почвы.

Большие площади заняты осиновыми, берёзовыми, кедровыми, кедрово-еловыми и кедрово-пихтовыми лесами. В пойме Оби широко распространены мятликовые, овсяницевые и злаковые полидоминантные луга. Болот в районе немного.

Описываемая территория представляет собой уникальный природный и культурно-исторический комплекс. Здесь сформировалась система особо охраняемых природных территорий (ООПТ), которые предназначены для сохранения типичных и уникальных природных ландшафтов, разнообразия животного и растительного мира, охраны объектов природного и культурного наследия. В пределах района выявлено 7 памятников природы областного значения, 73 редких для области видов растений, 7 видов растений, занесённых в Красную книгу РФ, места обитания редких видов животных и гнездования птиц, припоселковые кедровники.

Геологический памятник природы – Киреевский Яр, имеет в основном научно-познавательное значение [3, с. 21]. Ботанические (в основном это припоселковые кедровники и лесопарки) – выполняют рекреационную и оздоровительную функции. Такую же роль играет и двухкилометровая зелёная зона вокруг с. Кожевниково.

Известно, что именно в Кожевниковском районе решением Томского облисполкома в 1960 г. был образован первый заказник Томской области – Таганский, с целью сохранения и увеличения численности выхухоли, поголовья лося и других охотничье-промысловых животных [4, с. 33]. В 1988 г. его территория вошла в состав заказника федерального значения «Томский», расположенного на междуречье Оби и Томи, созданного с целью сохранения и восстановления ценных в хозяйственном, научном и культурном отношении видов животных: лося, косули, соболя, горностая, колонка, хоря, глухаря, тетерева и др.

В этом районе области находятся богатейшие массивы островных и припоселковых кедровников южной тайги, в том числе – крупнейший в южной части Западной Сибири – Базойский массив [2, с. 25]. Припоселковые кедровники выполняют водоохранную, почвозащитную, средорегулирующую, санитарно-гигиеническую и рекреационную функции. Примерно раз в 4-7 лет кедровники дают большие урожаи до 500-650 кг/га.

Одним из видов рекреации на данной территории являются охота и рыбалка. Кожевниковский район богат промысловыми видами зверей

и птиц. Здесь ведётся охота на пушных зверей: белку, соболя, зайца, лисицу и др. Весной и осенью охотятся на уток и других водоплавающих, в осенне-зимний период – на рябчика, тетерева и глухаря. В водоёмах водятся лещ, карась, щука, окунь, чебак, елец, стерлядь, нельма, сырок, муксун, язь, сазан, налим, пескарь, карп, линь. В районе действуют несколько охотничьих хозяйств.

В этом районе имеются и социально-культурные объекты, которые могут быть использованы при составлении туристских программ. Среди них несколько объектов (Краеведческий музей в с. Кожевниково, Комната старинных вещей – сёла Зайцево и Уртам, Комната краеведения – сёла Вороново и Еловка, музей «Прометей» – с. Ювала), а так же дома культуры, библиотеки, детские музыкальные школы, различные творческие коллективы. В районе существуют несколько памятников, посвящённых войнам, погибшим в Великую Отечественную войну, парки культуры и отдыха. В Кожевниковском районе сохранились места поселения обских татар, много старинных изб и построек, которые также являются объектами экскурсионного показа. Среди них интересно 4-этажное деревянное здание, построенное в 1905 г. в с. Вороново. Это была паровая мельница купца Тарасова, оборудование которой до сих пор находится в рабочем состоянии. Этому зданию должен быть присвоен статус архитектурно-исторического памятника, а внутри устроен музей.

Как объекты экскурсионного показа познавательной и профориентационной направленности могут быть использованы фермерские хозяйства и заводы, расположенные в районе. Кроме того, огромный интерес представляют и различные культовые сооружения.

Сочетание природных и социокультурных условий позволяет считать территорию Кожевниковского района привлекательной для рекреации. Он выгодно отличается от большинства районов Томской области наличием развитой сети автодорог с твёрдым покрытием. Через Кожевниково и с. Базой проходит автомобильная дорога, соединяющая Кожевниковский район (а также с. Мельниково и г. Томск) с Новосибирском. Также динамично развиваются средства связи, внедряются современные цифровые системы коммуникации и передачи информации. Взамен воздушных магистральных линий связи проложены волоконно-оптические.

Однако малое наличие либо полное отсутствие на этих территориях, особенно в сельской местности, обслуживающей туристской инфраструктуры (гостиниц, ресторанов, баров, оборудованных пляжей, автосервиса и прочего) делает невозможным развитие здесь организованного туризма. Но перспектива отдельных его видов здесь есть. На-

пример, экологического, приключенческого, а также сельского. В последние годы всё большую популярность за рубежом завоевывает, так называемый, сельский туризм. Уставшие от урбанизации клиенты с удовольствием выбирают недорогие туры в провинцию, где они могут почувствовать себя жителями деревни. Сельская среда рассматривается как место доступного отдыха, восстановления сил, психологического расслабления городских жителей. Но для развития данного вида туризма необходимо учесть потребности потенциальных отдыхающих: транспортную доступность, доброжелательность местного населения, возможность снятия недорогого жилья, организацию питания, представление услуг для рыбалки, охоты, сбора ягод и грибов, организацию русской бани, конных прогулок, мест кострищ, необходимых для приготовления шашлыка, ухи и пр. Всё это даст возможность почувствовать колорит местности и её населения.

В Кожевниковском районе частично существуют условия для развития сельского туризма. Но для качественного обслуживания туристов необходимо провести следующие мероприятия. Во-первых, следует создать на территории района предприятия туристской инфраструктуры. Предприятия размещения в виде малых гостиниц, а также предусмотреть возможность расселения туристов в сельские дома жителей. Предприятия питания: кафе-рестораны в крупных селениях, придорожные кафе-закусочные, кафе с домашней выпечкой, домашней кухней и горячим хлебом, а также кафе с национальными кухнями. Во-вторых, следует создать сеть торговых точек в местах организованного туризма, торгующих местными товарами и сувенирами. Но самое главное – это создание районного туристического предприятия, которое бы занималось анализом и рекламой собственных ресурсов, разработкой туристских маршрутов с различными видами услуг, развитием перспективных видов туризма, налаживанием связей с областными и городскими туристскими организациями, привлечением инвесторов. Районной и областной администрации следует всячески поддерживать и поощрять предпринимателей в этой области, т.к. развитие туризма выгодно в первую очередь самим районам, в связи с тем, что увеличивается бюджет района от налоговых отчислений туристических предприятий, создаются новые рабочие места, улучшается занятость местного населения, развиваются народные промыслы и т.д.

Сельский туристский продукт малозатратен и конкурентоспособен [2, с. 41]. Однако сельским жителям, желающим заняться поистине прибыльным делом, необходимо поверить в собственные силы и возможности. Приложить усилия и вложить минимальные средства в ор-

ганизацию мест отдыха горожан. Сочетание важных экологических и социальных условий села и деревни делает привлекательным местом отдыха горожан, а также может привлечь и иностранных туристов.

Помимо развития сельского туризма, в этом районе имеются возможности развития экологического. Экологический туризм – это вид туристской деятельности, реализующий интерес людей к природе и потребность пребывания в ней с целью отдыха, наблюдения и познания, поэтому сфера интереса этих туристов является окружающей природная среда [5]. Экотуризм можно определить как разновидность природного туризма, объединяющего людей путешествующих с научными и познавательными целями. Часто экотуристов привлекают достопримечательности неживой природы, геоморфологические, гидрологические и другие объекты.

Главные принципы экотуризма – осознанное путешествие на природе, сохранение целостности экосистемы, культурно-исторического наследия, соблюдение интересов местного населения.

Популярными видами деятельности экотуристов являются пешие походы, наблюдение за птицами, кино- и фотосъемка, проживание в палаточных городках, рыбалка, ботанические экскурсии, археологический и палеонтологический туризм и др.

Экологический туризм развивается преимущественно на охраняемых природных территориях. Чаще всего туристов привлекают уникальные ландшафты в целом.

Одними из территорий, где может развиваться экотуризм, считаются особо охраняемые природные территории, в частности, заказники и памятники природы. Здесь возможны пешие походы, рыбалка, сбор ягод и грибов, а также просто отдых на природе. К тому же на некоторых участках могут быть организованы площадки для наблюдения за охраняемыми животными, если заказник зоологический, и смотровые точки с наиболее живописных мест в ботанических и комплексных заказниках. Людей, чаще всего, привлекает не научная ценность памятника, а его аттрактивность, эстетическая привлекательность. Именно эту особенность используют как определяющую для развития экологического туризма.

В Кожевниковском районе подходящими для экотуризма являются такие объекты как Киреевский Яр, Уртамский Яр и фрагмент степи у с. Уртам, Вороновский Яр и фрагмент степи у с. Вороново, Ювалинский припоселковый кедровник, Базойский кедрово-болотный комплекс [3, с. 36].

Экотуризм в Томской области уже оформился как направление, но только существует он в неорганизованных формах [5]. Именно неор-

ганизованный, стихийный туризм наносит огромный вред природе. Поэтому необходимо развитие экотуризма с помощью экологических и других специализированных организаций, имеющих особые методы работы, а также инвентарь и подготовку.

Таким образом, рассматриваемый район области является перспективным для развития рекреации, имеет широкие возможности для развития внутреннего туризма. Развитие экологического туризма поможет сохранить природную красоту уникальных территорий района и области в целом. На территории Томской области экологический туризм может стать одной из отраслей специализации, представляя конкурентоспособную альтернативу разрушающей природу хозяйственной деятельности. К тому же экологический туризм может приносить существенный доход в государственный и областной бюджет.

### **Литература**

1. Официальный сайт Администрации Кожевниковского района [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kog.tomskinvest.ru> (дата обращения: 5.03.2015).
2. Зарубина Е. П. Природный рекреационный потенциал Томской области. – Томск: Издательство ТГУ, 2010. – 63 с.
3. Атлас памятников природы Томской области / Составители: Антошкина О. А., Григорьева А. А., Набоких А. Ю., Суханова И. В. Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области, ОГБУ «Облкомприрода». – Томск: Издательство «Оптимум», 2011. – 85 с.
4. Баздырев А. В., Нимирская С. А., Антошкина О. А., Сурнаев В. Н. Особо охраняемые природные территории Томской области. – Томск: ЭЦ Стриж. 2012. – 62 с.
5. Лыкова Е. С. Перспективы развития экотуризма в Томской области // Возможности развития краеведения и туризма Сибирского региона и сопредельных территорий. Материалы международной научно-практической конференции. (Томск, 6-9 октября 1999 г.). – Томск: Аграф-Пресс, 1999. – С. 112-114.

УДК 551.594  
ГРНТИ 37.21.23

## **ГРОЗЫ И КУРСКАЯ МАГНИТНАЯ АНОМАЛИЯ В РОССИИ**

### **THUNDERSTORMS AND KURSK MAGNETIC ANOMALY IN RUSSIA**

*Ольга Михайловна Толочко*

Научный руководитель: Т.В. Ершова, канд. физ.-мат. наук, доцент

*Томский государственный педагогический университет г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* гроза, термодинамические индексы, железорудная магнитная аномалия.

*Keywords:* thunderstorm, thermodynamic indices, magnetic anomaly.

*Аннотация.* В данной работе представлен анализ термодинамических индексов атмосферы при грозах в районе Курской железорудной магнитной аномалии за период 1999-2012 гг. В качестве контрольной выбрана станция Новосибирск, где отсутствует железорудное месторождение. В результате сравнения термодинамических индексов при грозах не выявлено статически значимых различий над территорией Курской магнитной аномалии и территорией Новосибирска.

На пространственную неоднородность грозовой активности, влияют такие факторы, как географическая широта места, высота места над уровнем моря, температура воздуха и характеристики влажности. К дополнительным факторам, влияющим на неоднородность грозовой активности, можно отнести магнитные аномалии земли. По исследованиям К.Ш. Хайруллина и др. [1] в районах магнитных аномалий и месторождений железа и полиметаллов отмечается повышенная грозовая активность по данным метеорологических станций.

Цель данного исследования – провести анализ числа дней с грозой и термодинамических условий над территорией Курской магнитной аномалии.

В качестве интенсивной магнитной аномалии можно привести Курскую магнитную аномалию, расположенную на территории Белгородской, Курской и Орловской областей. Для сравнения были взяты данные для Новосибирска из статьи [2]. Отметим, что в районе Новосибирска нет железорудных месторождений.

В качестве материала исследования были использованы данные о наличии гроз с метеорологической станции Курск, приведенные на сайте Отдела технологий спутникового мониторинга ИКИ РАН (Институт Космических Исследований) [3] и данные близлежащей станции аэрологического зондирования [4] за период с 1999 по 2012 г. В результате сравнения данных метеорологической и аэрологической станций было выявлено 55 случаев с грозами для 12 часов (Всемирного скоординированного времени). Для станции Белгород аэрологические данные отсутствовали. Поэтому для анализа были взяты совместные данные метеостанции и станции аэрологического зондирования только для Курска.

По ежедневным данным радиозондирования в стандартный сроки наблюдения в 12 часов Всемирного скоординированного времени (15 часов местного времени) рассчитываются термодинамические индексы.

В табл. 1 приведены термодинамические индексы для станции Курск и Новосибирск: SHOW (Showalter index),  $K_{\text{INX}}$  (K index), LIFT (Lifted index), SWEAT index, TOTL (Totals totals index), CAPE

(Convective Available Potential Energy), CINS (Convective Inhibition), EQLV (Equilibrium Level), LFCT (Level of Free Convection). Значения для Новосибирска были взяты из статьи Т.В.Ершовой и др. в [2].

Индексы SHOW, LIFT определяются по разности температур окружающей среды и поднимающейся воздушной частицы на уровне 500 гПа (5,5 км). Расчёт индексов TOTL и  $K_{INX}$  включает как характеристики температуры на высотах 1,5 км, 3 и 5,5 км, так и характеристики влажности. Индекс SWEAT является комплексным и объединяет характеристики влажности, температуры, а также характеристики ветра (скорость, направление и сдвиг ветра) на высотах 1,5 и 5,5 км (850 и 500 гПа соответственно). Конвективная потенциальная энергия (CAPE) рассчитывается суммированием в слое от уровня свободной конвекции (LFCT) до уровня равновесия (EL) только тех значений разности температур окружающей среды и поднимающейся частицы облака, которые больше 0°C. Энергия задерживающего слоя (CINS) рассчитывается суммированием от слоя перемешивания до уровня свободной конвекции, значений разности температур окружающей среды и частицы облака, которые меньше 0°C [3].

Таблица 1

**Статистические характеристики термодинамических индексов по данным аэрологических наблюдений для станции Курск и Новосибирск (Россия) за период с 1999 по 2012 гг.**

Термодинамические индексы	ст. Курск				ст. Новосибирск (по Т.В. Ершовой [2])			
	среднее	сигма	max	min	среднее	сигма	max	min
Showalter index	0,8	2,0	4,3	-4,2	0,6	3,0	12,4	-4,4
Lifted index	-1,1	2,2	2,6	-8,9	-2,3	3,2	8,5	-10
SWEAT index	166,8	58,7	356,2	77,6	179,0	83,0	366,0	39,0
K index	31,8	3,4	40,0	24,2	30,4	6,9	38,9	-0,3
Totals totals index	48,5	3,1	55,6	37,5	49,5	4,7	57,0	28,4
Convective Available Potential Energy	362,7	386,0	1500,0	0,0	365,0	567,0	1972,0	0,0
Convective Inhibition	-41,6	55,0	0,0	-264,9	нет данных	нет данных	нет данных	нет данных
Equilibrium Level	381,2	155,8	608,9	0,0	308,0	102,0	702,0	207,0
Level of Free Convection	789,2	72,2	927,5	595,8	819,0	66,0	929,0	694,0

Сравним значения термодинамических индексов при грозах для станций Курск и Новосибирск (табл. 1):

- Индекс TOTL ст. Новосибирск в среднем на 1 °С превышает этот же индекс на ст. Курск.

- Разницы между комплексным индексом SWEAT на станциях составляет 12,2 °С, при этом индекс превосходит на станции Новосибирск.

- На ст. Курск K index равен (31,8 °С), что на 1,4 °С превышает этот же индекс на ст. Новосибирск.

- Средние значения конвективной потенциальной энергии ст. Курск (362,7 Дж/кг) немного выше значения ст. Новосибирск (635,0 Дж/кг).

- Кучево-дождевые облака, с которыми связаны грозы, для ст. Курск простираются от 1,9 до 7,5 км, а для ст. Новосибирск находится на высотах от 1,9 до 7,9 км.

В результате проведенного сравнения, можно сформулировать главный вывод, что выявленная разница между значениями термодинамических индексов для станций Курск и Новосибирск не является статистически значимой, т.к. значения не превышают среднеквадратических отклонений. В дальнейшем требуются проведения исследований над другими магнитными аномалиями Земного шара.

---

## Литература

1. Хайруллин, К.Ш., Яковлев Б.А. Антропогенные и мезоклиматические влияния на грозы и град / К.Ш. Хайруллин, Б.А. Яковлев Б.А. // IV Всесоюзный симпозиум по атмосферному электричеству ( Нальчик, 7-11 октября 1990): Тезисы докладов. – Нальчик, 1990. – С. 102–103.
2. Ершова, Т. В. Термодинамические параметры атмосферы при грозах и ливнях / Т.В. Ершова, В.П. Горбатенко, О.А. Клипова // Вестник Томского государственного педагогического университета (Tomsk State Pedagogical University Bulletin) . – 2012. – Выпуск 7 (122). – С. 9–14.
3. Сервер "Погода России" – Архив погоды. Отдел технологий спутникового мониторинга ИКИ РАН. URL: [http://meteo.infospace.ru/win/wcarch/html/r\\_index.sht](http://meteo.infospace.ru/win/wcarch/html/r_index.sht) (дата обращения 13.03.2015)
4. University of Wyoming. College of engineering. Department of atmospheric science. URL: <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html> (дата обращения 13.03.2015).

УДК 502/504:37.03  
ГРНТИ 87.01.45

## **ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И ВОСПИТАНИЕ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ**

### **ECO-GEOGRAPHICAL EDUCATION IN SECONDARY SCHOOLS**

*Алена Александровна Филатова*

Научный руководитель: Е.Ю. Петрова, канд. пед. наук, доцент

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* эколого-географическое образование и воспитание, география, экология, общеобразовательное учреждение.

*Keywords:* ecological and geographical education, geography, ecology, educational institution.

*Аннотация.* В данной статье рассмотрены проблемы эколого-географического образования и воспитания молодого поколения. Проанализированы характерные особенности внедрения экологии в школьную практику. Выявлена роль школьного предмета «География» в развитии эколого-географического образования. Описаны пути экологизации школьного географического образования.

Современное образование в новое время рассматривается как важный фактор изменения общества и его грамотности в экологическом познании.

Различные типы экологических знаний направлены как на организацию деятельности человека в использовании природы, так и на гармонизацию отношений между обществом и природой. В решении этих задач благоприятствует процесс экологизации во всех областях производства, науки, морали, права и образования. Становление экологии как науки и теоретическое ее осмысление в хозяйственной значимости определили развитие педагогического аспекта этих проблем, и в итоге формирование нового направления в педагогической теории и школьной практике.

Впоследствии обострения взаимоотношений общества и природы проблема актуальности экологического образования и воспитания находит отражение во всех известных науках и переносится на все школьные дисциплины. География в школе, содержит основные географические науки, но отличается от других учебных дисциплин общим подходом к изучению природы, общества и характера их взаимоотношений. География является одним из основных школьных предметов, объединяющих знания естественнонаучные и социально-экономические. Это все указывает на то, что география в школе обла-

дает значительным потенциалом для достижения целей экологического образования и воспитания. Отсюда следует, что актуальность проблем экологического образования и воспитания возрастает. Это может быть вызвано:

- необходимостью повышать экологическую культуру человека;
- необходимостью постоянно улучшать и сохранять условий жизни человека на Земле;
- необходимостью решать актуальные на сегодняшний день проблемы, связанные с меньшим жизненным пространством, приходящегося на одного человека;
- необходимостью сохранять и восстанавливать, рационально использовать и восполнять природных богатств;
- недостаточной практической деятельности у человека при участии в природоохранной деятельности.

Одним из необходимых условий в эффективном принятии решений и их осуществлении, направленных на рациональное использование природы и предотвращение кризиса в экологических ситуации – является масштабное экологическое образование, которое направлено на формирование культуры, производственной деятельности и личного поведения. Вместе с теоретической и практической частях природопользования, эколого-географическое образование выступает как важный составляющий процесс, а именно гармонизации в системе человек-природа-общество [1].

В настоящее время нет сомнений в важности обучения и воспитания молодого поколения в бережном отношении к среде обитания. Но на сегодняшний день среди исследователей нет однозначного подхода как к трактовке термина «эколого-географическое образование», так и к стратегии его развития [2].

Специалисты в области эколого-географического образования определяют его как особую образовательную область, включающую в себя специальные интегрированные курсы экологии, содержательные модули экологического характера всех линейных дисциплин общеобразовательных учреждений разных рангов, внеклассную и внешкольную натуралистическую работу, а также самообразовательную деятельность учащихся [3].

В начале 90-х гг., в период реформ общеобразовательных школ, в учебные планы был включен предмет «экология». Практика в обучении этому предмету строилась без опоры на теорию и без каких-либо методических разработок. В результате появление этой дисциплины в школьном учебно-воспитательном процессе, не изменило общее состояние школьников в экологическом обучении и воспитании, не вос-

полнило недостаток в других предметах и, главное не повлияло на формирование у школьников убеждений в необходимости бережного отношения к окружающей среде и, экологический аспект обучения перешел лишь в теоретическую часть школьных предметов естественно-научного цикла [3].

Отсюда следует, что одной из основных идей содержания экологической составляющей географического образования является идея уникальности Земли, как единственной планеты, из известных в Солнечной системы, на которой присутствует жизнь. Ошибочным является суждение о том, что существование жизни – это само собой разумеющееся положение, не связанное с космической природой.

Направление географического образования на усиление его экологической части определяет изменение следующих параметров:

- воплощение практического подхода в школьном экологическом образовании;

- повторение в предмете школьной географии национальных традиций рационально использовать природные ресурсы;

- воспитание самостоятельности у школьников в работе по изучению проблем в организации и последующей взаимопомощи общества и природы;

- усовершенствование методологии эколого-географического образования и воспитания в общеобразовательных учреждениях, заключающихся в общем изучении природных систем; в проведении наглядных тематических мероприятий; в рассмотрении пространственно-временных характеристик взаимодействия природы и общества [2].

---

## Литература

1. Быховский, А. В. Экологическое образование : Проблемы и процесс современного развития / А. В. Быховский. – М. : 1996. – 129 с.
2. Васильев, С. В. Экологическое образование школьников при участии географии / С. В. Васильев. Моногеография. – СПб. : Изд-во РГПУ им. А.И Герцена, 2003. – 91 с.
3. Винокурова, Н. Ф. Теория и методика изучения глобальных экологических проблем на основе геоэкологического подхода в школьной географии / Н. Ф. Винокурова. – М. : 2000. – 41 с.

# ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

---

УДК 539.12  
ГРНТИ 29.15.35

## ВЕРОЯТНОСТЬ ЗАХВАТА ПОЗИТРОНОВ В РЕЖИМЕ ПЛОСКОСТНОГО КАНАЛИРОВАНИЯ

## THE PROBABILITY OF CAPTURE POSITRONS IN THE PLANAR CHANNELING REGIME

*Екатерина Сергеевна Васинцева*

Научный руководитель: Ю. П. Кунашенко, д.ф.м.н., проф.

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* эффект каналирования захват позитронов в режиме плоскостного каналирования.

*Key words:* channeling effect of capture positrons in the planar channeling regime.

*Аннотация.* В представленной работе рассматривается захват позитронов в режиме плоскостного каналирования.

### Введение

Взаимодействие заряженных частиц с ориентированными кристаллами отличается от взаимодействия с аморфными мишенями. Так, например, заряженные частицы, движущиеся вдоль плоскостей или осей кристалла, взаимодействуют с атомными плоскостями или рядами, а не с отдельными атомами. В этом случае быстрая заряженная частица претерпевает ряд столкновений с атомами при практически одинаковых прицельных параметрах. В этом случае говорят, что индивидуальные столкновения становятся коррелированными. Такие частицы называют каналированными, а подобный режим движения называют каналированием заряженных частиц в кристаллах.

Основная идея, упрощающая теоретический анализ эффекта каналирования, состоит в замене истинного потенциала атомов кристалла потенциалом, усредненным по координатам атомов вдоль направления кристаллографической оси или плоскости, что соответствует режимам так называемого, осевого или плоскостного каналирования.

$$U(r) = \frac{1}{d} \int_{-\infty}^{+\infty} V(R = \sqrt{z^2 + r^2}) dz, \quad (1)$$

где  $V(R)$  — атомный потенциал и  $d$  — расстояние между атомами в цепочке.

Если заряженная частица влетает в кристалл под углом к плоскости (оси) меньше критического угла Линдхарда [1], то она захватывается в связанные с непрерывным потенциалом состояния и уровни поперечной энергии квантуются. В современной литературе явления каналирования заряженных частиц и сопровождающих процессов широко описаны [1-11].

В представленной работе рассматривается захват позитронов в режиме плоскостного каналирования.

### Вероятность захвата позитронов в режим

Уравнение типа Шредингера для заряженной частицы, движущейся в режиме плоскостного каналирования в кристалле:

$$-\frac{\hbar^2}{2\gamma m} \frac{d^2 \psi_n}{dx^2} + U(x) \psi_n = E_n, \quad (2)$$

где  $\gamma$  — релятивистский фактор.

Потенциальную энергию позитрона движущегося в кристалле между двумя плоскостями (в режиме плоскостного каналирования) с хорошей точностью можно аппроксимировать.

$$U = \frac{U_0 x^2}{4d^2}.$$

Решение уравнения Шредингера с таким потенциалом хорошо известно [11,12]:

$$\psi_n(x) = \frac{1}{\sqrt{n! 2^n \sqrt{\xi}}} H_n(y) e^{-y^2/2}, \quad (3)$$

где  $y = x\xi$ ,  $\xi = \sqrt{\frac{m\omega}{\hbar}}$ ,  $\omega = (\frac{2U_0}{m\gamma})^{1/2}$ ,  $H_n$ -полином Эрмита.

Волновая функция свободного позитрона есть плоская волна:

$$\psi_0 = \frac{1}{\sqrt{d}} e^{ipx/\hbar}, \quad (4)$$

функция нормирована на  $\frac{1}{\sqrt{d}}$  в соответствии с симметрией кристалла, где  $d$  — расстояние между плоскостями кристалла.

Вероятность захвата позитрона в режиме каналирования определяется формулой [11]:

$$P_i = \frac{1}{d_p} \left| \int_{-\frac{d_p}{2}}^{\frac{d_p}{2}} \psi_0(x) \psi_i(x) dx \right|^2.$$

Подставив волновую функцию (2), (3) в формулу для вероятности захвата в режиме каналирования получим:

$$P_n = \frac{1}{\sqrt{d}} \left| \int_{-\frac{d}{2}}^{\frac{d}{2}} C_n H_n(x\xi) e^{-x^2\xi^2/2} e^{ipx/\hbar} dx \right|^2, \quad (5)$$

где  $C_n = \frac{1}{\sqrt{n!2^n\sqrt{\xi}}}$ .

Так как волновая функция связанная состояниями быстро затухает в классически недоступной области, то интегрирование в формуле (5) может распространиться до бесконечности.

Поперечный импульс (проекция импульса позитрона на направление перпендикулярное осям кристалла) равен  $p_x = p \cdot \sin\theta \approx p \cdot \theta$  – где  $p$  – полный импульс позитронов,  $\theta$  – угол влета позитрона относительно плоскости.

Вычисления вероятности захвата по формуле (5) даст следующие результаты:

$$P_0 = \frac{1}{\sqrt{d}} \left| \int_{-\infty}^{\infty} C_0 H_0(x\xi) e^{-x^2\xi^2/2} e^{ip\theta x/\hbar} dx \right|^2 = \frac{2e^{-\frac{p^2\theta^2}{\xi\hbar^2}\sqrt{\pi}}}{\sqrt{d^2}};$$

$$P_1 = \frac{1}{\sqrt{d}} \left| \int_{-\infty}^{\infty} C_1 H_1(x\xi) e^{-x^2\xi^2/2} e^{ip\theta x/\hbar} dx \right|^2 = \frac{4e^{-\frac{p^2\theta^2}{\xi\hbar^2}p^2\sqrt{\pi}\theta^2}}{\sqrt{d^2 \xi \hbar^2}};$$

$$P_2 = \frac{1}{\sqrt{d}} \left| \int_{-\infty}^{\infty} C_2 H_2(x\xi) e^{-x^2\xi^2/2} e^{ip\theta x/\hbar} dx \right|^2 = \frac{e^{-\frac{p^2\theta^2}{\xi\hbar^2}\sqrt{\pi}} \left( -\frac{2p^2\theta^2}{\xi} + \hbar^2 \right)^2}{\sqrt{d^2 \hbar^4}};$$

$$P_3 = \frac{1}{\sqrt{d}} \left| \int_{-\infty}^{\infty} C_3 H_3(x\xi) e^{-x^2\xi^2/2} e^{ip\theta x/\hbar} dx \right|^2 = \frac{2\sqrt{d^2} e^{-\frac{p^2\theta^2}{\xi\hbar^2}\sqrt{\pi}} \left( \frac{2p^3\theta^3}{\xi^{3/2}} - \frac{3p\theta\xi\hbar^2}{\sqrt{\xi}} \right)^2}{3d^2 \hbar^6};$$

$$P_4 = \frac{1}{\sqrt{d}} \left| \int_{-\infty}^{\infty} C_4 H_4(x\xi) e^{-x^2\xi^2/2} e^{ip\theta x/\hbar} dx \right|^2 = \frac{e^{-\frac{p^2\theta^2}{\xi\hbar^2}\sqrt{\pi}} \left( \frac{4p^4\theta^4}{\xi^2} - \frac{1}{\xi} 12p^2\theta^2\hbar^2 + 3\hbar^4 \right)^2}{12\sqrt{d^2} \hbar^8};$$

$$P_5 = \frac{1}{\sqrt{d}} \left| \int_{-\infty}^{\infty} C_5 H_5(x\xi) e^{-x^2\xi^2/2} e^{ip\theta x/\hbar} dx \right|^2 = \frac{\sqrt{d^2} e^{-\frac{p^2\theta^2}{\xi\hbar^2}\sqrt{\pi}} \left( \frac{4p^5\theta^5}{\xi^{5/2}} - \frac{20p^3\theta^3\hbar^2}{\xi^{3/2}} + \frac{15p\theta\hbar^4}{\sqrt{\xi}} \right)^2}{30d^2 \hbar^{10}}.$$

Как видно из полученных формул, вероятности захвата позитронов зависят от угла влета позитрона в кристалл  $\Theta$  относительно плоскости.

### Результаты расчетов

Используя формулы, полученные выше, были проведены численные расчеты и построены графики зависимости полной вероятности захвата (интеграл по углам влета) от релятивистского фактора позитронов и плотности вероятности, как функции угла влета позитрона относительно плоскости кристалла.

На (рис. 1) показана зависимость полной (проинтегрированной по углам влета позитрона) вероятности захвата от релятивистского фактора (позитронов), а на (рис. 2) число уровней поперечной энергии в зависимости от релятивистского фактора налетающей частиц (позитронов).

Из рисунков следует, что с появлением нового уровня поперечной энергии вероятность захвата скачком возрастает.

Рис. 1. Полная вероятность захвата зависимости от релятивистского фактора налетающих частиц (позитронов)

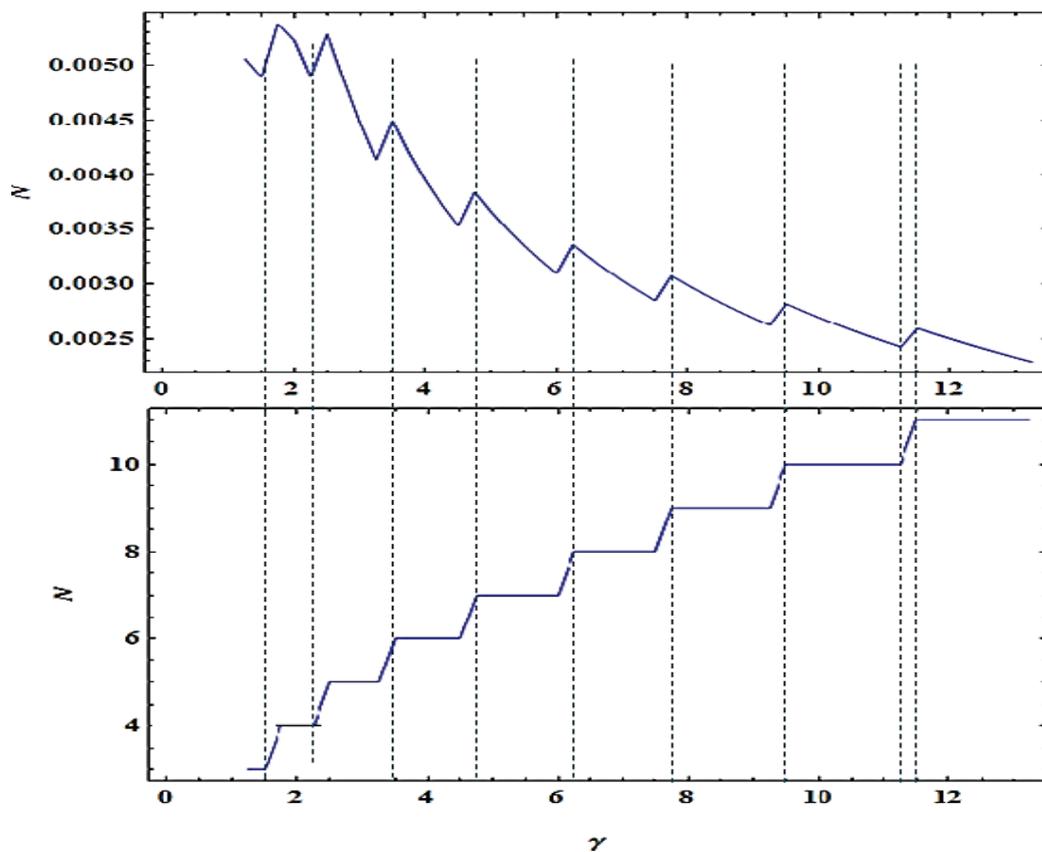


Рис. 2. Число уровней поперечной энергии в зависимости от релятивистского фактора налетающих частиц (позитронов)

На (рис. 3) изображена плотность вероятности захвата позитрона в режим каналирования на различные урени поперечной энергии а)  $n=0$ , б)  $n=2$ , в)  $n=5$ , в зависимости от угла влета при релятивистском факторе падающего позитрона  $\gamma=6$ .

Как видно из (рис. 3) вероятность захвата на различные уровни имеют максимум при различных углах влета. Число максимумов увеличивается с увеличением номера уровня энергии.

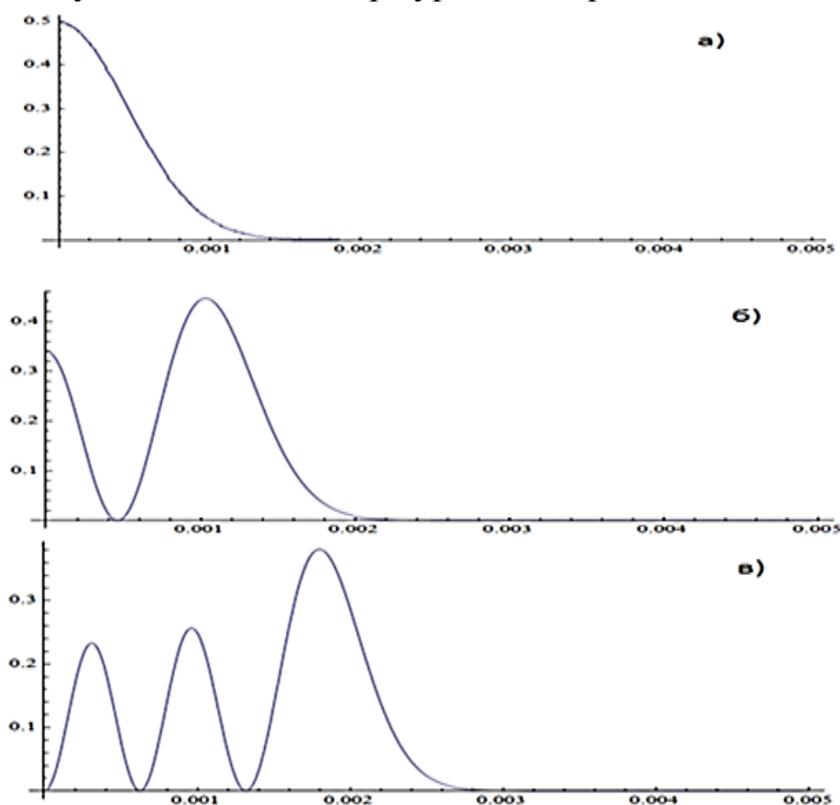


Рис. 3. Плотность вероятности захвата позитрона в режим каналирования на различные урени поперечной энергии а)  $n=0$ , б)  $n=2$ , в)  $n=5$ , в зависимости от угла влета при релятивистском факторе падающего позитрона  $\gamma=6$

На (рис.4) показана плотность вероятности (просуммированная по всем состояниям позитрона) в режиме каналирования в зависимости от угла падения. Можно заметить, что график плавно убывает и стремится к нулю с ростом угла влета.

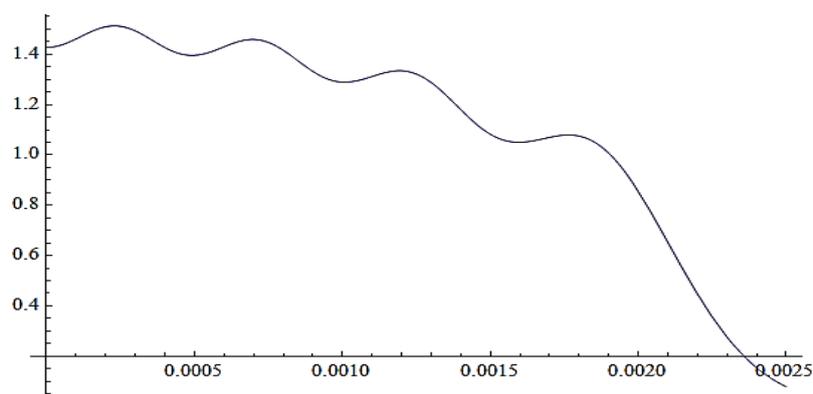


Рис. 4. Плотность вероятности захвата позитрона в режим каналирования в зависимости от угла падения при релятивистском факторе падающем позитроне  $\gamma=6$ .

### Заклучение

Проведение расчетов показали, что вероятность захвата позитронов в режиме каналирования проявляет квантовые особенности.

1) В зависимости от энергии позитронов число уровней поперечной энергии позитронов в кристалле возрастает.

2) При возникновении нового уровня, происходит резкий скачек вероятности захвата позитронов в режим каналирования (рис. 1).

3) Вероятность захвата зависит от угла влета позитронов в кристалл относительно кристаллографической плоскости (рис. 3 и рис. 4)

### Литература

1. Линдхард Й. Влияние кристаллической решетки на движение быстрых заряженных частиц // УФН. 1969. Т. 99. С. 249.
2. Gemmel D.S. Channeling and related effects in the motion of charged particles through crystal. // Rev. Mod. Phys. 1974. V.46. P. 129.
3. Кумахов М.А., Ширмер Г. Атомные столкновения в кристаллах. М.: Атомиздат. 1980. 192с.
4. Оцуки Е.-Х. Взаимодействие заряженных частиц с твердыми телами. М.: Мир, 1985. 350 с.
5. Калашников Н.П. Когерентные взаимодействия быстрых заряженных частиц в монокристаллах. М.: Атомиздат. 1981. 224 с.
6. Барышевский В.Г. Каналирование, реакции и излучение при высоких энергиях в кристаллах. Минск: Изд-во Белорусского университета. 1982. 256 с.
7. Воробьев С.А. Каналирование электронных пучков. М.: Атомиздат. 1984. 96 с.
8. Kimball J.C., Cue N. Quantum electrodynamics and channeling in crystals. // Phys.Reports. 1985. V.125. No 2. P.69-101.
9. Кумахов М.А. Излучение каналированных частиц в кристаллах. М.: Энергоатомиздат, 1986. 96 С.
10. Tyuterev V. G. Quasi-stationary regime of electron-lattice relaxation of highly excited electrons in dielectrics // Tomsk State Pedagogical University Bulletin. 2006. Issue 6. P. 7–10 (in Russian).
11. Базылев В.А., Жеваго Н.К. Излучение быстрых частиц в веществе и во внешних полях. М.: Наука, 1987. 272 С.
12. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика - М.: Наука, 1989. 704 с.

## КВАЗИКЛАССИЧЕСКИ СОСРЕДОТОЧЕННЫЕ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ ФОККЕРА–ПЛАНКА

## SEMICLASSICALLY CONCENTRATED SOLUTIONS OF THE FOKKER-PLANCK EQUATION

*Дмитрий Андреевич Иванов*

*Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

Научный руководитель: А. Ю. Трифонов, д. ф.-м. н., профессор

*Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* уравнение Фоккера–Планка, система Эйнштейна–Эренфеста, интегро-дифференциальные уравнения.

*Keywords:* Fokker-Plank equation, Einstein-Ehrenfest system, integro-differential equation.

*Аннотация.* Для решений нелокального уравнения Фоккера–Планка, квазиклассически сосредоточенных в окрестности  $k$ -мерного многообразия, получена система Эйнштейна–Эренфеста. Показано, что выбором потенциалов, система интегро-дифференциальных уравнений (Эйнштейна–Эренфеста) сводится к системе обыкновенных дифференциальных уравнений.

Нелокальное уравнение Фоккера–Планка описывает эволюцию функции плотности вероятности координат и импульсов частиц в процессах, где важна стохастическая природа явления [1].

Запишем многомерное уравнение Фоккера–Планка с нелокальной нелинейностью и постоянным тензором диффузии:

$$D \frac{\partial u(\vec{x}, t)}{\partial t} = \left\langle D \frac{\partial}{\partial \vec{x}}, TD \frac{\partial}{\partial \vec{x}} \right\rangle + \left\langle D \frac{\partial}{\partial \vec{x}}, \left[ V_{\vec{x}}(\vec{x}, t) u(\vec{x}, t) + \lambda u(\vec{x}, t) \int_{R^n} W_{\vec{x}}(\vec{x}, \vec{y}, t) u(\vec{y}, t) d\vec{y} \right] \right\rangle \quad (1)$$

где  $T$  – некоторая постоянная матрица переноса;  $D$  – малый параметр;  $\langle \cdot, \cdot \rangle$  – скалярное произведение;  $\vec{x}, \vec{y} \in \mathbb{R}^n$ ,  $V_{\vec{x}}(\vec{x}, t)$ ,  $W_{\vec{x}}(\vec{x}, \vec{y}, t)$  – коэффициенты дрейфа, представляющие собой бесконечно гладкие функции, растущие при  $|\vec{x}|, |\vec{y}| \rightarrow \infty$  не быстрее, чем полином.

Вещественную функцию  $u(\vec{x}, t)$  будем называть квазиклассически сосредоточенной класса  $(k)$  на многообразии  $\Lambda_t^k$  [2]:

$$\Lambda_t^k = \{ \vec{X}(\tau, t) \mid \tau \in \Upsilon \subset R^k, t \in [0, T], T > 0 \},$$

если для нее существуют обобщенные пределы

$$\lim_{D \rightarrow 0} u(\vec{x}, t) = \int_{\Upsilon} \delta(\vec{x} - \vec{X}(\tau, t)) \rho(\tau) d\tau.$$

Здесь  $\tau = (\tau_1, \dots, \tau_k)$  – параметры многообразия  $\Lambda_t^k$ ,  $\rho(\tau) d\tau$  – мера на  $\Lambda_t^k$ ,  $\int_{\Upsilon} \rho(\tau) d\tau = 1$ .

Если функция  $u(\vec{x}, t)$  является квазиклассически сосредоточенным решением уравнения (1), то  $\vec{X}(\tau, t)$  удовлетворяет уравнению [2]:

$$\frac{d\vec{X}(\tau, t)}{dt} = -V_{\vec{x}}(\vec{X}(\tau, t), t) - \lambda \int_{\Upsilon} W_{\vec{x}}(\vec{X}(\tau, t), \vec{X}(s, t), t) \rho(s) ds. \quad (2)$$

Система уравнений (2) называется системой Эйнштейна–Эренфеста  $k$ -го порядка. Особый интерес представляют собой случай симметричной функции  $W(\vec{x}, \vec{y})$  и квадратичного потенциала  $V(\vec{x})$ :

$$W(\vec{x}, \vec{y}) = W(\vec{y}, \vec{x}) = W(\vec{x} - \vec{y}), \quad V(\vec{x}) = \langle \vec{x}, A\vec{x} \rangle + \langle \vec{b}, \vec{x} \rangle + C, \quad (3)$$

где  $A$ ,  $\vec{b}$  и  $C$  не зависят от  $\vec{x}$ . Если условие (3) выполнено, то решение можно искать в виде

$$\vec{X}(\tau, t) = \int_{\Upsilon} \delta\vec{x}(\tau, s, t) \rho(s) ds + \vec{X}_c(t),$$

где введены обозначения:

$$\vec{X}_c(t) = \int_{\Upsilon} \vec{X}(\tau, t) \rho(\tau) d\tau, \quad \delta\vec{x}(\tau, s, t) = \vec{X}(\tau, t) - \vec{X}(s, t) \quad (4)$$

Совершим в (2) тождественные преобразования с учетом (4):

$$\int_{\Upsilon} \rho(s) \left[ \frac{d\delta\vec{x}(\tau, s, t)}{dt} + V_{\vec{x}}(\delta\vec{x}) + \lambda W_{\vec{x}}(\delta\vec{x}) \right] ds + \frac{d\vec{X}_c}{dt} + V_{\vec{x}}(\vec{X}(\tau, t)) - \int_{\Upsilon} \rho(s) V_{\vec{x}}(\vec{X}(\tau, t) - \vec{X}(s, t)) ds$$

Заметим, что имеет место тождество:

$$\begin{aligned} \int_{\Upsilon} \rho(s) V_{\vec{x}}(\vec{X}(\tau, t) - \vec{X}(s, t)) ds &= \int_{\Upsilon} \rho(s) (A\vec{X}(\tau, t) + \vec{b} - \vec{X}(s, t)) ds = \\ &= V_{\vec{x}}(\vec{X}(\tau, t)) - V_{\vec{x}}(\vec{X}_c(t)). \end{aligned}$$

С учетом предыдущей формулы, получим

$$\int_{\gamma} \rho(s) \left[ \frac{d\delta\vec{x}}{dt} + V_{\vec{x}}(\delta\vec{x}) + \lambda W_{\vec{x}}(\delta\vec{x}) \right] ds + \left[ \frac{d\vec{X}_c(t)}{dt} + V_{\vec{x}}(\vec{X}_c(t)) \right] = 0.$$

Последнее справедливо на решениях следующих уравнений:

$$\begin{cases} \frac{d\vec{X}_c}{dt} = -V_{\vec{x}}(\vec{X}_c), \\ \vec{X}_c(0) = \int_{\gamma} \rho(\tau) \vec{X}(\tau, 0) d\tau, \\ \frac{d\delta\vec{x}}{dt} = -V_{\vec{x}}(\delta\vec{x}) - \lambda W_{\vec{x}}(\delta\vec{x}), \\ \delta\vec{x}(\tau, s, 0) = \vec{X}(\tau, 0) - \vec{X}(s, 0). \end{cases} \quad (5)$$

Таким образом при выполнении условий (3) система (2) эквивалентна системе (5).

В качестве примера рассмотрим систему с

$$V(\vec{x}) = k \frac{\vec{x}}{2}, \quad W(\vec{x}, \vec{y}) = \exp\left(-\frac{(\vec{x} - \vec{y})^2}{2}\right) \text{ и начальным условием}$$

$\vec{X}(\tau, 0) = (\cos \tau, \sin \tau)$ . Будем изучать функцию

$r(\tau, s, t) = \delta x^2(\tau, s, t) + \delta y^2(\tau, s, t)$ . Как видно из (5), она удовлетворяет уравнению:

$$\begin{cases} \frac{dr}{dt} = -2kr + 2\lambda \exp\left(-\frac{r}{2}\right), \\ r(\tau, s, 0) = (\cos \tau - \cos s)^2 + (\sin \tau - \sin s)^2. \end{cases} \quad (6)$$

Система (6) допускает два стационарных решения:  $r_1 = 0, r_2 = -2 \ln \frac{k}{\lambda}$ .

Решение  $r_1$  устойчиво, если

$$\begin{cases} \frac{k}{\lambda} > 1 \text{ и } k > 0, \lambda > 0, \\ \frac{k}{\lambda} < 1 \text{ и } k > 0, \lambda < 0. \end{cases}$$

Решение  $r_2$  устойчиво, если

$$0 < \frac{k}{\lambda} < 1 \text{ и } k > 0, \lambda > 0.$$

Условия на устойчивость стационарных решений системы (6) совпадают с условиями для исходной системы. Это показано на графиках (рис. 1 и 2).

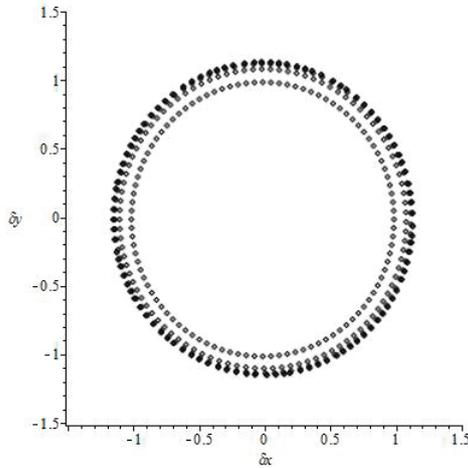


Рис. 1. Эволюция решения при  $k=1$  и  $\lambda=5$  с  $\Delta t=0.4$

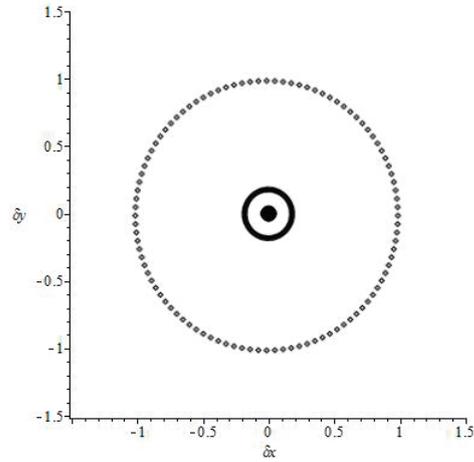


Рис. 2. Эволюция решения при  $k=5$  и  $\lambda=1$  с  $\Delta t=0.4$

Покажем, откуда следует условие  $k > 0$ . Будем решать (6), считая  $\lambda$  малым параметром, тогда решения можно искать в виде

$$r(t) = r^{(0)}(t) + \lambda r^{(1)}(t) + \dots$$

Подставляя это разложение в (6) и приравнивая члены при одинаковых степенях  $\lambda$ , получим следующие уравнения:

$$\begin{cases} \frac{dr^{(0)}}{dt} = -2kr^{(0)}, \\ \frac{dr^{(1)}}{dt} = -2kr^{(1)} + 2r^{(0)} \exp\left(-\frac{r^{(0)}}{2}\right), \\ \dots \end{cases}$$

Решив эту систему уравнений, можно приближенно получить решение системы (6). Ограничиваясь первым порядком по параметру  $\lambda$ , получим

$$r(\tau, s, t) \approx r(\tau, s, 0)e^{-2kt} + 2\lambda \frac{r^2(\tau, s, 0)}{k} e^{-2kt} \left[ \text{Ei}\left(-\frac{r(\tau, s, 0)}{k} e^{-2kt}\right) - \text{Ei}(1) \right], \quad (7)$$

где  $\text{Ei}(ax) = \int \frac{e^{ax}}{x} dx$  – интегральная экспонента. Из (7) видно, что для устойчивости решения необходимо условие  $k > 0$ .

Квазиклассически сосредоточенные решения уравнения Фоккера–Планка удовлетворяют системе интегро-дифференциальных уравнений (2) Эйнштейна–Эренфеста. Показано, что при выполнении условия (3) система интегро-дифференциальных уравнений (Эйнштейна–Эренфеста) эквивалентна системе обыкновенных дифференциальных уравнений (5).

### Литература

1. Frank T.D. *Nonlinear Fokker–Plank equations*. – Springer, Berlin, 2004. – P. 1-17.
2. Лямкин В.А., Резаев Р.О., Трифонов А.Ю., Шаповалов А.В. Система Эйнштейна–Эренфеста типа  $(k, 1)$  для нелинейного уравнения Фоккера–Планка // Вест. Адыгейского гос. ун-та. Серия «Естественно-математические и технические науки». 2009. Вып. 2 (44). С. 25-37.

УДК 517.958  
ГРНТИ 27.35.57

## ДВУМЕРНОЕ УРАВНЕНИЕ ТИПА ХАРТРИ: КВАЗИКЛАССИЧЕСКИЕ АСИМПТОТИКИ И КВАЗИЧАСТИЦЫ

### 2D HARTREE-TYPE EQUATION: SEMICLASSICAL ASYMPTOTICS AND QUASIPARTICLES

*Кулагин Антон Евгеньевич*

Научный руководитель: А. Ю. Трифонов, докт. физ.-мат. наук, профессор

*Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* уравнение типа Хартри, квазичастицы, квазиклассическое приближение, квазиклассические асимптотики.

*Keywords:* Hartree type equation, quasiparticles, semiclassical approximation, semiclassical asymptotics.

*Аннотация.* Построены квазиклассические асимптотики уравнения типа Хартри. Рассмотрена динамика начального состояния, которое представляет собой суперпозицию трех волновых пакетов. Эволюция начального состояния представлена как взаимодействие трех квазичастиц в квазиклассическом приближении. Получены уравнения, которые описывают динамику каждой квазичастицы отдельно.

Двумерное уравнение типа Хартри

$$\left\{ -i\hbar\partial_t - \frac{\hbar^2}{2m}\Delta + \frac{k_1x^2}{2} + \frac{k_2y^2}{2} + \lambda V_0 \int_{\mathbb{R}^2} W(\mathbf{x}, \mathbf{x}') |\Psi(\mathbf{x}', t)|^2 d\mathbf{x}' \right\} \Psi(\mathbf{x}, t) = 0, \quad (1)$$

где  $W(\mathbf{x}, \mathbf{x}') = \exp\left[-\frac{(x-x')^2}{\gamma_1^2} - \frac{(y-y')^2}{\gamma_2^2}\right]$ ,  $\mathbf{x} = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$ ,  $\lambda V_0 < 0$ , использу-

ется для описания бозе-эйнштейновского конденсата в поле магнит-

ной ловушки. Слагаемое  $k_1 x^2 / 2 + k_2 y^2 / 2$  описывает потенциал магнитной ловушки, а  $W(\mathbf{x}, \mathbf{x}')$  – потенциал взаимодействия.

Обозначим  $\alpha^{k,l,m,n}$  центральные моменты волновой функции

$$\alpha^{k,l,m,n}(t)[\Psi] = \frac{1}{\|\Psi\|_{\mathbb{R}^2}^2} \int_{\mathbb{R}^2} \Psi^*(x, y, t) \{(\Delta x)^k (\Delta y)^l (\Delta \hat{p}_x)^m (\Delta \hat{p}_y)^n\} \Psi(x, y, t) dx \quad (2)$$

где  $\Delta \mathbf{x} = \mathbf{x} - \mathbf{X}(t)$ ,  $\Delta \hat{\mathbf{p}} = \hat{\mathbf{p}} - \mathbf{P}(t)$ ,  $\hat{\mathbf{p}} = -i\hbar \nabla$ , а  $\mathbf{X}(t)$  и  $\mathbf{P}(t)$  – первые начальные моменты волновой функции. Фигурными скобки обозначают упорядочивание по Вейлю (см. [2]). В работе [3] было показано, что на классе траекторно сосредоточенных функций справедливы оценки

$$\alpha^{k,l,m,n} = \hat{O}\left(\hbar^{(k+l+m+n)/2}\right), \quad (\Delta \mathbf{x})^v = \hat{O}\left(\hbar^{|v|/2}\right). \quad (2a)$$

Первые начальные моменты определяются стандартным образом:

$$\begin{aligned} \mathbf{X}(t)[\Psi] &= \begin{pmatrix} X_x(t) \\ X_y(t) \end{pmatrix} = \frac{1}{\|\Psi\|_{\mathbb{R}^2}^2} \int_{\mathbb{R}^2} \Psi^* \mathbf{x} \Psi dx, \\ \mathbf{P}(t)[\Psi] &= \begin{pmatrix} P_x(t) \\ P_y(t) \end{pmatrix} = \frac{1}{\|\Psi\|_{\mathbb{R}^2}^2} \int_{\mathbb{R}^2} \Psi^* \hat{\mathbf{p}} \Psi dx. \end{aligned} \quad (3)$$

Продифференцировав выражения (3) с учетом уравнения (1) и коммутационного соотношения  $[\Delta x_j, \Delta \hat{p}_k] = i\hbar \delta_{jk}$  получим систему уравнений на первые начальные моменты

$$\begin{cases} \dot{\mathbf{P}}(t) = -K \cdot \mathbf{X}(t), \\ \dot{\mathbf{X}}(t) = \frac{1}{m} \mathbf{P}(t), \end{cases} \quad K = \begin{pmatrix} k_1 & 0 \\ 0 & k_2 \end{pmatrix}. \quad (4)$$

Аналогично с точностью до моментов второго порядка получим уравнения на центральные моменты волновой функции

$$\begin{cases} \dot{\alpha}^{2,0} = 2H_{pp} \alpha^{1,1}, \\ \dot{\alpha}^{0,2} = -2H_{xx} \alpha^{1,1}, \\ \dot{\alpha}^{1,1} = H_{pp} \alpha^{0,2} - H_{xx} \alpha^{2,0}, \end{cases} \quad (5)$$

$$\alpha^{1,1} = \begin{pmatrix} \alpha^{1,0,1,0} \\ \alpha^{0,1,0,1} \end{pmatrix}, \quad \alpha^{2,0} = \begin{pmatrix} \alpha^{2,0,0,0} \\ \alpha^{0,2,0,0} \end{pmatrix}, \quad \alpha^{0,2} = \begin{pmatrix} \alpha^{0,0,2,0} \\ \alpha^{0,0,0,2} \end{pmatrix}.$$

Здесь обозначено:

$$H_{pp} = \text{diag}\left(\frac{1}{m}; \frac{1}{m}\right), \quad H_{xx} = \text{diag}\left(k_1 - 2\|\Psi\|^2 \lambda V_0 \frac{1}{\gamma_1^2}; k_2 - 2\|\Psi\|^2 \lambda V_0 \frac{1}{\gamma_2^2}\right).$$

Систему (4), (5) будем называть системой Гамильтона-Эренфеста 2-ого порядка.

С учетом оценок (2а) запишем

$$\begin{aligned} & \{-i\hbar\partial_t + \hat{H}_0(t, \mathbf{C})\} \Psi(\mathbf{x}, t) = O(\hbar^{3/2}), \\ & \hat{H}_0(t, \mathbf{C}) = \frac{\langle \Delta \hat{\mathbf{p}}, \Delta \hat{\mathbf{p}} \rangle + 2\langle \mathbf{P}(t), \Delta \hat{\mathbf{p}} \rangle + \langle \mathbf{P}(t), \mathbf{P}(t) \rangle}{2m} + \\ & + \frac{k_1}{2} (\Delta x^2 + 2X_x(t)\Delta x + X_x^2(t)) + \frac{k_2}{2} (\Delta y^2 + 2X_y(t)\Delta y + X_y^2(t)) + \\ & + \|\Psi\|^2 \lambda V_0 \left( 1 - \frac{1}{\gamma_1^2} \Delta x^2 - \frac{\alpha^{2,0,0,0}(t)}{\gamma_1^2} - \frac{1}{\gamma_2^2} \Delta y^2 - \frac{\alpha^{0,2,0,0}(t)}{\gamma_2^2} \right), \end{aligned} \quad (6)$$

где  $\mathbf{C} = (\mathbf{P}_0, \mathbf{X}_0, \alpha_0^{2,0}, \alpha_0^{1,1}, \alpha_0^{0,2})$ .

Здесь моменты волновой функции заменены на решения уравнений (4) и (5) с начальными условиями, определяемыми начальным условием для волновой функции и соотношениями (2), (3). Квазиклассическая функция Грина уравнения (6)  $G(\mathbf{x}, \mathbf{x}', t, s, \mathbf{C})$  находится стандартным способом (см. например [3]). Пусть  $\Psi(\mathbf{x}, t)|_{t=0} = \varphi(\mathbf{x})$ . Тогда функция

$$\Phi(\mathbf{x}, t, \mathbf{C}) = \int_{\mathbb{R}^2} \varphi(\mathbf{x}') G(\mathbf{x}, \mathbf{x}', t, 0, \mathbf{C}) d\mathbf{x}', \quad (7)$$

где  $\mathbf{C} = \mathbf{C}[\varphi]$ , будет являться асимптотическим решением уравнения (1). Точность этого решения исследовалась в работе [4]. Запишем начальное условие в виде

$$\varphi(\mathbf{x}) = A \sum_{k=1}^3 \varphi_k(\mathbf{x}), \quad \varphi_k(\mathbf{x}) = N_k \exp \left\{ -\frac{(x-x_k)^2}{2\sigma_{1,k}^2} - \frac{(y-y_k)^2}{2\sigma_{2,k}^2} \right\}.$$

Здесь  $N_k, \sigma_{1,k}, \sigma_{2,k}, x_k, y_k$  – постоянные параметры, причем выполняется  $\sigma_{i,k} = O(\sqrt{\hbar}), |\mathbf{x}_k - \mathbf{x}_m| = O(\sqrt{\hbar})$  для  $\forall i, k, m$ . Обозначим

$$\Phi_k(\mathbf{x}, t, \mathbf{C}[\varphi]) = \int_{\mathbb{R}^2} \varphi_k(\mathbf{x}') G(\mathbf{x}, \mathbf{x}', t, 0, \mathbf{C}[\varphi]) d\mathbf{x}'. \quad (8)$$

Уравнения на первые моменты функции (8) имеют вид

$$\left\{ \begin{array}{l} \dot{\mathbf{P}}[\Phi_k] = -H_{xx} \cdot (\mathbf{X}[\Phi_k] - \mathbf{X}(t, \mathbf{C}[\varphi])) - K \cdot \mathbf{X}(t, \mathbf{C}[\varphi]), \\ \dot{\mathbf{X}}[\Phi_k] = \frac{1}{m} \mathbf{P}[\Phi_k], \\ \mathbf{P}[\Phi_k]|_{t=0} = \frac{1}{\|\varphi_k\|_{\mathbb{R}^2}^2} \int \varphi_k^* \hat{\mathbf{p}} \varphi_k dx, \\ \mathbf{X}[\Phi_k]|_{t=0} = \frac{1}{\|\varphi_k\|_{\mathbb{R}^2}^2} \int \varphi_k^* \mathbf{x} \varphi_k dx. \end{array} \right.$$

Определим  $\Delta \mathbf{x}_k = \mathbf{x} - \mathbf{X}[\Phi_k](t, \mathbf{C}[\varphi])$ ,  $\Delta \hat{\mathbf{p}}_k = \hat{\mathbf{p}} - \mathbf{P}[\Phi_k](t, \mathbf{C}[\varphi])$ . Тогда система уравнений на вторые центральные моменты функции (8) будет идентична уравнениям (5) за исключением начальных условий.

Если выполняется условие

$$\left[ (x_k - x_m)^2 / (\sigma_{1,k}^2 + \sigma_{1,m}^2) + (y_k - y_m)^2 / (\sigma_{2,k}^2 + \sigma_{2,m}^2) \right] \gg 1$$

для всех  $k \neq m$ , то квазичастицы взаимодействуют как три классические частицы. При этом величина  $(\|\varphi\|^2/A)$  интерпретируется как масса системы, а  $\|\varphi_k\|^2$  – масса  $k$ -ой квазичастицы. Функции  $\mathbf{X}[\Phi_k](t, \mathbf{C}[\varphi])$  и  $(1/m)\mathbf{P}[\Phi_k](t, \mathbf{C}[\varphi])$  отвечают соответственно координате и скорости  $k$ -ой квазичастицы, а  $\mathbf{X}(t, \mathbf{C}[\varphi])$  и  $(1/m)\mathbf{P}(t, \mathbf{C}[\varphi])$  – координате и скорости центра масс системы.

На рис. 1 представлены графики квадрата модуля волновой функции в разные моменты времени. Параметры уравнения (1) были приняты равными  $\hbar = 0,01$ ,  $k_1 = k_2 = 1$ ,  $m = 1$ ,  $\gamma_1 = \gamma_2 = 1$ ,  $\lambda V_0 = -1/2$ .

Рис. 1 иллюстрирует движение квазичастиц под действием притягивающего потенциала. Вдали друг от друга они движутся отдельно подобно классическим частицам, причем их «центр масс» смещен в сторону более «тяжелой» квазичастицы. При этом на рис. 1в, где квазичастицы сближаются друг с другом, видна интерференционная картина.

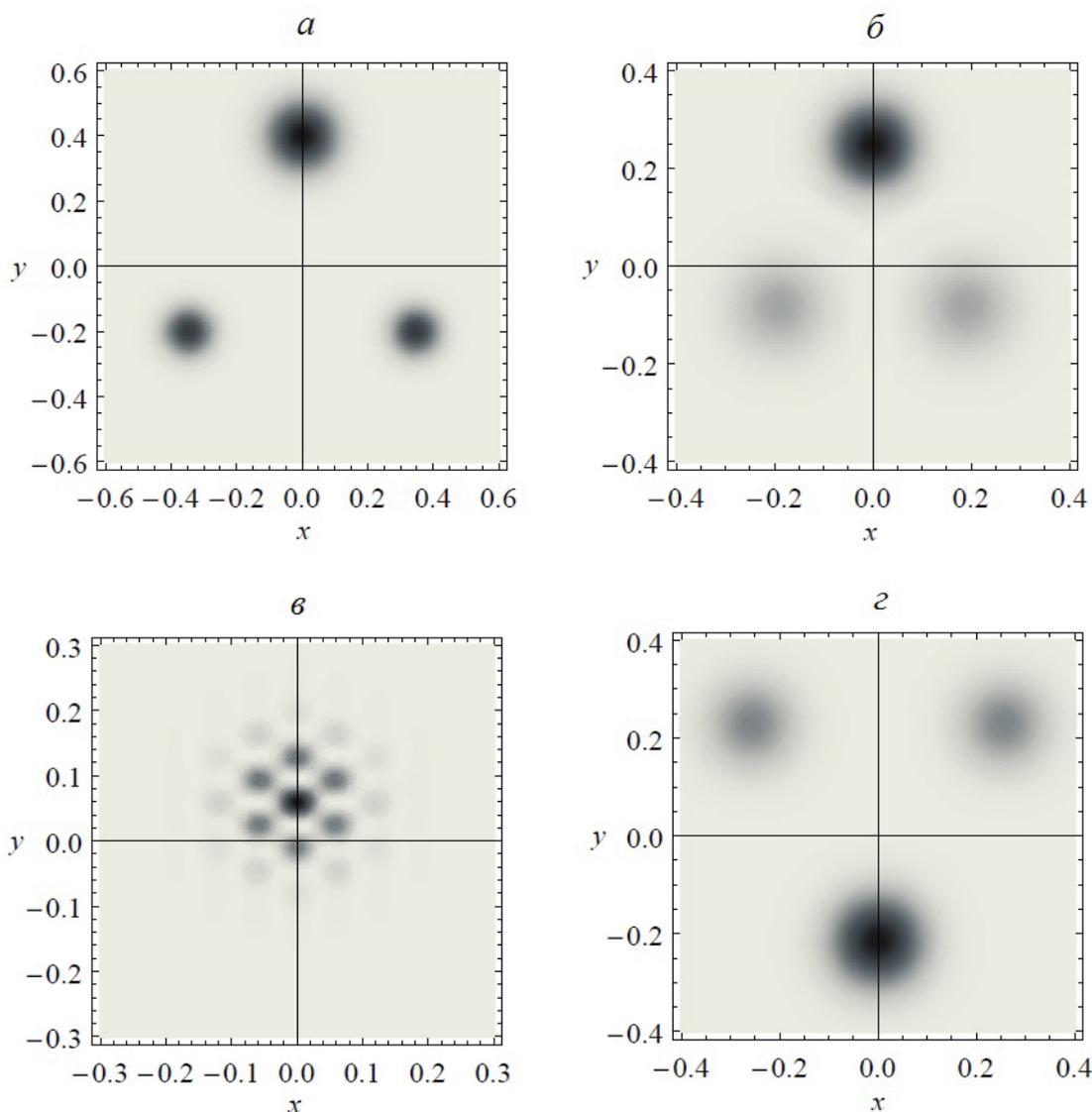


Рис. 1. Графики  $|\Phi(\mathbf{x}, t)|^2$  для моментов времени  $t_1 = 0$  (а);  $t_2 = 0,7$  (б);  
 $t_3 = 1,1$  (в);  $t_4 = 1,7$  (г)

## Литература

1. Питаевский Л. П. Конденсация Бозе-Эйнштейна в магнитных ловушках. Введение в теорию. // Успехи физических наук. – 1998. – Т. 168. – С. 641–653.
2. Карасев М. В. О вейлевском и упорядоченном исчислении некоммутирующих операторов. // Матем. заметки. – 1979. – Т. 26. – № 6. – С. 885-907.
3. Bagrov V.G., Belov V.V., Trifonov A.Yu. Semiclassical trajectory-coherent approximation in quantum mechanics: I. High order corrections to multidimensional time-dependent equations of Schrodinger type // Ann. of Phys. (NY). – 1996. – V. 246. – No 2. – P. 231–290.
4. Кулагин А. Е. Двумерное уравнение типа Хартри: квазиклассические асимптотики и невязка // Перспективы развития фундаментальных наук: сборник научных трудов XI Международной конференции студентов и молодых ученых. – Томск, 2014. – С. 609–611.

УДК 539.12  
ГРНТИ 29.05.15

## ИЗЛУЧЕНИЕ КАНАЛИРОВАНИЕ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ПОЗИТРОНОВ В МОНОКРИСТАЛЛАХ

## RADIATION CHANNELING OF RELATIVIC POSITRONS IN SINGLE CRYSTALS

*Наджевуллоев Абдулкосим Каримович*

Научный руководитель: Ю. П. Кунашенко, д.ф.-м.н., проф.

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* каналирования, траектория, позитроны, монокристалл, излучение.

*Key words:* channellings, trayekta, positrons, monocrystal, studying.

*Аннотация.* В работе рассмотрено каналирование позитронов в кристалле с помощью гармонического потенциала двух плоскостей. С помощью решения классического уравнения движения построены типичные траектории позитронов в кристалле.

### 1. Понятие о явлении каналирования

В начале шестидесятых годов Робинсоном и Оуэном [1] и, независимо, Билером и Веско [3] в результате моделирования процесса на ЭВМ был предсказан эффект аномально большого пробега быстрых ионов, влетающих в монокристалл вдоль его главных кристаллографических направлений. Это явление было впоследствии обнаружено экспериментально а затем объяснено теоретически.

Основная идея, существенно упрощающая теоретический анализ эффекта каналирования в целом [3], состоит в замене истинного потенциала атомов кристалла потенциалом, усредненным по координатам атомов в кристаллографической оси или плоскости (соответственно осевое и плоскостное каналирование). Такое приближение особенно эффективно, если угол падения частицы на ось или плоскость достаточно мал. Тогда частица, рассеиваясь на малый угол после взаимодействия с одним атомом, попадает в область действия следующего. Поскольку силы притяжения этими атомами (или силы отталкивания, если частица положительно заряжена) направлены в одну сторону, то происходит сравнительно плавный поворот импульса частицы вследствие столкновений с большим числом атомов оси или плоскости.

Для плоскостного каналирования позитронов непрерывный потенциал в первом приближении имеет вид параболы почти всюду в пределах канала [4-7]:

$$U(x) = \frac{4U_0x^2}{2d^2} \quad (1)$$

Для электронов усредненный потенциал плоскости может быть представлен в виде потенциала Пешля — Теллера:

$$U(x) = -U_0ch^{-2}x/b \quad (2)$$

Потенциал оси—в виде двумерного кулоновского потенциала:

$$U(p) = -\frac{a}{p}, \quad p \geq u \quad (3)$$

который в области расстояний  $p$  от оси, меньших амплитуды тепловых колебаний, переходит в параболический:

$$U(p) = \beta p^2 \quad (4)$$

В соотношениях (3)—(6) параметры  $U_0$ ,  $b$ , выбираются из условий наилучшего приближения модельных зависимостей к более точным. Значения этих параметров для некоторых конкретных случаев канализирования представлены.

## 2. Траектории позитронов

В общем случае движение электронов и позитронов в кристалле должно рассматриваться методами квантовой механики. Однако при достаточно высоких энергиях частиц оказывается возможным классическое описание. Поэтому рассмотрим именно этот случай как наиболее простой. При движении частиц в усредненном потенциале плоскостей интегралами уравнений движения являются продольная по отношению к плоскостям составляющая импульса  $p_{\parallel}$  и полная энергия частицы  $E$ . Интегралы движения могут быть записаны в виде [4]:

$$[1 - v^2 - (x)^2] + u(x) = E \quad (5)$$

Введены обозначения:  $v_{\parallel}$ —продольная компонента скорости;  $x$  — поперечная компонента скорости;  $U(x)$  —потенциальная энергия частицы в поле плоскостей. Исключая из первого уравнения системы (5) продольную компоненту скорости, получаем

$$(x')^2 = \frac{|E-U(x)|-E^2}{|E-U(x)|} \quad (6)$$

где  $E$  — энергия продольного движения. Это точное уравнение поперечного движения частицы в непрерывном потенциале плоскостей.

Дальнейшие упрощения уравнений (6) связаны с малостью потенциальной энергии  $U(x)$  по сравнению с полной энергией частицы.

С точностью до малых величин уравнение поперечного движения приобретает вид

$$(x')^2 = \frac{2}{E} |E - U(x)| \quad (7)$$

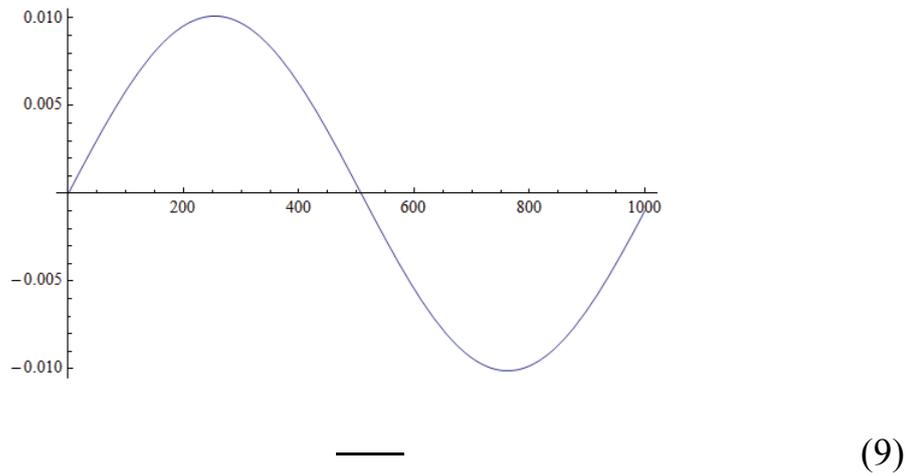
Нетрудно видеть, что это уравнение, продифференцированное по времени, эквивалентно нерелятивистскому уравнению Ньютона для движения частицы в поле  $U(x)$ , однако роль массы частицы играет теперь релятивистская масса.

Используя потенциал (3) мы посчитали траектории позитронов в кристалле вольфрама для различных полных энергий и углов влета позитрона и получили.

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{dU}{dx} \tag{8}$$

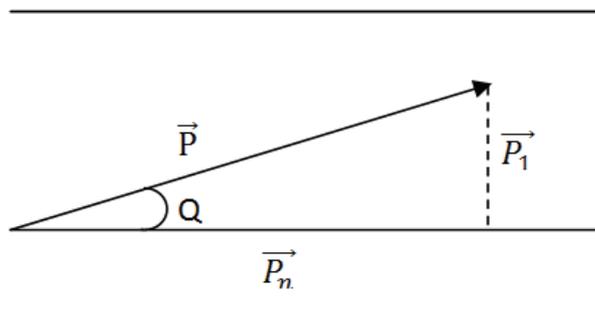
На рисунке 1 показана типичная траектория позитрона между двумя плоскостями рассчитанная по приведенным выше формулам.

**Рисунок 1**



Здесь:  $E_n$  – поперечная энергия,  $E_p$  – полная энергия  $Q$  – угол влета,  $m_0c^2$  – энергия покоя позитрона.

**Рисунок 2**



На рис. 2 показана схема влета позитрона в канал кристалла. Здесь  $\vec{P}$  – импульс позитрона,  $\vec{P}_n$  – продольный импульс,  $\vec{P}_1$  – поперечный

импульс,  $Q$  – угол влета позитрона относительно кристаллографической плоскости.

### 3. Излучение каналированных позитронов

Ускорение позитрона равно

$$a_x = \frac{dV_x}{dt}$$

где  $V_x$  – есть напряженности скорость позитрона

$$V_x = \frac{dx(t)}{dt}$$

$X[t]$ - Зависимость поперечной координаты от времени (8)

На рисунок поочередно зависимости скорости электрона  $\alpha$  и его ускорено  $\gamma$  в зависимости от времени пролета позитрона вокруг кристалл.

Рисунок 3

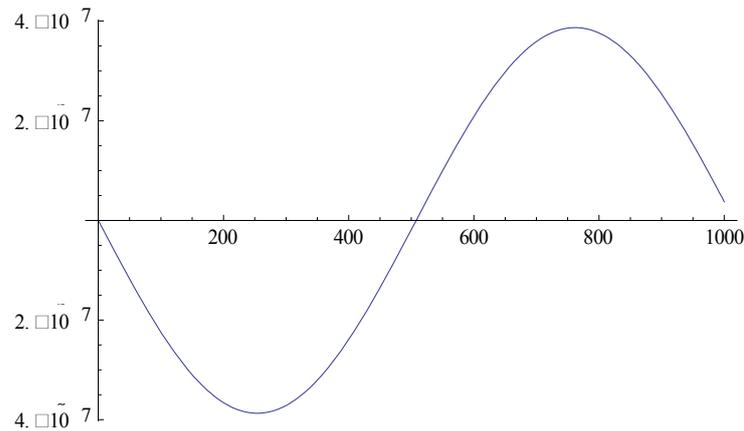
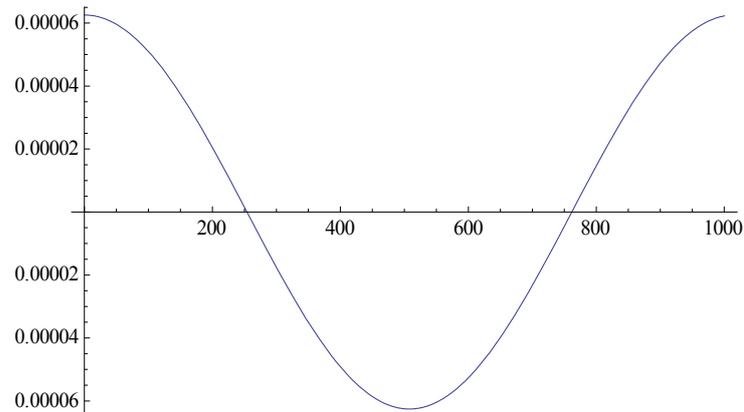


Рисунок 4



Как видно из рисунка скорость ускорения движение сдвинуты по фазе на  $\frac{\pi}{2}$ .

Интенсивность излучения заряженной релятивистской частицы в единицу времени определяется формулой.

$$\frac{dI}{dt} = Q \frac{\vec{a}^2 - [\vec{V}\vec{a}]^2 / c^2}{(1 - \frac{V^2}{c^2})^3} \quad (10)$$

$$Q = \frac{q^2}{6\pi\epsilon_0 c^3}$$

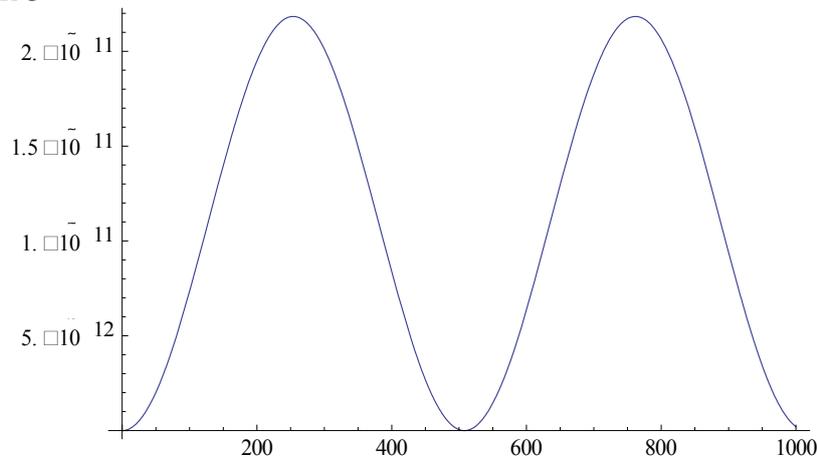
где  $\vec{V}$  – скорость,  $\vec{a}$  – ускорение частицы.

В компоненте  $\vec{V} = \{V_x, 0, V_z\}$ ,  $\vec{a} = \{a_x, 0, 0\}$  где  $V_x$  – скорость поперечного движения,  $V_z$  – продольного,  $a_x$  – поперечное ускорение. Поставим скорость ускорения в формулу для излучения, учитывая что  $V_z \gg V_x$ , находим

$$\frac{dI}{dt} = \frac{Q a_x^2}{(1 - \frac{V_z^2}{c^2})^2} \quad (11)$$

На рисунке показана интенсивность излучения от времени пролета позитрона через кристалл.

**Рисунок 5**



### Литература

1. Robinson M.T., Oen O.s. Phys. Rev. 1963, v. 132, № 4, p. 2385- 2398.
2. Beeler J.R., Besro G., -J.Appl. Pehys.,1963,v.83, №2, p.2873-2878.
3. Линдхард Й. Влияние кристаллической решетки на движение быстрых заряженных частиц // УФН. 1969. Т. 99. С. 249.
4. Базылев В.А., Жеваго Н.К. Излучение Быстрых частиц в веществе и во внешних полях. –м.:наука. Гл. ред.Физ-мат.лит.,1987.-272 с.
5. Moljr G.-Z Naturforsch,1947, Bd2a, s. 133-145.
6. Fjrsov O.B.-Rad. Eff., 1982, v. 61, № 1-2, p. 73-81.
7. Appleton B.R., Erginosoy C., Gjbson W.M. –Pehs. Rev. 1967, v. 161, №1, p.330-349.

**АСИМПТОТИКИ И НЕВЯЗКА ОДНОМЕРНОГО  
НЕЛОКАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ФИШЕРА-КОЛМОГОРОВА-  
ПЕТРОВСКОГО-ПИСКУНОВА С ДРОБНОЙ ПРОИЗВОДНОЙ**

**ASYMPTOTICS AND RESIDUAL FOR NONLOCAL FISHER-  
KOLMOGOROV-PETROVSKII-PISKUNOV EQUATION  
WITH FRACTIONAL DERIVATIVE**

*Прозоров Александр Андреевич*

Научный руководитель: А.Ю.Трифонов, д.ф.-м.н., профессор

*Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* аномальная диффузия, дробная производная, нелокальная динамика популяций, асимптотические решения, уравнение Фишера–Колмогорова–Петровского–Пискунова.

*Key words:* anomalous diffusion, diffusion, fractional derivative, nonlocal population dynamics, asymptotics, fisher-kolmogorov-petrovskii-piskunov equation

*Аннотация.* Построены асимптотические решения нелокального одномерного уравнения Фишера–Колмогорова–Петровского–Пискунова с дробными производными в операторе диффузии. Дробная производная определяется в соответствии с подходами Вейля, Грюнвальда–Летникова и Лиувилля. Асимптотические решения строятся в классе функций, которые являются возмущением найденного точного квазистационарного решения и на больших временах стремятся к этому квазистационарному решению. Показано, что наличие дробных производных приводит к дрейфу центра масс начального распределения и нарушает его симметрию.

Реакционно-диффузионные кинетические уравнения с нелокальным взаимодействием используются в нелинейных моделях, описывающих распространение импульсов в активных средах, формирование структур и другие явления в системах с дальним действием

Многие реакционно-диффузионные модели представляют собой обобщения известной модели Фишера–Колмогорова–Петровского–Пискунова (модель Фишера–КПП) [1,2], в которой реакция моделирует увеличение числа элементов системы, классическая фиковская диффузия описывает распространение частиц в пространстве, нелинейность имеет смысл потерь. В нелокальных обобщениях этой модели потери описываются интегральным выражением, учитывающим коллективные эффекты взаимодействия в системе.

В некоторых случаях свойства среды, в которой происходит эволюция системы, а также коллективные эффекты могут изменить фиковскую диффузию, приводя к супер- или субдиффузии, т.е., к увеличению или уменьшению подвижности частиц в системе (особей в попу-

ляции), возникновению асимметрии. Эти явления называют аномальной диффузией и моделируют уравнениями с дробными производными

Существует несколько различных определений дробной производной, которая представляет собой интегральный оператор (см. [3] и цитируемую там литературу).

В данной работе для решения нелокального одномерного уравнения Фишера–КПП с дробными производными в операторе диффузии применяется асимптотический метод, предложенный в [4]. Дробная производная в работе определяется в соответствии с подходами Вейля, Грюнвальда–Летникова и Лиувилля для периодических функций [3]. Полученные решения являются пространственно однородными и монотонно зависят от времени.

Классическое одномерное уравнение Фишера–Колмогорова–Петровского–Пискунова [1,2] для плотности распределения частиц в системе  $u(x,t)$ , зависящей от пространственной координаты  $x$  и времени  $t$ , записывается в виде

$$u_t = Du_{xx} + au - bu^2, \quad (1)$$

где  $D$  – постоянный коэффициент диффузии;  $a$  – темп роста числа частиц;  $b$  – коэффициент квадратичных потерь.

В нелокальном обобщённом уравнении (1) локальные квадратичные потери  $bu^2$  заменяются интегральным выражением

$$u(x,t) \int b_\gamma(x,y)u(y,t)dy, \quad (2)$$

учитывающим нелокальные эффекты взаимодействия в системе посредством функции влияния  $b_\gamma(x,y)$ . Параметр  $\gamma$  характеризует эффективную область взаимодействия между частицами так, что при  $\gamma \rightarrow 0$  справедливо  $b_\gamma(x,y) \rightarrow b\delta(x-y)$ , а выражение (2) переходит в  $bu^2(x,t)$ . Будем рассматривать распределение  $u(x,t)$  на отрезке  $x \in [-l, l]$ . Тогда одномерное уравнение Фишера–КПП с квадратичными нелокальными потерями (2) и нормальной диффузией запишется в виде

$$u_t(x,t) = Du_{xx}(x,t) + au(x,t) - u(x,t) \int_{-l}^l b_\gamma(x,y)u(y,t)dy. \quad (3)$$

Как отмечено во введении, аномальная диффузия плотности  $u(x,t)$  моделируется выражением с дробной производной  $Du_\alpha(x,t)$  вместо выражения  $Du_{xx}(x,t)$ , которое получается из закона Фика. Вещественный параметр  $\alpha$  есть порядок дробной производной,  $\alpha = 2$  соответствует нормальной диффузии.

Заменяя нормальную диффузию в уравнении (3) выражением  $Du_\alpha(x, t)$ , получим нелокальное обобщенное уравнение Фишера–КПП с аномальной диффузией

$$u_t(x, t) = Du_\alpha(x, t) + au(x, t) - u(x, t) \int_{-l}^l b_\gamma(x, y) u(y, t) dy. \quad (4)$$

Здесь и далее дробная производная понимается в смысле производной Вейля для периодических функций [14]. Функция влияния предполагается чётной,  $b_\gamma(x) = b_\gamma(-x)$ , и разложимой в ряд Фурье:

$$b_\gamma(x) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} b_m e^{i\omega_m x}, \quad b_m = \frac{1}{2l} \int_{-l}^l b(z) e^{-i\omega_m z} dz \quad (2)$$

где  $\omega_m = \pi m / l$ . Будем искать решение уравнения (1) в виде разложения в ряд Фурье

$$u(x, t) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} \beta_m(t) e^{i\omega_m x}, \quad \beta_m(t) = \frac{1}{2l} \int_{-l}^l u(z, t) e^{-i\omega_m z} dz. \quad (3)$$

Подставим разложения Фурье (2), (3) в уравнение (1). Для этого вычислим дробную производную  $u_\alpha(x, t)$  с помощью разложения (3) в соответствии с правилом вычисления дробной производной по Вейлю [3]:

$$u_\alpha(x, t) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} (i\omega_m)^\alpha \beta_m(t) e^{i\omega_m x}. \quad (4)$$

Здесь под  $i^\alpha$  понимается главная ветвь корня  $i^\alpha = e^{i\frac{\pi\alpha}{2}}$ . Продифференцируем соотношение (3) по времени, воспользовавшись уравнением (1) и разложениями (2) и (3) для коэффициентов  $\beta_k(t)$  (3) получим систему дифференциальных уравнений

$$\dot{\beta}_k = \bar{a}_k \beta_k - \sum_{j=-\infty}^{\infty} \beta_{k-j} b_{k-j} \beta_j, \quad k = \overline{-\infty, \infty}. \quad (10)$$

где  $\bar{a}_k = D(i\omega_k)^\alpha + a$ . Система (5) допускает решение вида

$$\beta_k(t) = \beta_0(t) \delta_{k0}, \quad \beta_0(t) = \frac{\beta_{00} e^{at}}{1 + \frac{b_0 \beta_{00}}{a} (e^{at} - 1)} \quad \beta_k|_{t=0} = \beta_{00} \delta_{k0}. \quad (6)$$

Сделаем в системе уравнений (5) замену переменных  $t = T\tau$  ( $T$  – характерное время эволюции системы). Тогда для правой части системы

(5) запишем  $\dot{\beta}_k = \frac{1}{T} \frac{d\beta_k}{d\tau}$ . Будем искать асимптотические решения  $\beta_k$

получившейся системы при  $T \rightarrow \infty$  в виде

$$\beta_k(t) = \beta_k^{(0)}(\theta, \tau) + \frac{1}{T} \beta_k^{(1)}(\theta, \tau) + \dots, \quad (7)$$

Функции  $\beta_k^{(m)}(\theta, \tau)$  подлежат определению. Переменную  $\tau$  в системе (7) можно интерпретировать как «медленное время», а переменную  $\theta = \phi(\tau)T$  как «быструю» переменную. С учетом правил дифференцирования сложной функции получим

$$\begin{aligned} & \left[ \phi_\tau \frac{\partial}{\partial \theta} + \frac{1}{T} \frac{\partial}{\partial \tau} \right] \left( \beta_k^{(0)} + \frac{1}{T} \beta_k^{(1)} + \dots \right) = \\ & = \bar{a}_k \left( \beta_k^{(0)} + \frac{1}{T} \beta_k^{(1)} + \dots \right) - \sum_{p=-\infty}^{\infty} b_p \left( \beta_{k-p}^{(0)} + \frac{1}{T} \beta_{k-p}^{(1)} + \dots \right) \left( \beta_p^{(0)} + \frac{1}{T} \beta_p^{(1)} + \dots \right). \end{aligned}$$

Приравняв слагаемые при одинаковых степенях  $1/T$  и решив полученные уравнения, запишем

$$\beta_k^{(0)}(\theta, \tau) = \beta_0^{(0)}(\theta, \tau) \delta_{k0}, \quad \beta_0^{(0)}(\theta, \tau) = \frac{\beta_{00} e^\theta}{1 + \frac{b_0 \beta_{00}^{(0)}}{a} (e^\theta - 1)} = \frac{\beta_{00} e^{at}}{1 + \frac{b_0 \beta_{00}^{(0)}}{a} (e^{at} - 1)}. \quad (8)$$

$$\beta_j^{(1)}(\theta, \tau) = \frac{\beta_{0j}^{(1)} e^{\bar{a}_j \theta / a}}{\left( 1 + \frac{b_0 \beta_{00}^{(0)}}{a} (e^\theta - 1) \right)^{(b_j + b_0) / b_0}} = \frac{\beta_{0j}^{(1)} e^{\bar{a}_j t}}{\left( 1 + \frac{b_0 \beta_{00}^{(0)}}{a} (e^{at} - 1) \right)^{(b_j + b_0) / b_0}}. \quad (20)$$

Здесь  $\phi(\tau) = a\tau$ ,  $\theta = \phi(\tau)T = at$ . Разложение (7) в силу (3) индуцирует разложение решения:

$$u(x, t) = u^{(0)}(x, t) + \frac{1}{T} u^{(1)}(x, t), \quad (9)$$

где  $u^{(0)}(x, t)$  определено в (8), а  $u^{(1)}(x, t)$  вещественна и определена выражением

$$u^{(1)}(x, t) = \sum_{j=-\infty}^{\infty} \frac{\beta_{0j}^{(1)} e^{\bar{a}_j t} e^{i\omega_j x}}{\left( 1 + \frac{b_0 \beta_{00}^{(0)}}{a} (e^{at} - 1) \right)^{(b_j + b_0) / b_0}} = \frac{\beta_{00}^{(1)} e^{at}}{\left[ 1 + \frac{b_0 \beta_{00}^{(0)}}{a} (e^{at} - 1) \right]^2} + 2 \sum_{j=1}^{\infty} \frac{\beta_{0j}^{(1)} e^{\bar{\Omega}_j^{(\alpha)} t} \cos[\Omega_j^{(\alpha)} t + \omega_j x]}{\left[ 1 + \frac{b_0 \beta_{00}^{(0)}}{a} (e^{at} - 1) \right]^{(b_j + b_0) / b_0}}.$$

Здесь  $\Omega_j^{(\alpha)} = D \left| \frac{j\pi}{l} \right|^\alpha \sin\left(\frac{\pi}{2} \alpha\right) \text{sign}(j)$ .

Класс функций вида (9) естественно назвать классом функций, близких на больших временах к точному решению.

### 3. Моменты плотности распределения

Полученные результаты позволяют с точностью  $O(1/T^2)$  в явном виде вычислить моменты плотности распределения  $u(x,t)$ :

$$\sigma(t) = \int_{-l}^l u(x,t) dx; \quad X(t) = \frac{1}{\sigma(t)} \int_{-l}^l xu(x,t) dx;$$

$$D(t) = \frac{1}{\sigma(t)} \int_{-l}^l (x - X(t))^2 u(x,t) dx.$$

Поставим для уравнения (1) задачу Коши, положив

$$u(x,t)|_{t=0} = \phi(x) = \beta_{00} + \frac{1}{T} \exp(-x^2), \beta_{00} = 1,$$

$$b_\gamma(x,y) = b_0 \exp\{-(x-y)^2\}, a = 0,5, T = 20, D = 0,01, b_0 = 1.$$

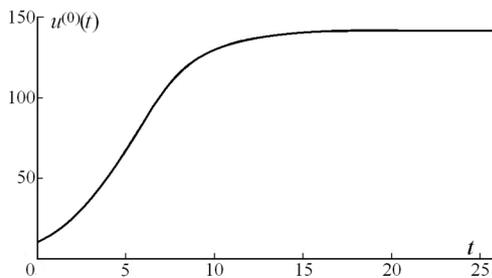


Рис. 1. График функции  $u^{(0)}(t) = \beta_0(t)$

С точностью  $O(1/T^2)$  найдём плотность распределения  $u(x,t)$  и её моменты  $\sigma(t)$ ,  $X(t)$ ,  $D(t)$  в зависимости от порядка дробной производной. Проиллюстрируем эту зависимость графически. График функции  $u^{(0)}(t)$  приведен на рис. 1.

Графики функции  $u(x,t)$  для различных  $\alpha$  приведены на рис. 2.

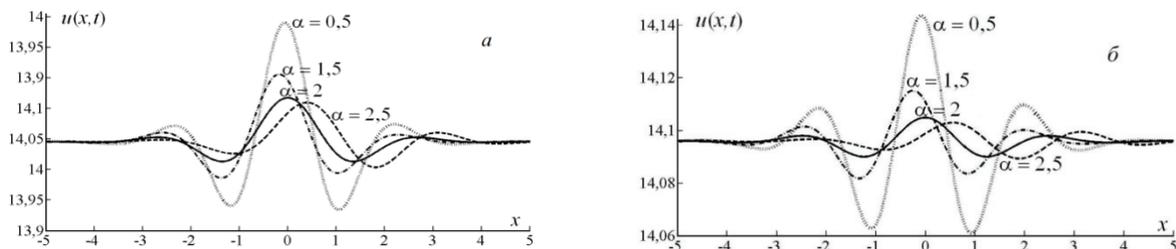


Рис. 2. Плотность распределения  $u(x,t)$  в моменты времени  $t = 15$  (а),  $t = 20$  (б) для различных  $\alpha$

Как видно из рис. 2, из начального симметричного распределения гауссовского типа с одним пиком в процессе эволюции, как и в случае обычной диффузии [2], формируется распределение с дополнительными пиками, поведение которых зависит от порядка дробной производной. Высота этих пиков увеличивается по сравнению с высотой пиков при обычной диффузии, и распределение перестает быть симметричным. В случае же обычной диффузии график симметричен относительно начала координат. Чем ниже порядок дробной производной, тем больше смещение графика по сравнению с обычной диффузией и сильнее отклонение от стационарного состояния. Наличие дробных производных приводит к дрейфу центра масс популяции рис. 3. В рассматриваемом примере дисперсия функции  $u(x, t)$  слабо меняется в зависимости от порядка дробной производной, поэтому на рис. 4 приведен графики среднеквадратичных отклонений при  $\alpha = 2,5$  и  $\alpha = 0,5$ .

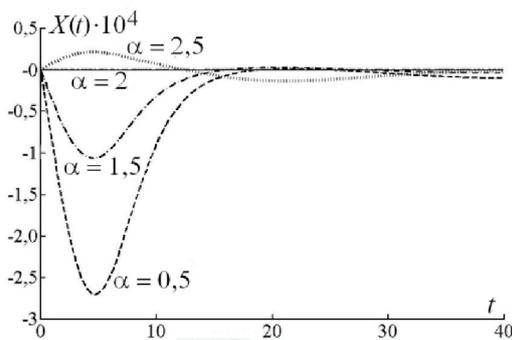


Рис. 3. Графики первых моментов  $X(t)$  при различных  $\alpha$

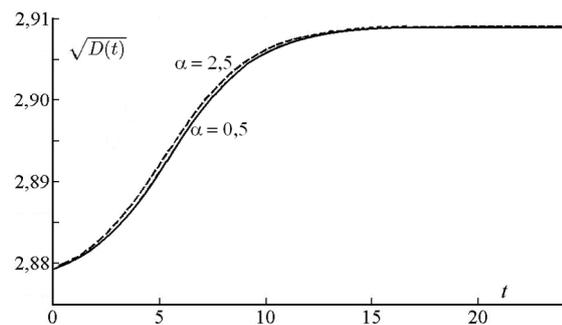


Рис. 4. Графики среднеквадратичных отклонений  $\sqrt{D(t)}$  при  $\alpha = 2,5$  и  $\alpha = 0,5$

Подставим функцию  $u(x, t)$  в уравнение (1) и получим

$$u_t(x, t) - Du_\alpha(x, t) - au(x, t) + u(x, t) \int_{-l}^l b_\gamma(x-y)u(y, t)dy = g(x, t)$$

Функция  $g(x, t)$  называется невязкой уравнения и имеет вид:

$$g(x, t) = \frac{1}{T^2} \sum_{j,k=-\infty}^{\infty} \frac{\beta_{0k}^{(1)}\beta_{0j}^{(1)} e^{(\bar{a}_j + \bar{a}_k)t + i(\omega_k + \omega_j)x} b_j}{\left[ 1 + \frac{b_0\beta_{00}^{(0)}}{a} (e^{at} - 1) \right]^{2 + \frac{(b_j + b_k)}{b_0}}}$$

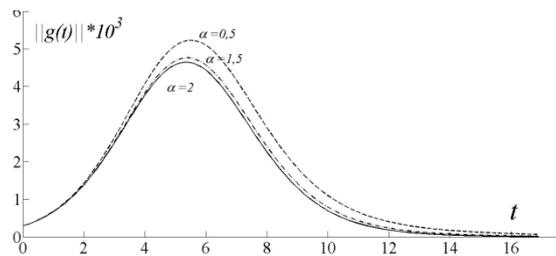


Рис. 5. График нормы функции  $g(x, t)$

На рис. 5 изображена норма  $\|g(x, t)\|$  – в пространстве  $L_1[-l, l]$

Нетрудно заметить, что норма невязки стремится к нулю, а следовательно приближенное решение стремится к точному

## Литература

1. Fisher R.A. The wave of advance of advantageous genes // Annu. Eugenics. – 1937. – V. 7. – P. 255–369.
2. Колмогоров А.Н., Петровский Н.Г., Пискунов Н.С. // Бюл. МГУ. Сер. А. Математика и Механика. – 1937. – Т. 1, № 6. – С. 1-16.
3. Самко С.Г., Килбас А.А., Маричев О.И. Интегралы и производные дробного порядка и некоторые их приложения. – Минск: Наука и техника, 1987. – 688 с.
4. Прозоров А.А., Трифонов А.Ю., Шаповалов А.В. Асимптотики одномерного нелокального уравнения Фишера-Колмогорова-Петровского-Пискунова с аномальной диффузией//Известия вузов физика.-2015.- Т.7.- (в печати).

УДК 530.1:539.1

ГРНТИ 14.03

## РЕЗОНАНСНЫЕ ДВИЖЕНИЯ ДАЛЕКИХ СПУТНИКОВ ЮПИТЕРА

### RESONANT MOVEMENTS OF FAR SATELLITES OF FLOODLIGHT

*Султонмамадова Манижа Ватаншоевна*

Научный руководитель: Т.С. Бороненко, канд. физико-математических наук, доцент

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* небесная механика, спутники планет, резонансные движения, вековые резонансы.

*Keywords:* heavenly mechanics, satellites of planets, resonant movements, century resonances.

*Аннотация.* Орбитальные резонансы играют большую роль в динамической эволюции спутников планет. В последние десятилетия особый интерес вызывают так называемые вековые резонансы. Для некоторых спутников наличие векового резонанса приводит к тому, что перицентр орбиты совершает либрационное движение относительно некоторой фиксированной точки. При этом часто возникает ситуация, когда эта точка все время находится вблизи перицентра Солнца (возмущающего тела), что может привести к тому, что движение спутника становится неустойчивым, и он может перейти на гелиоцентрическую орбиту. Особенно актуальными такие исследования стали в последнее время в связи с открытием большого количества новых спутников планет-гигантов. В связи с этим в работе

исследуется возможная локализация векового резонанса в некоторых областях гравитационного поля Юпитера.

## 1. Введение

Несмотря на значительные успехи небесной механики в изучении движения тел Солнечной системы, остается еще нерешенным до сих пор основной вопрос – вопрос об устойчивости Солнечной системы на неограниченном промежутке времени. И поэтому неясно, будет ли вечным движение планет по почти круговым орбитам или их орбиты со временем сильно изменятся и они уйдут из сферы влияния Солнца или столкнутся с другими телами. Анализ инвариантных резонансных структур объясняет такие явления как «захват в резонанс» устойчивость или неустойчивость конфигураций тех или иных динамических систем. Интерес к вопросам динамической эволюции Солнечной системы возрос в последнее время в связи с открытием большого количества «несолнечных» планет. Появилась возможность сравнить конфигурации разных планетных систем на разных этапах эволюции. Это является своеобразным толчком к новым исследованиям и в рамках нашей планетной системы. Одним из наиболее интересных вопросов является изучение влияния различных резонансных явлений на динамическую эволюцию орбит планет и их спутников.

Рассмотрим некоторые резонансные соотношения. В настоящее время известны с достаточной точностью средние суточные движения (частоты) планет и спутников  $\omega_j$  (измеряемые в градусах и долях градусов).

Говорят, что имеет место резонанс, если выполняется условие

$$\sum_{j=1}^n k_j \omega_j = 0, \quad (1)$$

где  $k_j$  – целые числа, а  $n$  – число частот.

Резонансные соотношения наблюдаются и в спутниковых системах, а также в системах планета-спутник. Так, еще Лаплас открыл удивительный трехчастотный резонанс в системе Юпитера, образованный средними движениями галилеевских спутников Ио, Европы и Ганимеда. Этот резонанс приводит к устойчивой конфигурации в расположении этих спутников. К удивительным образованиям Солнечной системы следует отнести пояс малых планет — астероидов. Люки Кирквуда – области, в которых отсутствуют астероиды в поясе, образовались в результате действующих в Солнечной системе резонансов. Рисунок колец Сатурна также является следствием таких явлений. В статье рассматриваются так называемые вековые резонансы. Это ре-

зонансы, которые возникают в следствие соизмеримости частот колебаний некоторых элементов орбит, например, средних долгот перицентров и узлов в возмущенном движении спутников и астероидов. Такие резонансы могут приводить к появлению неустойчивости в движении небесных тел.

## 2. Уравнения движения

Введем прямоугольную систему координат с началом в центре масс системы Юпитера. Уравнение движения спутника Юпитера, орбита которого возмущена только Солнцем, можно в векторном виде представить следующим образом [1]:

$$\frac{d^2 \mathbf{r}}{dt^2} = - \frac{k^2 (M + m)}{r^3} \mathbf{r} - k^2 M_0 \left( \frac{\mathbf{r} - \mathbf{r}_0}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}_0|^3} + \frac{\mathbf{r}_0}{r_0^3} \right). \quad (2)$$

Смысл переменных:  $M, M_0$  – массы планет и Солнца соответственно;  $m$  – масса спутника;  $r, r_0$  – радиус-векторы спутника и Солнца;  $k^2 = G$  – гравитационная постоянная. Второе слагаемое в правой части уравнения (2) определяет классическую возмущающую функцию  $R(\mathbf{r}, \mathbf{r}_0)$ , а первое слагаемое – это силовая функция задачи двух тел. Если возмущающие силы имеют силовую функцию  $U$ , то уравнения движения можно представить в канонических переменных Делоне [2]:

$$L, G, H, l, g, h. \quad (3)$$

Эти элементы вводятся через кеплеровские элементы следующим образом:

$$\left. \begin{aligned} L &= \sqrt{\mu a}, & l &= n(t - \tau^*), \\ G &= \sqrt{\mu a(1 - e^2)}, & g &= \omega, \\ H &= \sqrt{\mu a(1 - e^2)} \cos i, & h &= \Omega. \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Здесь  $\mu$  – гравитационный параметр [2],  $a$  – большая полуось орбиты спутника,  $e$  – эксцентриситет орбиты спутника,  $i$  – наклон орбиты к координатной плоскости,  $\omega$  – аргумент перицентра; угол между линией узла и положением перицентра,  $\Omega$  – долгота восходящего узла и  $n$  – среднее движение спутника (частота периодического движения угла  $l$ ).

Функция Гамильтона для возмущенного движения записывается таким образом [2]:

$$F = \frac{\mu}{2L^2} + U(L, G, H, l, g, h). \quad (5)$$

### 3. Определение возможной локализации векового резонанса в некоторых областях гравитационного поля Юпитера

В рассматриваемом случае (далекие спутники Юпитера) существуют такие интересные особенности, как соизмеримости между частотами  $\omega$  (средняя скорость изменения долготы перицентра спутника) и  $\nu_c$  (средняя угловая скорость движения Солнца), а также соизмеримости между частотами  $\omega$  и  $\varpi'$  - соответствующий параметр Солнца. Причем известно, что  $\varpi'$  зависит от  $a$  (большая полуось спутника). Мы изучаем вековой резонанс, определяемый соизмеримостью между частотами  $\omega$  и  $\nu_c$ . В данной задаче о резонансе мы рассматриваем следующие функции Гамильтона, введенные в работах [3], [4]:

$$H = \frac{k^2 M_o a^2}{2a_o^3} \left\{ \frac{3}{4} e^2 + \frac{15}{4} e^2 \cos(2\alpha_1) \right\} + \nu \sqrt{1-e^2} \quad (6)$$

для прямых движений спутников и

$$H = \frac{k^2 M_o a^2}{2a_o^3} \left\{ \frac{3}{4} e^2 + \frac{15}{4} e^2 \cos(2\alpha_1) \right\} - \nu \sqrt{1-e^2} \quad (7)$$

для обратных движений спутников. В формулах (6) и (7)  $\alpha_1 = \varpi - \lambda_o$  - критический аргумент [3],  $\lambda_o$  - это средняя долгота Солнца, которая является линейной функцией времени,  $\varpi = \omega + \Omega$ ,  $\nu$  - среднее движение Солнца. В результате элементарных преобразований уравнения (6) и (7) были приведены к виду, удобному для компьютерных построений в координатах

$$x = e \cos(\varpi - \lambda_o) \quad y = e \sin(\varpi - \lambda_o) \quad (8)$$

Т.к.  $\varpi$  зависит от  $a$  (большая полуось спутника), то в зависимости от значения большой полуоси критический аргумент может быть резонансным или нет. Отсюда разные графики при изменении значения большой полуоси (Рис.1,2,3). С помощью программы Mathematica были построены следующие графики:

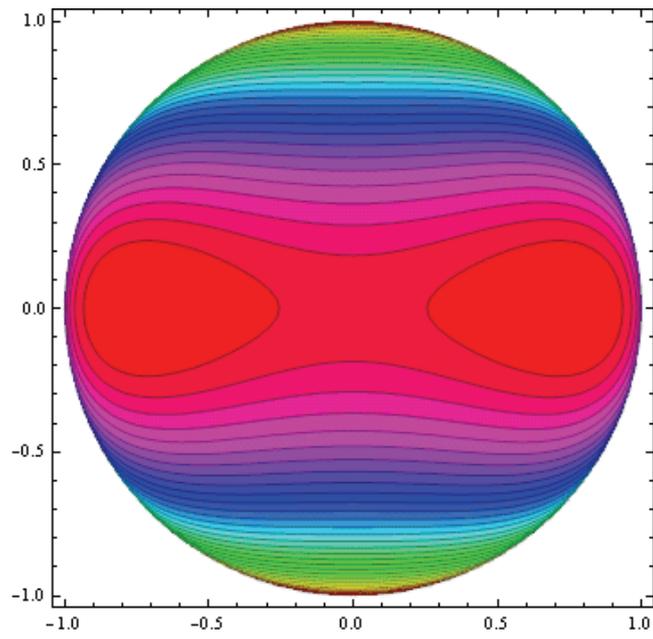


Рис. 1.  $a=420 R_J$  движение спутника прямое, точки  $\alpha=0$  и  $\alpha=180$  – устойчивые точки равновесия ( $R_J=71000$  км – радиус Юпитера)

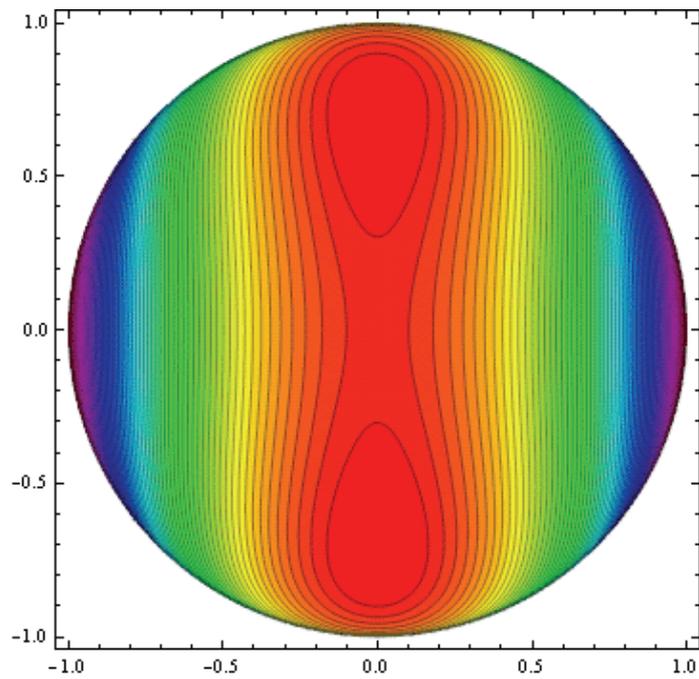


Рис. 2.  $a=420 R_J$  движение спутника обратное, точки  $\alpha=90$  и  $\alpha=270$  – устойчивые точки равновесия

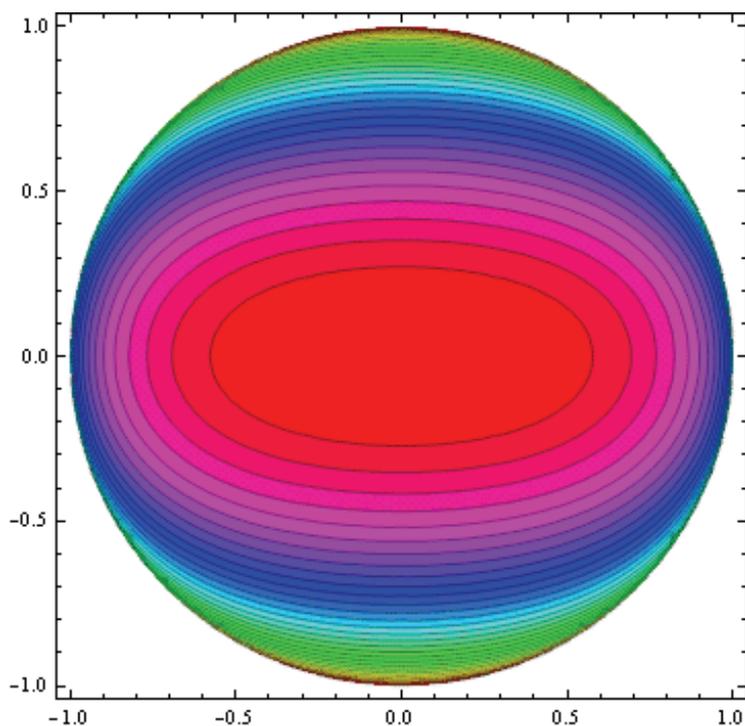


Рис. 3.  $a=370 R_j$  -резонанса нет, ротационное движение

#### 4. Заключение

В работе было проведено исследование возможной локализации векового резонанса в некоторых областях гравитационного поля Юпитера. Название такого резонанса объясняется так. Долготы перигетров и узлов в возмущенном движении смещаются. Это смещение может быть ротационным (в астрономии принято говорить вековым) или колебательным (либрационным) относительно некоторой точки. В случае соизмеримости частот наблюдается либрационное движение. В этом случае перигетр или апоцентр орбиты спутника совершает колебательное движение относительно некоторого равновесного положения. При этом оказывается, что орбита спутника становится определенным образом ориентированной, в некоторых случаях такая ориентация приводит к накоплению возмущений, в результате может появиться неустойчивость в движении спутника. Исследование показало, что рассматриваемый вековой резонанс возможен на расстояниях  $a > 400 R_j$ . Примерно на таком расстоянии находится спутник Юпитера Коре. Спутник Коре был обнаружен восьмого февраля 2003 года группой астрономов из Гавайского университета под руководством Скотта Шеппарда. В соответствии с классификацией Международного астрономического союза спутник получил временное обозначение S/2003 J 14 или XLIX [5].

## Литература

1. Дубошин, Г. Н. Небесная механика: основные задачи и методы / Г. Н. Дубошин. – Изд. 2-е, испр. и доп. – М. : Наука, 1968. – 800с.
2. Рой, А. Движение по орбитам / А. Рой ; перевод с английского канд. физ.-мат. наук С. А Мирера ; под ред. д-ра физ.-мат. наук В.А Сарычева. – М : Мир, 1981. - 544с.
3. T. Yokoyama. On the orbits of the outer satellites of Jupiter / T. Yokoyama [и др.] // Astronomy & Astrophysics.-2003.- v.401.- №2. –Р. 763-772.
4. Yokoyama. On the Evection Resonance and Its Connection to the Stability of Outer Satellites / T. Yokoyama [и др.] // Hindawi Publishing Corporation, Mathematical Problems in Engineering - 2008.-26 p.
5. Официальный сайт МГУ. Государственный астрономический институт имени П.К. Штермберга. Режим доступа: : <http://lnfm1.sai.msu.ru/neb/>.

УДК 539.12  
ГРНТИ 29.05.15

## РОЖДЕНИЕ ЭЛЕКТРОН-ПОЗИТРОННЫХ ПАР КАНАЛИРОВАННЫМ ЭЛЕКТРОНОМ

## ELEKTRON-POZITRONNYH BIRTH KANALIROVANNY STEAM ELECTRON

*Илья Викторович Фартушев*

Научный руководитель: Ю. П. Кунашенко, д.ф-м.н., проф.

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* эффект каналирования, образование электрон-позитронных пар.

*Key words:* effect of channeling, education an electron - positron couples.

*Аннотация.* Построена теория образования электрон-позитронных пар при переходе каналированного электрона с одного уровня поперечной энергии на другой. Найдена вероятность образования электрон-позитронных пар каналированным электроном.

### Введение

Рождение электрон-позитронных ( $e^+e^-$ ) пар и тормозное излучение является основными процессами квантовой электродинамики, сопровождающие столкновение частиц. Эти процессы хорошо изучены как теоретически, так и экспериментально (см. например [1-4]).

Следующим по сложности является процесс образования  $e^+e^-$  пар при столкновении заряженной частицы с ядром атома. Теоретически этот процесс рассматривался в 30-х годах прошлого века (см. например [5], где впервые была дана оценка сечения данного процесса). При изучении таких процессов начальная частица считалась свободной.

В данной работе рассмотрен новый механизм образования  $e^+e^-$  пар, в котором электрон обладает дискретными уровнями энергии. Наиболее просто получить электрон с дискретными уровнями энергии можно используя эффект осевого каналирования.

При влете заряженной частицы в кристалл под малым углом к осям возникает явление каналирования. В этом случае их взаимодействие с кристаллом можно описывать при помощи непрерывных осевых потенциалов [6-9]. Если заряженная частица влетает в кристалл под углом к оси, меньше критического угла Линдхарда [6], то она захватывается в связанные с непрерывным потенциалом состояния и уровни поперечной энергии квантуются. При переходе частицы с одного уровня поперечной энергии на другой, может испуститься виртуальный или реальный фотон. Виртуальный фотон может конвертировать в  $e^+e^-$  пару.

Образование  $e^+e^-$  пар фотонами в непрерывном потенциале ориентированных кристаллов в настоящее время достаточно подробно изучено как экспериментально, так и теоретически [9,10]. Впервые на образование  $e^+e^-$  пар каналированной заряженной частицей было указано в [10], где была дана оценка сечения данного процесса.

В данной работе рассмотрен процесс образования  $e^+e^-$  пар каналированным электроном. В некотором смысле рассматриваемый процесс аналогичен образованию  $e^+e^-$  пар при рекомбинации электрона с ядром атома [11] и образованию  $e^+e^-$  пар каналированным позитроном [12].

### Теория

Диаграмма Фейнмана, описывающая процесс образования  $e^+e^-$  пар при переходе каналированного электрона с одного уровня поперечной энергии на другой показан на рисунке 1.

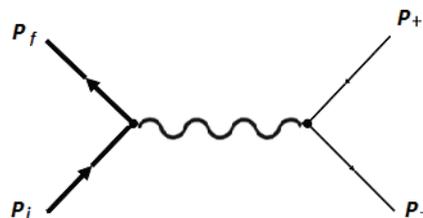


Рис. 1. Диаграмма Фейнмана

Жирные стрелки соответствуют каналированному электрону, тонкие стрелки соответствуют образованию электрона и позитрона, волнистая линия соответствует пропагатору фотона.

Матричный элемент, соответствующий диаграмме Фейнмана имеет вид (используется система единиц  $\hbar = c = 1$ ):

$$M_{if} = e^2 \int d\vec{\rho}_1 dz_1 d\vec{r}_2 \bar{\Psi}_f(\vec{r}_1) \gamma^j \Psi_i(\vec{r}_1) D_{jl}(\vec{r}_1, \vec{r}_2) \bar{\Psi}_-(\vec{r}_2) \gamma^l \Psi_+(\vec{r}_2). \quad (1)$$

здесь  $e$  – заряд электрона,  $\gamma^j$  – матрицы Дирака,  $\Psi_{i(f)}(\vec{r}_1)$  – волновая функция каналированного электрона (где  $i$  и  $f$  обозначают начальные и конечные состояния частицы),  $\Psi_{\pm}(\vec{r}_2)$  – волновая функция образованных частиц позитрона и электрона,  $D_{jl}(\vec{r}_1, \vec{r}_2)$  – пропагатор фотона,  $d\vec{\rho}_1 \rightarrow dx_1 dy_1$ .

Выберем пропагатор фотона в калибровке в калибровке соответствия скалярному потенциалу равному нулю ( $\Phi=0$ ), ( $D_{j0} = D_{0k} = 0$ ):

$$D_{jl}(\vec{r}_1, \vec{r}_2) = - \int \frac{4\pi}{k^2 - \omega^2} \left( \delta_{jl} - \frac{k_j k_l}{\omega^2} \right) \exp[i\vec{k}(\vec{r}_2 - \vec{r}_1)] \frac{d\vec{k}}{(2\pi)^3}. \quad (2)$$

Волновую функцию каналированного электрона запишем в следующем виде:

$$\Psi_{if}(\vec{r}_1) = \sqrt{\frac{m + E_{if}}{2E_{if}}} u_{if} \phi_{if}(\vec{\rho}_1) \exp[ip_{if} \cdot z_1]. \quad (3)$$

здесь экспонента  $\exp[ip_{if} \cdot z_1]$  описывает свободное продольное движение каналированного электрона, а  $\phi_{if}(\vec{\rho}_1)$  – поперечное движение электрона в непрерывном потенциале,  $E_{i(f)}$  – продольная энергия электрона в начальном и конечном состоянии,  $\vec{p}_{i(f)}$  – продольный импульс каналированного электрона в начальном  $i$  (конечном  $f$ ) состоянии.

Функция  $\phi_{if}(\vec{\rho}_1)$ , удовлетворяет уравнению типа Шредингера с релятивистской массой:

$$\left[ \varepsilon_{i(f)} - \frac{1}{\gamma 2m} \hat{p}_{\perp}^2 + V(\rho) \right] \phi_{i(f)}(\rho) = 0. \quad (4)$$

здесь  $\varepsilon_{i(f)}$  – энергия поперечного движения электрона в начальном (конечном) состоянии,  $\gamma$  – релятивистский фактор электрона,  $m$  – масса электрона,  $V(\rho)$  – непрерывный потенциал системы плоскостей кристалла,  $\hat{p}_{\perp}$  – оператор импульса.

При рассмотрении каналирования электронов мы ограничимся приближением отдельной ямы. В этом случае непрерывный потенциал может быть записан в виде:

$$V(\rho) = \frac{V_0}{\rho}. \quad (5)$$

здесь  $V_0$  – глубина потенциальной ямы (константа),  $\rho$  – расстояние от оси.

Решение уравнения Шредингера для такого потенциала хорошо известно [13]:

$$\varphi_{nl}(\rho) = \sqrt{\rho} \frac{1}{\Gamma(2l+1)} \left( \frac{\Gamma\left(n+l+\frac{1}{2}\right)}{\Gamma\left(n-l+\frac{1}{2}\right) 2l} \right)^{\frac{1}{2}} (2\sqrt{-2\varepsilon_n E_z})^{\frac{3}{2}} \exp(-\sqrt{-2E_z \varepsilon_n} \rho) \times$$

$$(2\sqrt{-2\varepsilon_n E_z} \rho)^{-\frac{1}{2}} F\left(-n+l+\frac{1}{2}; 2l+1; 2\sqrt{-2E_z \varepsilon_n} \rho\right).$$

где  $F\left(-n+l+\frac{1}{2}; 2l; \alpha_n \rho\right)$  – вырожденная гипергеометрическая функция (функция *Kummer*),  $n$  является основным квантовым числом,  $l$  – магнитное квантовое число.

Уровни поперечной энергии описываются формулой:

$$\varepsilon_n = -\frac{(Z\alpha)^2 E_z}{2\left(n+l+\frac{1}{2}\right)^2}. \quad (7)$$

где  $\alpha$  – постоянная тонкой структуры.

Будем считать, что электрон и позитрон образуются в свободном состоянии, тогда их волновые функции  $\Psi_{\pm}(\vec{r}_2)$  имеют вид:

$$\Psi_{\pm}(\vec{r}_2) = \sqrt{\frac{m+E_{\pm}}{2E_{\pm}}} u_{\pm} \cdot \exp[\mp i\vec{p}_{\pm} \cdot \vec{r}_2]. \quad (8)$$

здесь  $E_{\pm}$  – энергия и  $\vec{p}_{\pm}$  импульс образованного позитрона (электрона),  $m$  – масса электрона. Экспонента в формуле (8) описывает свободное движение образованных частиц, электрона и позитрона.

Подставляя волновые функции и пропагатор в матричный элемент, после стандартных вычислений получим:

$$M_{if} = e^2 \left( \frac{(m+E_f)(m+E_i)(m+E_+)(m+E_-)}{16E_f E_i E_+ E_-} \right)^{\frac{1}{2}} \frac{4\pi}{(2\pi)^3} (2\pi)^4 \times$$

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \frac{1}{p^2 - \omega^2} \left\{ \frac{\vec{I}\vec{p}_+}{E_+ + m} + \frac{\vec{I}\vec{p}_-}{E_- + m} - \frac{\vec{I}\vec{p}}{\omega^2} \left( \frac{\vec{p}\vec{p}_+}{E_+ + m} + \frac{\vec{p}\vec{p}_-}{E_- + m} \right) \right\} \delta(p_z)$$

здесь введены обозначения  $\vec{p} = \vec{p}_+ + \vec{p}_-$ ;  $\omega = (E_i + E_f)$ , вектор  $\vec{I}$  определяется следующим образом:

$$\vec{I} = \frac{1}{\sqrt{2}} (\vec{I}_1 + \vec{I}_2).$$

$$\vec{I}_1 = \left\{ \frac{1}{E_f + m} \int (\hat{p}_\rho \varphi_f^*(\vec{\rho}_1)) \varphi_i(\vec{\rho}_1) e^{-i\vec{p}_\rho \vec{\rho}_1} d\vec{\rho}_1; \frac{\vec{p}_{zf}}{E_f + m} \int \varphi_f^*(\vec{\rho}_1) e^{-i\vec{p}_\rho \vec{\rho}_1} \varphi_i(\vec{\rho}_1) d\vec{\rho}_1 \right\};$$

$$\vec{I}_2 = \left\{ \frac{1}{E_i + m} \int \varphi_f^*(\vec{\rho}_1) e^{-i\vec{p}_\rho \vec{\rho}_1} (\hat{p}_\rho \varphi_i(\vec{\rho}_1)) d\vec{\rho}_1; \frac{\vec{p}_{zi}}{E_i + m} \int \varphi_f^*(\vec{\rho}_1) e^{-i\vec{p}_\rho \vec{\rho}_1} \varphi_i(\vec{\rho}_1) d\vec{\rho}_1 \right\}.$$

Суммирование по спинам образованных электрон-позитронных пар проводилось с помощью формулы [14]:

$$\sum u_+ \gamma^l u_- = \left( \frac{p_+^l}{E_+ + m} + \frac{p_-^l}{E_- + m} \right). \quad (10)$$

Вероятность образования электрон – позитронных пар имеет вид:

$$d\omega = |M_{if}|^2 \delta(E_i - (E_+ + E_-)) \frac{1}{(2\pi)^6} d^2 p_z d^3 \vec{p}_+ d^3 \vec{p}_-.$$

После подстановки матричного элемента формула для вероятности принимает окончательный вид:

$$\begin{aligned} \frac{d\omega}{d^2 \vec{p}_z d^3 \vec{p}_+ d^3 \vec{p}_-} = e^4 \frac{1}{2^5 \pi^4} \left[ \frac{1}{p^2 - \omega^2} \right]^2 & \left[ \frac{(m + E_f)(m + E_i)(m + E_+)(m + E_-)}{E_f E_i E_+ E_-} \right] \times \\ & \left\{ \frac{\vec{I}\vec{p}_+}{E_+ + m} + \frac{\vec{I}\vec{p}_-}{E_- + m} - \frac{\vec{I}\vec{p}}{\omega^2} \left( \frac{\vec{p}\vec{p}_+}{E_+ + m} + \frac{\vec{p}\vec{p}_-}{E_- + m} \right) \right\}^2 \times \\ & \delta[(E_i - E_f) - (E_+ + E_-)] \delta[(\vec{p}_{zi} - \vec{p}_{zf}) - (\vec{p}_+^{\parallel} + \vec{p}_-^{\parallel})] \end{aligned} \quad (11)$$

В дальнейшем предполагается провести исследование зависимости вероятности от углов вылета образованных частиц, от их энергий, от энергии каналированного электрона.

## Литература

1. Берестецкий В.Б., Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П. Квантовая Электродинамика - М.: Наука, 1989. 768 с.
2. Ахиезер А.И., Берестецкий В.Б. Квантовая Электродинамика - М.: Наука, 1981. 432 с.
3. Фейман Р. Квантовая Электродинамика - Новокузнецкий физико-математический институт 1998. 218 с
4. Бьёркен Дж.Д., Дрелл С.Д. Релятивистская квантовая теория, М.: Наука, 1978. 296 с. Т.1.
5. Furry W.H., Carlson J.F. // Phys. Rev.- 1933-V. 44- P.237.
6. Линдхард Й. // УФН, 1969, т. 99, вып. 2, с. 249.
7. Gemmel D.S. // Rev. Mod. Phys., 1974, v.46, p.129.
8. Базылев В.А., Жеваго Н.К. Излучение быстрых частиц в веществе и во внешних полях. - М.: Наука, 1987.
9. V. N. Baier, V. M. Katkov, V. M. Strakhovenko. Electromagnetic Processes at High Energies in Oriented Single Crystals, World Scientific Publishing Co, Singapore, 1998.
10. J.C.Kimball and N.Cue, Physics Reports (Review Section of Physics Letters) 125, 2, 69--101, (1985).
11. Кунашенко Ю.П., Фартушев И.В. // Известия вузов. Физика. - 2013 - Т. 56 - №. 11/2 - С. 50-54.
12. Кунашенко Ю.П., Фартушев И.В. // Известия вузов. Физика. - 2014 - Т. 57 - №. 11/2 - С. 56-59.
13. Olsen H. A., Kunashenko Y. P. // Phys.Rev. A.- 1997 – Vol. 56 – p. 527-537.
14. Korotchenko K. B., Kunashenko Y. P. , Tukhfatullin T. A // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B. - 2012 - Vol. 276 - p. 14-18.

# МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

---

УДК 517.912.2  
ГРНТИ 27.29.15

## САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ КУРСА «МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ» INDEPENDENT WORK OF STUDENTS STUDYING THE COURSE «MATHEMATICAL ANALYSIS»

*Ксения Игоревна Горохова*

Научный руководитель: О. В. Радченко канд. физ.-матем. наук,  
доцент кафедры математического анализа ТГПУ

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* самостоятельная работа, математический анализ, дифференциальные уравнения.

*Keywords:* independent work, mathematical analysis, differential equations.

*Аннотация.* Всякий вид занятий, создающий все необходимые условия для формирования самостоятельной идеи, познавательной активности студента связан с самостоятельной работой. В общем смысле, под самостоятельной работой стоит понимать систему всей самостоятельной активности и занятости студентов как в учебной аудитории, так и вне её, в работе с преподавателем и в его отсутствии.

Самостоятельная работа студента является одной из главнейших составляющих учебного процесса, в ходе которого происходит выработка навыков, умений и знаний, и в дальнейшем обеспечивается усвоение студентом приемов познавательной деятельности, интерес к творческой работе и, в конечном итоге, способность решать учебные и научные задачи.

В настоящее время происходят кардинальные перемены в образовательной системе вузов. Теперь важным является не применение ранее приобретенных знаний, а использование новых идей. Это приводит к появлению новых требований к подготовке персонала в высшей школе: умение постоянно пополнять свое образование, творчески мыслить, практически осваивать инновации. Поэтому познавательная

самостоятельность студентов является одной из решающих предпосылок улучшения качества подготовки специалистов в современном духе [4].

Активная самостоятельная работа студентов осуществляется только при наличии серьезной и стабильной мотивации. Самый сильный мотивирующий фактор – подготовка к дальнейшей эффективной профессиональной деятельности.

Сейчас в вузе, в том числе педагогическом вузе осуществляются следующие основные подходы к организации самостоятельной учебной деятельности студентов: контролируемая самостоятельная работа, управляемая самостоятельная работа и самообразование. Они отличаются друг от друга по двум критериям: активности субъектов образовательного процесса и понимания участия в учебной деятельности [3].

Контролируемая самостоятельная работа по определению выполняется студентами на уровне операции, имеет самый низкий индекс их активности и осознанности. Студенты действительно работают «под контролем» задания, которые они выполняют, предполагают наличие определённого алгоритма или аналогии с целью формирования навыков.

Управляемая самостоятельная работа предусматривает более высокий уровень активности студентов. Преподаватель не только контролирует учебную деятельность, но и стимулирует её.

Самообразование рассматривается как конечная цель организации самостоятельной работы, как идеальный план учебной и учебно-исследовательской деятельности. Самообразование возможно только на уровне действия и деятельности, происходит тогда, когда сам обучающийся желает достигнуть определенного успеха.

Отсюда, можно сделать вывод, обозначив самостоятельную работу через следующее определение. Итак, самостоятельная работа студентов – это практическое занятие (лекция, практикум) с использованием различных методов [1].

Т.е. можно выделить два вида самостоятельной работы студентов: на занятиях в вузе в контакте с преподавателем и вне учебной аудитории.

Цель самостоятельной работы – получение новых знаний, приобретение навыков самостоятельного анализа, усиление научных основ практической деятельности [2].

Так же, не стоит забывать о том, что самостоятельная работа студентов занимает большую часть деятельности при изучении того или иного курса, в данном случае – курса «Математический анализ».

Вернемся к определению самостоятельной работы. В данном случае рассматривался конкретно второй вид, то есть осуществление самостоятельной работы вне учебной аудитории. Здесь акцентировалось внимание на самостоятельную работу студентов при изучении курса математического анализа, в частности, включающего в себя раздел обыкновенные дифференциальные уравнения. По моему мнению, именно при изучении курса математический анализ, занимаясь самостоятельно, студент больше развивается в научной сфере, начинает с большей ускоренностью мыслить логически и не останавливаться на одном достигнутом.

Для этого было составлено индивидуальное задание, представленное в виде варианта самостоятельной работы. Данный вариант включает в себя восемь различных типов дифференциальных уравнений.

### *ВАРИАНТ*

1. Решить уравнение вида

$$2y(y'+2) = xy'^2$$

2. Решить уравнение вида

$$(x^2 - y^2)dx - 2xydy = 0$$

3. Найти общее и особое решения уравнения

$$y = xy' + \sqrt{(y')^2 + 1}$$

4. Найти все решения уравнения.

$$y' = -xe^y$$

5. Найти общее решение уравнения

$$y' + \frac{y}{x} = y^2$$

6. Найдите общее решение уравнения

$$y' - \frac{2xy}{1+x^2} = 1 + x^2$$

7. Решите уравнение вида

$$(x^2 + 4)y' = 2xy$$

8. Решить уравнение вида

$$x^2 y' + xy + 2 = 0$$

В данном варианте представлены такие типы дифференциальных уравнений, как уравнение Лагранжа, уравнение в полных дифференциалах, уравнение Клеро, уравнение с разделяющимися переменными, уравнение Бернулли, линейно неоднородное уравнение, линейное уравнение.

Подобраны разные типы дифференциальных уравнений с целью повысить активность в решении при самостоятельной работе, развить навык решения и организованность в выполнении самостоятельной работы.

### **Литература**

1. Затева, Т.Г. Типология педагогических условий по обеспечению самостоятельной работе в вузе – Ставрополь: Изд-во СГПИ 2014
2. Большая онлайн библиотека E-Reading [электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.e-reading.club/> (дата обращения: 27.03.2015)
3. Российская академия естествознания [электронный ресурс] – Режим доступа: <http://rae.ru> (дата обращения: 14.04.2015).
4. Студенческий научный форум [электронный ресурс] – Режим доступа: [www.scienceforum.ru](http://www.scienceforum.ru) (дата обращения: 27.03.2015).

УДК 378.14  
ГРНТИ 14.35.09

## **О РАЗРАБОТКЕ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДИСЦИПЛИНЫ С ПОЗИЦИИ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА**

## **ON THE DEVELOPMENT OF METHODOICAL COMPLEX DISCIPLINE FROM THE POSITION OF COMPETENCE APPROACH**

*Любовь Александровна Жидова*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* компетентностный подход, учебно-методический комплекс, критическое мышление.

*Keywords:* competence approach, methodical complex, critical thinking.

*Аннотация.* В статье представлены особенности разработки учебно-методических комплексов дисциплин с позиции компетентностного подхода, в которых одним из способов формирования профессиональных компетенций будущих педагогов является критическое мышление.

В последнее время отчетлива наметилась новая цель в образовании – формирование совокупности определенных качеств личности и создание условий для самореализации личности, развития ее сущностных сил [1]. Задачи по формированию таких качеств личности представлены и в новом Федеральном государственном образовательном стандарте обучения (ФГОС) [2].

Кроме того, в работах отечественных исследователей в области педагогики и психологии, таких как М.Н. Скаткина, И.Я. Лернера,

В.В. Краевского, Г.П. Щедровицкого, В.В. Давыдова и др. отражена и является ведущей ориентацией на освоение умений и, более того, обобщение способов деятельности [3].

С позиции компетентностного подхода возникает необходимость акцентировать внимание на результаты образования, в качестве которых рассматривается не объем усвоенной информации, а способность выпускника действовать в различных проблемных ситуациях, применять знания и умения, а также личностные качества в будущей профессиональной деятельности.

Компетентностный подход основан на ряде принципов, одним из которых является организация образовательного процесса, создающего необходимые условия для формирования у учащихся опыта самостоятельного решения когнитивных, коммуникативных, морально-нравственных и организационных проблем при освоении материала [4]

Для преподавателей компетентностный подход означает создание условий для овладения учащимися комплексом компетенций, под которыми мы понимаем единство знаний, навыков поведения и профессиональные умения будущего учителя.

В новом образовательном стандарте компетенции подразделяются на профессиональные (ПК) и общекультурные (ОК). Их можно и необходимо формировать при изучении любой дисциплины.

К профессиональным умениям, на основе классификации В.А. Сластенина, мы относим теоретические и практические [5].

Теоретическими умениями следует считать аналитические, прогностические, проективные и рефлексивные. К группе практических умений относятся организаторские и коммуникативные.

Указанные профессиональные умения и отслеживание динамики их формирования возможно, на наш взгляд, при помощи инновационных методов и форм обучения, к которым можно отнести технологию развития критического мышления.

Технология критического мышления представляет собой систему стратегий, объединяющих приемы учебной работы по видам учебной деятельности [6]. Базовая модель (вызов-осмысление содержания-рефлексия) задает логику построения занятия, последовательность и способы сочетания конкретных технологических средств и приемов. Критическое мышление решает в обучении следующие задачи: помогает обучающемуся определить приоритеты; предполагает принятие индивидуальной ответственности; повышает уровень индивидуальной культуры работы с информацией [7]. Задача преподавателя – с учетом возрастных и индивидуальных особенностей студентов, их интересов, потребностей, планов на будущее – создать такую рабочую атмосферу,

которая бы стимулировала их мыслительную, коммуникативную и творческую деятельность.

В педагогическом вузе перед преподавателем стоит задача по реализации концепции подготовки педагогических кадров с развитием профессиональной компетентности будущего учителя.

В ходе решения поставленной задачи возникает необходимость разработки учебно-методических комплексов преподаваемых дисциплин (УМКД), в которых разработаны этапы формирования различных компетенций и критерии оценки их сформированности.

УМКД разрабатывается на основе требований федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) и основной образовательной программы (ООП) реализуемого направления подготовки.

УМКД является обязательной частью методического обеспечения учебного процесса по направлению подготовки, позволяющего активизировать внедрение в учебный процесс передовых технологий обучения и улучшить качество подготовки студентов [8].

Структура и содержание УМКД должны сохранять преемственность в преподавании учебных дисциплин, эффективно организовывать и поддерживать самостоятельную работу студентов, а также призваны оказать помощь преподавателя в работе.

Таким образом, при преподавании дисциплин в условиях компетентностного подхода в структуру УМКД должны входить:

- Рабочая программа дисциплины с перечнем компетенций, в ходе изучения которой возможно их формирование.
- Методические материалы, определяющие компетенции и критерии их оценивания в результате освоения учебной дисциплины.
- Методические материалы лекционных и практических занятий, предназначенные для разных категорий студентов, направленные на формирование компетенций.
- Контрольные и оценочные материалы, необходимые для оценки знаний и умений по изучаемой дисциплине, а также для оценки сформированности компетенций.

Современные лекционные и практические занятия должны представлять собой длительный процесс формирования различных компетенций при изучении преподаваемого материала, которые являются необходимым условием повышения качества образования.

Кроме того, формирование компетенций требует специальную подготовленность самого преподавателя и непрерывное самосовершенствование в профессиональной деятельности, что может стать предметом специального исследования.

## Литература

1. Золотцева В.В., Козлова Л.Н. Система активных методов обучения и развитие профессиональной компетентности // Среднее профессиональное образование. 2007. №4. С. 28 – 31.
2. Проект федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования. – М., 2007. 23 с.
3. Болотов В.А., Сериков В.В. Компетентностная модель: от идеи к образовательной программе / В.А. Болотов, В.В. Сериков // Педагогика. 2003. № 10.
4. Лебедев О.Е. Компетентностный подход в образовании // Школьные технологии. 2004. №5. С. 3-12.
5. Слостенин В.А. Проектирование содержания педагогического образования: гуманистическая парадигма. М.: Издательский Дом МАГИСТР-ПРЕСС, 2000.
6. Загашев И.О., Заир-Бек С.И. Критическое мышление: технология развития. СПб., 2003.
7. Жидова Л.А. Умения критического мышления как средство повышения качества профессиональной подготовки будущих учителей математики // Вестник Том. гос. пед. ун-та. – Томск, 2009. Выпуск № 4 (82). – С. 42-45.
8. Приказ Рособнадзора от 30.09.2005 г. №1938

УДК 517.41  
ГРНТИ 27.23.13

## ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОПРЕДЕЛИТЕЛИ

### THE FUNCTIONAL DETERMINANTS

*Людмила Александровна Непомнящая*

Научный руководитель: О.В. Радченко, канд. физ.-матем. наук,  
доцент кафедры математического анализа ТГПУ

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* функциональный определитель, определитель Якоби, определитель Вронского.

*Keywords:* The functional determinant, the Jacobian, the Wronskian.

*Аннотация.* В курсе высшей математики мы знакомимся с числовыми матрицами, а понятие функциональных матриц проходим вскользь. В данной работе обратим внимание именно на функциональные определители. Впервые определители были введены для решения систем уравнений первой степени. В 1750 году Крамер дал общие формулы выражающие неизвестные через определители, элементами которого являются коэффициенты системы. Позже теория определителей вышла за пределы алгебры и стала применяться во всех математических науках. Важным шагом стало использование Якоби функциональных определителей, которые позже Сильвестр назовет якобианами, что даст начало изучению специальных видов определителей: Функциональный определитель определенных видов играет важную роль в математическом анализе. Прежде всего, это относится к якобианам и определителям Вронского. Дадим понятие функциональной матрицы [1].

*Определение:* Прямоугольная таблица, элементами которой являются функции, называется функциональной матрицей размера  $m \times n$ ,

содержащей  $m$  строк и  $n$  столбцов.  $A = \begin{pmatrix} F_{11} & F_{12} & \dots & F_{1n} \\ F_{21} & F_{22} & \dots & F_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ F_{m1} & F_{m2} & \dots & F_{mn} \end{pmatrix}$ .

Все основные определения функциональных матриц аналогичны определениям числовой матрицы.

*Определение:* Если  $m=n$ , то матрица называется квадратной.

*Определение:* Две матрицы  $A = \begin{pmatrix} F_{11} & F_{12} & \dots & F_{1n} \\ F_{21} & F_{22} & \dots & F_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ F_{m1} & F_{m2} & \dots & F_{mn} \end{pmatrix}$  и  $B = \begin{pmatrix} \Psi_{11} & \Psi_{12} & \dots & \Psi_{1n} \\ \Psi_{21} & \Psi_{22} & \dots & \Psi_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \Psi_{m1} & \Psi_{m2} & \dots & \Psi_{mn} \end{pmatrix}$  одинакового размера  $m \times n$  называются

равными, если попарно равны их соответствующие элементы, то есть  $A = B$ , если каждый  $F_{ij} = \Psi_{ij}$ , где  $i$  изменяется от 1 до  $m$ , а  $j$  изменяется от 1 до  $n$ .

*Определение:* Функциональным определителем называется определитель функциональной матрицы.

В отличие от числовой матрицы, определителем функциональной матрицы является некоторая функция.

Свойства функционального определителя аналогичны свойствам числового определителя.

Из свойств вытекает, что определитель функциональной матрицы равен нулю, если одна из ее строк (столбцов) является линейной комбинацией другой строки (столбца).

Часто встречаемые функциональные определители – Определитель Вронского и Определитель Якоби (Якобиан).

Якобиан. Понятие и операции.

*Определение:* Пусть даны  $n$  функций от  $n$  переменных

$$\begin{cases} y_1 = f_1(x_1, \dots, x_n) \\ y_2 = f_2(x_1, \dots, x_n) \\ \dots \\ y_n = f_n(x_1, \dots, x_n) \end{cases}, \text{ которые определены в некоторой } n\text{-мерной области}$$

$D$ . И имеют там непрерывные частные производные по каждой переменной, составим из их производных определители.

$$\begin{vmatrix} \frac{\partial y_1}{\partial x_1} & \cdots & \frac{\partial y_1}{\partial x_n} \\ \frac{\partial y_2}{\partial x_1} & \cdots & \frac{\partial y_2}{\partial x_n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \frac{\partial y_n}{\partial x_1} & \cdots & \frac{\partial y_n}{\partial x_n} \end{vmatrix}. \text{ Этот определитель называют функциональным оп-}$$

ределителем Якоби или якобианом [2]. В честь немецкого математика Карла Густав Якоб Якоби (С. G. J. Jacobi). Свойства и применения якобиана изучил в работе «О функциональных детерминантах» (1841) [1].

Обозначается  $|J|$ .

Якобиан используется в анализе неявных функций при доказательстве условия взаимно-однозначного отображения

$$\text{Теорема: Если функции } \begin{cases} y_1 = f_1(x_1, \dots, x_n) \\ y_2 = f_2(x_1, \dots, x_n) \\ \dots \\ y_n = f_n(x_1, \dots, x_n) \end{cases} \text{ дифференцируемы в}$$

окрестности точки  $M^0$  причем все частные производные первого порядка непрерывны в самой точке  $M^0$ , а якобиан отличен от нуля в этой точке, то

$$\text{функции } \begin{cases} y_1 = f_1(x_1, \dots, x_n) \\ y_2 = f_2(x_1, \dots, x_n) \\ \dots \\ y_n = f_n(x_1, \dots, x_n) \end{cases} \text{ осуществляют взаимно однозначное ото-}$$

бражение некоторой окрестности точки  $M^0(x_1^0, \dots, x_n^0)$  на некоторую окрестность точки  $N^0(y_1^0, \dots, y_n^0)$ , где  $y_i = f_i(x_1, \dots, x_n)$  ( $i=1, 2, \dots, n$ ) [3].

А также при замене переменных в кратных интегралах.

$$\text{Формула общего вида: } \int f(y) dy = \int f[\varphi(x)] |J(y, x)| dx.$$

Частный случай переход от декартовых координат  $(x, y)$  к полярным

$$\text{координатам } (r, \varphi): \begin{cases} x = r * \cos \varphi \\ y = r * \sin \varphi \end{cases}$$

Матрица Якоби имеет следующий вид:

$$\begin{pmatrix} \frac{\partial x}{\partial r} & \frac{\partial x}{\partial \varphi} \\ \frac{\partial y}{\partial r} & \frac{\partial y}{\partial \varphi} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos(\varphi) & -r \sin(\varphi) \\ \sin(\varphi) & r \cos(\varphi) \end{pmatrix}.$$

А якобиан перехода от декартовых координат к полярным – есть определитель матрицы Якоби.  $|J(r, \varphi)| = \begin{vmatrix} \cos(\varphi) & -r\sin(\varphi) \\ \sin(\varphi) & r\cos(\varphi) \end{vmatrix} = r.$

Таким образом, при замене переменных получим:

$$\iint f(x, y) dx dy = \iint f(r\cos\varphi, r\sin\varphi) r dr d\varphi.$$

Частный случай переход от декартовых координат  $(x, y, z)$  к цилиндрическим координатам  $(r, \varphi, z)$ : 
$$\begin{cases} x = r\cos\varphi \\ y = r\sin\varphi \\ z = z \end{cases}$$

Матрица Якоби имеет вид:

$$\begin{pmatrix} \frac{\partial x}{\partial r} & \frac{\partial x}{\partial \varphi} & \frac{\partial x}{\partial z} \\ \frac{\partial y}{\partial r} & \frac{\partial y}{\partial \varphi} & \frac{\partial y}{\partial z} \\ \frac{\partial z}{\partial r} & \frac{\partial z}{\partial \varphi} & \frac{\partial z}{\partial z} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos(\varphi) & -r\sin(\varphi) & 0 \\ \sin(\varphi) & r\cos(\varphi) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \text{ а якобиана перехода:}$$

$$\text{да: } |J(r, \varphi, z)| = \begin{vmatrix} \frac{\partial x}{\partial r} & \frac{\partial x}{\partial \varphi} & \frac{\partial x}{\partial z} \\ \frac{\partial y}{\partial r} & \frac{\partial y}{\partial \varphi} & \frac{\partial y}{\partial z} \\ \frac{\partial z}{\partial r} & \frac{\partial z}{\partial \varphi} & \frac{\partial z}{\partial z} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \cos(\varphi) & -r\sin(\varphi) & 0 \\ \sin(\varphi) & r\cos(\varphi) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} = r.$$

Таким образом, при замене переменных получим:

$$\iiint_G f(x, y, z) dx dy dz = \iiint_G f(r\cos\varphi, r\sin\varphi, z) r dr d\varphi dz.$$

Переход от декартовых координат  $(x, y, z)$  к сферическим координатам  $(r, \theta, \varphi)$ : 
$$\begin{cases} x = r\sin\theta\cos\varphi \\ y = r\sin\theta\sin\varphi \\ z = r\cos\theta \end{cases}$$

Матрица Якоби имеет следующий вид:

$$\begin{pmatrix} \frac{\partial x}{\partial r} & \frac{\partial x}{\partial \theta} & \frac{\partial x}{\partial \varphi} \\ \frac{\partial y}{\partial r} & \frac{\partial y}{\partial \theta} & \frac{\partial y}{\partial \varphi} \\ \frac{\partial z}{\partial r} & \frac{\partial z}{\partial \theta} & \frac{\partial z}{\partial \varphi} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos(\varphi)\sin(\theta) & r\cos(\varphi)\cos\theta & -r\sin(\varphi)\sin(\theta) \\ \sin(\varphi)\sin(\theta) & r\sin(\varphi)\cos(\theta) & r\cos(\varphi)\sin(\theta) \\ \cos(\theta) & -r\sin(\theta) & 0 \end{pmatrix}.$$

А якобиан перехода от декартовых координат к сферическим – есть определитель матрицы Якоби:

$$\begin{aligned}
|J(r, \theta, \varphi)| &= \begin{vmatrix} \frac{\partial x}{\partial r} & \frac{\partial x}{\partial \theta} & \frac{\partial x}{\partial \varphi} \\ \frac{\partial y}{\partial r} & \frac{\partial y}{\partial \theta} & \frac{\partial y}{\partial \varphi} \\ \frac{\partial z}{\partial r} & \frac{\partial z}{\partial \theta} & \frac{\partial z}{\partial \varphi} \end{vmatrix} \\
&= \begin{vmatrix} \cos(\varphi)\sin(\theta) & r\cos(\varphi)\cos\theta & -r\sin(\varphi)\sin(\theta) \\ \sin(\theta)\sin(\varphi) & r\sin(\varphi)\cos(\theta) & r\cos(\varphi)\sin(\theta) \\ \cos(\theta) & -r\sin(\theta) & 0 \end{vmatrix} \\
&= r^2 \sin\theta.
\end{aligned}$$

Таким образом, переход от декартовых к сферическим координатам будет выглядеть следующим образом:

$$\begin{aligned}
\iiint_G f(x, y, z) dx dy dz \\
= \iiint_G f(r\sin\theta\cos\varphi, r\sin\theta\sin\varphi, r\cos\theta) r^2 \sin\theta dr d\theta d\varphi.
\end{aligned}$$

Определитель Вронского.

Определителем Вронского – определитель, который состоит из системы функций,  $(n-1)$  – раз дифференцируемых на некотором промежутке  $A$ .

$$W(f_1 \dots f_n)(x) = \det \begin{pmatrix} f_1(x) & f_2(x) & \dots & f_n(x) \\ f_1'(x) & f_2'(x) & \dots & f_n'(x) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ f_1(x)^{(n-1)} & f_2(x)^{(n-1)} & \dots & f_n(x)^{(n-1)} \end{pmatrix}.$$

То есть, это определитель из матрицы, построенной путем размещения функции в первой строке, первой производной каждой функции во втором ряду, и так далее до  $(n-1)$ -й производной, тем самым образуя квадратную матрицу размерами  $n \times n$  [1].

Введен Юзефом Ноеле-Вронским (1812) и назван Томасом Мьюром (1882).

Применение определителей Вронского

Определитель Вронского применяется в дифференциальных уравнениях.

*Теорема 1:* Если система функций  $y_1(x), y_2(x), \dots, y_n(x)$  линейно зависима на интервале  $(a, b)$ , то определитель вронского этой системы тождественно равен нулю на этом интервале.

*Теорема 2:* Если определитель Вронского  $W(x)$  системы  $y_1(x), y_2(x), \dots, y_n(x)$  частных решений линейного однородного дифференциального уравнения отличен от нуля в некоторой точке  $x_0 \in (a, b)$ , то  $W(x)$  отличен от нуля в любой точке этого интервала.

*Теорема 3:* Если  $W(x)$  – определитель Вронского системы  $y_1(x), y_2(x), \dots, y_n(x)$  частных решений линейного однородного дифференциального уравнения, то либо  $W(x)=0$  на интервале  $(a,b)$ , что означает линейную зависимость этих решений на  $(a,b)$ , либо  $W(x) \neq 0$  в любой точке этого интервала что означает линейную независимость этих решений на  $(a, b)$  [1].

Таким образом, мы ознакомились с понятием функциональных определителей, рассмотрели их применение, на наиболее часто встречаемых функциональных определителях.

### **Литература**

1. Википедия : свободная электронная энциклопедия : на русском языке [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://ru.wikipedia.org> (дата обращения 13.02.2015).
2. Фихтенгольц Г. М., Курс дифференциального и интегрального исчисления. Т. 1/ Г. М Фихтенгольц. – Москва: ФИЗМАЛИТ, 1962.-608 с.
3. Ильин В.А., Математический анализ./ В.А. Ильин, В.А. Садовничий, Бл. Х. Сендов.- Москва: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1979.-720 с.

УДК 517.28  
ГРНТИ 27.23.17

## **ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ В ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧАХ**

## **DIFFERENTIAL EQUATIONS IN APPLIED TASKS**

*Ксения Сергеевна Хоменко*

Научный руководитель: Радченко О.В., канд. физ.-мат. наук,  
доцент кафедры математического анализа ТГПУ.

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* уравнения, дифференциальные уравнения первого порядка.

*Keywords:* equations, differential equations of the first order.

*Аннотация.* Дифференциальные уравнения находят своё применения в различных областях науки.

1. Задача о скорости изменения численности населения.

Скорость изменения численности населения с постоянными показателями рождения и смертности во многих простых случаях пропор-

циональна численности населения  $P(t)$ . Необходимо найти скорость изменения численности населения в зависимости от времени.

Решение.

Обозначим:

$P=P(t)$  – численность населения;

$k$  – прирост населения;

$t$  – время;

Составим дифференциальное уравнение:

$\frac{dP}{dt}$  – скорость изменения численности.

$$\frac{dP}{dt} = kP \quad (1)$$

Данное уравнение является дифференциальным уравнением с разделяющимися переменными.

$\frac{dP}{dt} = kP$ , помножим обе части равенства на выражение  $\frac{1}{P} \cdot dt$ , проинтегрируем, получим:

$$\int \frac{dP}{P} = \int k dt;$$

$$\ln |P| = kt + C;$$

$$P(t) = Ce^{kt} \quad (2)$$

Каждая функция вида (2) будет являться решением дифференциального уравнения (1), превращая его в тождество.

Теперь проверим это утверждение:  $P'(t) = Cke^{kt} = k(Ce^{kt}) = kP(t)$ ,  $\forall t \in \mathbb{R}$ .

С помощью подстановки получаем верное тождество, следовательно, все функции данного вида являются решениями (1).

Для того чтобы подробно рассмотреть частное решение такой задачи, рассмотрим применения дифференциального уравнения (1).

### 1.1. Задача о численности бактерий.

Дано, что численность колонии бактерий в начальный момент времени  $P(0)=1000$ . Известно, что их количество удваивается через каждый час. Необходимо найти скорость изменения численности.

Решение.

Учитывая результат задачи 1, получаем, что численность колоний бактерий в момент времени  $t$  задаётся функцией:

$P(t)=Ce^{kt}$  – функция изменения численности колонии бактерий в момент времени  $t$ .

По условию задачи:

$$P(0) = 1000, \quad (2.1)$$

и известно, что их количество удваивается каждый час, т.е

$$P(1) = 2000 \quad (2.2)$$

Условия (2.1) и (2.2) – начальные условия. Задача с начальным условием называется задачей Коши.

Учитывая (2) и (2.1), (2.2) имеем:

$$1000 = P(0) = Ce^0 = C,$$

$$2000 = P(1) = Ce^k.$$

Отсюда получим, что  $C = 1000$  и  $e^k = 2$ , таким образом,

$$k = \ln 2 \approx 0,693147.$$

При полученном значении  $k$  дифференциальное уравнение (2) для данной задачи примет вид:

$$\frac{dP}{dt} = (\ln 2)P \approx (0,693147)P.$$

Воспользуемся заменой  $k = \ln 2$ ,  $C = 1000$ , далее подставим в уравнение (2), таким образом, получим частное решение:

$$P(t) = 1000e^{(\ln 2)t} = 1000(e^{\ln 2})^t = 1000 \cdot 2^t \quad (\text{т.к. } e^{\ln 2} = 2),$$

удовлетворяющее указанным условиям.

Итак, частное решение позволяет предсказать численность бактерий в любой момент времени.

Как было показано, такой тип дифференциальных уравнений используется в демографической статистике и биологии.

Механика.

2. Задача о лунном посадочном модуле.

Лунный посадочный модуль падает свободно на поверхность Луны со скоростью 450 м/с. Его тормозные реактивные двигатели обеспечивают постоянное замедление (торможение)  $2,5 \text{ м/с}^2$ . При этом гравитационное ускорение, обусловленное Луной, учтено.

На какой высоте над поверхностью Луны должны быть включены реактивные двигатели, чтобы гарантировать безопасное приземление?

( $v = 0$  при посадке).

Решение.

Дифференциальное уравнение равноускоренного движения имеет вид:

$$v(t) = \frac{dx}{dt} = at + v_0; \quad (3)$$

$a$  – ускорение торможения;

$t$  – время (в секундах);

$v = v(t)$  – скорость лунного посадочного модуля;

$C = v_0$ ,  $v = v_0$  – начальная скорость при времени  $t=0$ .

$x = x(t)$  – высота лунного посадочного модуля над поверхностью Луны.

Будем считать, что тормозные двигатели запущены в момент времени

$t = 0$ .

Тогда  $v_0 = 450 \text{ м/с}$ ,  $a = -2,5 \text{ м/с}^2$ , (здесь ускорение отрицательно, т.к. вектор ускорения противоположен вектору скорости, двигатели обеспечивают торможение).

Проинтегрируем уравнение (3), получим:

$$x(t) = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0. \quad (4)$$

Уравнения (3) и (4), подставляя начальные значения скорости и ускорения, примут вид:

$$v(t) = -2,5t + 450, \quad (5)$$

$$x(t) = 1,25t^2 - 450t + x_0; \quad (6)$$

$x_0$  – высота посадочного модуля над поверхностью Луны в момент времени  $t=0$ , когда должны быть включены тормозные реактивные двигатели.

Из (5) видно, что  $v = 0$  м/с (безопасное приземление) происходит, когда  $t = \frac{450}{2,5} = 180 \text{ с}$  (3 минуты). Тогда подстановка  $t = 180$ ,  $x = 0$  в уравнение (6) даёт:

$$x_0 = 0 - (1,25)(180)^2 + 450(180) = 40,500 \text{ метров.}$$

Таким образом, тормозные реактивные двигатели должны быть включены, когда лунный посадочный модуль находится на 40,5 км выше поверхности Луны. В этом случае он приземлится мягко на лунной поверхности после 3 минут замедления спуска.

Физика.

Физический закон охлаждения Ньютона гласит, что скорость изменения температуры  $T(t)$  тела пропорциональна разности между  $T$  и температурой окружающей среды  $A$ .

Другими словами:

$$\frac{dT}{dt} = k(T - A), \quad (7)$$

где  $T$  – температура тела,  $A$  – температура окружающей среды,  $k$  – коэффициент пропорциональности разности (положительная константа),  $t$  – время (в минутах).

### 3. Задача о температуре жаркого.

Дано, что 4 фунта мяса, предварительно нагретые до  $50^{\circ}F$ , начинают жариться в духовке при  $375^{\circ}F$  в 17:00. После 75 минут оказывается, что температура  $T(t) = 125^{\circ}F$ . Когда температура жаркого будет равна  $150^{\circ}F$  (т.е. средний тип, не пережарено и не недожарено)?

Решение.

Будем считать, что время  $t=0$  соответствует времени 17:00. И в любой момент температура  $T(t)$  жаркого одинакова по всему жаркому. Имеем,

$$T(t)A = 375T(0) = 50, T(75) = 125.$$

Получим, что

$$\frac{dT}{dt} = k(375 - T);$$

$$\int \frac{1}{375 - T} dT = \int k dt;$$

$$-\ln(375 - T) = kt + C;$$

$$375 - T = Be^{-kt}.$$

Из того, что  $T(0) = 50$  получили  $B = 325$ , так что

$$T(t) = 375 - 325e^{-kt}.$$

Известно, что  $T = 125$  при  $t = 75$ .

Подставим значения:

$$k = -\frac{1}{75} \ln\left(\frac{250}{325}\right) \approx 0,0035.$$

Решим уравнение:  $150 = 375 - 325e^{(-0,0035)t}$ .

Для  $t = -\frac{\ln\left(\frac{225}{325}\right)}{0,0035} \approx 105$  (минут) – общее время, требуемое для приготовления жаркого. Поскольку жаркое было помещено в духовку в 17:00, его нужно вынуть из неё примерно в 18:45.

Мы рассмотрели применения дифференциальных уравнений в решении нескольких конкретных задач. Следует отметить, что дифференциальные уравнения имеют более широкое применение в различных сферах науки.

### Литература

1. Чарльз Генри Эдвардс, Дифференциальные уравнения и краевые задачи: моделирование и вычисление с помощью Mathematica, Maple и MATLAB. 3-е издание, Издательский дом Вильямс, 2008-1094;
2. Понтрягин Л.С. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М., 1982;
3. Эрроусмит Д., Плейс К. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Качественная теория с приложениями. М., 1986.

# АЛГЕБРА И ТЕОРИЯ ЧИСЕЛ

---

УДК 514.181.8  
ГРНТИ 27.21.17

## ОБОБЩЕНИЕ ТЕОРЕМЫ НАПОЛЕОНА

### A GENERALIZATION OF NAPOLEON'S THEOREM

*Нодирбек Муродиллович Баротов*

Научный руководитель: А.И. Забарина, канд. физ.-мат. наук, доцент  
кафедры математики, теории и методики обучения математики

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* параллелограмм, квадрат, модуль, вектор, комплексной число, симметричность.

*Key words:* parallelogram, square, module, vector, complex number, the symmetry.

*Аннотация.* В работе показано теорема Наполеона и два способа доказательства обобщение этой теоремы.

Далеко не все знают, что французский император Наполеон Бонапарт был любителем математики и внес определенный вклад в ее развитие. Он находил время заниматься ею для собственного удовольствия, чувствовал в ней красоту и объект, достойный приложения остроумия и изобретательности. Одно из свидетельств тому – несколько составленных им геометрических задач. Некоторые задачи Наполеона отличаются простотой постановки и допускают изящные решения. Примером одной из таких задач является следующая теорема [1].

*Если на каждой стороне произвольного треугольника построить по равностороннему треугольнику, то треугольник с вершинами в центрах этих равносторонних треугольников – тоже равносторонний [2]. (см. рис. 1).*

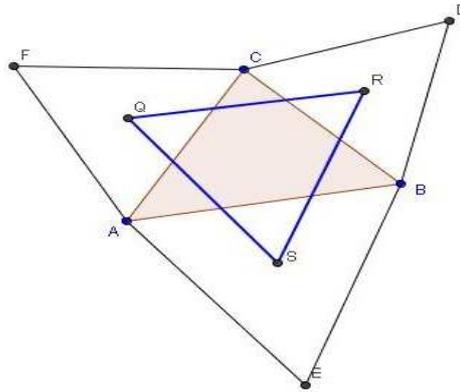


Рис. 1. Схема теоремы Наполеона

После подробного изучения этой теоремы возник вопрос: нельзя ли получить аналогичный результат для четырехугольников? В работе доказана истинность следующего утверждения.

*Если на сторонах произвольного параллелограмма построить квадраты внешним образом и соединить их центры, то полученная фигура является квадратом (см. рис. 2).*

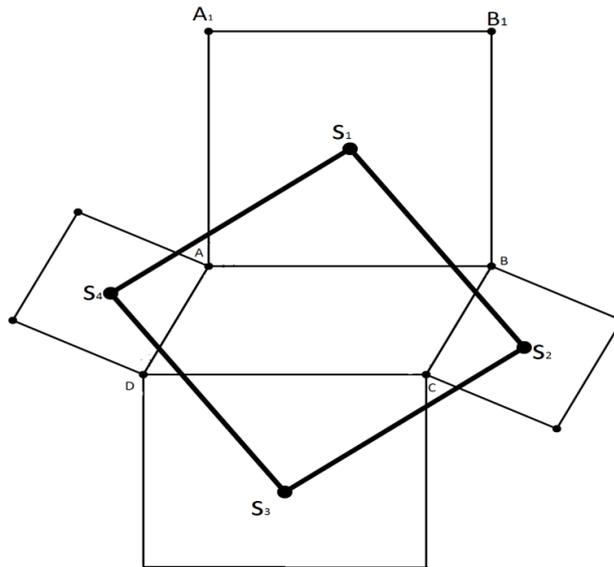


Рис. 2. Схема дополнения теоремы Наполеона

Приведем два способа доказательства:

***I Доказательство, основано на векторное алгебре.***

Строим параллелограмм ABCD: поместим его в декартову систему координат так, чтобы сторона AB была параллельна оси OX и центр параллелограмма совпадала с началом координат, тогда вершины параллелограмма имеют координаты:  $A(a,b)$ ,  $B(c,b)$ ,  $C(-a,-b)$ ,  $D(-c,-b)$ . (см. рис. 3)

На каждой стороне полученного параллелограмма строим квадрат и находим координаты их центров. Обратимся к точке  $S_1$ - центру квадрата  $AA_1B_1B$ . (см. рис. 4) Имеем:

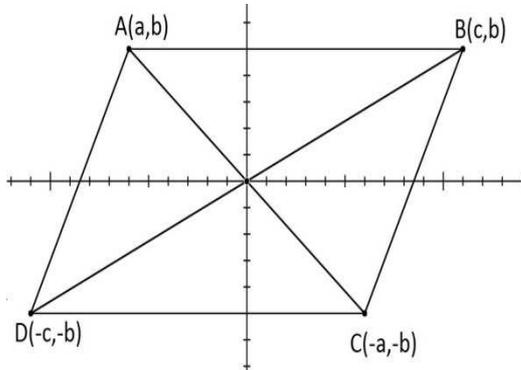


Рис. 3. Схема доказательства

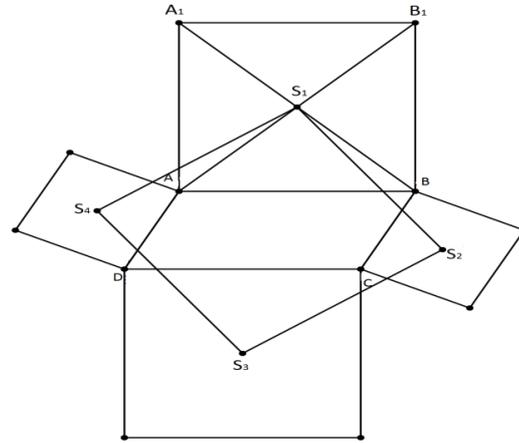


Рис. 4. Схема доказательства

$$|\overrightarrow{AB}| = \sqrt{(c-a)^2 + (b-b)^2} = c-a. \text{ (так как } c > a); \quad \overrightarrow{AB} = (c-a, b-b).$$

Обозначим координаты  $A_1(x, y)$ ,  $\overrightarrow{AA_1} = (x-a, y-b)$ , а  $|\overrightarrow{AA_1}| = \sqrt{(x-a)^2 + (y-b)^2}$ . Так как  $|\overrightarrow{AB}| = |\overrightarrow{AA_1}|$ , и  $(\overrightarrow{AB}, \overrightarrow{AA_1}) = 0$ , получаем следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} \sqrt{(x-a)^2 + (y-b)^2} = c-a \\ (x-a)(c-a) + (y-b)(b-b) = 0 \end{cases}$$

решая которую получаем  $x=a$ ,  $y=c-a+b$ , откуда  $A_1(a, c-a+b)$ . Так как  $S_1$ - середина диагонали  $A_1B$  получаем:  $S_1 = (\frac{a+c}{2}, \frac{c-a+2b}{2})$ . Так как точка  $S_3$  симметрична точке  $S_1$  относительно начала координат, имеем:  $S_3 = (\frac{-a-c}{2}, \frac{-c+a-2b}{2})$ . Используя аналогичные рассуждения, находим

координаты центров двух оставшихся квадратов:  $S_2 = (\frac{c-a+2b}{2}, \frac{-a-c}{2})$ ,  $S_4 = (\frac{-c+a-2b}{2}, \frac{a+c}{2})$ . Непосредственные вычисления показывают, что

$$|\overrightarrow{S_1S_2}| = |\overrightarrow{S_2S_3}| = |\overrightarrow{S_3S_4}| = |\overrightarrow{S_4S_1}|, \text{ где } |\overrightarrow{S_1S_2}| = \sqrt{(-a+b)^2 + (-c+b)^2},$$

$$|\overrightarrow{S_2S_3}| = \sqrt{(-c+b)^2 + (a-b)^2}, |\overrightarrow{S_3S_4}| = \sqrt{(a-b)^2 + (c-b)^2},$$

$$|\overrightarrow{S_4S_1}| = \sqrt{(c-b)^2 + (-a+b)^2}.$$

И  $(\overrightarrow{S_1S_2}, \overrightarrow{S_2S_3}) = (\overrightarrow{S_2S_3}, \overrightarrow{S_3S_4}) = (\overrightarrow{S_3S_4}, \overrightarrow{S_4S_1}) = (\overrightarrow{S_4S_1}, \overrightarrow{S_1S_2}) = 0$ , где

$$\overrightarrow{S_1S_2} = (\frac{c-a+2b}{2} - \frac{a+c}{2}, \frac{-a-c}{2} - \frac{c-a+2b}{2}) = (b-a; -c-b), \overrightarrow{S_2S_3} = (-c-b; a-b),$$

$$\overrightarrow{S_3S_4} = (a-b; c+b), \overrightarrow{S_4S_1} = (c+a; b-a).$$

Вывод: Полученная фигура  $S_1S_2S_3S_4$  является квадратом.

## II способ доказательства.

Воспользуемся геометрической интерпретацией комплексных чисел и операций над ними.

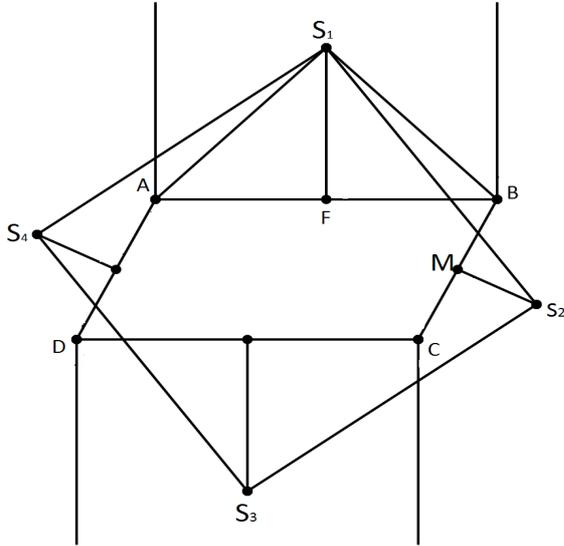


Рис. 5. Схема доказательства

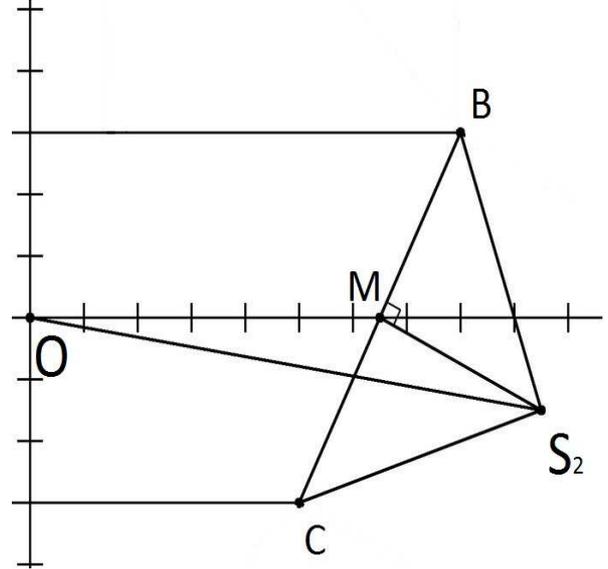


Рис. 6. Схема доказательства

Пусть вершина параллелограмма  $A$  есть комплексное число  $z$ , тогда вершина  $B$  равняется  $z+r$ ,  $C=-z$ ,  $D=-z-r$ , где  $r \in \mathbb{R}$ ,  $r > 0$ .

Пусть  $F$  - точка пересечения перпендикуляра опущенного из центра квадрата, построенного на стороне  $AB$ , на сторону  $AB$ . Так как  $|\overrightarrow{AF}| = |\overrightarrow{FB}|$ , то  $F = z + \frac{r}{2}$ . Из равенства  $|\overrightarrow{AF}| = |\overrightarrow{FS_1}|$  и  $\overrightarrow{AF} \perp \overrightarrow{FS_1}$  следует, что  $S_1 = z + \frac{r}{2} + \frac{r}{2}i$ . Так как  $S_3$  - центр квадрата, построенного на стороне  $CD$  параллелограмма  $ABCD$ , симметричен  $S_1$  относительно начала координат то  $S_3 = -z - \frac{r}{2} - \frac{r}{2}i$ . (см. рис. 5). Для того, чтобы найти  $S_2$  поступим следующим образом. Пусть  $M$  - точка пересечения стороны  $BC$  с осью абсцисс, тогда:

$$\overrightarrow{OS_2} = \overrightarrow{OM} + \overrightarrow{MS_2}$$

Так как  $M$  - середина  $\overrightarrow{BC}$ , то  $\overrightarrow{OM} = z + \frac{r}{2} - z = \frac{r}{2}$ .

Заметим, что  $|\overrightarrow{MB}| = |\overrightarrow{MS_2}|$  и  $\overrightarrow{MS_2}$  можно получить из  $\overrightarrow{MB}$  при повороте на  $\frac{\pi}{2}$  по часовой стрелке, то есть при умножении на  $(-i)$ . Так как  $\overrightarrow{MB} = z + r - \frac{r}{2} = z + \frac{r}{2}$ , то  $\overrightarrow{MS_2} = (z + \frac{r}{2})(-i)$ .

Итак,  $\overrightarrow{OS_2} = \frac{r}{2} + (z + \frac{r}{2})(-i) = \frac{r}{2} - \frac{r}{2}i - zi$ .  $\Rightarrow S_2 = \frac{r}{2} - \frac{r}{2}i - zi$  (см. рис. 6)

Так как  $S_4$  - центр квадрата, построенного на стороне AC параллелограмма ABCD, симметричен  $S_2$  относительно начало координат, то  $S_4 = -\frac{r}{2} + \frac{r}{2}i + zi$ . Итак получили:

$$S_1 = z + \frac{r}{2} + \frac{r}{2}i, \quad S_2 = \frac{r}{2} - \frac{r}{2}i - zi, \quad S_3 = -z - \frac{r}{2} - \frac{r}{2}i, \quad S_4 = -\frac{r}{2} + \frac{r}{2}i + zi. \text{ Отсюда}$$

$$\overrightarrow{S_1 S_2} = -z - (z+r)i,$$

$$\overrightarrow{S_2 S_3} = -r - z + zi, \quad \overrightarrow{S_3 S_4} = z + (r+z)i, \quad \overrightarrow{S_4 S_1} = z + r + zi. \text{ Заметим что } \overrightarrow{S_1 S_2} = \overrightarrow{S_2 S_3}i, \\ \overrightarrow{S_2 S_3} = \overrightarrow{S_3 S_4}i, \overrightarrow{S_3 S_4} = \overrightarrow{S_4 S_1}i, \overrightarrow{S_4 S_1} = \overrightarrow{S_1 S_2}i.$$

Вывод: Так как модуль произведения комплексных чисел равен произведению модулей, и модуль  $i$  равна 1, то модули всех четырех векторов равны. С другой стороны, умножение на  $i$  равносильно повороту вектора на  $\frac{\pi}{2}$  против часовой стрелки. Значит полученная фигура  $S_1 S_2 S_3 S_4$  является квадратом.

### Литература

1. Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D2%E5%E0%E5%EC%E0\\_%CD%E0%EF%EE%EB%E5%EE%ED%E0](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D2%E5%E0%E5%EC%E0_%CD%E0%EF%EE%EB%E5%EE%ED%E0) (дата обращения : 2.02.2015).
2. Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%CD%E0%EF%EE%EB%E5%EE%ED\\_I](https://ru.wikipedia.org/wiki/%CD%E0%EF%EE%EB%E5%EE%ED_I) (дата обращения: 2.02.2015).

УДК 519.4  
ГРНТИ 27.17.17

## О «ВЕСЕЛЫХ» И «УГРЮМЫХ» ЭЛЕМЕНТАХ ГРУППЫ ABOUT «CHEERFUL» AND «GLOOMY» ELEMENTS OF GROUP

*Гусельникова Ульяна Александровна*

Научный руководитель: А. И. Забарина, кандидат физико-математических наук, доцент

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* «угрюмый» элемент, «веселый» элемент, централизатор элемента, коммутатор.

*Key words:* «gloomy» element, «cheerful» element, element interlocker, switchboard.

*Аннотация.* В работе введено понятие «веселого» элемента группы, изучены некоторые свойства «угрюмых» и «веселых» элементов. Доказано, что если множество «угрюмых» элементов конечной группы не пусто, то оно равносильно множеству ее «веселых» элементов. Доказано также, что множество всех «веселых» элементов группы образует ее подгруппу.

В одной из задач IV студенческой олимпиады по алгебре МГУ было сформулировано определение «угрюмого» элемента группы и предлагалось доказать, что в неединичной группе «угрюмых» элементов либо ровно половина, либо вовсе нет.

Рассмотрим произвольную группу  $\langle G, \cdot \rangle$ . Введем два определения.

**Определение 1.** «Угрюмым» элементом группы называется такой элемент, который перестановочен только сам с собой и с единицей.

Обозначим множество «угрюмых» элементов:

$$Y = \{y \in G \mid xy = xy \Rightarrow x = e \vee x = y\}.$$

**Определение 2.** «Веселыми» элементами группы называются все элементы группы  $G$ , не являющиеся «угрюмыми».

$$W = \{b \mid \exists_G a (ba = ab \wedge a \neq e \wedge a \neq b)\}.$$

Рассмотрим группу, порядок которой равен двум:  $|G|=2$ .

$$G = \{e, g\} \text{ тогда из определения следует, что } Y = \{g\} \quad W = \{e\}$$

$$\text{Так, например, в группе } \langle Z_2, + \rangle \quad Y = \{\bar{1}\} \quad W = \{\bar{0}\}$$

$$\text{В группе } \langle S_2, \cdot \rangle \quad Y = \{(1,2)\} \quad W = \{(1)\}$$

Очевидно, что если группа  $G$  – абелева, и ее порядок больше двух:  $|G|>2$ , то множество «угрюмых» элементов пусто, так как каждый элемент перестановочен хотя бы с тремя элементами, что противоречит определению «угрюмого» элемента.

Рассмотрим более интересные примеры:

1) Обратимся к группе подстановок третьей степени  $\langle S_3, \cdot \rangle$  и составим таблицу Кэли:

Таблица 1

	(1)	(1, 2)	(1, 3)	(2, 3)	(1, 2, 3)	(1, 3, 2)
(1)	(1)	(1, 2)	(1, 3)	(2, 3)	(1, 2, 3)	(1, 3, 2)
(1, 2)	(1, 2)	(1)	(1, 3, 2)	(1, 2, 3)	(2, 3)	(1, 3)
(1, 3)	(1, 3)	(1, 2, 3)	(1)	(1, 3, 2)	(1, 2)	(2, 3)
(2, 3)	(2, 3)	(1, 3, 2)	(1, 2, 3)	(1)	(1, 3)	(1, 2)
(1, 2, 3)	(1, 2, 3)	(1, 3)	(2, 3)	(1, 2)	(1, 3, 2)	(1)
(1, 3, 2)	(1, 3, 2)	(2, 3)	(1, 2)	(1, 3)	(1)	(1, 2, 3)

Тогда  $Y = \{(1, 2), (1, 3), (2, 3)\}$ ,  $W = \{(1), (1, 2, 3), (1, 3, 2)\}$ .

2)  $\langle M_2^*(Z_2), \cdot \rangle$  - мультипликативная группа невырожденных матриц второго порядка над полем  $Z_2$ .

Таблица 2

	$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$
$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$
$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$
$\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$
$\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$
$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$
$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$

$$Y = \left\{ \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \right\} \quad W = \left\{ \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \right\}$$

3)  $\langle Q_8, \cdot \rangle$ - группа кватернионов.  $Q_8 = \{1, -1, i, j, k, -i, -j, -k\}$

Таблица 3

	1	-1	i	j	k	-i	-j	-k
1	1	-1	i	j	k	-i	-j	-k
-1	-1	1	-i	-j	-k	i	j	k
i	i	-i	-1	k	-j	1	-k	j
j	j	-j	-k	-1	i	k	1	-i
k	k	-k	j	-i	-1	-j	i	1
-i	-i	i	1	-k	j	-1	k	-j
-j	-j	j	k	1	-i	-k	-1	i
-k	-k	k	-j	i	1	j	-i	-1

$$(Y = \emptyset, \quad W = Q_8)$$

Из рассмотренных примеров можно сделать предположение, что «угрюмых» элементов либо вообще нет, либо их ровно половина.

Цель данной работы доказать правильность выдвинутого предположения.

Для доказательства нам потребуется исследовать некоторые свойства «угрюмых» и «веселых» элементов.

Свойство 1. Порядок «угрюмого» элемента равен 2, то есть «угрюмый» элемент есть инволюция.

$$y \in Y \Rightarrow O(y) = 2 \quad (y^{-1} = y)$$

Предположим, что  $O(y) \neq 2$ .

Но  $O(y) \neq 1$ , так как  $e$  – «веселый». Следовательно,  $O(y) > 2$ ,

$y^2 \neq e$ ,  $y^2 \neq y$ , осталось заметить, что  $yy^2 = y^2y$ , пришли к противоречию. ■

Свойство 2. Сопряженный к «угрюмому» элементу – есть «угрюмый» элемент. А сопряженный к «веселому» – «веселый».

$$\forall_Y y \forall_W b \forall_G g (y^g \in Y \text{ и } b^g \in W)$$

Доказательство.

$$1) y^g \overset{?}{\in} Y$$

$$\text{Пусть } \exists_G a (g^{-1}yg)a = a(g^{-1}yg)$$

$$\text{Докажем, что } a = e \vee a = g^{-1}yg$$

$$\text{Так как мы находимся в группе, то } g^{-1}yga = ag^{-1}yg \Rightarrow$$

$$yga = gag^{-1}yg \Rightarrow ydag^{-1} = gag^{-1}y \Rightarrow y(gag^{-1}) = (gag^{-1})y,$$

$$\text{так как } y \in Y \quad gag^{-1} = e \vee gag^{-1} = y \Rightarrow a = e \vee a = g^{-1}yg \blacksquare$$

$$2) b^g \overset{?}{\in} W$$

$$\text{Если } b \in W \Rightarrow \exists b^*: bb^* = b^*b, b^* \neq b \wedge b^* \neq e$$

$$\text{Докажем что } \exists a ((g^{-1}bg)a = a(g^{-1}bg)).$$

$$\text{Имеем: } g^{-1}bb^*g = g^{-1}b^*bg \Rightarrow g^{-1}bgg^{-1}b^*g = g^{-1}b^*gg^{-1}bg,$$

$$(g^{-1}bg) \left( \underbrace{g^{-1}b^*g}_a \right) = \left( \underbrace{g^{-1}b^*g}_a \right) (g^{-1}bg) \blacksquare$$

Свойство 3. Произведение двух «угрюмых» элементов – есть «веселый» элемент.

$$y_1, y_2 \in Y \Rightarrow y_1y_2 = a, \quad a \in W$$

$$\text{Предположим, что: } y_1y_2 = y_3 \Rightarrow (y_1y_2)^{-1} = (y_3)^{-1},$$

$$\text{Так как } y_i \text{ – инволюции, где } i \in \{1, 2, 3\} \Rightarrow y_2y_1 = y_3 \Rightarrow$$

$$y_2y_1 = y_1y_2$$

$$\text{Если } y_1 = y_2, \text{ то } y_1y_2 = e, e \in W$$

Если  $y_1 \neq y_2$ , то мы пришли к противоречию с определением «угрюмого» элемента, следовательно,  $y_1y_2 = a, a \in W \blacksquare$

Пусть  $\langle G, \cdot \rangle$  - группа,  $g \in G$ .

**Определение 3.** Центризатором элемента  $g$  группы  $\langle G, \cdot \rangle$  называется множество, состоящее из всех элементов, перестановочных с этим элементом. [1]

$$Z(g) = \{x \mid xg = gx\}$$

В частности,  $Z(y) = \{y, e\}$ . Следовательно, мощность центризатора «угрюмого» элемента равна 2.

$$|Z(y)| = 2$$

Очевидно, что центризатор «угрюмого» элемента образует подгруппу  $G$  (так как  $y = y^{-1}$ )

$$Z(y) < G$$

**Теорема 1.**

Если порядок группы  $\langle G, \cdot \rangle = n$ , то мощность множества «угрюмых» элементов либо равна нулю, либо равна мощности множества «веселых» элементов и равна  $\frac{n}{2}$ .

$$(|G| = n) \Rightarrow \left( |Y| = 0, \vee |Y| = |W| = \frac{n}{2} \right)$$

Доказательство

Предположим, что мощность множества «угрюмых» элементов равна  $s$ .

$$Y = \{y_1, y_2, \dots, y_s\}, s \neq 0$$

$$\text{Пусть } A = \{y^*y_1, y^*y_2, \dots, y^*y_s\}$$

Очевидно, что мощность множества  $A$  равна мощности множества «угрюмых» элементов. Так как произведение двух «угрюмых» элементов – есть «веселый» элемент (смотри следствие 3), то множество  $A$  входит во множество «веселых» элементов. Следовательно, мощность множества «угрюмых» элементов меньше или равна мощности множества «веселых» элементов.

$$|Y| = |A|, A \subset W \Rightarrow |Y| \leq |W|$$

С другой стороны, так как  $Z(y^*) < G$ , то построим фактор множество левых смежных классов  $G/Z(y^*)$ , так как  $|Z(y^*)| = 2$ , то  $|G/Z(y^*)| = \frac{n}{2}$ .

Рассмотрим множество  $H = \{y^*g \mid g \in G\}$  и  $G/Z(y^*)$ .

Легко видеть, что отображение  $f$  множества  $H$  во множество  $G/Z(y^*)$ :  $f(g^{-1}y^*g) = gZ(y^*)$  является биекцией.

Так как  $f$  – биекция, то  $|H| = |G/Z(y^*)|$ . Следовательно,

$|\{y^*g \mid g \in G\}| = |G/Z(y^*)| = \frac{n}{2}$ , так как  $H \subset Y$  (по свойству 2), то  $|Y| \geq |W|$ .

Следовательно,  $|Y| = |W| = \frac{n}{2}$  ■

**Следствие 1.** Каждый «веселый» элемент можно представить в виде произведения любого «угрюмого» элемента на некоторый «угрюмый».

$$\forall_Y y^*, \forall_W b \exists y_i (y^*y_i = b).$$

**Следствие 2.** Во множестве «веселых» элементов нет инволюций.

$$I \cap W = \emptyset$$

**Следствие 3.** Если множество «угрюмых» элементов не пусто, то порядок группы  $G$  нацело делится на два, но не делится нацело на четыре.

$$|Y| \neq \emptyset \Rightarrow n = 4q + 2.$$

В заключение обратимся к множеству «веселых» элементов. Имеет место следующая

**Теорема 2.** Множество «веселых» элементов образуют абелеву группу относительно операции умножения.

$\langle W, \cdot \rangle$  – абелева группа.

Для доказательства применим критерий подгруппы.

Зафиксируем  $y^* \in Y$ . Покажем теперь, что для любых двух «веселых» элементов выполняется следующее условие:

$$\begin{aligned} \forall_W b_1, b_2 \quad (b_1 b_2^{-1} \in W) \\ b_1 = y^* y_1 \\ b_2 = y^* y_2 \end{aligned}$$

тогда произведение  $b_1 \cdot b_2^{-1}$  переписывается в виде:

$$b_1 \cdot b_2^{-1} = (y^* y_1) \cdot (y^* y_2)^{-1} \stackrel{?}{\in} W$$

Доказательство поведем от противного. Предположим, что произведение  $b_1 \cdot b_2^{-1}$  принадлежит множеству «угрюмых» элементов, то есть:  $b_1 \cdot b_2^{-1} = (y^* y_1) \cdot (y^* y_2)^{-1} = y_3$ , где  $y_3 \in Y$ .

Так как  $y_3$ -инволюция, то:

$$b_2 \cdot b_1^{-1} = (y^* y_2) \cdot (y^* y_1)^{-1} = y_3^{-1} = y_3,$$

$$b_2 \cdot b_1^{-1} = b_1 \cdot b_2^{-1},$$

$$\text{а значит и: } (y^* y_2) \cdot (y^* y_1)^{-1} = (y^* y_1) \cdot (y^* y_2)^{-1},$$

$$\text{или: } y^* y_2 y_1 y^* = y^* y_1 y_2 y^*.$$

Умножив обе части уравнения справа и слева на один и тот же сомножитель  $(y^*)^{-1}$ , получим:

$$y_2 y_1 = y_1 y_2.$$

Так как  $y_2$  и  $y_1$  принадлежат множеству «угрюмых» элементов, следовательно, есть два варианта развития событий:

$$1) y_1 = y_2, \text{ следовательно, } b_1 = b_2, \text{ а значит } b_1 b_2^{-1} = e, e \in W$$

2)  $y_1 \neq y_2$ , то пришли к противоречию с определением «угрюмого» элемента (Определение 1)

Следовательно  $W < G$ , а значит, что  $\langle W, \cdot \rangle$  – группа.

Для того, чтобы доказать, что группа абелева достаточно доказать, что коммутатор двух «веселых» элементов равен нейтральному элементу.

$$ab = ba \Leftrightarrow a^{-1} b^{-1} ab = e$$

Так как  $a, b \in W$ , то  $a = y^* y_i, b = y^* y_j$ .

$$\begin{aligned} \text{Тогда } a^{-1} b^{-1} ab &= (y_i y^*) (y_j y^*) (y^* y_i) (y^* y_j) = y_i y^* y_j y_i y^* y_j = \\ &= (y_i b)^2 = (y_k)^2 = e. \end{aligned}$$

Следовательно  $\langle W, \cdot \rangle$  – абелева группа. ■

**Следствие.** Если множество «угрюмых» элементов не пусто, то множество «веселых» элементов является нормальным делителем группы  $G$ .

$$Y \neq \emptyset \Rightarrow W \triangleleft G$$

---

### Литература

1. Курош, А. Г. Теория групп / А. Г. Курош. – Москва: изд-во «Наука», 1967. – С. 519.

УДК 372.851

ГРНТИ 27.01.45

## РАЗЛИЧНЫЕ СПОСОБЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НА ПРОЦЕНТЫ VARIOUS WAYS OF THE SOLUTION OF TASKS FOR PERCENT

*Татьяна Владимировна Ечина*

Е. А. Фомина, кандидат физико-математических наук, доцент  
кафедры математики, теории и методики обучения математике

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* сложные проценты, задачи на проценты, задачи ЕГЭ, способы решения.

*Key words:* difficult percent, tasks for percent, tasks of Unified State Examination, ways of the decision.

*Аннотация.* В статье описаны трудности, возникающие у школьников, при решении задач на проценты и рассмотрены различные способы решения таких задач.

В современном мире мы очень часто встречаемся с процентами. Современная жизнь делает задачи на проценты всё более актуальными, т.к. сфера их применения становится всё шире.

Человек должен свободно уметь решать задачи, которые ставит перед ним окружающий мир, уметь рассчитать предложения магазинов, кредитов банка и сделать для себя выбор наиболее оптимального предложения. Практические задачи в современном обществе требуют не только первичных знаний о процентах, но уже более глубокого их знания.

Однако изучение процентов является одним из самых проблемных элементов школьного курса математики.

Для чего всё-таки нужны проценты? Проценты привычно употребляются в жизни, в разговоре, в СМИ для того, чтобы наиболее кратко сообщить количественную информацию о сравнении данных, характеризующих различные ситуации. Они традиционно привлекаются

как удобное средство для формального описания относительно изменения измеряемых величин в технике, экономике, фармакологии, статистике, социологии, психологии, химии, биологии и др. [1]

Задачи на проценты находят свое место и в экзаменационных работах. Однако они вызывают много затруднений, а как следствие и возникновение ошибок.

Попробуем разобраться, почему такие задачи вызывают затруднения.

Для начала, вспомним определение процента. Итак, **один процент** – это одна сотая часть величины:

$$1\% = \frac{1}{100}.$$

Вот здесь и появляется проблема. Одна сотая, от какой величины? Многие обучающиеся не знают, от какой величины брать одну сотую. Из-за этого и возникают ошибки.

Кроме того, много ошибок возникает и из-за неправильно прочитанного условия задачи.

Чтобы избежать ошибок, следует знать некоторые аспекты и методы решений. Существует множество способов решения задач, одни из них: арифметический (решение задач по вопросам), алгебраический (решение задач с помощью уравнения), графический.

Иногда задачу можно решить не совсем стандартным для неё способом. Рассмотрим некоторые такие задачи и способы их решений.

Начнем рассмотрение с такой задачи, на которой можно увидеть значимость изучения процентов.

Звучит она следующим образом:

*Некий леспромхоз решил вырубить сосновый лес, но экологи запротестовали. Тогда директор леспромхоза всех успокоил, сказав: «В нашем лесу 99% составляют сосны. После рубки сосна будет составлять 98% от всех деревьев». Должно ли высказывание директора успокоить экологов?*

Для того чтобы мы могли ответить на вопрос этой задачи, следует вспомнить другую задачу, известную почти каждому.

**Задача:** В 20 кг свежих грибов влажность – 99%. Грибы подсушили, после чего влажность стала 98%. Какова теперь масса подсушенных грибов?

**Решение:**

В 20 кг грибов – 99% влажности.

В  $x$  кг грибов – 98% влажности.

$20 : 0,01 = 0,2$  (кг) – масса сухого вещества

$0,2 \cdot 100 : 2 = 10$  (кг) – масса грибов после усушки.

**Ответ:** масса грибов 10 кг.

Если вернуться к нашей задаче про леспромхоз, то получим: экологам следовало бы возразить директору. Т.к. окажется, что в таком случае директор вырубил бы как минимум половину леса. Т.е. если бы они вырубали только сосны, то вырубали бы половину леса. А если же они начали бы вырубать и другие деревья, то от леса осталось уже меньше половины. Нашему условию удовлетворяло бы и такое решение: оставить в лесу 50 деревьев, из них 1 осину и 49 сосен [2].

Перейдем к рассмотрению некоторых способов решения задач на проценты.

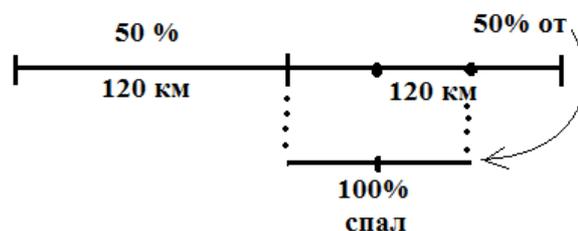
### Графический метод

*Задача: Проехав 120 км, что составляет 50% всего пути, пассажир лег спать и спал до тех пор, пока не осталось 50% того пути, который он проехал спящим. Сколько километров пути пассажир проехал спящим? [3]*

#### Решение:

Стоит заметить, что в задаче два раза встречается одинаковая величина 50%. Но будет ли это означать, что за ней скрывается одинаковое расстояние?

Решение этой задачи можно сделать графически.



Пассажир проехал 120 км, что составляет 50% всего пути. Следовательно, вторая часть пути тоже равна 120 км.

Потом, пассажир лег спать. Спящим он проехал такую часть пути, что оставшийся путь составил 50% (т.е. половину) от того пути, когда он спал.

Можем сказать, что отрезок пути в 120 км нужно разделить на 3 равные части.

Тогда  $120 : 3 = 40$  (км) – каждый участок.

Получаем, что спящим он проехал:  $2 \cdot 40 = 80$  (км).

**Ответ:** 80 км пути пассажир проехал спящим.

### Табличный метод

Следует так же помнить, что для упрощения решения задачи помогает оформление её условия в виде таблицы. Т.к. при заполнении таб-

лицы мы фактически получаем решение задачи, а именно получаем уравнение. Известная всеми задача исследование бюджета семьи решается именно с помощью составления таблицы. Но мы рассмотрим другую задачу.

Задача: Влажность сухого цемента на складе 18%. Во время дождей влажность повысилась на 2%. Какова стала масса цемента, если его было 400 кг?

Решение:

Раствор (смесь)	Объем (масса) раствора (смеси)	вода		Сухое вещество	
		% концентрации	масса	% концентрации	Масса
1	400 кг	18%		82%	400·0,82
2	х кг	20%		80%	х·0,8

$$400 \cdot 0,82 = 0,8 \cdot x$$

$$x = 410$$

Ответ: 410 кг. [4]

### Схема

Чтобы помочь обучающимся не допустить ошибки при решении, следует уделить внимание так же и на оформление краткой записи задачи.

Тогда условие задачи можно кратко записать следующим образом:

Если первоначальная цена некоторого товара составляла  $S_0$  денежных единиц (д.ед.), то после её повышения на  $p\%$  она стала стоить:

$$S_0 + S_0 \cdot p \cdot 0,01 = S_0(1 + p \cdot 0,01) \text{ (д.ед.)}$$

Аналогично, если первоначальная цена  $S_0$  понизилась на  $p\%$ , то она составит

$$S_0(1 - p \cdot 0,01) \text{ (д.ед.)}$$

Легко понять и запомнить эти формулы, если представить их в виде наглядной схемы. Повышение цены изображается стрелкой идущей вверх, а понижение – стрелкой, направленной вниз.

$$S_0 \begin{cases} \xrightarrow{p\%} S_0(1 + p \cdot 0,01) \\ \xrightarrow{p\%} S_0(1 - p \cdot 0,01) \end{cases}$$

Аналогично и для остальных типов задач с повышением и понижением. [5]

### Сложные проценты

На ЕГЭ очень много задач встречается на сложный процентный прирост.

Для начала, следует понять, что это такое и как он считается.

**Сложным процентом** называется такой процесс, когда проценты прибыли прибавляются к основной сумме и в дальнейшем сами участвуют в создании новой прибыли.

Известна формула сложного процента:

$$S = X \cdot (1 + \%)^n$$

$S$  – конечная сумма

$X$  – начальная сумма

$\%$  – процентная ставка: годовые проценты, делённые на 100

$n$  – количество периодов, лет (месяцев, кварталов).

Со старшеклассниками данную формулу можно доказать методом математической индукции.

Предлагаем рассмотреть не менее интересную задачу.

*Задача: За хранение денег на срочном депозите в течение года Сбербанк выплачивал доход из расчета 150% от вложенной суммы; в течении полугода – 130% годовых, в течение трех месяцев – 120 % годовых. Каким образом за год на условиях Сбербанка можно было получить наибольший доход на 100 000 р? Каков наибольший доход?[4]*

Может показаться, что самое выгодное вложение денег на год – под 150% годовых.

$100 \cdot 2,5 = 250\ 000$  (рублей) – получим через год.

Теперь, попробуем положить деньги на полгода:

$130 : 2 = 65$  (%) от вложенной суммы.

Далее мы получим деньги назад, но уже с доходом, а потом положим их еще на полгода. Таким образом, через год мы получим:

$$S = 100\ 000 \cdot (1 + 0,65)^2 = 272\ 250 \text{ (рублей)}$$

Т.е. второй вариант оказался прибыльнее.

Можно попросить обучающихся самостоятельно рассмотреть третий случай, а потом сделать вывод по задаче и они смогут убедиться, что изучение процентов может быть полезно при выборе выгодного способа вложения денег.

Таким образом, мы рассмотрели несколько интересных задач и по способам решения и по содержанию.

Для того чтобы как можно меньше возникало ошибок при решении задач, необходимо, чтобы обучающие проделывали определенные действия – шаги, т.е. придерживались определенной схемы решения задач. Эта схема выглядит следующим образом.

1. О каких величинах идёт речь в задаче? Каким действием связаны эти величины?

2. Какие ситуации описываются в задаче и сколько их?

3. Составьте краткую запись (таблицу, рисунок) и внесите данные. САМОКОНТРОЛЬ: все ли числовые данные внесены.
4. Назвать все неизвестные величины и одну из неизвестных обозначить за  $x$ .
5. Выразить остальные величины через  $x$ .
6. Найти условие для составления уравнения.
7. Составить уравнение и решить его.
8. Выполнить проверку (косвенную).

Чтобы ликвидировать проблемы при решении задач с процентами необходимо, изучать данную тему «по спирали», на протяжении всего времени обучения в основной и старшей школе. При каждом подходе учащиеся будут возвращаться к процентам на новом уровне, более сложном, а их знания наполняться, добавятся новые типы задач и приемы решений. Такое многократное обращение к понятию проценты приведёт к тому, что постепенно оно усвоится прочно и осознанно.

### **Литература**

1. Математика в школе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://school.msu.ru/2010-09-22-13-33-10/220-2010-09-21-09-06-25> (дата обращения: 3.04.2015).
2. Персональный сайт учителя математики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tatyana-chulan.ucoz.ru/sprozent.doc> (дата обращения: 28.03.2015).
3. Методическая разработка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kgu.ru/EGE2012/PrezentMam.swf> (дата обращения: 27.03.2015).
4. Математика. Школа. Будущее [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.shevkin.ru/?action=Page&ID=677> (дата обращения: 5.04.2015).
5. Захарова, А.Е. Несколько задач на «проценты». / А. Е. Захарова // Журнал «Математика в школе». -№8, 2003.

УДК 51.512.54  
ГРНТИ 27.17.17

## **ПОСТРОЕНИЕ ГРУППЫ НА МНОЖЕСТВЕ НАТУРАЛЬНЫХ ЧИСЕЛ**

## **CREATION OF GROUP ON THE SET NATURAL NUMBERS**

*Кириченко Татьяна Евгеньевна*

Научный руководитель: А.И. Забарина, канд. физ.-мат. наук, доцент

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* группа, линейно и строго упорядоченная группа, положительный конус.

*Key words:* group, linearly and strictly ordered group, a positive cone.

*Аннотация.* На множестве натуральных чисел была построена группа. Изучены некоторые ее свойства, и найден положительный конус.

Из определения группы следует, что на основных числовых множествах  $Z$ ,  $Q$ ,  $R$ ,  $C$  можно построить аддитивные и мультипликативные группы:  $\langle Z, + \rangle$ ,  $\langle Q \setminus \{0\}, \cdot \rangle$ ,  $\langle Q, + \rangle$ ,  $\langle R \setminus \{0\}, \cdot \rangle$ ,  $\langle R, + \rangle$ ,  $\langle C \setminus \{0\}, \cdot \rangle$ ,  $\langle C, + \rangle$ .

Множество  $N$  относительно естественных операций группу не образует.

Цель работы: построить бинарную алгебраическую операцию  $*$  на  $N$  так, чтобы алгебраическая система  $\langle N, * \rangle$  являлась группой, и изучить некоторые ее свойства.

### 1. Построение группы на множестве натуральных чисел

Покажем, как можно, имея произвольную группу  $\langle G, \cdot \rangle$ , построить группу на множестве  $A$ , таком что  $|G|=|A|$ .

Пусть  $\langle G, \cdot \rangle$  - группа,  $f$ - биекция множества  $G$  на множество  $A$ . Рассмотрим произвольные элементы  $a_1, a_2 \in A$ . Т.к.  $f$ - сюръекция, то  $\exists b_1, b_2 \in G (a_1=f(b_1), a_2=f(b_2))$ . Положим:  $a_1 * a_2 = f(b_1) * f(b_2) = f(b_1 \cdot b_2)$ .

Теорема 1.1. Система  $\langle A, * \rangle$  является группой, и  $f$  – изоморфизм группы  $\langle G, \cdot \rangle$  на группу  $\langle A, * \rangle$ .

Доказательство.

$$\forall_A a_1, a_2 \quad a_1 * a_2 = f(b_1 \cdot b_2) \quad (1)$$

1. Покажем, что равенство (1) задает бинарную алгебраическую операцию на  $A$ .

1.1 Выполнимость. Так как  $f$ - сюръекция, то для любого элемента из  $A$  существует прообраз из  $G$ , а, следовательно, операция  $*$  определена для каждой упорядоченной пары  $a_1, a_2 \in A$

1.2 Замкнутость. Так как образ любого элемента из  $G$  принадлежит  $A$ , то  $*$  обладает свойством замкнутости.

1.3 Однозначность. Так как  $f$ -инъекция, то для каждого  $a \in A$  существует единственный прообраз в  $G$ , следовательно, для любых  $a_1, a_2 \in A$  элемент  $b_1 \cdot b_2$  определен единственным образом. Так как  $f$ - отображение  $G$  на  $A$ , то элемент  $a_1 * a_2$  также определен однозначно.

2.  $\langle A, * \rangle$  - группа?

2.1 Докажем ассоциативность:

$$\forall_A a_1, a_2, a_3 \quad (a_1 * a_2) * a_3 = a_1 * (a_2 * a_3) \quad (2)$$

Имеем:  $a_1 * a_2 = f(b_1) * f(b_2) = f(b_1 \cdot b_2)$  и  $a_3 = f(b_3)$  – по условию, следовательно,  $(a_1 * a_2) * a_3 = f(b_1 \cdot b_2) * f(b_3) = f((b_1 \cdot b_2) \cdot b_3)$ .

С другой стороны,

$$a_1 * (a_2 * a_3) = f(b_1) * [f(b_2) * f(b_3)] = f(b_1) * f(b_2 \cdot b_3) = f(b_1 \cdot (b_2 \cdot b_3)).$$

Так как операция  $\cdot$  на  $G$  обладает свойством ассоциативности, то равенство (2) доказано.

2.2 Пусть  $e$  - нейтральный элемент группы  $G$ . Докажем, что

$$\forall_A a \ a * f(e) = a = f(e) * a.$$

Так как  $a = f(b)$   $a * f(e) = f(b) * f(e) = f(b \cdot e) = f(b) = a$ .

Аналогично:  $f(e) * f(b) = f(e \cdot b) = f(b) = a$ . Следовательно,  $f(e)$ - нейтральный элемент на  $A$ .

2.3 Докажем, что для каждого элемента  $a \in A$  существует симметричный. Для этого докажем, что  $a * f(b^{-1}) = f(e) = f(b^{-1}) * a$ . Имеем:  $f(b) * f(b^{-1}) = f(b \cdot b^{-1}) = f(e)$ ; аналогично,  $f(b^{-1}) * f(b) = f(b^{-1} \cdot b) = f(e)$ .

Таким образом, мы доказали, что  $\langle A, * \rangle$ - группа.

Биекция  $f$  является изоморфизмом группы  $\langle G, \cdot \rangle$  на  $\langle A, * \rangle$ ; так как для любых  $b_1, b_2 \in G$  выполняется равенство:  $f(b_1 \cdot b_2) = f(b_1) * f(b_2)$ . ■

Применим доказанную теорему к аддитивной группе целых чисел  $\langle \mathbb{Z}, + \rangle$  и множеству натуральных чисел  $\mathbb{N}$ . Мощность множества  $\mathbb{Z}$  равна мощности множества  $\mathbb{N}$ . Следовательно, алгебраическая система  $\langle \mathbb{N}, * \rangle$  является абелевой группой.

Воспользуемся следующей биекцией  $f: \mathbb{Z} \rightarrow \mathbb{N}$

$$\forall z \in \mathbb{Z} \ f(z) = \begin{cases} 1, & \text{если } z = 0 \\ 2n, & \text{если } z = n, \ n \in \mathbb{N} \\ 2n + 1, & \text{если } z = -n, \ n \in \mathbb{N} \end{cases} \quad (2)$$

Согласно теореме 1.1, операция  $*$  на  $\mathbb{N}$  работает следующим образом: пусть  $a_1, a_2 \in \mathbb{N}$ .

1. Если оба числа четные:  $a_1 = 2n, a_2 = 2s$ ,

$$\text{тогда } 2n * 2s = f(n) * f(s) = f(n+s) = 2(n+s) = 2n + 2s \Rightarrow \underline{a_1 * a_2 = a_1 + a_2}.$$

2. Если оба числа нечетные:  $a_1 = 2n+1, a_2 = 2s+1$ ,

$$\text{тогда } (2n+1) * (2s+1) = f(-n) * f(-s) = f(-(n+s)) = 2(n+s) + 1 = (2n+1) + (2s+1) - 1 \Rightarrow$$

$$\underline{\Rightarrow a_1 * a_2 = a_1 + a_2 - 1}$$

Например:  $3 * 7 = 9, 15 * 13 = 27$ .

3. Пусть  $a_1$ - четное, а  $a_2$ - нечетное (т.к. операция  $*$ - коммутативна, то  $a_1 * a_2 = a_2 * a_1$ )  $a_1 = 2n, a_2 = 2s+1$

3.1  $n > s$

$$\text{Тогда } f(n) * f(-s) = f(n-s) = 2(n-s) = 2n - (2s+1) + 1 \Rightarrow \underline{a_1 * a_2 = a_1 - a_2 + 1}$$

Например:  $20 * 3 = 3 * 20 = 18, 14 * 5 = 5 * 14 = 10$ .

3.2  $n \leq s$

$$f(n) * f(-s) = f(n-s) = 2s+1 - 2n \Rightarrow \underline{a_1 * a_2 = a_2 - a_1}$$

Например:  $2 * 17 = 17 * 2 = 15, 4 * 5 = 5 * 4 = 1$ .

Подведем итоги:

$$\left\{ \begin{array}{l} a_1 = 2n, a_2 = 2s \Rightarrow a_1 * a_2 = a_1 + a_2 \\ a_1 = 2n + 1, a_2 = 2s + 1 \Rightarrow a_1 * a_2 = a_1 + a_2 - 1 \\ a_1 = 2n, a_2 = 2s + 1 \Rightarrow \begin{cases} \text{Если } n > s, \text{ то } a_1 * a_2 = a_1 - a_2 + 1 \\ \text{Если } n \leq s, \text{ то } a_1 * a_2 = a_2 - a_1 \end{cases} \end{array} \right. \quad (3)$$

Нейтральный элемент группы  $\langle \mathbb{Z}, + \rangle$  переходит при изоморфизме  $f$  в нейтральный элемент группы  $\langle \mathbb{N}, * \rangle$ . Т.е., так как 0-нейтральный элемент группы  $\langle \mathbb{Z}, + \rangle$ , то  $1=f(0)$  является нейтральным элементом  $\langle \mathbb{N}, * \rangle$ .

Например, согласно (3):  $1*10=10$ ,  $15*1=15$ .

Обратимся к симметричным элементам группы  $\langle \mathbb{N}, * \rangle$ . Так как 1-нейтральный элемент, то  $1'=1$ . Пусть  $n$ - четное,  $n=2k$ . Тогда, согласно теореме 1.  $1n'=f(-k)=2k+1=n+1$ , следовательно,  $n'=n+1$ , если  $n$ - четное. Пусть  $n$ - нечетное,  $n=2k+1$ ,  $k \neq 0$ . Тогда, согласно теореме  $n'=f(-k)=2k=n-1$ . Таким образом, для нечетного  $n$ ,  $n > 1$ ,  $n'=n-1$ .

Итак:  $(2k)'=2k+1$ ,  $(2k+1)'=2k$ . (4)

## 2. О свойстве цикличности группы $\langle \mathbb{N}, * \rangle$

Так как между группой  $\langle \mathbb{Z}, + \rangle$  и группой  $\langle \mathbb{N}, * \rangle$  установлен изоморфизм (Теорема 1.1), алгебраические свойства этих групп одинаковы.

В частности,  $\langle \mathbb{Z}, + \rangle$ - циклическая группа с двумя образующими элементами: 1, -1. Следовательно, группа  $\langle \mathbb{N}, * \rangle$  так же будет циклической с двумя образующими:  $f(1)=2$  и  $f(-1)=3$ . Другими ми,  $\langle 2 \rangle = \mathbb{N} = \langle 3 \rangle$ .

Проиллюстрируем указанные равенства:  $\langle 2 \rangle = \mathbb{N}$ .

Имеем:  $2^0=1$ ,  $2^1=2$ ,  $2^2=2*2=4$ ,  $2^3=2*2*2=4*2=6$ ,  $2^4=6*2=8$ .

Пусть  $2^n=2n$ . Тогда, используя (3), получаем:  $2^{n+1}=2^n*2^1=2n*2=2n+2=2(n+1)$ .

Таким образом, если возводить число 2 во все натуральные степени, то получим все четные числа.

Согласно (4) и (3), имеем:  $2^{-1}=3$ ,  $2^{-2}=(2*2)^{-1}=4^{-1}=5$ ,  $2^{-3}=(2*2*2)^{-1}=6^{-1}=7$ .

Методом математической индукции также можно доказать, что:  $2^{-n}=2n+1$ .

Таким образом,  $\{2^n | n \in \mathbb{N}\} \cup \{2^{-n} | n \in \mathbb{N}\} \cup \{2^0\} = \mathbb{N}$

Аналогично, используя (3) и (4), получаем:  $3^0=1$ ,  $3^1=3$ ,  $3^2=3*3=5$ ,  $3^3=3*3*3=5*3=7$ ,  $3^4=7*3=9$ .

Пусть  $3^n=2n+1$ , тогда  $3^{n+1}=3^n+3=(2n+1)*3=(2n+1+3)-1=2n+3$

Таким образом,  $\{3^n | n \in \mathbb{N}\} = (2\mathbb{N})' = \{2n+1 | n \in \mathbb{N}\}$ .

Пусть  $3^{-n}=2n$ . Тогда  $3^{-(n+1)}=3^{-n}*3^{-1}=2n*2=2n+2$

Таким образом,  $\{3^n | n \in \mathbb{N}\} \cup \{3^{-n} | n \in \mathbb{N}\} \cup \{3^0\} = \mathbb{N}$

### 3. Отношение порядка в группе $\langle \mathbb{N}, * \rangle$

Стандартный порядок расположения чисел на числовой прямой не согласован с операцией, заданной в группе  $\langle \mathbb{N}, * \rangle$ .

Например:  $3 < 5 \Rightarrow ? 3 * 8 < 5 * 8$ . Согласно (4), имеем:  $3 * 8 = 6, 5 * 8 = 4, 6 \nless 4$ .

Нельзя ли задать на множестве  $\mathbb{N}$  какой-то другой порядок, который с операцией  $*$  будет согласован?

Приведем необходимые определения и теоремы из теории упорядоченных алгебраических систем [1], [2].

Определение 3.1. Бинарное отношение  $T$  на множестве  $A$  называется отношением строгого и линейного порядка если оно обладает свойствами:

- антирефлексивности:  $\forall Ax (xx)$ .
- связности:  $\forall x, \forall y (x \neq y \Rightarrow xTy \vee yTx)$ .
- Транзитивности:  $\forall x, y, z (xTy \wedge yTz \Rightarrow xTz)$ .

Определение 3.2. Алгебраическая система  $\langle G, \cdot, < \rangle$  называется линейной и строго упорядоченной группой, если:

- 1)  $\langle G, \cdot \rangle$ - группа.
- 2)  $<$  - отношение линейного и строгого порядка.
- 3)  $\forall x, y, z \in G (x < y \Rightarrow xz < yz \wedge zx < zy)$ .

Определение 3.3. Пусть  $\langle G, \cdot \rangle$ - группа. Подмножество  $P$  множества  $G$  называется ее положительным конусом, если выполняются следующие условия:

- 1)  $P \cap P^{-1} = \emptyset$
- 2)  $\forall P p_1, p_2 (p_1 \cdot p_2 \in P)$
- 3)  $\forall G g \forall P p (g^{-1} \cdot p \cdot g \in P)$
- 4)  $P \cup P^{-1} \cup \{e\} = G$

Теорема 3.4. Для того, чтобы произвольную группу можно было линейно и строго упорядочить необходимо и достаточно, чтобы в ней существовал хотя бы один положительный конус.

Замечание. Если  $P$ - положительный конус группы  $\langle G, \cdot \rangle$  то из доказательства теоремы следует, что  $\forall G x, y (x < y \Leftrightarrow y \cdot x^{-1} \in P)$

Применим теорему к нашему случаю. Проверим свойства множества  $2\mathbb{N}$ , используя определение 3.

- 1)  $2\mathbb{N} \cap (2\mathbb{N})' = \emptyset$ : равенство очевидно, так как  $(2\mathbb{N})' = \{2n+1 | n \in \mathbb{N}\}$ .
- 2)  $\forall 2\mathbb{N} 2n_1, 2n_2 (2n_1 * 2n_2 \in 2\mathbb{N})$ . Согласно (4), имеем:  $2n_1 * 2n_2 = 2n_1 + 2n_2 \in 2\mathbb{N}$ .
- 3)  $\forall \mathbb{N} n$  и  $\forall 2\mathbb{N} 2n (n' * 2n * n \in 2\mathbb{N})$ , так как операция  $*$  коммутативна.
- 4)  $2\mathbb{N} \cup (2\mathbb{N})' \cup \{1\} = \mathbb{N}$ , так как  $(2\mathbb{N})' = \{2n+1 | n \in \mathbb{N}\}$ .

Таким образом,  $2\mathbb{N}$  является положительным конусом группы  $\langle \mathbb{N}, * \rangle$ . Из теоремы 3.4 следует, что  $\forall x, y \in \mathbb{N} (x <_1 y \Leftrightarrow y * x' \in 2\mathbb{N})$ .

Относительно заданного порядка алгебраическая система  $\langle \mathbb{N}, *, <_1 \rangle$  является линейно и строго упорядоченной группой, а следовательно, порядок  $<_1$  будет согласован с операцией  $*$ .

Рассмотрим, как «работает» отношение порядка  $<_1$  в нашей группе  $\langle \mathbb{N}, * \rangle$ . Возможны три случая:

1)  $x = 2n, y = 2s, n < s$  ( $<$  - естественный порядок на  $\mathbb{N}$ ).

$$2n <_1 2s \iff 2s * (2n)' \in 2\mathbb{N}; 2s * 2n + 1 = 2s - 2n - 1 + 1.$$

Из этого следует, что для того, чтобы  $2n <_1 2s$  необходимо и достаточно, чтобы  $n < s$  в естественном порядке.

2)  $x = 2n + 1, y = 2s + 1$

$$2n + 1 <_1 2s + 1 \iff 2s + 1 * (2n + 1)' \in 2\mathbb{N}; 2s + 1 * 2n = 2n - 2s.$$

Из этого следует, что для того, чтобы  $2n + 1 <_1 2s + 1$  необходимо и достаточно, чтобы  $s < n$  в естественном порядке.

3)  $x = 2n + 1, y = 2s, n < s$

$$2n + 1 <_1 2s \iff 2s * (2n + 1)' \in 2\mathbb{N}; 2s * 2n = 2s + 2n.$$

Из этого следует, что для того, чтобы  $2n + 1 <_1 2s$  необходимо, чтобы  $s < n$  в естественном порядке.

Таким образом, новое отношение порядка, согласованное с операцией  $*$ , «работает» следующим образом: четные числа расположены в естественном порядке, а нечетные в обратном. И каждое нечетное меньше любого четного.



Рис. 1

Таким образом, в работе на множестве  $\mathbb{N}$  удалось построить бинарную алгебраическую операцию  $*$  относительно которой  $\langle \mathbb{N}, * \rangle$  является группой и задается отношение порядка, позволяющее строить на этой группе теорию неравенств.

### Литература

1. Математическая энциклопедия. [Электронный ресурс]. URL: [http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_mathematics/ЛИНЕЙНО](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_mathematics/ЛИНЕЙНО) (дата обращения: 15.04.2015)
2. Кокорин А. И. Линейно упорядоченные группы / А. И. Кокорин, В. М. Копытов. – М. : Наука, 1972. – 200 с

## РЕШЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧ ЕГЭ С ПОМОЩЬЮ ТЕОРИИ ЦЕПНЫХ ДРОБЕЙ

### SOLUTION OF SOME PROBLEMS OF THE UNIFIED STATE EXAM USING THE THEORY OF CONTINUED FRACTIONS

*Анастасия Валерьевна Мекшеева*

Научный руководитель: Е. А. Фомина, канд. ф.-м. наук, доцент

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* ЕГЭ, цепные дроби, подходящие дроби, наилучшие приближения.

*Keywords:* unifiedstate exam, continued fractions, rational approximants, best approximation.

*Аннотация.* В данной статье кратко приведены основные понятия и результаты теории цепных дробей, а также показано решение двух задач ЕГЭ уровня С6 средствами данной теории.

Внимательно изучив некоторые задачи ЕГЭ уровня С6, можно заметить, что некоторые из них без особых усилий решаются с помощью теории цепных дробей. Проблема состоит только в том, что цепные дроби в школьном курсе не изучаются. В основном данная тема может разбираться на элективных курсах.

Напомним определение цепной дроби, а также некоторые свойства цепных дробей. Более подробно ознакомиться с данной теорией можно в [1, 2].

#### Основные понятия и свойства теории цепных дробей

**Определение 1.** Конечной цепной дробью называется выражение вида:

$$\alpha = q_1 + \frac{1}{q_2 + \frac{1}{q_3 + \frac{1}{q_4 + \frac{1}{\ddots + \frac{1}{q_{n-1} + \frac{1}{q_n}}}}}}, \text{ где } q_n \neq 1. \quad (1)$$

Так как выражение (1) громоздко, то часто для обозначения цепной дроби используют следующую запись:

$$\alpha = [q_1; q_2, \dots, q_n].$$

Разложение рациональных чисел в цепную дробь можно проводить с помощью алгоритма Евклида. Например:

$$\begin{aligned}
9 &= 14 \cdot 0 + 9 \\
14 &= 9 \cdot 1 + 5 \\
9 &= 5 \cdot 1 + 4 \\
5 &= 4 \cdot 1 + 1 \\
4 &= 1 \cdot 4 \\
\frac{9}{14} &= [0; 1, 1, 1, 4]
\end{aligned}$$

Числа  $q_1, q_2, \dots, q_n$  называют *неполными частными* и считают, что:

$$q_1 \in \mathbf{Z}, q_2, \dots, q_n \in \mathbf{N}.$$

Имеет место следующая

**Теорема.** Любое рациональное число  $\alpha$  можно представить в виде конечной цепной дроби  $[q_1; q_2, \dots, q_n]$ , причём это представление единственно при условии  $q_n \neq 1$  [2].

Если допустить, что  $q_n$  может быть равным 1, то для любого рационального числа  $\alpha$  может быть не больше двух представлений в виде цепной дроби:

$$[q_1; q_2, \dots, q_n] \text{ и } [q_1; q_2, \dots, q_n - 1, 1].$$

Таким образом, при необходимости цепную дробь можно «удлиннить».

**Определение 2.** Числа:

$$\begin{aligned}
\delta_1 &= q_1 = \frac{q_1}{1} = \frac{P_1}{Q_1}, \\
\delta_2 &= q_1 + \frac{1}{q_2} = \frac{q_1 q_2 + 1}{q_2} = \frac{P_2}{Q_2}, \dots, \\
\delta_n &= [q_1; q_2, \dots, q_n] = \frac{P_n}{Q_n}
\end{aligned}$$

называются *подходящими дробями* цепной дроби  $\alpha$ .

Числители  $P_n$  и знаменатели  $Q_n$  подходящих дробей можно вычислить по следующим формулам [2]:

$$P_0 = 1, Q_0 = 0 \text{ (по определению);}$$

$$P_1 = q_1, Q_1 = 1;$$

$$P_n = q_n P_{n-1} + P_{n-2}; \quad Q_n = q_n Q_{n-1} + Q_{n-2}.$$

**Свойства подходящих дробей** [2]

$$1. P_n Q_{n-1} - Q_n P_{n-1} = (-1)^n, n > 0.$$

2. Для любого  $n > 0$ , дробь  $\frac{P_n}{Q_n}$  – несократима.

3. Нечётные подходящие дроби образуют возрастающую последовательность, чётные подходящие дроби образуют убывающую последовательность.

4. Любая произвольная нечётная подходящая дробь всегда меньше произвольной чётной подходящей дроби.

*Следствие.* Рациональное число  $\alpha$  не меньше любой своей нечётной подходящей дроби и не больше любой своей чётной подходящей дроби.

Для формулировки следующего свойства нам понадобится

**Определение 3.** Пусть  $\frac{p}{q}$  – рациональное число. Дробь  $\frac{a}{b}$  будем называть *лучшим приближением* к числу  $\frac{p}{q}$ , чем дробь  $\frac{c}{d}$ , если из неравенства:

$$\left| \frac{p-c}{q-d} \right| < \left| \frac{p-a}{q-b} \right|$$

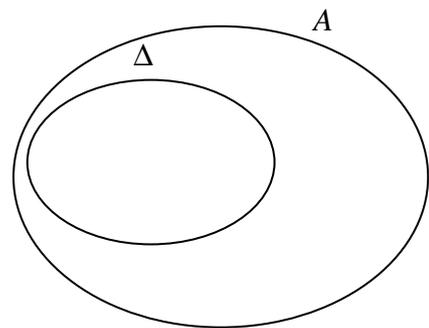
(расстояние от числа  $\frac{p}{q}$  до дроби  $\frac{c}{d}$  меньше, чем от  $\frac{p}{q}$  до  $\frac{a}{b}$ ) следует, что  $d > b$ .

Известно [1], что подходящие дроби  $\delta_n$  рационального числа  $\alpha$  являются лучшими приближениями для данного числа. Кроме этого, все наилучшие приближения для данного числа  $\alpha$  можно найти по формулам:

$$\frac{c}{d} = \frac{xP_{n-1} + P_{n-2}}{xQ_{n-1} + Q_{n-2}},$$

где  $x \in \{0, 1, \dots, q_n\}$ .

Пусть  $\alpha \in \mathbf{Q}$ . Обозначим через  $\Delta$  множество подходящих дробей в разложении числа  $\alpha$  в цепную дробь, а через  $A$  – множество наилучших приближений к числу  $\alpha$ . Тогда:  $\Delta \subset A$ .



### Решение задач ЕГЭ с применением теории цепных дробей

**Задача 1** [3, 4]. Среди обыкновенных дробей с положительными знаменателями, расположенными между числами  $\frac{97}{36}$  и  $\frac{96}{35}$ , найдите такую, знаменатель которой минимален.

Для решения переформулируем задачу на язык цепных дробей: нам нужно найти дробь, либо являющуюся подходящей дробью к

числам  $\frac{97}{36}$  и  $\frac{96}{35}$ , либо у которой начальные подходящие дроби совпадают с начальными подходящими дробями данных чисел.

Разложим оба числа в цепную дробь. Получим:

$$\frac{97}{36} = [2; 1, 2, 3, 1, 2]$$

Занесём результаты в таблицу, и подсчитаем числитель и знаменатель подходящей дроби.

$n$	0	1	2	3	4	5	6
$q_n$		2	1	2	3	1	2
$P_n$	1	2	3	8	27	35	97
$Q_n$	0	1	1	3	10	13	36

То же самое сделаем с дробью  $\frac{96}{35}$ .

$$\frac{96}{35} = [2; 1, 2, 1, 8]$$

$n$	0	1	2	3	4	5
$q_n$		2	1	2	1	8
$P_n$	1	2	3	8	11	96
$Q_n$	0	1	1	3	4	35

Заметим, что подходящие дроби до  $\delta_3$  одинаковые, а с  $\delta_4$  различаются.

Подходящая дробь  $\delta_3$  нам не подходит, так расположена левее числа  $\frac{97}{36}$  (т. е. не попадает между данными дробями). Подходящая дробь  $\delta_4 = 2,7$  для числа  $\frac{97}{36}$  удовлетворяет неравенству:

$$\frac{97}{36} < \frac{27}{10} < \frac{96}{35}$$

То есть дробь  $2,7$  является «кандидатом» на ответ задачи. Мы должны посмотреть, сможем ли мы найти дробь с меньшим знаменателем, удовлетворяющим условию задачи?

Для этого будем подбирать число, у которого первые три подходящие дроби совпадают с теми, которые мы вычислили для данных чисел. Заметим, что для числа  $\frac{96}{35}$  неполное частное  $q_4$  равно 1. При этом подходящая дробь  $\delta_4$  для числа  $\frac{96}{35}$  не удовлетворяет условиям задачи, так как не попадает в заданный промежуток (она лежит правее числа  $\frac{96}{35}$ ). Неполное частное  $q_4$ , соответствующее подходящей дроби  $\delta_4 = 2,7$  для числа  $\frac{97}{36}$ , равно 3. Так что единственным вариантом, который остаётся проверить, является число, у которого неполное частное  $q_4$  равно 2. Составим таблицу:

$n$	0	1	2	3	2
$q_n$		2	1	2	3
$P_n$	1	2	3	8	19
$Q_n$	0	1	1	3	7

Проверим, что дробь  $\frac{19}{7}$  удовлетворяет условию задачи, то есть:

$$\frac{97}{36} < \frac{19}{7} < \frac{96}{35}.$$

**Ответ:**  $\frac{19}{7}$ .

**Задача 2** [3, 4]. Все обыкновенные правильные несократимые дроби, числители и знаменатели которых двузначные числа, упорядочили по возрастанию. Между какими двумя последовательно расположенными дробями находится число  $\frac{5}{8}$ ?

Также переформулируем задачу на язык цепных дробей.

Нужно найти две несократимые дроби  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$ :

$$\alpha_1 < \frac{5}{8} < \alpha_2,$$

у которых числитель и знаменатель – двузначные числа и для которых  $\frac{5}{8}$  будет являться подходящей дробью.

**Решение:**

Разложим  $\frac{5}{8}$  в цепную дробь:

$$\frac{5}{8} = [0; 1, 1, 1, 2].$$

Занесём результаты в таблицу:

$n$	0	1	2	3	4	5
$q_n$		0	1	1	1	2
$P_n$	1	0	1	1	2	5
$Q_n$	0	1	1	2	3	8

Заметим, что  $\frac{5}{8}$  – 5-я подходящая дробь. Найдём сначала число  $\alpha_2$ . Согласно условию, если разложить число  $\alpha_2$  в цепную дробь, то первые пять подходящих дробей совпадут с представленными в таблице, а само число  $\alpha_2$  совпадёт с 6-й подходящей дробью. Так как чётные подходящие дроби всегда больше нечётных, то  $\alpha_2$  будет больше  $\frac{5}{8}$ .

Подбирая  $q_6$ , следим, чтобы и числитель и знаменатель оставались двузначными числами. При  $q_6 = 12$ , получим:  $\alpha_2 = \frac{62}{99}$ .

$n$	0	1	2	3	4	5	6
$q_n$		0	1	1	1	2	12
$P_n$	1	0	1	1	2	5	62
$Q_n$	0	1	1	2	3	8	99

Итак, мы нашли дробь  $\alpha_2$ , которая находится правее  $\frac{5}{8}$ . Теперь найдём число  $\alpha_1$ , которое будет находиться левее  $\frac{5}{8}$ . Для этого нужно, чтобы подходящая дробь  $\delta_5 = \frac{5}{8}$  изменила чётность.

Применим следующий приём: «искусственно удлиним» разложение числа  $\frac{5}{8}$  в цепную дробь следующим образом:

$$5 = 8 \cdot 0 + 5$$

$$8 = 5 \cdot 1 + 3$$

$$5 = 3 \cdot 1 + 2$$

$$3 = 2 \cdot 1 + 1$$

$$2 = 1 \cdot 1 + 1$$

$$1 = 1 \cdot 1$$

Имеем:

$n$	0	1	2	3	4	5	6
$q_n$		0	1	1	1	1	1
$P_n$	1	0	1	1	2	3	5
$Q_n$	0	1	1	2	3	5	8

Следующая подходящая дробь будет нечётной, следовательно, будет меньше  $\frac{5}{8}$ .

$n$	0	1	2	3	4	5	6	7
$q_n$		0	1	1	1	1	1	11
$P_n$	1	0	1	1	2	3	5	58
$Q_n$	0	1	1	2	3	5	8	93

**Ответ:** Дробь  $\frac{5}{8}$  лежит между числами  $\frac{62}{99}$  и  $\frac{58}{93}$ .

### Литература

1. Бухштаб А. А. Теория чисел / А. А. Бухштаб. – Изд. 3-е, стереотип. – Санкт-Петербург : Лань, 2008. – 383 с.
2. Сизый С. В. Лекции по теории чисел / С. В. Сизый. – Москва : Физматлит, 2007. – 192 с.
3. ЕГЭ 2011. Математика. Типовые тестовые задания / И. Р. Высоцкий, Д. Д. Гущин и др.; под ред. А. Л. Семёнова, И. В. Яценко. – Москва : Издательство «Экзамен», 2011. – 55 с.
4. Решу ЕГЭ. Образовательный портал для подготовки к экзаменам. Математика [Электронный ресурс] // Решу ЕГЭ : официальный сайт. – URL: <http://reshuege.ru/test?theme=172> (дата обращения: 17.03.15)

## ОРТОГОНАЛЬНОСТИ В ПРЯМЫХ СУММАХ ЦИКЛИЧЕСКИХ ГРУПП

### ORTHOGONALITIES IN DIRECT SUM OF CYCLIC GROUPS

*Софья Леонидовна Фуксон*

Научный руководитель: С. Я. Гриншпон, доктор физ.-мат. наук, профессор

*Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* абелевы группы, ортогональность, циклические группы, прямые суммы.

*Keywords:* Abelian group, orthogonality, cyclic groups, direct sum.

*Аннотация.* Уже в школьном курсе геометрии мы знакомимся с понятием перпендикулярности, являющимся частным случаем ортогональности. В марте 2013 года в международном журнале International Journal of Mathematics and Mathematical Sciences вышла статья Perpendicularity in an Abelian Group. Основная задача статьи – введение понятия бинарного отношения ортогональности в произвольной абелевой группе. В нашем исследовании нам удалось обобщить некоторые результаты, сформулированные в [1].

**Определение 1.** Пусть  $G = (G, +)$  – аддитивная абелева группа. Пусть  $\perp$  – бинарное отношение в  $G$ , удовлетворяющее следующим аксиомам:

$$(A1) \forall a \in G: \exists b \in G: a \perp b,$$

$$(A2) \forall a \in G \setminus \{0\}: a \perp \mathcal{A},$$

$$(A3) \forall a, b \in G: a \perp b \Rightarrow b \perp a,$$

$$(A4) \forall a, b, c \in G: a \perp b \wedge a \perp c \Rightarrow a \perp (b + c),$$

$$(A5) \forall a, b \in G: a \perp b \Rightarrow a \perp -b.$$

Будем называть данное бинарное отношение  $\perp$  **ортогональностью** в  $G$  [1].

Заметим, что если придать этим аксиомам геометрический смысл, то первые три аксиомы, несомненно, выполняются для любых прямых. (A4) справедлива для всех векторов в пространстве, (A5) – для любых векторов плоскости.

**Определение 2.** Ортогональность (1) будем называть **тривиальной**

$$x \perp y \Leftrightarrow x = 0 \vee y = 0 \quad (1)$$

**Определение 3.** Назовём отношение ортогональности **максимальной ортогональностью** в  $G$ , если оно удовлетворяет аксиомам (A1) – (A5) и при добавлении к нему любой другой пары полученное отношение уже не является ортогональностью в  $G$ .

Одним из основных результатов [1] является следующая теорема, помогающая определить, когда  $G$  имеет нетривиальную ортогональность.

**Теорема 4.** Следующие условия эквивалентны:

- (a)  $G$  имеет нетривиальную ортогональность  $\perp$ ,
- (b)  $G$  имеет нетривиальные циклические подгруппы  $H$  и  $K$ , такие что  $H \cap K = \{0\}$ ,
- (c)  $G$  имеет нетривиальные подгруппы  $H$  и  $K$ , такие что  $H \cap K = \{0\}$ .

Доказательство. Наибольший интерес представляет собой доказательство из (c) в (a), поскольку с его помощью вводится правило построения нетривиальных ортогональностей.

(c)  $\Rightarrow$  (a). Определим  $\perp$  как

$$x \perp y \Leftrightarrow (x \in H \wedge y \in K) \vee (x \in K \wedge y \in H) \vee x = 0 \vee y = 0 \quad (2)$$

Несложно проверить, что отношение  $\perp$  удовлетворяет аксиомам (A1) – (A5), а значит, является ортогональностью.  $\square$

**Пример 5.** Пусть  $G = \mathbb{Z}_2 \oplus \mathbb{Z}_2$ .

Обозначим через  $0 = (0, 0)$ ,  $a = (0, 1)$ ,  $b = (1, 0)$ ,  $c = (1, 1)$  элементы группы  $\mathbb{Z}_2 \oplus \mathbb{Z}_2$ .

Нетривиальными подгруппами группы  $G$  являются подгруппы:  $A = \{0, a\}$ ,  $B = \{0, b\}$ ,  $C = \{0, c\}$ .

Применяя (2) к каждой паре подгрупп, получаем 3 ортогональности:

$$x \perp y \Leftrightarrow (x \in A \wedge y \in B) \vee (x \in B \wedge y \in A) \vee x = 0 \vee y = 0,$$

$$x \perp y \Leftrightarrow (x \in A \wedge y \in C) \vee (x \in C \wedge y \in A) \vee x = 0 \vee y = 0,$$

$$x \perp y \Leftrightarrow (x \in B \wedge y \in C) \vee (x \in C \wedge y \in B) \vee x = 0 \vee y = 0 [1].$$

Цель данного исследования состояла в том, чтобы посчитать число всевозможных ортогональностей произвольной группы  $\mathbb{Z}_p \oplus \mathbb{Z}_p$ . Для этого мы рассмотрели группы  $\mathbb{Z}_3 \oplus \mathbb{Z}_3$ ,  $\mathbb{Z}_5 \oplus \mathbb{Z}_5$  и смогли в некотором роде обобщить результат для произвольной группы  $\mathbb{Z}_p \oplus \mathbb{Z}_p$ . Приведём в качестве примера исследование группы  $\mathbb{Z}_3 \oplus \mathbb{Z}_3$ .

**Пример 6.**  $\mathbb{Z}_3 \oplus \mathbb{Z}_3 = \{0, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8\}$ , где

$$0 = (0, 0) \quad a_1 = (0, 1) \quad a_2 = (0, 2)$$

$$a_3 = (1, 0) \quad a_4 = (1, 1) \quad a_5 = (1, 2)$$

$$a_6 = (2, 0) \quad a_7 = (2, 1) \quad a_8 = (2, 2)$$

В силу теоремы 4, группа  $G$  имеет нетривиальную ортогональность тогда и только тогда, когда  $G$  имеет нетривиальные подгруппы, имеющие тривиальное пересечение. Так как порядок группы  $\mathbb{Z}_3 \oplus \mathbb{Z}_3$  равен 9, то, согласно теореме Лагранжа, порядок любой её нетривиальной подгруппы равен 3. Выпишем эти подгруппы:

$$A = \{0, a_1, a_2\}$$

$$B = \{0, a_3, a_6\}$$

$$C = \{0, a_4, a_8\}$$

$$D = \{0, a_5, a_7\}$$

Заметим также, что каждые две подгруппы имеют лишь тривиальное пересечение. Таким образом, в силу (2) получаем 6 различных нетривиальных ортогональностей:

$$x \perp_1 y \Leftrightarrow (x \in A \wedge y \in B) \vee (x \in B \wedge y \in A) \vee x = 0 \vee y = 0, \quad (A, B)$$

$$x \perp_2 y \Leftrightarrow (x \in A \wedge y \in C) \vee (x \in C \wedge y \in A) \vee x = 0 \vee y = 0, \quad (A, C)$$

$$x \perp_3 y \Leftrightarrow (x \in A \wedge y \in D) \vee (x \in D \wedge y \in A) \vee x = 0 \vee y = 0, \quad (A, D)$$

$$x \perp_4 y \Leftrightarrow (x \in B \wedge y \in C) \vee (x \in C \wedge y \in B) \vee x = 0 \vee y = 0, \quad (B, C)$$

$$x \perp_5 y \Leftrightarrow (x \in B \wedge y \in D) \vee (x \in D \wedge y \in B) \vee x = 0 \vee y = 0, \quad (B, D)$$

$$x \perp_6 y \Leftrightarrow (x \in C \wedge y \in D) \vee (x \in D \wedge y \in C) \vee x = 0 \vee y = 0. \quad (C, D)$$

Будем называть такие ортогональности, полученные с помощью (2), **элементарными**.

Заметим, что каждая ортогональность соответствует паре подгрупп. Так, например, ортогональность  $\perp_1$  соответствует паре  $(A, B)$ ,  $\perp_2$  – паре  $(A, C)$  и т.д.

Будем говорить, что  $(X, Y)$  и  $(S, T)$  не имеют общих элементов, если

$$(X \cup Y) \cap (S \cup T) = \emptyset \quad (3)$$

Например,  $(A, B)$  и  $(A, C)$  имеют общие элементы, а  $(A, B)$  и  $(C, D)$  нет.

Можно ли построить новые ортогональности, отличные от элементарных? Следующее предложение помогает при ответе на этот вопрос.

**Предложение 7.** Объединение ортогональностей, соответствующих парам подгрупп, не имеющих общих элементов, также является ортогональностью.

Таким образом, при объединении ортогональности  $\perp_1$  и  $\perp_6$ ,  $\perp_2$  и  $\perp_5$ ,  $\perp_3$  и  $\perp_4$  возникает 3 новые ортогональности:

$$x \perp_{16} y \Leftrightarrow (x \in A \wedge y \in B) \vee (x \in B \wedge y \in A) \vee (x \in C \wedge y \in D) \vee (x \in D \wedge y \in C) \vee x = 0 \vee y = 0,$$

$$x \perp_{25} y \Leftrightarrow (x \in A \wedge y \in C) \vee (x \in C \wedge y \in A) \vee (x \in B \wedge y \in D) \vee (x \in D \wedge y \in B) \vee x = 0 \vee y = 0,$$

$$x \perp_{34} y \Leftrightarrow (x \in A \wedge y \in D) \vee (x \in D \wedge y \in A) \vee (x \in B \wedge y \in C) \vee (x \in C \wedge y \in B) \vee x = 0 \vee y = 0.$$

**Предложение 8.** Ортогональности  $\perp_{16}$ ,  $\perp_{25}$  и  $\perp_{34}$  являются максимальными.

Доказательство. Докажем, что  $\perp_{16}$  является максимальной ортогональностью.

$$x \perp_{16} y \Leftrightarrow (x \in A \wedge y \in B) \vee (x \in B \wedge y \in A) \vee (x \in C \wedge y \in D) \vee (x \in D \wedge y \in C) \vee x = 0 \vee y = 0$$

Предположим, что ортогональность  $\perp_{16}$  не является максимальной, а значит, в силу определения максимальной ортогональности,  $\perp_{16}$  можно расширить. По построению мы можем добавить либо пару, у которой первая координата из  $A$ , вторая из  $C$ , или первая координата из  $B$ , а вторая из  $D$ , или первая координата из  $A$ , а вторая из  $D$ , или первая координата из  $B$ , а вторая из  $C$ .

Рассмотрим случай, когда первая координата из  $A$ , а вторая из  $C$ . Остальные случаи рассматриваются аналогичным образом.

Пусть

$$x \perp' y \Leftrightarrow x \perp_{16} y \cup a_1 \perp a_4, \quad (4)$$

тогда, в силу (A4), из того что  $a_1 \perp a_4$  следует  $a_1 \perp a_8$ , где  $a_8 = a_4 + a_4 \in C$ . Таким образом,  $a_1 \perp C$ . Так как подгруппа  $A$  циклическая и каждый её ненулевой элемент является её образующим, то

$$A \perp C \quad (5)$$

Из условия  $x \perp_{16} y$  в (4) следует, что

$$A \perp B \wedge C \perp D \quad (6)$$

Объединив условия (5) и (6), получим  $A \perp B \wedge A \perp C \wedge C \perp D$ .

Воспользовавшись (A4), имеем  $A \perp B \oplus C$ , где  $B \oplus C = A \cup D$ . Таким образом,  $A \perp A \cup D$ . И, следовательно,  $A \perp A$ , что значит  $a_1 \perp a_1 \wedge a_2 \perp a_2$ . А это противоречит антирефлексивности ортогональности. Таким образом, отношение  $\perp'$  не является ортогональностью.

Аналогичным образом можно показать, что ортогональности  $\perp_{25}$  и  $\perp_{34}$  также являются максимальными.  $\square$

**Замечание 9.** Если пары подгрупп, соответствующие ортогональностям, имеют общие элементы, то их объединение не является ортогональностью.

Так, например, объединив  $\perp_1$  и  $\perp_2$ , получим

$$x \perp_{12} y \Leftrightarrow (x \in A \wedge y \in B) \vee (x \in B \wedge y \in A) \vee (x \in A \wedge y \in C) \vee (x \in C \wedge y \in A) \vee x = 0 \vee y = 0 \quad (7)$$

Покажем, что отношение  $\perp_{12}$  не является ортогональностью. Из определения  $\perp_{12}$  в частности вытекает, что  $a_1 \perp_{12} a_3 \wedge a_1 \perp_{12} a_4$ . В силу (A4)  $a_1 \perp_{12} a_3 + a_4$ , то есть  $a_1 \perp_{12} a_7$ , где  $a_7 \in D$ , что противоречит (7).

Таким образом, в рассматриваемой нами группе  $\mathbb{Z}_3 \oplus \mathbb{Z}_3$  существует 9 нетривиальных ортогональностей, 6 из которых являются элементарными, 3 другие – это всевозможные их объединения.

В таблице 1 приведены результаты, полученные нами при изучении групп  $\mathbb{Z}_3 \oplus \mathbb{Z}_3$ ,  $\mathbb{Z}_5 \oplus \mathbb{Z}_5$  и  $\mathbb{Z}_p \oplus \mathbb{Z}_p$

## Обобщение результатов

Группа	Число элементарных ортогональностей	Число максимальных ортогональностей	Число всевозможных ортогональностей
$\mathbb{Z}_2 \oplus \mathbb{Z}_2$	3	3	3
$\mathbb{Z}_3 \oplus \mathbb{Z}_3$	6	3	9
$\mathbb{Z}_5 \oplus \mathbb{Z}_5$	15	15	75
$\mathbb{Z}_p \oplus \mathbb{Z}_p$	$C_{p+1}^2$	$\frac{C_{p+1}^2 \cdot C_{p-1}^2 \cdot C_{p-3}^2 \cdot \dots \cdot C_4^2 \cdot C_2^2}{\left(\frac{p+1}{2}\right)!}$	

## Литература

1. P. Haukkanen, M. Mattila, J. K. Merikoski, T. Tossavainen. Perpendicularity in an Abelian Group. – International Journal of Mathematics and Mathematical Sciences, vol. 13, – 2013.
2. P. Haukkanen, J. K. Merikoski, T. Tossavainen. Axiomatizing perpendicularity and parallelism. – Journal for Geometry and Graphics, vol. 15, no. 2, pp.129–139, – 2011
3. G. Davis. Rings with orthogonality relation. Bulletin of the Australian Mathematical Society, vol. 4, pp.163–17, – 1971.
4. Векслер А.И. Linear spaces with disjoint elements and their conversion into vector lattices. Ленинградский Государственный Педагогический Институт имени А.И.Герцена. Учёные Записки. , –1967. – Вып. 328. – С. 19–43.

# МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

---

УДК 003.09  
ГРНТИ 06.81.23

## МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ НА РАБОТУ METHODS OF TEACHING OF SOLVING TASKS FOR JOB

*Абдуллоев Бахтиер*

Научный руководитель: Э.Г. Гельфман, доктор пед. наук, профессор

*Томской государственной педагогической университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* общие умения, решение текстовых задач.

*Keywords:* general abilities, solution of text tasks.

*Аннотация.* Обучение решению текстовых задач может способствовать формированию универсальных учебных действий, в частности, умению моделировать.

Для того чтобы обучить этапам работы над задачей нужны специальные задания, которые помогают сформировать умение моделировать. [1], [2]

Приведем примеры заданий, которые были использованы при обучении решению задач на работу со студентами третьего курса физико-математического факультета.

Прежде всего, мы поставили задачу мотивировать обучающихся на изучение этого типа задач.

С этой целью было предложено решить задачу:

«Люда может прополоть огород за 3 часа, Ира выполола его за 7 часов. За сколько был прополот огород, если бы Люда работала вместе с Ирой?»

Выберите правильный ответ:

А) 10 ч Б) 5 ч В) 10/21 ч Г) 2,1 ч

Только 27% обучающихся решили эту задачу правильно. Остальные указали среднее арифметическое времени, потраченного Людой и Ирой.

Очевидно, что студенты не применили связи между величинами: производительность, время, объем работы.

Для того, чтобы студенты осознали свои ошибки были предложены задания, позволяющие осознать шаги, входящие в решение задач на работу. Приведём примеры этих заданий.

**Задание 1.** Решите 3 задачи. Что общего в этих задачах, чем они отличаются? [стр. 228, Дорофеев Г.В., Математика 5 класс]

**Задача 1.** Библиотеке надо переплести 1200 книг. Первая мастерская может выполнить эту работу за 10 дней, а вторая – за 15 дней. За сколько дней эту работу выполнят обе мастерские вместе?

**Задача 2.** Библиотеке надо переплести 900 книг. Первая мастерская может выполнить эту работу за 10 дней, а вторая – за 15 дней. За сколько дней эту работу выполнят обе мастерские?

**Задача 3.** Библиотеке надо переплести книги. Первая мастерская может выполнить эту работу за 15 дней, а вторая – за 12 дней. За сколько дней выполнят эту работу обе мастерские, если будут работать вместе?

Цель решения первых двух задач показать, что ответ в задаче не зависит от количества книг. Эти выводы студенты могут закрепить при решении следующей задачи.

При коллективном обсуждении задач составили таблицу-краткую запись условия задачи, выявили связи между величинами: время, производительность, работа.

При этом, при работе с первой задачей было предложено составить вопросы по тексту задачи. Приведём примеры вопросов.

Кто выполнял работу?

(Две мастерские)

Что нужно было сделать?

(Переплести 900 книг)

Сколько дней потребуется первой мастерской на всю работу?

(10 дней)

Сколько дней потребуется второй мастерской на всю работу?

(15 дней)

Что нужно найти в задаче?

(Сколько дней потребуется двум мастерским для того, чтобы переплести 900 книг, если они будут работать вместе)

Что нужно знать чтобы ответить на вопрос задачи?

(Всю работу и общую производительность).

Для решения этой же задачи обучающиеся составили таблицу:

	N (ед./дн.)	t (дн.)	A (шт.)
I	?	10	900
II	?	15	900
I+II	?	?	900

Заполняя таблицу, получили решение.

При работе над второй задачей было предложено самостоятельно составить вопросы, заполнить таблицу, решить задачу по действиям, или с помощью одного выражения:

$$\frac{1200}{(1200:10) + (1200:15)}$$

После решения двух задач заметили, что ответ задачи не зависит от количества книг, которые требуется переплести. Поэтому в третьей задаче всю работу приняли за 1.

Получили такую таблицу

	N (ед./дн.)	t (дн.)	A (шт.)
I	1/10	10	1
II	1/15	15	1
I+II	1/6	6	1

В качестве домашней работы обучающиеся получим три задания.

**Задание 2.** Две бригады, работая вместе, могут выполнить задание за 12 дней. После 8 дней совместной работы первая бригада получила другое задание, оставшуюся работу вторая бригада выполнила за 7 дней. За сколько дней выполнила бы всю работу каждая бригада?

1. Один ученик, решая эту задачу, задавал вопросы: в задачнике эти вопросы перепутались:

- Какую часть задания выполнили две бригады вместе за 8 дней?
- Какую часть задания выполнила вторая бригада за 7 дней?
- Какова совместная производительность бригад?
- Каковы производительность 1-ой бригады?
- Сколько дней потребовалось бы 2-ой бригаде для выполнения всего задания?
- Какова производительность 2-ой бригады?
- Сколько дней потребовалось бы 1-ой бригаде для выполнения всего задания?

2. Другой ученик для решения задачи составил таблицу и начал ее заполнять. Продолжите его работу:

	Производительность (ед./дн.)	Время (дн.)	Объём работы (ед.)
I			1
II			1
I+II			1
I+II		8	
II		7	1-...

[стр.185, Гельфман Э.Г, Математика 6 класс]

**Задание 3.** 5 девочек могут съесть торт за 12 минут, а 5 мальчиков – за 10 минут.

Какую часть торта съедят дети за 1 минут? За 2 минуты? За 3 минуты? [стр.209, Гельфман Э.Г., Математика 6 класс]

**Задание 4.** Трое дружных медвежат очень любят обедать. Первый и второй могут съесть миску похлёбки за 6 мин, первый и третий – за 8 мин, второй и третий – за 12 мин. За сколько минут медвежата втроём съедят всю похлёбку? За сколько времени пообедает первый медвежонок, если будет, есть один? [стр.210, Гельфман Э.Г., Математика 6 класс]

Обсуждение домашней работы проходило в группах с защитой решений.

Таким образом, для того, чтобы обучающиеся учились решать текстовые задачи, нужны задания, которые помогли бы им осознавать разные этапы решения задачи.

### **Литература**

1. Фридман Л. М. Теоретические основы методики обучения математика: учебное пособие. Изд. 3 –е. –М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. -248 с. (Психология, педагогика, технология обучения.)
2. Матушкина З. П. Методика обучения решению задач: Учебное пособие. –Курган: Изд-во Курганского гос. Ун-та, 2006. -154 с.
3. Математика: учебная книга и практикум для 6 класса ч. 2. Рациональные числа / Гельфман. Э. Г / - 6-е изд. испр. и доп 2013. -216 с.
4. Математика: учебн. для 5 кл. общеобразоват. учреждений/ Дорофеев, Г.В, Шарыгин, И.Ф / - 7-е изд., дораб. – М. : Просвещение, 2004. – 302 с.
5. Алгебраические дроби: учебное пособие по математике для 7-го класса / Гельфман Э.Г / - 2-е изд. испр. и доп. – Томск: Изд-во Том.ун-та. -2000 – 240 с.

УДК 373.1

ГРНТИ 14.25.09

## **РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ ПО МАТЕМАТИКЕ (НА ПРИМЕРЕ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ «ЗОЛОТОЕ СЕЧЕНИЕ»)**

### **PROJECT ACTIVITIES STUDENTS IN MATH (THE CASE STUDY TOPICS «GOLDEN SECTION»)**

*Дарья Александровна Алексеева*

Научный руководитель: А. Г. Подстригич, канд. пед. наук, доцент

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* обучение математике, проектная деятельность, «золотое сечение».

*Keywords:* mathematics, project activities, "golden section".

*Аннотация.* На современном этапе развития математического образования остро стоит проблема реализации компетентностного и личностно-ориентированного подходов к обучению. В этом контексте большие возможности предоставляет такая образовательная технология, как метод проектов.

В настоящее время есть учителя, которые предпочитают давать уроки в традиционной форме. Они не собираются ничего менять в своей деятельности, так как нет времени и сил постигать что-то новое, да и смысла в этом не видят. Может оставить всё так, как есть?.. Нет. Наверное, каждый учитель задумывался: почему учебная мотивация обучающихся по мере их пребывания в школе снижается? Ведь дети, когда идут в школу, все хотят учиться. Почему тогда процесс обучения позже становится для них малопривлекательным и трудным? Эти вопросы и предопределили тему исследования как реализация проектной деятельности в обучении математике. В последнее время этот метод стал наиболее популярным в практике школьного обучения.

Учебный проект “Золотое сечение” направлен на метапредметную интеграцию знаний, формирование общекультурной компетентности, создание представлений о математике как науке, возникшей из потребностей человеческой практики и развивающейся из них. Математика в проекте подается как элемент общей культуры человечества, который является теоретической основой искусства, а также как элемент общей культуры отдельного человека.

Очевидно, что из-за сложности самой математики, лучше обращаться к традиционным урокам, ведь проще «нарешать» определенное количество стандартных примеров, чем предоставить возможность школьникам самим изучать новое. Но это неправильная позиция.

Важными моментами для учителя в методе проектов является то, что в процессе работы у школьников:

- ❖ проявляются интеллектуальные способности;
- ❖ развиваются нравственные и коммуникативные качества;
- ❖ проявляется опыт работы в группах;
- ❖ зарождаются основы системного мышления;
- ❖ развиваются творческие способности, фантазия, воображение;
- ❖ воспитываются целеустремленность и организованность, расчетливость и предприимчивость, способность ориентироваться в ситуации неопределенности [1].

Проектная деятельность – это деятельность, «направленная на решение конкретной проблемы, на достижение оптимальным способом заранее запланированного результата» [2. С. 6].

Уже в текстах Дьюи, которого считают основоположником метода проектов, появилось понятие «опыт»... это то, что происходит с нами, может происходить, не оставляя следа, а некоторые события могут научить, заставить почувствовать, оставить свой след. Проектная деятельность как практическая деятельность школьников может стать основанием для приобретения опыта, но только может стать. Сам по себе проект не обеспечивает опыта [3. С. 115].

В современном образовательном пространстве тема «Золотого сечения» популярна. Данная проектная деятельность как внеклассная работа рассчитана для учащихся 7-х классов. Эта тема интересна тем, что «золотое сечение» играет важную роль не только в математике, но и в жизни, так как оно широко используется в природе, искусстве и строении людей. Пропорции различных частей нашего тела составляют число, очень близкое к «золотому сечению». Если эти пропорции совпадают с формулой «золотого сечения», то внешность считается идеально сложенной. Мерки тела такого человека в своей работе используют художники, ученые, модельеры и дизайнеры.

Человек различает окружающие его предметы по форме, а форма, в основе построения которой лежат сочетания симметрии и «золотого сечения», способствует наилучшему зрительному восприятию и появлению ощущения красоты и гармонии.

Под «золотым сечением» понимается такое пропорциональное деление отрезка на неравные части, при котором длина всего отрезка так относится к его большей части, как длина большей части относится к длине меньшей:  $a : b = b : c$  или  $c : b = b : a$  (рис. 1).

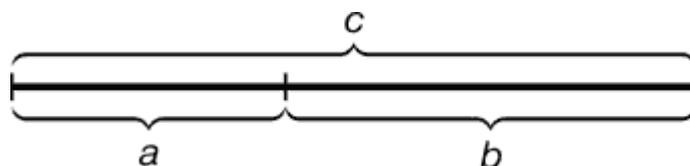


Рис. 1. Геометрическое изображение золотой пропорции

В геометрии «золотое сечение» называется также делением отрезка в крайнем и среднем отношении [4]. Отрезки «золотой пропорции» выражаются бесконечной иррациональной дробью  $b = 0,618\dots$ , если  $c$  принять за единицу,  $a = 0,382\dots$ .

Основной принцип этого проекта – самостоятельная работа учеников с учебными, научно-популярными материалами и коллективное

обсуждение полученных результатов на занятиях элективного курса. На начальном этапе каждой группе сообщается ознакомительная информация и дается проектное задание.

Метод проектов – это пять «П»:

1. Наличие проблемы. Работа над проектом всегда предусматривает разрешение какой-либо конкретной проблемы. Нет проблемы – нет деятельности. Можно решать небольшие проблемы в рамках 1–2 занятий (мини-проекты или краткосрочные проекты). Во внеурочной деятельности для решения крупных проблем используют проекты, направленные на углубление и расширение знаний по математике (макро-проекты или среднесрочные проекты).

В проекте «Золотое сечение» за проблему обозначим: существование гармонии в окружающем нас мире и применение «золотого сечения» в исследовании города Томска.

2. Планирование действий. Учитель и ученики совместно вырабатывают план действий над проектом. При этом учитель только помогает и корректирует работу, но ни в коем случае не навязывает собственное мнение ученикам.

Данная работа над проектом предполагается в группах по 3–4 человека. В каждой группе распределяются роли: генератор идей, дизайнер, энциклопедист и секретарь.

3. Поиск информации. С помощью Интернет-ресурсов и литературы учащиеся находят информацию, обрабатывают и осмысливают ее. После коллективного обсуждения в классе найденный материал корректируется вместе с учителем, выбирается базовый вариант.

4. Продукт – результат работы. Учащиеся анализируют собранную информацию, формулируют выводы. Учитель на данном этапе консультирует учеников.

Данный проект связан с применением математического аппарата в повседневной жизни. В ходе проекта обучающиеся получают возможность совершенствоваться и расширять круг умений, навыков и способов деятельности. Также участникам будет предложено исследовать, в каком отношении находятся части тела учеников их класса и определить, кто более приближен к пропорциям «золотого сечения».

5. Презентация результатов. Каждая группа выступает с презентацией, объясняет полученный результат и защищает свой проект. Подводятся итоги, участники получают свои награды. Далее учитель проводит рефлексию, учащимся задаются вопросы:

- ❖ Какие новые знания и умения вы приобрели за время работы над проектом?
- ❖ Что было интересным?

- ❖ Что было трудным?
- ❖ Какие будут пожелания на будущее?

Таким образом, данная проектно-исследовательская деятельность является полезной для обучающихся средней общеобразовательной школы, так как приносит положительные результаты и повышает мотивацию к изучению математики. Более подробно применение метода проектов будет рассмотрено в курсовой работе «Реализация проектной деятельности учащихся по математике (на примере изучения темы «Золотое сечение»).

### **Литература**

1. Выборнова, Т. А. Организация проектной деятельности учащихся на уроках математики // URL: <http://nsportal.ru/nachalnaya-shkola/matematika/2014/11/21/organizatsiya-proektnoy-deyatelnosti-uchashchikhsya-na/> (дата обращения: 18.04.15).
2. Ступницкая М. А. Что такое учебный проект? / М. А. Ступницкая. – Москва : Первое сентября, 2010. – 44 с.
3. Поливанова, К. Н. Проектная деятельность школьников : пособие для учителя / К. Н. Поливанова. – 2-е изд. – Москва : Просвещение, 2011. – 192 с.
4. Бендукидзе, А. Д. Золотое сечение / А. Д. Бендукидзе // Квант. 1973. № 8.

УДК 373.1  
ГРНТИ 14.25.09

## **РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА ПО ТЕМЕ «АЛГЕБРАИЧЕСКИЕ ЧИСЛА»**

## **DEVELOPMENT OF AN ELECTIVE COURSE ON THE TOPIC THE «ALGEBRAIC NUMBERS»**

*Виктория Николаевна Галинова*

Научный руководитель: А. Г. Подстригич, канд. пед. наук, доцент

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* элективный курс, образовательная программа, процесс обучения, алгебраическое число.

*Keywords:* elective course, educational program, learning process, algebraic number.

*Аннотация.* В контексте введения ФГОС нового поколения важная роль на старшей ступени обучения математике отводится элективным курсам. Обязательные для посещения обучающимися они при этом нацелены на реализацию лично-стотно-ориентированного и компетентностного подходов и в наибольшей степени связаны с выбором каждым школьником содержания образования в зависимости от его способностей, склонностей, последующих жизненных планов.

Достаточно важную роль в процессе обучения, особенно на старшей ступени школы, играют элективные курсы. Что же это такое?

Элективные курсы – это курсы, самостоятельно выбираемые учащимися и обязательные для посещения. И если мы сравним с факультативными курсами, которые так же проводятся в школе, то элективные являются обязательными для старших классов.

Прежде всего, элективные курсы позволяют развивать интерес к какому-либо предмету (в нашем случае – это математика) и определять свои профессиональные пристрастия. По сути, они и есть то, на что следует опираться при построении индивидуальных образовательных программ, так как в наибольшей степени связаны с выбором каждым школьником содержания образования в зависимости от его способностей, склонностей, последующих жизненных планов. Элективные курсы как бы "компенсируют" во многом достаточно ограниченные возможности базовых и профильных курсов в удовлетворении разнообразных образовательных потребностей старшеклассников [1].

Таким образом, целью элективных курсов является расширение и углубление знаний, выявление и отработка специфических умений и навыков, знакомство с новыми областями науки в рамках интересующего профиля.

Элективные курсы выполняют три основные функции:

1) «надстройка» профильного курса, то есть выбранный курс предполагает более углубленное изучение (и таким образом, класс, в котором вводятся подобные курсы, становится классом с углубленным изучением того или иного предмета);

2) развивают содержание одного из базисных курсов, т. е. выбранный курс позволяет учащимся повысить свой уровень знаний при подготовке к Единому Государственному Экзамену;

3) «надпредметное» обучение, то есть выбранный курс создает условия для удовлетворения познавательных интересов обучающихся, выходящих за рамки предмета.

Методика обучения на элективных курсах должна постепенно развивать у учащихся навыки организации умственного труда и самообразования. Здесь и умение воспринимать объясняемый материал, достаточно быстро его конспектировать, с одной стороны, и умение работать с учебниками и иной литературой, с другой стороны. Кстати, одной из целей обучения является развитие уважения к книге (в первую очередь – учебной) вообще. В процессе освоения программы элективного курса хорошо бы дать учащимся возможность использовать различные учебники, задачки, хрестоматии, энциклопедии и т. д. Большим подспорьем здесь может стать использование ИТ-

технологий. Это и глобальная сеть Интернет, и учебные CD-диски (в первую очередь так называемые электронные библиотеки) [2].

Продолжительность элективного курса, в зависимости от тематики, может варьироваться от 6–8 часов и достигать 72 часа, то есть можно распланировать курс на один–два месяца, на четверть или на полугодие. Преподаватель в качестве базы для работы может использовать программу факультативного курса или разнообразные учебные пособия. Но даже если учитель приобретет учебно-методический комплекс по данному элективному курсу, то изменения в программе будут произведены, так как не стоит забывать о том, что учитывается уровень подготовленности учащихся, их заинтересованность и т. п.

Программа элективного курса состоит из следующих структурных элементов:

- Пояснительная записка
- Содержание изучаемого курса
- Тематический план
- Ожидаемые результаты изучения курса
- Список литературы для учителя и учащихся
- Дополнительные элементы программы.

В пояснительной записке дается аннотация – обоснование введения данного курса; формулируется место и роль курса в профильном обучении; прописываются цель и задачи элективного курса. Так же должна содержаться краткая характеристика методов, форм обучения; указываются сроки обучения.

Содержание программы предполагает выделение в тексте разделов и тем внутри разделов.

Тематический план включает в себя основное содержание всех разделов (тем курса) с указанием количества часов на изучение каждого вопроса темы. Отдельно выделяются практические и лабораторные работы, экскурсии, учебные проекты и т. д. [3].

Определение ожидаемых результатов является важным элементом методической системы элективного курса. Так же необходимо продумать систему контроля знаний учащихся и критерии оценивания.

Список литературы для учителей и учащихся содержит: основную и дополнительную литературу по курсу, электронные издания (компакт-диски, обучающие компьютерные программы и т. п.), Интернет-ресурсы.

К дополнительным элементам программы можно отнести различные приложения. Это могут быть темы творческих работ, проекты, планы проведения практических работ и т. д. [3].

В ходе элективного курса по теме «Алгебраические числа» обучающимся предстоит вспомнить основные классы чисел, при этом остановившись подробнее на комплексных числах. Далее можно предложить в качестве небольшой творческой работы или доклада подготовить краткий исторический очерк о развитии теории алгебраических чисел. Так же возможно подготовка презентации о математиках, внесших свой вклад в развитие алгебраической теории чисел.

Затем стоит вспомнить о том, что естественный и важный подход к выделению и изучению тех или иных множеств чисел связан с замкнутостью этих множеств относительно тех или иных операций. После чего знакомимся с понятием числового поля. В данном случае нас интересует поле алгебраических чисел.

И только после нескольких вводных занятий, на которых мы вспоминаем и изучаем вышеперечисленное, вводится понятие алгебраического числа. Затем рассматриваются некоторые теоремы, которые будут доступны для усвоения учащимися, изучается поле алгебраических чисел.

С более подробной типологией элективных курсов, программой элективного курса по теме «Алгебраические числа» и учебно-методическими разработками по этой же теме можно познакомиться в курсовой работе «Разработка элективного курса по теме «Алгебраические числа»».

---

### Литература

1. Об элективных курсах в профильном обучении. – Письмо Минобразования РФ от 13.11.2003 N 14-51-277/13. URL: <http://old.mon.gov.ru/files/materials/4657/Matematika.pdf> (дата обращения: 18.04.2014).
2. Элективные курсы в профильном обучении : Образовательная область “Математика” [Текст] / Министерство образования РФ – Национальный фонд подготовки кадров. – Москва : Вита-Пресс, 2004. – 96 с.
3. Элективные курсы: требования к разработке и оценка результатов обучения. URL: [http://www.orenipk.ru/bank/Text/t37\\_162.htm](http://www.orenipk.ru/bank/Text/t37_162.htm) (дата обращения: 18.04.2014).

УДК 373.1  
ГРНТИ 14.25.09

**РАЗРАБОТКА КОМБИНИРОВАННОГО ЭЛЕКТИВНОГО  
КУРСА ПО МАТЕМАТИКЕ И ИНФОРМАТИКЕ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА  
(НА ПРИМЕРЕ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ «ГРАФЫ»)**

**DEVELOPMENT OF THE COMBINED ELECTIVE COURSE IN  
MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE USING THE  
ENGLISH LANGUAGE (THE CASE STUDY TOPICS «GRAPHS»)**

*Алина Викторовна Дунец*

Научный руководитель: А. Г. Подстригич, канд. пед. наук, доцент

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* математика, информатика, английский язык, комбинированный элективный курс, методы и приемы обучения.

*Keywords:* mathematics, informatics, English language, the combined elective course, methods and receptions of educating.

*Аннотация.* На современном этапе развития математического образования предполагается внедрение чего-то нового, что заинтересует школьников и будет стимулировать их учебно-познавательную деятельность. Считаем, что этим «интересом» может служить внедрение комбинированного элективного курса по математике, информатике и английскому языку (на примере изучения темы «Графы») в образование, что определяется рядом факторов. Во-первых, внедрение комбинированного элективного курса в школе существенным образом ускорит передачу знаний и накопленного опыта от педагога к обучающимся. Во-вторых, создание комбинированного элективного курса значительно повысит качество обучения, позволит человеку более успешно адаптироваться к происходящим социальным изменениям. В-третьих, активное и эффективное внедрение курса в образование является важным фактором обновления системы образования в соответствии с требованиями современного общества.

При введении профильного обучения в средней общеобразовательной школе ученику предлагается совершить выбор двух уровней: сначала обучающийся выбирает профиль, а вместе с ним и набор предметов, уровень их изучения, а затем – набор элективных курсов, предложенных общеобразовательной школой.

Элективные курсы (Elective course) – курсы, входящие в состав профиля, способствующие углублению индивидуализации профильного обучения. Работа элективных курсов призвана удовлетворить образовательный запрос (интересы, склонности) ученика.

Цели изучения комбинированного элективного курса по математике и информатике с использованием английского языка желательно

формулировать в терминах, понятных и педагогу, и обучающимся: для чего и зачем изучается элективный курс, какие потребности образовательного процесса удовлетворяет.

В соответствии с целями формулируются задачи изучения комбинированного элективного курса: что необходимо для достижения целей; над чем конкретно предстоит работать педагогу и обучающимся при изучении комбинированного элективного курса.

При отборе содержания комбинированного элективного курса по математике и информатике с использованием английского языка необходимо ответить на следующие вопросы:

- в чём основная суть теоретических и практических занятий;
- для каких профессий (областей деятельности) полезны формируемые знания, умения и навыки;
- в каких материалах реализуется содержание курса.

Методы и приемы обучения должны определяться требованиями предпрофильной подготовки, учёта индивидуальных и возрастных особенностей обучающихся, развития и саморазвития личности.

Ведущее место в обучении на комбинированных элективных курсах следует отвести методам поискового и исследовательского характера, стимулирующим познавательную активность обучающихся. Значительной должна быть доля самостоятельной работы с различными источниками информации [1].

Тематический план включает в себя основное содержание всех разделов/тем элективного курса. Отдельно выделяются практические и лабораторные работы, экскурсии, учебные проекты и т. п. Дополнительные обобщающие материалы: литература для педагога и для школьников (основная и дополнительная), электронные издания, интернет-ресурсы.

Еще одной из методической особенности комбинированного элективного курса по математике и информатике с использованием английского языка является определение ожидаемых результатов изучения курса, а также способов их диагностики и оценки. Ожидаемый результат изучения курса – это ответы на вопросы: какие знания, умения и опыт необходимы для построения индивидуальной образовательной траектории в образовательном учреждении и успешной профессиональной карьеры по его окончании будут получены; какие виды деятельности будут освоены; какие ценности будут предложены для усвоения. Результаты должны быть значимы, прежде всего, для самих обучающихся, что необходимо для обеспечения привлекательности элективного курса на этапе первоначального знакомства с ним и его выбора школьниками [2].

Необходимо разработать как формы промежуточного контроля, так и формы итоговой зачетной работы по комбинированному элективному курсу.

Английский язык уже довольно давно является универсальным языком для общения во всех странах мира, он получил широкое распространение и вошел в наши образовательные учреждения [3].

Известно, что английский язык способен оказать большую роль в повышении интереса обучающихся к занятиям, в том случае, если учитель хорошо представляет и понимает психологические основы их применения.

Необходимость включения в содержание иностранного языка усложненного учебного материала обусловлена закономерностями ассоциативного мышления [4].

Современные школьники более непоседливы, более развиты в информационном смысле – их сложно удивить просто презентацией или видео-уроками. «Педагог, желающий что-нибудь прочно запечатлеть в детской памяти, должен заботиться о том, чтобы как можно больше органов чувств приняли участие в акте запоминания, чем более органов наших чувств принимает участие, тем прочнее ложатся эти впечатления на нашу механическую, нервную память, вернее сохраняют ее и легче, потом воспринимаются» (К. Д. Ушинский). Для того чтобы ученик вынес с комбинированного урока необходимые знания, а потом еще мог их и применять, требуется использовать методы, подталкивающие ученика к самосознанию получения знаний и навыков по предмету, методы, которые будут способствовать «впитыванию» знаний на подсознательном уровне.

Для того чтобы процесс обучения математике и информатике с применением английского языка был не только полезен, но и интересен ученикам, на подобных уроках интересно применение коллективного метода обучения, разработанного А. Г. Ривиним. «Последовательное и интенсивное применение организованного интеллектуального диалогического общения, будь то в крупном городе или селе, решительно содействует кристаллизации в любом коллективе максимального количества талантов и гениев» [5].

Современные технологии позволяют сделать уроки максимально полезными и интересными для обучающихся. Чем больший интерес к уроку учителю удастся вызвать у ученика, тем продуктивней получится сотрудничество. В современной школе большое внимание уделяется изучению информационных технологий и иностранных языков (как правило, это английский). Известен тот факт, что изучаемый материал, подкрепленный визуально и вызвавший искренний интерес надолго ос-

тается в памяти. Здесь может быть использован эффект «якорения». Якорь – любой раздражитель, который включает ряд внутренних реакций или действий. Якоря могут быть визуальные, аудиальные, кинестетические, обонятельные и пространственные. Ресурс в данном случае – это реальные возможности человека. В дальнейшем эти «якоря» помогут в освоении нового материала посредством уже изученных аспектов. Учитель может предложить самостоятельно подготовить материал по предложенной теме с использованием современных технологий и ИКТ, что в свою очередь позволит создать якоря, т. к. ученик самостоятельно будет работать с интересующей его информацией, а, следовательно, большую часть информации запомнит. В процессе занятия свободно могут использоваться специальные программные средства по изучению английского языка. Как более высокий уровень для продвинутых учеников – непосредственное общение с жителями англоязычных стран через Skype, участие или организация конференций, дискуссии, применение тренингов для совершенствования речи и произношения. Кроме того возможно проведение комбинированного урока или части урока по математике и информатике непосредственно на английском языке. Это будет способствовать развитию навыка живого общения на иностранном языке и также позволит сделать некоторый акцент на определенных темах по этим предметам.

Комбинированные уроки английского языка, математики и информатики позволяют вывести образование в средней общеобразовательной школе на новый уровень. Превратит обыденность обучения в интересный, познавательный процесс, который будет подталкивать учеников и даже их родителей к получению знаний. Кроме того практика проведения подобных комбинированных уроков будет способствовать улучшению общего имиджа образовательного учреждения, позиционируя его как современное, идущее в ногу со временем.

Возможно, разработка программы, предусматривающей ведение какой-то части комбинированного элективного курса математики и информатики полностью на английском языке. Это в свою очередь будет способствовать дополнительному росту знаний обучающихся в области, как иностранного языка, так и росту способностей свободно применять компьютерную технику как инструмент для обучения, работы и дальнейшего совершенствования своих умений и навыков при продолжении обучения в вузах после окончания общеобразовательной школы.

В результате, пришли к выводу о том, что разработка комбинированного элективного курса в средней общеобразовательной школе будет полезна для обучающихся, так как раскрывает перед ними новые

возможности изучения данных предметов. Перспективами исследования является создание комбинированного развивающего элективного курса по математике и информатике, с использованием английского языка (на примере изучения темы «Графы»), который будет направлен на реализацию проектно-исследовательской деятельности обучающихся среднего звена и на английском языке в том числе.

### **Литература**

1. Гальперин, П. Я. Методы обучения и умственное развитие ребенка. М., 1985. 45 с.
2. Лейтес, Н. С. Умственные способности и возраст. Москва : Педагогика, 1971.
3. Дьяченко, В. К. Сотрудничество в обучении. – Москва : Просвещение, 1991. – 345 с.
4. Стародубцева, О. Г. Предпосылки использования связей при обучении иностранному языку студентов младших курсов медицинского вуза / О. Г. Стародубцева // Научно-педагогическое обозрение (Pedagogical Review). 2015. Вып. 2 (8). С. 13–17.
5. Коллективный способ обучения КСО А. Г. Ривина, В. К. Дьяченко (Сайт) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gigabaza.ru/doc/91032.html> (дата обращения : 02.04.2015).

УДК 377.5  
ГРНТИ 14.33.07

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ВНЕАУДИТОРНОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО МАТЕМАТИКЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ КОЛЛЕДЖА КАК СРЕДСТВО ИХ УСПЕШНОСТИ ПРИ ОСВОЕНИИ ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН**

## **THE ORGANIZATION OF OUT-OF-CLASS INDEPENDENT WORK IN MATHEMATICS TO THE STUDENTS OF THE COLLEGE AS THE FACILITIES OF THEIR SUCCESS IN GETTING USED TO COMMON PROFESSIONAL DISCIPLINES.**

*Виталий Евгеньевич Курочкин*

Научный руководитель: А. Г. Подстригич, канд. пед. наук, доцент

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* математика, внеаудиторная самостоятельная работа, методы и приемы обучения, кейс-технологии.

*Keywords:* mathematics, extracurricular independent work, methods and receptions of educating, case technology.

*Аннотация.* Образование в современных условиях ставит перед средним профессиональным образованием (СПО) задачу подготовки специалиста мыслящего, способного самостоятельно добывать знания и готового к применению их на практике. Важное место в системе СПО занимает самостоятельная работа. Самостоятельная работа способствует формированию профессиональных компетенций

и самостоятельности при решении профессиональных задач. При освоении основной профессиональной образовательной программы на самостоятельную работу отводится до 50% от общего времени, поэтому на выбор ее форм и методов следует обратить самое серьезное внимание.

Одной из форм организации обучения является внеаудиторная самостоятельная работа (ВСР) студентов.

Специфика системы ВСР студентов определяется активизацией управленческих функций обучающегося, формированием навыков работы с информацией, связана с подготовкой к аудиторной самостоятельной работе. Студент выбирает самостоятельно методы и формы организации внеаудиторной самостоятельной работы, решая задачи, выполняющие развивающую и рефлексивную функции [1, с. 30].

С введением ФГОС нового поколения значение ВСР существенно возрастает. Это в свою очередь требует соответствующей реорганизации учебного процесса, в части образовательной составляющей, усовершенствование учебно-методической документации, внедрение новых информационно-образовательных технологий, обновления технического и программного обеспечения, новых технологий самоконтроля и текущего контроля знаний.

Компетентность и самостоятельность будущего специалиста базируются на хорошей общетехнической подготовке. Успешное освоение общепрофессиональных дисциплин невозможно без качественного математического образования.

Изучение математики играет системообразующую роль в образовании, развивая познавательные способности человека, в том числе к логическому мышлению, влияя на освоение общепрофессиональных дисциплин.

Практические умения и навыки математического характера необходимы для трудовой и профессиональной подготовки студентов.

Цель данной работы заключается в выборе форм и методов организации ВСР студентов колледжа по математике, способствующих успешному освоению общепрофессиональных дисциплин.

В соответствии с целью формулируются задачи организации (ВСР):

- проанализировать требования ФГОС к формированию общих и профессиональных компетенций студентов колледжа при выполнении внеаудиторной самостоятельной работы по математике;
- разработать учебно-методические материалы для сопровождения внеаудиторной самостоятельной работы по математике обучающихся колледжа;

- разработать и апробировать модель реализации внеаудиторной самостоятельной работы по математике обучающихся колледжа.

Для организации ВСР необходимы следующие условия:

- готовность студента к самостоятельному труду;
- мотивация получения знаний;
- наличие и доступность всего необходимого учебно-методического и справочного материала;
- система регулярного контроля качества выполненной самостоятельной работы;
- консультационная помощь преподавателя [2].

Активная самостоятельная работа студентов возможная только при наличии серьёзной и устойчивой мотивации. Самый сильный мотивирующий фактор – подготовка к дальнейшей эффективной профессиональной деятельности.

Среди факторов способствующих активизации ВСР студентов можно выделить следующие:

- полезность выполняемой работы;
- участие в олимпиадах по учебным дисциплинам, конкурсах научно-исследовательских или прикладных работ, творческой деятельности;
- использование мотивирующих факторов контроля знаний (накопительная система оценок, рейтинг).

Условием для эффективной организации ВСР студентов является разработка методического обеспечения:

- рекомендаций по организации самостоятельной работы по учебной дисциплине;
- рекомендаций по оформлению (представлению) результатов самостоятельной работы в зависимости от её вида;
- информации о целях, средствах, трудоёмкости, сроках выполнения, формах контроля самостоятельной работы;
- рекомендаций по отбору учебной, научной, нормативной, справочной литературы, в том числе перечень рекомендованной литературы, при выполнении самостоятельной работы по конкретным темам (заданиям).

При разработке рабочей программы по математике, в зависимости от образовательного результата, преподаватель определяет форму ВСР студентов:

- работа со справочниками;
- работа с Интернет-ресурсами;
- работа с конспектом лекции;

- работа над учебным материалом учебника;
- составление плана и тезисов ответа;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- ответы на контрольные вопросы;
- составление терминологического словаря по теме;
- поиск информации по теме с последующим ее представлением в аудитории в форме доклада, презентации;
- составление тематических кроссвордов;
- решение задач и упражнений по образцу;
- выполнение чертежей, схем;
- выполнение расчетно-графических работ;
- решение ситуационных производственных (профессиональных) задач;
- проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности;
- анализ результатов выполненных исследований по рассматриваемым проблемам;
- подготовка и курсовых проектов (работ);
- опытно-экспериментальная работа;
- подготовка к зачетам и экзаменам;
- подготовка выпускной квалификационной работы [3].

При выполнении ВСР необходимо знакомить студентов с особенностями той или иной формы и требованиями к ее выполнению.

При планировании необходимо учитывать трудоемкость выполнения форм ВСР. По совокупности заданий определяется объем времени на ВСР.

В качестве форм и методов контроля ВСР студентов могут быть использованы семинарские занятия, зачеты, тестирование, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и др. в рамках времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине [4].

Критериями оценки результатов ВСР студента являются:

- уровень усвоения студентом учебного материала;
- умения студента использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление материала в соответствии с предложенными преподавателем требованиями.

Модель реализации ВСР по математике представлена в виде:

-задания по ВСР;

-план-графика выполнения ВСР;

-методических рекомендаций по выполнению заданий ВСР.

ВСР по дисциплине «Математика» состоит из разнообразных заданий разного уровня сложности для усвоения материала по вопросам, отнесенным для самостоятельного изучения и формирования профессиональных компетенций.

Самостоятельная работа осуществляется студентами во внеаудиторное время в соответствии с разработанным планом-графиком, который предусматривает тему (вопрос) для изучения, задание, форму работы (выполнения, представления), форму контроля, срок выполнения, трудоемкость и рекомендованные источники (литература и Интернет-источники).

Методические рекомендации по выполнению ВСР представлены в виде кейсов. Кейс – это учебный материал в виде конкретного задания (работа с текстом, решение задач и упражнений, расчетно-графическая работа, решение ситуационных производственных (профессиональных) задач) и методические рекомендации по его выполнению.

Кейс-технологии за счет ориентации на конкретные, практические проблемы позволяют повышать мотивацию учения у учеников, так как им становится понятным, зачем, в какой ситуации может пригодиться тот или иной учебный материал, как применить его в конкретной практической деятельности. В качестве примера можно привести задание по теме «Проценты».

Пример. С поля, площадью 22,5 га, собрано 40500 кг пшеницы влажностью 20%. В результате очистки и сушки зерна влажность уменьшилась до 14%, масса твердых отходов составила 1200 кг.

Определить:

1) Урожайность пшеницы с данного поля в ц/га.

2) Определить массу очищенного и высушенного зерна.

3) Определить процент рефакции.

В процессе выполнения заданий (кейсов), для оценки результатов ВСР, студент формирует портфолио-отчет. Для оценки результатов ВСР, в рамках времени отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине, проводятся семинарские занятия, контрольные работы, защита портфолио-отчета.

В результате, пришли к выводу о том, что данная модель реализации ВСР будет полезна для обучающихся, так как раскрывает перед ними новые возможности при изучении математики и способствует успешному освоению общепрофессиональных дисциплин.

## Литература

1. Григорьева, О. Ю. Проблема интеграции аудиторной и внеаудиторной самостоятельных работ студентов педвузов // Научно-педагогическое обозрение (Pedagogical Review). 2014. Вып. 2 (4). С. 29–36.
2. Тришина, Е. С. Организация самостоятельной работы студентов как средство повышения профессиональных компетенций будущих педагогов / Е. С. Тришина // Среднее профессиональное образование. – 2010. – №9(14) : Педагогика. – С. 14–19.
3. Методические рекомендации по организации ВСР. – Томск: ОГБОУ СПО «ТАК», 2013.
4. Горбачева, Т. В. Учебно-методическое обеспечение качества внеаудиторной самостоятельной работы студентов / Т. В. Горбачева // Среднее профессиональное образование. – 2009. – №1(14) : Педагогика. – С. 27–29.
5. Тришина, Е. С. Организация самостоятельной работы студентов как средство повышения профессиональных компетенций будущих педагогов / Е. С. Тришина // Среднее профессиональное образование. – 2010. – №9(14) : Педагогика. – С. 14–19.

УДК 271.3  
ГРНТИ 14.25.09

## ДИАГНОСТИКА УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ УНИВЕРСАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ДЕЙСТВИЙ

### DIAGNOSTICS OF FORMATION OF UNIVERSAL EDUCATIONAL ACTIONS

*Петухова Людмила Владимировна*

Научный руководитель: Э.Г.Гельфман, доктор педагогических наук, профессор

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* диагностика, математика, регулятивные универсальные учебные действия.

*Keywords:* diagnostics, mathematics, regulatory universal educational actions.

*Аннотация.* Развитие личности в системе образования обеспечивается прежде всего через формирование универсальных учебных действий. «Овладение учащимися универсальными учебными действиями создаёт возможность самостоятельного успешного усвоения новых знаний, умений и компетентностей, включая организацию усвоения, т.е. умения учиться».<sup>1</sup>

Математическое содержание является приоритетным в формировании одного из основных видов УУД – регулятивных.

В соответствии с ФГОС общего образования приведем следующее определение: «Регулятивные УУД отражают способность обучающегося строить учебно-познавательную деятельность, учитывая все ее

---

<sup>1</sup> Асмолов А.Г. Формирование универсальных учебных действий в основной школе: от действия к мысли. Система заданий. – М. Просвещение. 2011. – С.3.

компоненты (цель, мотив, прогноз, средства, контроль, оценка). Они обеспечивают организацию учащимся своей учебной деятельности. К ним относятся: целеполагание, планирование, прогнозирование, контроль в форме сличения способа действия и его результата, коррекция, оценка, волевая саморегуляция».

К содержанию регулятивных УУД относятся: 1) целеполагание (постановка учебной задачи на основе соотнесения того, что уже известно и усвоено, и того, что еще неизвестно учащемуся); 2) планирование (определение последовательности промежуточных целей); 3) составление плана и последовательности действий, прогнозирование (предвосхищение результата уровня усвоения, его временных характеристик); 4) контроль (в форме сличения способа действия и его результата с заданным эталоном с целью обнаружения отклонений и отличий от эталона); 5) коррекция (внесение необходимых дополнений и корректив в план, и способ действия в случае расхождения эталона, реального действия и его продукта); 6) оценка (выделение и осознание учащимися качества и уровня усвоения учебного материала); 7) волевая саморегуляция (способность к мобилизации сил и энергии, к волевому усилию – к выбору в ситуации мотивационного конфликта и к преодолению препятствий). См.: А.Г.Асмолов. Формирование универсальных учебных действий в основной школе: от действия к мысли. Система заданий. – М. – 2010. – С. 9.

Приоритетными в диагностике становятся не репродуктивные задания (на воспроизведение информации), а продуктивные задания, которые предполагают в ходе решения создание учеником своего продукта: вывода, оценки, отношения к результату и т.п.

Отказ от «пятибалльной» традиционной системы оценивания также позволит повысить мотивацию ученика, его личностную самооценку. Использовать бальную шкалу и уровневый подход, когда ученик решает простую учебную задачу, либо часть задачи, позволяет оценивать как успех, но на элементарном уровне, за которым будет следовать более высокий уровень, к которому, возможно, ученик станет стремиться.

Приведем некоторые примеры заданий (их формулировки), позволяющие провести диагностику сформированности регулятивных универсальных учебных действий, из УМК «Математика. Психология. Интеллект», «Математика 5», авторы: Э.Г. Гельфман, О.В. Холодная.

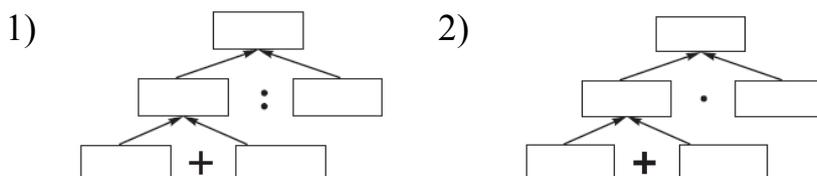
**I. Задания, которые позволяют диагностировать такое регулятивное учебное действие как планирование учебной деятельности:**

✓ Задания, формирующие умение строить планы действий и работать по ним:

1. Найдите значения числовых выражений:

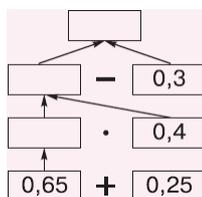
- а)  $(3,6 + 7,8) \cdot 2,5$ ;    б)  $4,2 \cdot (6 + 2,7)$ ;    в)  $(27 - 8,3) \cdot 8,5$ ;  
 г)  $7,2 \cdot (6,2 - 4,9)$ ;    д)  $(6,3 + 3,6) : 1,1$ ;    е)  $69,3 : (2,2 + 1,1)$   
 ж)  $(65 - 4,) : 30,4$ ;    з)  $250 : (8 - 5,5)$ .

Отметьте, для каких из них составлены следующие схемы:



Составьте схемы для вычисления значения других числовых выражений из этого задания.

2. Верно ли, что значение выражения  $0,65 + 0,25 \cdot 0,4 - 0,3$  можно найти по схеме:

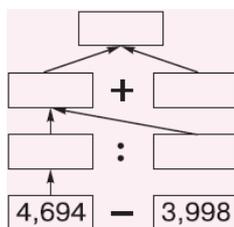


Если нет, то нарисуйте другую схему.

3. Сформулируйте известные вам правила выполнения действий с десятичными дробями.

---

4. Часть записей стёрлась. Восстановите их.



Возможное оценивание выполнения данных заданий: выбрал верную схему – 2 балла; составил схемы – 6 баллов; нашел ошибку в схеме – 2 балла; составил новую схему – 4 балла; восстановил схему – 3 балла.

✓ Задания, формирующие умение работать на отдельных шагах алгоритма.

1. Укажите, сколько десятичных знаков надо отделить запятой в произведении:

- а)  $5,2 \cdot 1,3$ ; \_\_\_\_\_ б)  $1,6 \cdot 0,25$ ; \_\_\_\_\_ в)  $1,01 \cdot 2,41$ ; \_\_\_\_\_  
г)  $14 \cdot 0,3$ ; \_\_\_\_\_ д)  $7 \cdot 0,036$ ; \_\_\_\_\_ е)  $17,007 \cdot 4,08$ . \_\_\_\_\_

2. Зная, что  $11,3 \cdot 2,5 = 28,25$ , найдите произведение:

- а)  $113 \cdot 25 =$  \_\_\_\_\_; б)  $11,3 \cdot 0,25 =$  \_\_\_\_\_;  
в)  $1,13 \cdot 0,25 =$  \_\_\_\_\_; г)  $1,13 \cdot 25 =$  \_\_\_\_\_;  
д)  $0,113 \cdot 2,5 =$  \_\_\_\_\_; е)  $0,113 \cdot 0,25 =$  \_\_\_\_\_.

Возможное оценивание – за верный ответ – 1 балл.

3. Объясните каждый шаг в решении уравнения

$$\begin{array}{l} 6(3 - 2x) + 2(5x + 6) = 10 \quad \underline{\hspace{10em}} \\ 18 - 12x + 10x + 12 = 10 \quad \underline{\hspace{10em}} \\ -2x + 30 = 10 \quad \underline{\hspace{10em}} \\ -2x = -20 \quad \underline{\hspace{10em}} \\ x = 10 \quad \underline{\hspace{10em}} \end{array}$$

Ответ: 10.

Оценивание: объяснение верно – 5 баллов.

**II. Задания, которые позволяют диагностировать такое регулятивное учебное действие как умение прогнозировать учебную деятельность:**

✓ Задания, которые проверяют умение выдвигать гипотезы – строить «догадки», версии, предположения.

1. Какой цифрой оканчиваются произведения:

- а)  $4 \cdot 4 =$  \_\_\_\_\_; г)  $4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 4 =$  \_\_\_\_\_;  
б)  $4 \cdot 4 \cdot 4 =$  \_\_\_\_\_; д)  $14 \cdot 24 \cdot 34 =$  \_\_\_\_\_;  
в)  $4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 4 =$  \_\_\_\_\_; е)  $2574 \cdot 904 \cdot 14 =$  \_\_\_\_\_.

В каком случае произведение четвёрок оканчивается цифрой 4 и в каком случае – цифрой 6? Приведите свои примеры.

---

Составьте и выполните аналогичное задание относительно шестёрки.

---

Рекомендуем оценивать следующим образом: заполнил пропуски – 2 балла; составил примеры – 4 балла; составил аналогичное задание – 4 балла; сформулировал гипотезу – 5 баллов.

✓ Задания, формирующие умение прогнозировать результат учебной деятельности

1. Придумайте примеры на умножение со следующими ответами (за каждый составленный пример – 1 балл):

- |           |            |          |
|-----------|------------|----------|
| а) 0,006; | б) 0,0035; | в) 0,42; |
| г) 8,1;   | д) 72;     | е) 8,9;  |
| ж) 1;     | з) 0.      |          |

2. Придумайте по два примера на умножение, чтобы в произведении нужно было бы отделить справа (за каждый составленный пример – 1 балл):

- а) одну цифру;                      б) пять цифр;                      в) восемь цифр.

✓ Задания с недостающими данными, позволяющие учащимся учиться проектировать свою деятельность в условиях неопределенности.

1. Проанализируйте задачу. «Турист проехал 288 км. Поездом он ехал 4 ч, а на лошадах – 3ч. С какой скоростью ехал турист на лошадах?»

Ответьте на вопросы:

А) Достаточно ли данных для ответа на вопрос задачи?

---

Если нет, то дополните условие задачи так, чтобы ее можно было решить.

Б) Новый текст задачи

---

Учащийся увидел недостающие данные – 2 балла; составил новую задачу – 3 балла.

**III. Задания, которые позволяют диагностировать такое регулятивное учебное действие как контроль и коррекция учебной деятельности:**

✓ Задания, позволяющие проанализировать неправильные ответы, выяснить возможные причины допущенных ошибок, предложить способы их исправления.

1. При вычислении следующих сумм допущено не менее трех ошибок, отметьте их знаком ✓:

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> $4,81 + 0,607 = 5,417;$   | <input type="checkbox"/> $3,12 + 1 = 3,22;$      |
| <input type="checkbox"/> $11,54 + 0,368 = 11,908;$ | <input type="checkbox"/> $0,3 + 0,8 = 0,11;$     |
| <input type="checkbox"/> $10,25 - 3 = 10,22;$      | <input type="checkbox"/> $9,234 - 4,536 = 4,698$ |

В чем, на ваш взгляд причины ошибок?

Ошибка в том, что \_\_\_\_\_

Верное решение: \_\_\_\_\_

Оценивание таких заданий проводится следующим образом:  
нашел ошибку – 1 балл; указал причину ошибки – 3 балла; привел  
верное решение – 2 балла.

✓ Задания, требующие от обучаемых знания способов самоконтроля

1. Выполнено деление:

$$\begin{array}{r|l} \underline{23,25} & 3 \\ \underline{21} & 7,75 \\ \hline 22 & \\ \underline{21} & \\ \hline 15 & \\ \underline{15} & \\ \hline 0 & \end{array}$$

Проверьте результат:

а) умножением; б) делением; в) сложением; г) вычитанием.

Данное задание предлагаем оценить так: проверил умножением – 1 балл; проверил делением – 2 балла; проверил сложением – 3 балла; проверил вычитанием – 3 балла.

2. Укажите в частном количество цифр после запятой (за каждый верный ответ – 1 балл):

а)  $5 : 8$ ;

б)  $14625 : 975$ ;

в)  $14084 : 28$ ;

г)  $3618 : 9$ ;

д)  $14,42 : 14$ ;

е)  $1445561 : 3587$ ;

ж)  $1,442 : 14$ ;

з)  $144,2 : 14$ .

Подобные формулировки заданий помогут учителю проводить диагностику сформированности регулятивных учебных действий и на другом предметном материале.

Критериями сформированности у учащегося регуляции своей деятельности может стать способность:

- удерживать цель деятельности до получения ее результата;
- планировать решение учебной задачи;
- оценивать весомость приводимых доказательств и рассуждений (убедительно, ложно, истинно, существенно, не существенно);
- корректировать деятельность: вносить изменения в процесс с учетом возникших трудностей и ошибок, намечать способы их устранения;

- осуществлять итоговый контроль деятельности («что сделано») и пооперационный контроль («как выполнена каждая операция, входящая в состав учебного действия»);
- оценивать результаты деятельности;
- анализировать собственную работу;
- оценивать уровень владения тем или иным учебным действием (отвечать на вопрос «что я не знаю и не умею?»).
- начинать и заканчивать действие в нужный момент;
- тормозить ненужные реакции.

### **Литература**

1. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования / М-во образования и науки Рос. Федерации. – М. : Просвещение, 2011. – 48 с.
2. Формирование универсальных учебных действий в основной школе: от действия к мысли. Система заданий: пособие для учителя / [А.Г. Асмолов, Г.В. Бурменская, И.А. Володарская и др.]; под ред. А.Г. Асмолова. 2-е изд. М.: Просвещение, 2011. – 159 с.
3. УМК «Математика. Психология. Интеллект»
4. Математика : учебная книга и практикум для 5 класса: в 2 ч. Ч.1 : Натуральные числа и десятичные дроби / М.Г.Гельфман [и др.] – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 240 с.
5. Гельфман Э.Г., Демидова Л.Н., Зильберберг Н.И., Просвинова И.Г. Натуральные числа: Рабочая тетрадь по математике. 5 класс. Томск: изд-во Томского государственного педагогического университета, 2007. 96 с.

УДК 003.09  
ГРНТИ 06.81.23

## **КРИПТОГРАФИЯ И АЛГЕБРА CRYPTOGRAPHY AND ALGEBRA**

*Симахина Анастасия Владимировна*

Научный руководитель: В.Н. Ксенева, к.п.н., доцент

*Томской государственной педагогической университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* шифрование, кодирование, ключи, шифрование с известным ключом, шифр Цезаря, сравнение по модулю.

*Keywords:* Encryption, encryption keys, encryption key known, the Caesar cipher, the comparison of the module.

*Аннотация.* В данной статье рассматриваются основы криптографии. На простых примерах автор показывает, как самым простым способом можно закодировать информацию, как математика помогает это делать. Описан «шифр Цезаря», в основе которого лежит один из разделов теории чисел – теория сравнений.

Кодирование – это процесс преобразования текста путем замены одних слов другими. Шифрование или шифр означает замену букв либо отдельных символов. Простой способ кодирования слова – его перевод на язык, который потенциальный перехватчик не знает.

Общее правило шифрования называется алгоритмом шифрования, в то время как определенный параметр, используемый для шифрования или кодирования сообщений, называется ключом. Очевидно, что для каждого алгоритма шифрования существует большое количество ключей. [1]

Общую схему шифрования мы можем изобразить следующим образом: отправитель – шифрование – зашифрованное сообщение – расшифровка – получатель

Таким образом, мы имеем отправителя и получателя сообщения, алгоритм шифрования и определенный ключ, который позволяет отправителю зашифровать сообщение, а получателю – расшифровать его.

До сравнительно недавнего времени ключи у отправителя и получателя во всех известных криптографических системах обязательно были идентичными или, по крайней мере, симметричными, то есть они использовались как для шифрования, так и для расшифровки сообщений. Ключ, таким образом, был секретом, известным отправителю и получателю, а значит, используемая криптографическая система всегда была уязвимой, так сказать, с обеих сторон. Этот тип шифрования, который зависит от ключа, известного отправителю и получателю, называется шифрованием с закрытым ключом.

В настоящее время алгоритмы шифрования, используемые в системах связи, состоят, как минимум, из двух ключей: тайный закрытый, как это уже было принято, и открытый, известный всем. Процесс передачи информации выглядит так: отправитель использует для шифрования открытый ключ получателя, которому он хочет отправить сообщение. Получатель использует свой закрытый ключ для расшифровки полученного сообщения. Более того, эта система обладает чрезвычайно важным дополнительным преимуществом: отправителю и получателю не нужно встречаться заранее, чтобы договориться об используемых ключах, поэтому безопасность системы стала более надежной, чем это было возможно ранее. Это совершенно революционная форма шифрования стала известна как шифрование с известным ключом, и именно она обеспечивает безопасность современных коммуникационных сетей.

В основе этой революционной технологии лежит математика. В действительности современная криптография базируется на двух

столпах. Первый – модульная арифметика, а второй – теория чисел, в частности, ее раздел, изучающий простые числа.

Шифры – подстановки разрабатывались параллельно с перестановочным шифрованием. В отличие от перестановочного шифрования, строгий шифр подстановки заменяет каждую букву или символ на какой-то другой. В отличие от перестановочного шифрования, шифр подстановки основывается не только на буквах, которые содержатся в сообщении. В перестановочном шифровании буква меняет свое положение, но сохраняет свою роль; одна и та же буква имеет одинаковое значение в исходном сообщении и в зашифрованном. В шифре-подстановке буквы сохраняют свои позиции, но меняют роли (одна и та же буква или символ имеет в исходном сообщении одно значение, а в зашифрованном – другое).

В I в. до н.э. возник шифр подстановки, известный под общим названием *шифра Цезаря*. Именно Юлий Цезарь использовал его для секретной переписки со своими генералами. Шифр Цезаря является одним из наиболее изученных в криптографии, и он очень полезен тем, что иллюстрирует принципы модульной арифметики, одной из математических основ кодированного письма.

Шифр Цезаря заменяет каждую букву другой, находящейся в алфавите на некоторое фиксированное число позиций правее. [2]

Рассмотрим теперь этот процесс подробнее.

Соотношение Безу, имеющее большое значение в криптографии, устанавливает следующий факт:

Для двух целых чисел  $a$  и  $n$ , больших нуля, существуют целые числа  $k$  и  $q$ , такие что  $\text{НОД}(a,n)=ka+nq$ .

Модульная арифметика и математика шифра Цезаря:  $16=4? 2=14?$

Это не ошибка и не какая-то странная система счисления. Работа шифра Цезаря может быть проиллюстрирована теорией, которая привычна для математики и в еще большей степени для криптографии – модульной арифметикой, иногда называемой часовой арифметикой. Эта теория появилась еще в работах греческого математика Евклида (325 – 265 гг. до н.э.) и является одной из основ современной информационной безопасности.

Возьмем в качестве примера обычные часы со стрелками и сравним их с цифровыми часами. На часах со стрелками циферблат разделен на 12 частей, которые мы обозначим числами 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11.

В следующей таблице можно видеть, как время на аналоговом циферблате соответствует времени после полудня на экране цифровых часов.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23

Когда мы говорим, например, что сейчас 14:00, можно так же сказать, что сейчас два часа дня. Тот же принцип применяется и в случае измерения углов. Угол в 370 градусов равен углу в 10 градусов. Заметим, что  $370 = (1 \times 360) + 10$ , то есть 10 является остатком от деления 370 на 360. Вычитая соответствующее количество полных оборотов, мы получим, что угол в 750 градусов равен углу в 30 градусов.

Мы видим, что  $750 = (2 \times 360) + 30$ , то есть 30 является остатком от деления 750 на 360. В математике это обозначается так:  $750 \equiv 30 \pmod{360}$ .

Мы говорим: «750 сравнимо с 30 по модулю 360». В случае с часами мы бы написали  $14 \equiv 2 \pmod{12}$ .

Мы так же можем представить себе часы с отрицательными числами. Выясним, который будет час, в случае, когда стрелка показывает на -7? Или, другими словами, с каким числом сравнимо число -7 по модулю 12?

$$-7 = -7 + 0 \equiv -7 + 12 = 5.$$

Математика для расчетов на наших часах со стрелками, циферблат которых разделен на 12 частей, называется арифметикой по модулю 12. В общем случае мы говорим, что  $a \equiv b \pmod{m}$ , если остаток от деления  $a$  на  $m$  равен  $b$ , при условии что  $a$ ,  $b$  и  $m$  - целые числа. Число  $b$  сравнимо с остатком от деления  $a$  на  $m$ .

Вопрос «Которому часу на часах со стрелками соответствует время 19 часов?» эквивалентен в математических терминах следующему вопросу: «С каким числом сравнимо число 19 по модулю 12?» Чтобы ответить на этот вопрос, мы должны найти  $x$  из сравнения:  $19 \equiv x \pmod{12}$ .

Разделив 19 на 12, мы получим частное 1 и остаток 7, поэтому  $19 \equiv 7 \pmod{12}$ .

А в случае 127 часов? Разделив 127 на 12, мы получим частное 10 и остаток 7, поэтому  $127 \equiv 7 \pmod{12}$ .

Какая связь между модульной арифметикой и шифром Цезаря? Чтобы ответить на этот вопрос, мы запишем в таблице стандартный алфавит и алфавит со сдвигом на три буквы, добавив титульный ряд из 26 чисел.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	Q	P	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C

Мы видим, что зашифрованное значение под номером  $x$  (в стандартном алфавите) является буквой, стоящей на позиции  $x+3$  (также в стандартном алфавите). Поэтому необходимо найти преобразование, которое каждому числу ставит в соответствие число, сдвинутое на три единицы, и взять результат по модулю 26. Заметим, что 3 является ключом нашего шифра. Таким образом, наша функция записывается так:

$C(x) = (x+3)(\text{mod } 26)$ , где  $x$  – изначальное значение, а  $C(x)$  – зашифрованное значение. Теперь достаточно подставить вместо буквы ее числовое значение и применить трансформацию.

Возьмем в качестве примера слово PLAY и зашифруем его.

Буква P стоит на позиции 15,  $C(15) = 15+3 \equiv 18(\text{mod } 26)$ , а число 18 соответствует букве S.

Буква L стоит на позиции 11,  $C(11) = 11+3 \equiv 14(\text{mod } 26)$ , а число 14 соответствует букве O.

Буква A стоит на позиции 0,  $C(0) = 0+3 \equiv 3(\text{mod } 26)$ , а число 3 соответствует букве D.

Буква Y стоит на позиции 24,  $C(24) = 24+3 = 27 \equiv 1(\text{mod } 26)$ , а число 1 соответствует букве B.

Таким образом, слово PLAY, зашифрованное с ключом 3, превратится в слово SODB.

В общем случае, если  $x$  означает позицию буквы, которую мы хотим зашифровать (0 для A, 1 для B, и т.д.), позиция зашифрованной буквы (обозначаемая  $C(x)$ ) выражается формулой

$C(x) = (x+k)(\text{mod } n)$ , где  $n$  – длина алфавита (26 в английском алфавите), а  $k$  – ключ, используемый в данном шифре.

Расшифровка такого сообщения включает в себя расчеты, обратные тем, что использовались для шифрования. В нашем примере расшифровка означает применение формулы, обратной той, что использовалась ранее:

$$C^{-1}(x) = (x - k)(\text{mod } n).$$

В случае сообщения SODB, зашифрованного шифром Цезаря с ключом 3 с применением английского алфавита, то есть  $k=3$  и  $n=26$ , мы получим:  $C^{-1}(x) = (x - 3)(\text{mod } 26)$ .

Применим эту формулу следующим образом:

Для S:  $x=18$ ,  $C^{-1}(18) = 18 - 3 \equiv 15(\text{mod } 26)$ , что соответствует букве P.

Для O:  $x=14$ ,  $C^{-1}(14) = 14 - 3 \equiv 11(\text{mod } 26)$ , что соответствует букве L.

Для D:  $x=3$ ,  $C^{-1}(3) = 3 - 3 \equiv 0(\text{mod } 26)$ , что соответствует букве A.

Для B:  $x=1$ ,  $C^{-1}(1) = 1 - 3 \equiv -2+26 \equiv 24(\text{mod } 26)$ , что соответствует букве Y.

Сообщение SODB, зашифрованное шифром Цезаря с ключом 3, соответствует, как мы уже знаем, оригинальному тексту PLAY.

## Литература

1. Болл, У. Математические эссе и развлечения / Н.И. Плужникова, А.С. Попова, Г.М. Цукерман. – Москва: Изд-во «Мир», 1986. – 469 с.
2. Гомес, Ж. Мир Математики. Математики, шпионы и хакеры. Кодирование и криптография / Пер. с англ. – Москва: Изд-во «Де Агостини», 2014 – 144 с.

# ОБЩАЯ ФИЗИКА

---

УДК: 51-77, 378.146

ГРНТИ: 14.15

## ОЦЕНИВАНИЕ КАЧЕСТВА ОБУЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ СПЕЦИАЛИСТА В ПЕДАГОГИЧЕСКОМ ВУЗЕ

## ASSESSING THE QUALITY OF LEARNING USING PROFESSIONAL MODELS IN PEDAGOGICAL HIGH SCHOOL

*Екатерина Олеговна Алексеева*

Научный руководитель: С.Г. Катаев, д.т.н., доц.

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* модель специалиста, образовательный процесс, блоки компетенций, критерии оценивания, кластерный анализ.

*Keywords:* model professional, educational process, competences, indicating the method of assessment of competencies, competency units, assessment criteria, cluster analysis.

*Аннотация.* В современном обществе работодатели нуждаются в людях, наиболее подходящих для работы по данной специальности. Наличие только знаний у выпускника не являются гарантией эффективной работы. Признается необходимость формировать универсальность. Формировать – это значит, в частности, уметь оценивать результат обучения и воспитания. В этом плане переход на систему оценивания посредством компетенций представляется естественным шагом. С переходом возникает множество проблем по организации оценивания, улучшения качества формирования компетенций. В статье представлено решение некоторых проблем. Проведен анализ компетенций, создана модель специалиста.

При рассмотрении этой проблемы неизбежно возникает вопрос, каким образом осуществить оценивание уровня развития компетенций. Для данной процедуры необходим механизм, с помощью которого можно отслеживать уровень развития компетенций, что, в свою очередь, дает возможность анализировать качество учебного плана, стандарта и уровень преподавания.

Совместный анализ формирования большого количества компетенций требует использования аппарата многомерной статистики с неоднозначной последующей интерпретацией. Для уменьшения этой неоднозначности, реализации обратной связи и для создания ясной картины результата работы ВУЗа предлагается использовать модель выпускника – специалиста в области образования. Наличие той модели, представляющей из себя некоторое сочетание уровней компетенций, позволит относить выпускника к определенному типу специалиста, и тем самым реализовать механизм обратной связи.

Под моделью в широком смысле принято понимать аналог, «за-меститель оригинала», который при определенных условиях воспроизводит интересующие исследователя свойства оригинала [2]. Одну и ту же модель можно использовать для описания широкого класса явлений.

Модель – это концептуальный инструмент, ориентированный в первую очередь на управление моделируемым процессом или явлением. При этом функция предсказания, прогнозирования служит целям управления.

В данной работе за основу содержания модели был взят **Федеральный Государственный Образовательный Стандарт Высшего Профессионального Образования** [4](Общекультурные компетенции (ОК), Общепрофессиональные (ОП), в области педагогической деятельности (ПК), в области культурно-просветительской деятельности (КПД)), все входящие в него компетенции были распределены по четырем существенным блокам:

**Блок №1** – навыки анализа и синтеза

**Блок №2** – коммуникация

**Блок №3** – самосовершенствование

**Блок №4** – профессиональные навыки

Распределение компетенций по указанным выше блокам представлено в таблице ранних публикаций.

При построении модели специалиста был использован адаптированный индикаторный метод оценивания компетенций [5]. Главная идея этого метода: уровень сформированности компетенций можно отследить, анализируя некоторую группу индикаторов. Определяя посредством тестирования значения индикаторов, можно далее рассчитать величину каждой компетенции и затем усредненные значения компетенций по каждому выделенному блоку. Индикаторы – это вопросы, при составлении вопросов анкеты для процедуры самотестирования нами использовался в качестве основы тест ММРІ. Предусматривалось 3 варианта ответа на вопрос, т.е., возможные значения

индикатора варьировалось от 0 до 2. 0 - нет, не знаю (не умею); 1 - да, знаю (умею), но недостаточно хорошо; 2 - да, знаю (умею) хорошо.

Каждая компетенция представлялась в виде вектора, координатами которого являются показания индикаторов

$$\vec{C}_i = \sum_{j=1}^{n_i} a_{ij} I_j \vec{e}_j, \quad i=1, \dots, k, \quad |\vec{e}_j|=1.$$

Где  $k$  – количество компетенций,  $n$  – количество используемых индикаторов, а  $a_{ij}$  – вес, с которым в компетенцию под номером  $i$  входит индикатор с номером  $j$ . При этом допускалось, чтобы один и тот же индикатор мог входить в различные компетенции. Разложение компетенций по индикаторам было проведено методом экспертной оценки и один из вариантов такого разложения приведен в [5]. В качестве числовой характеристики  $i$ -ой компетенции мы выбрали модуль вектора  $C_i$ . Для образования универсальной и удобной шкалы измерения компетенций надо нормировать веса  $a_{ij}$ . Нормировать можно на любое число, как удобно. Мы используем 10-бальную шкалу, т.е. максимальное значение каждой компетенции равно 10. В этом случае при условии равенства весов индикаторов  $a_{ij} = \tilde{a}_i, j = 1, \dots, n_i$ , входящих в компетенцию номера  $i$  формула для расчета компетенции запишется:

$$C_i = \tilde{a}_i \sqrt{\sum_{j=1}^{n_i} I_j^2}, \quad i=1, \dots, k,$$

Для выбранной шкалы ( $\max(C_i) = 10, i = 1, \dots, k$ ) веса находятся из формулы:  $\tilde{a}_i = \frac{5}{\sqrt{n_i}}$ . Ясно, что данная шкала дискретная и нелинейная. Ко-

личество возможных значений компетенции определяется количеством индикаторов  $n_i$ , входящих в нее и равно  $3^{n_i}$ . Так, при  $n_i = 2$  таких значений всего шесть, при  $n_i = 5$  - десять и т.д. Отсюда понятно, что при оценке компетенций разумно использовать не меньше 3-х компетенций.

В сочетании с психологическими исследованиями можно получить портреты со средними блочными значениями. Портреты, подробно рассматривались в ранних публикациях.

Более информативной и дающей возможность получить представление обо всем коллективе в целом является процедура предварительной классификации студентов по блочным компетенциям. В работе

для получения большей информации, используется процедура выделения структур, с использованием метода кластерного анализа для разбиения совокупности признаков на однородные группы (кластеры). Рациональность использования данного метода объясняется в малом количестве данных и невыполнимость требования нормальности распределений случайных величин.

Объектами нашего исследования являлись ученики школ г. Томска и студенты ТГПУ, возраст которых исследованных составляет 15-25 лет. Надо отметить, что в этом возрасте психофизиологический базис личности уже сформировался, в то время как социальный статус еще находится в стадии активного формирования. В качестве первого примера приведены соотношения между средними значениями компетенций для учеников 7 и 9 классов школы Эврика Развития. Сравнивая поведение компетенций для разного возраста, можно сделать следующие качественные выводы: с возрастов коммуникативность учащихся остается на прежнем уровне, развивается способность к методам анализа, осознается рост и значимость собственных знаний.

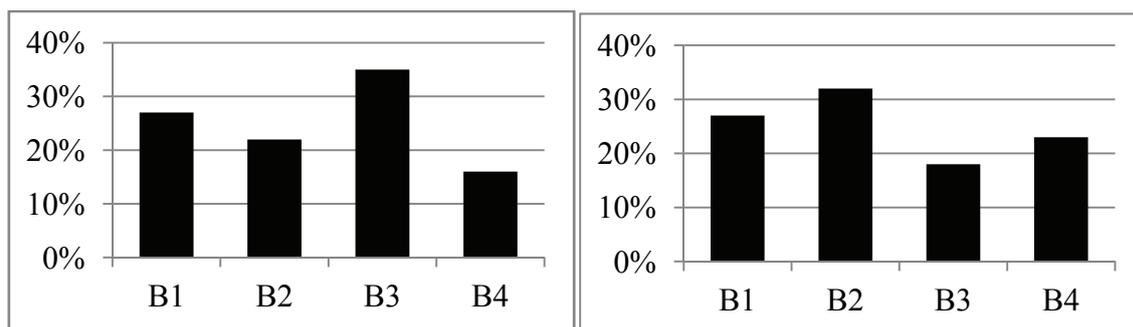


Рис. 1. Соотношения между блочными компетенциями для учеников 7-го класса (слева) и 9-го класса (справа) школы Эврика Развития г. Томска

В качестве второго примера представлены результаты одной из групп экономического факультета ТГПУ, всего 25 человек. Для расчета компетенций была выбрана система индикаторов, предназначенная для самооценки студентов. После обработки результатов анкетирования был получен массив средне блочных значений компетенций, в котором в результате классификации этих данных было выявлено 4 класса. Аналогичное исследование проводилось и для школьников старших классов 13 гимназии г. Томска.

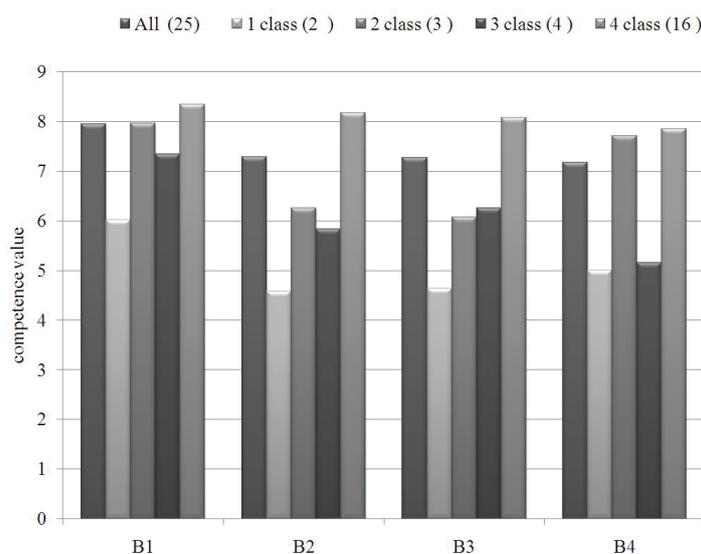


Рис. 2. Соотношения между блочными компетенциями для студентов ТГПУ

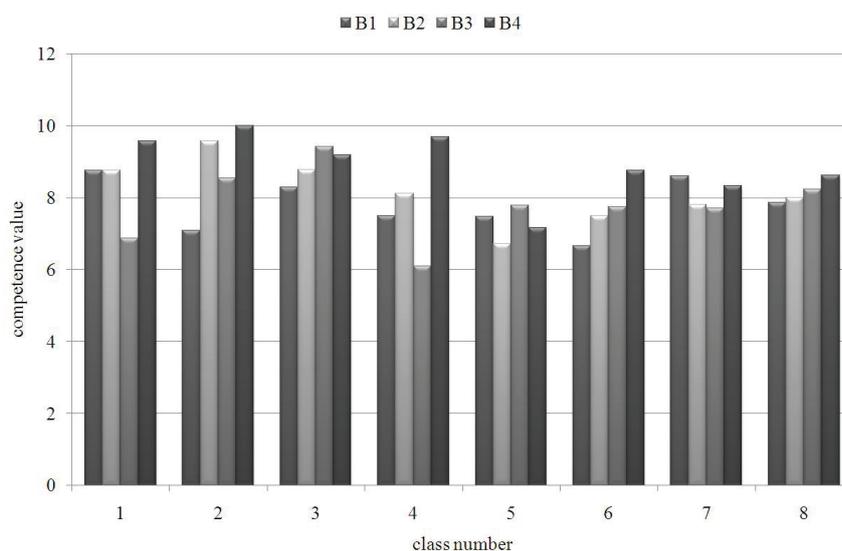


Рис. 3. Соотношения между блочными компетенциями для учеников школ г. Томска

Разработанная модель удовлетворяет основным требованиям: универсальности – подходит для любого специалиста, репрезентативности – представляет процесс обучения через приобретение компетенций в определенной последовательности, трансляции – предполагает возможность переноса результатов исследования на новую дисциплину.[8]

#### Литература

1. Татур Ю.Г. Компетентность в структуре модели качества подготовки специалиста //Высшее образование сегодня. - 2004. № - 3. С.20 - 26.

2. Кинелев В. Г. Фундаментализация университетского образования // Высшее образование в России. 1994. № 4. С. 6-13.
3. Зеер Э. Ф., Романцев Г. М. Личностно-ориентированное профессиональное образование // Педагогика. 2002. № 3. С. 16-21.
4. Концепция модернизации российского образования на период до 2010 года. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 декабря 2001г. № 1756-р.
5. Катаев С.Г., Лобода Ю.О., Хомякова А.А. Индикаторный метод оценивания компетенций. // Вестник ТГПУ (TomskStatePedagogicalUniversityBulletin). 2009. № 11. с. 70-73.
6. Катаев С.Г., Катаев М.Ю. Математический формализм и алгоритм структурирования многомерных данных. // Ползуновский вестник № 2/1, 2012, с. 99-103.
7. Годник С. М., Козберг Г. А. Становление профессиональной компетенции учителя: учеб. пособие. Воронеж: Вор.гос. ун-т, 2004. 346 с.

УДК 372.8  
ГРНТИ 14.25.08

## **ФОРМИРОВАНИЕ МЕТАПРЕДМЕТНЫХ НАВЫКОВ У ШКОЛЬНИКОВ В РАМКАХ ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

### **THE FORMATION OF PUPIL METASUBJECT IN EXTRACURRICULAR ACTIVITY**

*Наталья Дмитриевна Артёмова*

Научный руководитель: З.А. Скрипко, доктор педагогических наук, профессор

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* метапредметные навыки, ФГОС, внеурочная деятельность, физика.

*Keywords:* metasubject skills, FGOS, extracurricular activity, physics.

*Аннотация.* Формирование и развитие метапредметных навыков на уроках естественнонаучного цикла в школе является актуальной задачей современного образования. Внеурочная деятельность может помочь с решением данной задачи, если процесс изучения физических явлений сделать интересным ученику. Этого можно добиться, если включить в учебный процесс использование современных лабораторий «Школьный мир», снабженных цифровыми датчиками физических величин и компьютерной техникой.

Современное российское образование в настоящее время претерпевает серьезные изменения. С введением Федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) [1,2] подход, основанный на «знаниях, умениях и навыках», сменяется компетентностным. Теперь перед учителем стоит не только задача передать ученику знания, но и научить применять эти знания в обыденной жизни. Стандарт основно-

го общего образования разделяет результаты обучения на личностные, предметные и метапредметные.

Под личностными результатами обучения или личностными универсальными учебными действиями понимается способность школьника самостоятельно получать знания (самообразование), ставить перед собой цели и строить планы, развивать мотивацию к обучению и целенаправленной познавательной деятельности и пр.

Предметные результаты обучения, которые раньше являлись основой образования, представляют собой усвоение школьниками конкретных элементов социального опыта, который изучается в рамках отдельного предмета. Метапредметные результаты могут выходить за границы одного учебного предмета и охватывать большой круг школьных дисциплин. Считается [3], что метапредметные результаты обучения – это освоенные учащимися на базе одного, нескольких или всех учебных предметов способы деятельности, применяемые как в рамках образовательного процесса, так и при решении проблем в реальных жизненных ситуациях. Часто метапредметные результаты заменяются понятием «универсальные учебные действия» (УУД), которые в свою очередь можно заменить словосочетанием «умение учиться», а в более широком смысле это совокупность способов действий учащихся, обеспечивающих их способности к самостоятельному усвоению знаний и умений. Именно формирование и оценка метапредметных результатов (или УУД) встречает много трудностей при преподавании конкретного школьного предмета.

Физика, как одна из таких дисциплин, не является исключением. При изучении законов, по которым функционирует наша природа, происходит формирование научного мировоззрения, жизненной позиции и личного отношения к заслугам ученых, формируются и оттачиваются экспериментальные и вычислительные навыки и умения, в рамках лабораторного практикума происходит постоянное общение с напарником, тем самым развиваются коммуникативные навыки. Таким образом, физика изначально имеет все необходимое для формирования метапредметных результатов обучения, но не стоит ограничиваться только рамками урока, формировать метапредметные навыки при изучении физики можно и на внеурочных занятиях (факультативах и проектной деятельности).

Основной задачей учителя при проведении внеурочных занятий является развитие интереса у обучающихся, именно это условие во много определяет эффективность работы и развитие метапредметных навыков. Вызвать интерес позволяет учебная атмосфера, где ученик чувствует себя настоящим ученым, работающим на современном обо-

рудования, а его в настоящее время тяжело представить без компьютерной техники.

На базе гимназии №56 г. Томска успешно организуется внеурочная деятельность с помощью лабораторий «Школьный мир», как базового, так и профильного уровня. Основная особенность данных лабораторий состоит в том, что наряду со стандартными физическими приборами, она комплектуется и цифровыми датчиками, и переносными компьютерами. Точность таких приборов очень высока, а вычислительные возможности компьютерной техники выше, чем у человека. Таким образом, становится возможным проведение опытов, ранее недоступных для проведения в рамках школы, при этом временные затраты существенно сокращаются. Стоит отметить, что использование лабораторий «Школьный мир» не просто компьютерная симуляция эксперимента, это реальный опыт, но показания с датчиков собирает компьютер и чтобы получить верные результаты и правильно их интерпретировать ученик все-таки должен понимать суть процесса, который он изучает.

При этом освоить данные лаборатории может не только ученик среднего и старшего звена, но ученик начальной школы. В качестве примера можно привести проект, выполненный на данном оборудовании ученицей 4-го класса. Тема данного проекта «Изучение скорости испарения жидкости» (рис. 1). С использованием только температурного датчика, компьютера с соответствующим программным обеспечением и калориметра с вводом можно определить от чего будет зависеть скорость испарения. Также данная тема может быть рассмотрена и в рамках урока для иллюстрации к теме «Испарение».

При проведении такого опыта формируются следующие метапредметные навыки и умения:

- умение работать с компьютерной техникой;
- умение проводить научный эксперимент;
- умение пользоваться специализированными программами;
- умение строить графики и схемы;
- умение делать выводы из наблюдаемых событий.

Перечисленные умения пригодятся в дальнейшем не только при освоении физики и других школьных предметов, а также для решения возникших проблем в реальных жизни.

Таким образом, формировать метапредметные результаты обучения можно и в рамках внеурочной деятельности с использованием современного лабораторного оборудования, снабженного цифровыми датчиками и компьютерной техникой, причем возрастной состав учеников может быть различным (от начальной школы до старшего звена).

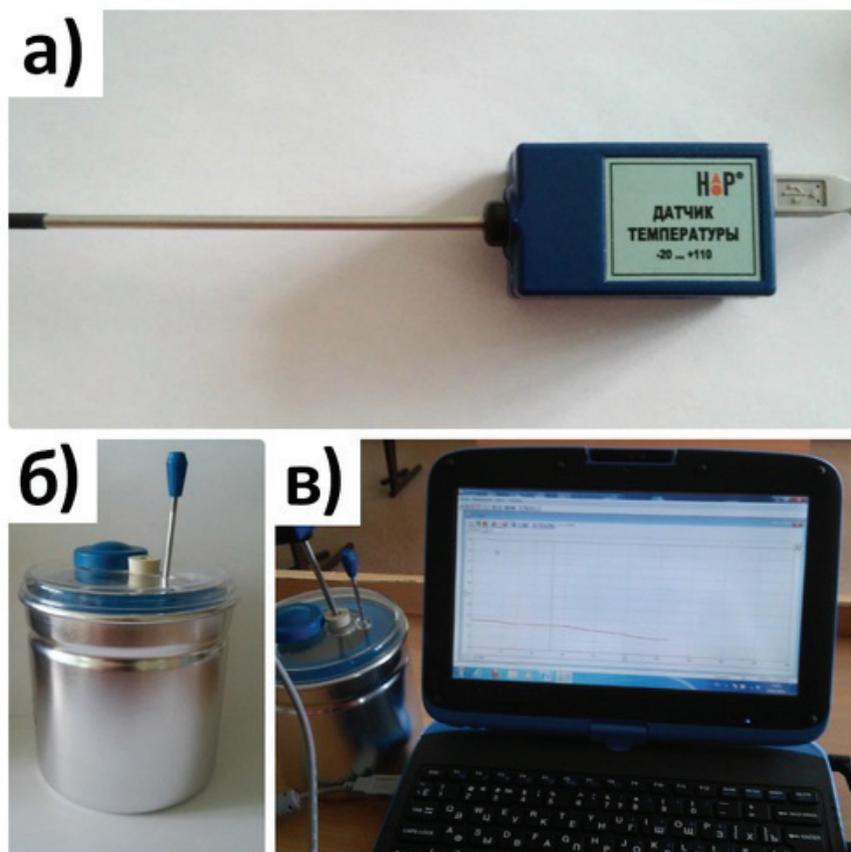


Рис. 1. Приборы и устройства для проведения лабораторной работы «Изучение скорости испарения жидкости»: а) датчик температуры; б) калориметр с водой; в) процесс измерения

### Литература

1. ФГОС основного общего образования [Электронный ресурс]. Режим доступа - <http://минобрнауки.рф/документы/938> (дата обращения 29. 11.2014 г.)
2. ФГОС среднего (полного) общего образования [Электронный ресурс]. Режим доступа - <http://минобрнауки.рф/документы/2365> (дата обращения 29. 11.2014 г.)
3. Концепции федеральных государственных образовательных стандартов общего образования / Под ред. А. М. Кондакова, А. А. Кузнецова. — М.: Просвещение, 2008.

**ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ MgO НА СТРУКТУРУ  
И ФАЗОВЫЙ СОСТАВ КОМПОЗИТА  
НА ОСНОВЕ  $ZrO_2(MgO)$ -MgO**

**EFFECT OF MgO CONCENTRATION ON PHASE AND  
INTERNAL STRUCTURE OF  $ZrO_2(MgO)$ -MgO COMPOSITES**

*Алесь Сергеевич Буяков*

Научный руководитель: С. Н. Кульков, докт. физ-мат. наук, профессор

*Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* керамика, диоксид циркония, оксид магния, композит, остеоплантология, микроискажения кристаллической решетки, размер кристаллитов.

*Key words:* ceramic, zirconia, magnesia, composite, osteoimplantology, microdistortion, crystal lattice, crystallite size.

*Аннотация.* В статье рассмотрено влияние оксида магния (MgO) на структуру и фазовый состав композита со стабилизированным оксидом магния диоксиде циркония ( $ZrO_2(MgO)$ ) в концентрациях, превышающих необходимые для стабилизации  $ZrO_2$ . Образцы спекались в широком диапазоне температур от 1300 °С, до 1650 °С. Изучены объемная усадка, пористость и структурно-фазовый состав композита.

Керамики на основе оксидов металлов - перспективный конструкционный материал. Уникальные физико-механические и химические характеристики, делают возможным ее применение в механизмах авиационно-космической, атомной, и химической промышленности, работающих в широком диапазоне температур и агрессивных средах. Особое применение керамика нашла в медицине, в качестве остеозамещающего материала, поскольку она наиболее близка к неорганической составляющей костной ткани по биохимической совместимости.

С точки зрения остеоплантологии интерес представляет композит, на основе стабилизированного оксидом магния диоксида циркония  $ZrO_2(MgO)$ , входящий в реестр ISO, как материал, пригодный для изготовления остеоплантов [1], и оксида магния (MgO), который является биологически-активным материалом.

Особенностью чистого  $ZrO_2$  является его полиморфизм: при комнатной температуре он находится в моноклинной фазе и при нагреве испытывает фазовые превращения. При нагреве свыше 1170 °С происходит переход из моноклинной в тетрагональную фазу. От температуры 2350 °С, вплоть до температуры плавления  $ZrO_2$  будет находиться в кубической фазе [2].

При остывании переход из тетрагональной в моноклинную фазу сопровождается увеличением в объеме на 3-5%, что ведет к разрыхлению, поэтому из чистого  $ZrO_2$  получить спеченные изделия невозможно.

Эти полиморфные превращения предотвращаются путем введения стабилизирующих добавок, что позволяет сохранить при комнатной температуре кубическую или тетрагональную фазу. В качестве таких добавок применяют оксиды металлов, с валентностью, ниже, чем у  $ZrO_2$ , например оксид иттрия, магния, кальция или их комбинации [3, 4].

Для стабилизации  $ZrO_2$  оксидом магния достаточно 5 мол % последнего, однако на данный момент нет исследований, показывающих, какие изменения претерпевает структурно-фазовое состояние  $ZrO_2(MgO)$  в более широком диапазоне концентраций  $MgO$ : от чистого  $ZrO_2(MgO)$  до чистого  $MgO$ , спеченные при высоких температурах.

Исходя из этого, целью настоящей работы является исследование влияния концентрации  $MgO$  в композите  $ZrO_2(MgO)-MgO$  на параметры спекания и структуру материала.

Исследования проводились над цилиндрическими образцами, полученными холодным одноосным прессованием из порошковых смесей  $ZrO_2(MgO)$  и  $MgO$  в различных соотношениях, под давлением порядка 80 МПа. Образцы спекались при температурах от 1300 °С, до 1650 °С с выдержкой в течение часа. Определены объемная усадка, пористость, плотность и фазовый состав образцов. Особый интерес представляли исследования зависимости между размерами кристаллитов и микроискажениями кристаллической решетки от состава материала.

Плотность и объем порового пространства образцов изучены методом гидростатического взвешивания, теоретическая плотность определялась по правилу смеси с учетом объемной доли фаз  $ZrO_2(MgO)$  и  $MgO$ . Для определения фазового состава исследуемой керамики был проведен рентгеноструктурный анализ. Области когерентного рассеяния моноклинной и кубической фаз рассчитаны с помощью формулы Шеррера на малых углах, а микроискажения кубической кристаллической решетки на дальних.

Наибольшую усадку, порядка 75 %, имеют образцы, спеченные при температуре 1650 °С. Величина объемной усадки снижалась вместе с температурой спекания до своего минимума, порядка 45 %, при содержании  $MgO$  60 % и температуре спекания 1300 °С.

Наибольшую пористость имеют образцы, спеченные при температуре 1300 °С при 50 %  $MgO$ . С увеличением температуры спекания до 1400 °С доля порового пространства значительно уменьшатся до среднего значения порядка 20 %. С последующим ростом температу-

ры спекания пористость снижается незначительно. Минимальную пористость, порядка 6 %, имели образцы, спеченные при температуре 1650 °С и содержащие около 75 % MgO.

По результатам рентгеноструктурного анализа построены зависимости изменения интенсивностей пиков (111) и (11-1) моноклинной фазы (рисунок 1а), и пика (111) кубической фазы (рисунок 1б) от количества MgO и температуры спекания. Интенсивности пиков моноклинной фазы имеют максимум в образцах без MgO и спеченных при температуре 1300 °С. С увеличением температуры спекания и уменьшением концентрации MgO интенсивность снижается. Полученная зависимость показывает, что возрастание пористости обусловлено формированием моноклинной фазы при тех же температурах спекания и концентрациях. Изменение интенсивности кубической фазы при изменении температуры спекания и количества MgO имеет вид обратный такой же зависимости моноклинной фазы.

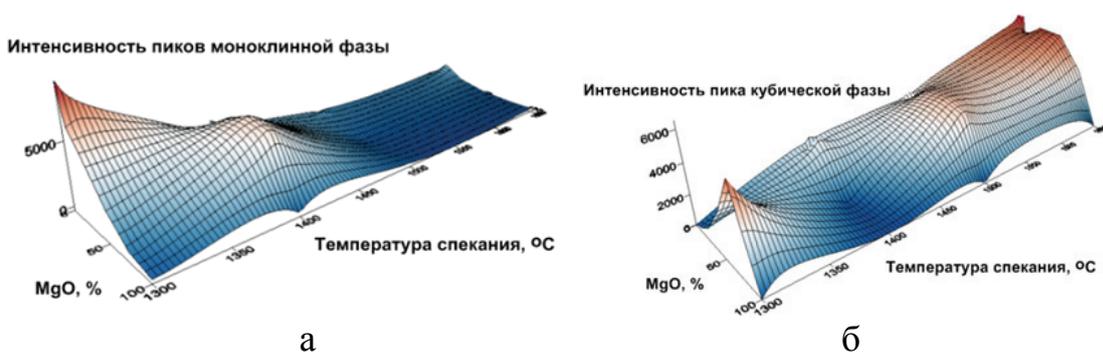


Рис. 1. а. Интенсивность пиков (111) и (11-1) моноклинной фазы  $ZrO_2(MgO)$  в зависимости от концентрации MgO и температуры спекания.  
 б. Интенсивность пика (111) кубической фазы  $ZrO_2(MgO)$  в зависимости от концентрации MgO и температуры спекания.

Рисунок 2а представляет зависимость размера кристаллитов моноклинной фазы от концентрации MgO в двойных логарифмических координатах, аппроксимируемую степенной функцией. На рисунке 2б показано, что степень аппроксимирующей функции, являющейся скоростью возрастания областей когерентного рассеяния, увеличивается более чем в три раза, с ростом температуры спекания выше 1500 °С, а предэкспоненциальный множитель изменяется в пределах 5 %, (рисунок 2в).

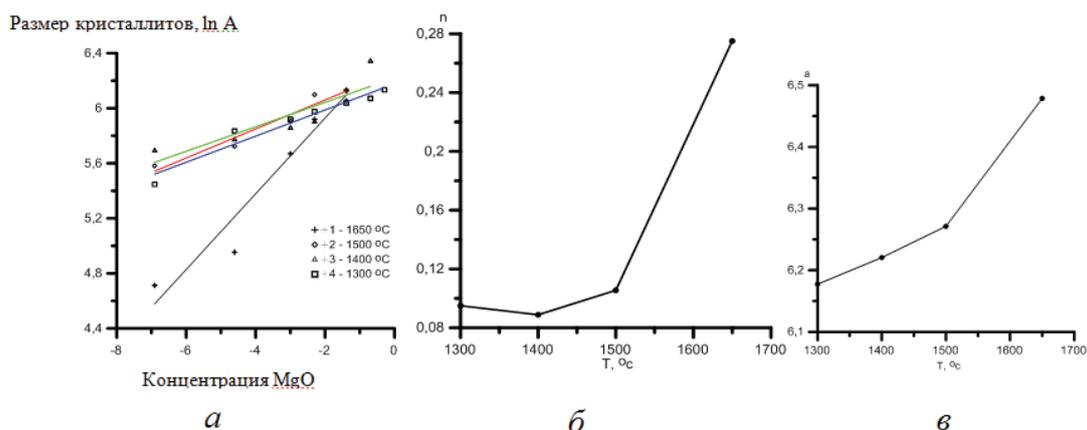


Рис. 2. а. Зависимость ОКР от содержания MgO.  
 б. Зависимость показателя экспоненты аппроксимирующей функции ОКР моноклинной фазы от температуры.  
 в. Зависимость предэкспоненциального множителя аппроксимирующей функции ОКР моноклинной фазы.

Зависимость размера кристаллитов, областей когерентного рассеяния (ОКР), кубической фазы от содержания MgO можно разделить на три участка, на первом, и третьем, из которых, ОКР практически неизменны, в то время как на втором видно резкое возрастание (рисунок 3) соответствующее диаграмме состояния ZrO<sub>2</sub>-MgO.

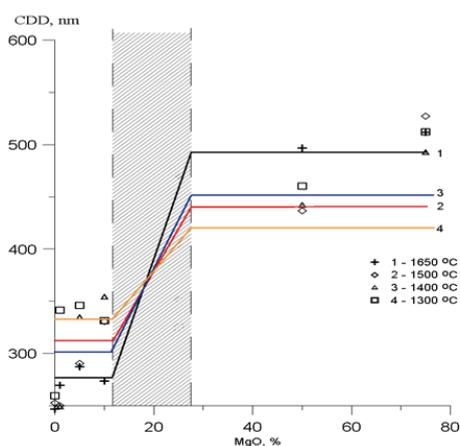


Рис. 3. Зависимость ОКР кубической фазы от содержания MgO.

Микроискажения кубической кристаллической решетки растут, с увеличением температуры спекания. Характер зависимости, представленной на рисунке 4, свидетельствует о том, что с ростом температуры дефектность решетки уменьшается.

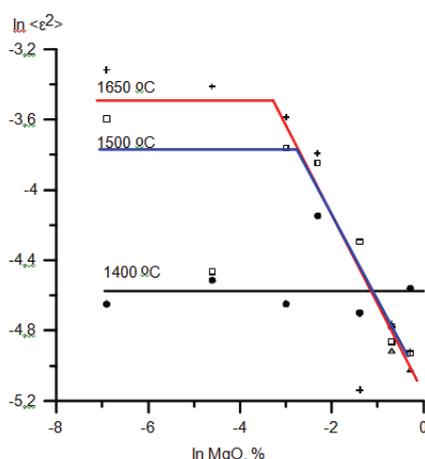


Рис. 4. Микроискажения кубической кристаллической решетки

## Литература

1. L. Litvinova, V. Shupletsova, V. Leitsin, R. Vasylye, D. Zubov, A. Buyakov, S. Kulkov. Porosity and biocompatibility study of  $ZrO_2$  and  $Al_2O_3$  based ceramic implants // AIP Conference Proceedings 2014.
2. Кульков С.Н., Буякова С.П. Фазовый состав и особенности формирования структуры в нанокристаллическом  $ZrO_2$  // Российские нанотехнологии. 2007 / № 1-2. С. 119-132.
3. Свойства, структура, фазовый состав и закономерности формирования пористых наносистем на основе  $ZrO_2$ : дис. докт. техн. наук // С. П. Буякова. – Томск. 2008 / – 280 с.
4. S.P. Buyakova, E.S. Kalatur, A.S. Buyakov, and S.S. Kulkov, S.N. Structure and properties of  $ZrO_2$ -MgO powders // Journal OF Silicate Based and Composite Materials. 2014/8. PP. 8-12.

УДК 372.851

ГРНТИ 21.01.45

## ОБУЧЕНИЕ ШКОЛЬНИКОВ РЕГУЛЯТИВНЫМ ДЕЙСТВИЯМ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО ФИЗИКЕ В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ

## TEACHING CHILDREN ABOUT REGULATORY ACTIONS WHEN PERFORMING PRACTICAL WORK IN PHYSICS IN SECONDARY SCHOOL

*Елена Сергеевна Кисленко*

Научный руководитель: Е.А. Румбешта, доктор педагогических наук, профессор

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* физика, практическая работа, лабораторная работа, универсальные учебные действия, регулятивные действия, оценка регулятивных действий.

*Keywords:* physics, practical work, laboratory work, universal educational actions, regulatory actions, assessment of regulatory actions.

*Аннотация:* Практические и лабораторные работы по физике – это возможность формирования всех видов универсальных учебных действий школьников. Именно на лабораторных и практических работах школьники учатся применять полученные знания и умения на практике. В настоящей статье речь пойдет об обучении регулятивным действиям на практических работах. Приводится некоторый опыт по их оценке, так как общепринятой оценки данных действий пока нет.

Практические и лабораторные работы не всегда сопровождали физику.

Лишь в 1911 г. в издательстве «Образование» вышла книга И.Глинки «Опыт по методике физики. Лабораторные уроки в средней школе». Это один из первых опытов организации практических занятий по физике в форме лабораторных уроков.[1]

В настоящее время обучение физике не мыслится без лабораторных работ, ведь именно на лабораторных работах школьники учатся применять полученные знания и умения на практике. Лабораторные работы по физике – это возможность формирования всех видов универсальных учебных действий. В настоящей статье речь пойдет об обучении регулятивным действиям на практических работах. Приводится некоторый опыт по их оценке, так как общепринятой оценки данных действий пока нет.

К регулятивным действиям в соответствии с примерной образовательной программой образовательного учреждения (основная школа) относятся порядка 9 действий, но основных, которые необходимо усвоить учащимся три. К ним относятся:

1. Постановка цели
2. Поиск и реализация способа достижения цели (достижение результата)
3. Оценка своих действий [2,3].

В начале учебного года было принято решение формирования этих важных во всех отношениях действий у учащихся 9 класса. Этот процесс начался при выполнении лабораторной работы «Исследование равноускоренного движения без начальной скорости».

После формирования групп и актуализации знаний учащиеся перешли к обсуждению цели работы. Были предложены следующие цели: «Определить ускорение шарика», «Выяснить от чего зависит ускорение шарика». После выступления каждой группы, учителем (автором) было проведено обсуждение каждой версии и дана формулировка окончательной цели работы: «Определить ускорение движения шарика и его мгновенную скорость, выяснить - от чего зависит ускорение шарика». Далее, учащиеся перешли к обсуждению хода работы. Все группы начали с пункта «Собираю установку». Из четырех групп только одна

предложила в ходе выполнения работы - сравнить ускорение шарика при различных расстояниях пройденных им (не меняя угла наклона желоба). Остальные группы, предложили сравнить ускорение шарика при одинаковых расстояниях, но разных углах наклона желоба. В ходе совместного обсуждения, было решено проверить и то, и другое. Данные были занесены в таблицы в тетрадях.

После выполнения работы, учащиеся перешли к обсуждению результатов работы – предметных и деятельностных. В процессе обсуждения было установлено, что многие ученики не умеют планировать деятельность, грамотно оценивать ее результаты. Вследствие этого было принято решение обозначать и оценивать регулятивные действия, которые хорошо проявляются в ходе выполнения практических работ.

Автором предлагается способ проведения практических работ с учетом обучения школьников регулятивным универсальным учебным действиям.

1. При выполнении лабораторных работ, учитель делит класс на группы. Состав групп не постоянный, он подбирается по принципу объединения школьников разного уровня информированности и обученности по данной теме, что позволило бы им взаимно дополнить друг друга.

2. Перед выполнением работы учитель объявляет название лабораторной работы и проводит актуализацию знаний по этой теме.

3. Учащимся предлагается самостоятельно в группах сформулировать цель работы. Учащиеся обсуждают цель работы в группах и предъявляют учителю. После выступления каждой группы, происходит совместное обсуждение цели данной практической работы.

4. Учитель предлагает учащимся самостоятельно в группах написать ход работы. Учащиеся обсуждают ход работы в группах и предъявляют учителю. После выступления каждой группы, происходит совместное обсуждение хода данной практической работы.

5. Каждая группа выполняет практическую работу. Задания у групп могут быть как одинаковыми у всех, так и разными, в зависимости от цели выполняемой работы, а также группе могут быть выданы дополнительные задания.

6. Самооценка. Каждая группа заполняет оценочные карты по данной работе. В графе «ФИО» - ставится 1, если учащийся выполнял данное действие, 0 – если не выполнял.

7. За работу ставится две оценки – за правильность выполнения работы и за степень активности во время работы (по оценочным картам).

8. По оценочной карте учитель оценивает полноту сформированности регулятивных действий в данной практической работе.

Таблица 1

**Оценочная карта регулятивных универсальных учебных действий**

Действие	ФИО	ФИО	ФИО	ФИО
Постановка цели				
Предлагал цель работы				
Дополнял, корректировал				
Сформулировал грамотно цель работы				
Предъявил учителю				
Принял цель группы				
Настоял на своей цели				
ИТОГО				
Поиск и реализация способа достижения цели				
Предложил примерный ход работы				
Корректировал предложенный ход работы				
Участвовал в обсуждении				
Грамотно сформулировал ход работы				
Предъявил учителю				
Собрал установку				
Проверил правильность сборки установки				
Исправил ошибки				
Снял показания приборов				
Сделал необходимые расчеты				
Проверил правильность расчетов				
Сформулировал выводы				
ИТОГО				
Самооценка				
Оценка участникам группы (вклад в работу)				

Расшифровка таблицы: действие «Постановка цели»:

- 0 баллов – действие полностью не сформировано
- 1-2- действие сформировано не полностью
- 3 балла – действие сформировано в достаточной степени
- 4-5 баллов – действие сформировано

Действие «Поиск и реализация способа достижения цели»:

- 0-2 баллов – действие полностью не сформировано
- 3-5 баллов – действие сформировано не полностью
- от 6-8 баллов - действие сформировано в достаточной степени
- 9-12 баллов – действие сформировано

Осуществляя таким образом оценку регулятивных действий (например раз в четверть), можно проследить динамику их сформированности у отдельных учащихся и у всего класса в целом. Работая по данному алгоритму, автором работы отслеживается динамика сформированности регулятивных действий учащихся на каждой лабораторной работе. В настоящее время наблюдается положительная динамика сформированности данных действий.

## Литература

1. Тихомиров С.Е. Значение лабораторных работ для формирования знаний, умений и навыков // Первое сентября. 2008. - №8. URL: <http://fiz.1september.ru/article.php?ID=200801714> (дата обращения 23.03.2015)
2. Румбешта Е.А. Формирование универсальных учебных действий (регулятивных) и способы их оценивания // Материалы VII Международной научно-практической конференции «Преподавание естественных наук, математики и информатики в ВУЗе и школе». Томск: Издательство ТГПУ, 2014. С. 238-241.
3. Примерная основная образовательная программа образовательного учреждения. Основная школа / [сост. Е.С. Савинов]. – Москва: Просвещение, 2011. – 342 с.

УДК 378  
ГРНТИ 14.35.09

### **ПРОБЛЕМА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ**

### **PROBLEM OF PROFESSIONAL PREPARATION OF STUDENTS OF MEDICAL INSTITUTION AT EDUCATING TO PHYSICS**

*Баян Сапарбековна Уалиханова,  
Торейбай Абдрахманович Турмамбеков,  
Усен Ахметович Байзак*

Научный руководитель: Румбешта Елена Анатольевна, д.п.н, профессор

*Международный казахско-турецкий университет имени Х.А.Ясави, Казахстан*

*Ключевые слова:* профессиональная компетенция, диагностическая компетенция, медицинская деятельность, студенты-медики, диагностика, проектный метод.

*Keywords:* professional competence, diagnostic competence, medical activity, medical students, diagnostics, project method.

*Аннотация.* Вся жизнь человека постоянно ставит перед ним требующие решения проблемы. Следовательно, необходимо все более глубокое познание мира, открытие в нем все новых и новых процессов, свойств и взаимоотношений людей и других объектов. Студенты медицинских вузов, как правило, не имеют должного представления о применении физических знаний и навыков в будущей профессиональной деятельности. Познавательный интерес к изучению физики развивается при помощи работы по диагностике, что способствует формированию профессиональной компетентности студентов-медиков.

Необходимость адаптации системы образования к новой социально-экономической среде, современный уровень развития медицинской науки и практики, вхождение Казахстана в мировое образовательное пространство предъявляют особые требования к организации совре-

менного медицинского образования и уровню квалификации подготавливаемых специалистов медицинского профиля.

Профессиональная деятельность медицинских работников лежит в основе функционирования системы здравоохранения любой страны. Основной характеристикой профессиональной деятельности является квалификация работника. В исследованиях российских, казахстанских авторов, а также зарубежных источниках «квалификация» определяется и как «степень развития способностей к труду», и как «степень профессиональной подготовленности рабочих и служащих к выполнению конкретного вида работы». Переходя к вопросам профессиональной деятельности врача общей практики (ВОП), целесообразно начать с общего анализа деятельности, в рамках которой врач реализует свои знания, умения и навыки, то есть к медицинской деятельности.

Расширенную трактовку категории «медицинская деятельность» предлагает Н.Б.Найговзина, согласно которой медицинская деятельность есть «оказание медицинскими работниками медицинских услуг по соответствующим медицинским специальностям, включая проведение профилактических, диагностических, лечебных и реабилитационных мероприятий и медицинских экспертиз, а также заготовку органов и тканей в медицинских целях и медицинский уход». [1, с.75]. А.Л.Пиддэ дает не только определение медицинской деятельности как «совокупности обеспеченных законодательно последовательных, мотивированных действий медицинского персонала (врача, фельдшера, медицинской сестры), цель которых - оказание медицинской помощи (предоставление медицинской услуги)», но и предлагает ее классификацию, основанную «на видах (специализации) медицинской помощи» и на статусном «признаке субъекта ее оказания». [2, с. 17].

Как видим, достаточно важной частью медицинской деятельности является диагностика. Это естественно, так как от правильной постановки диагноза зависит дальнейшая судьба пациента.

Наиболее важным элементом медицинской документации, в частности истории болезни, является диагноз. Медицинский диагноз представляет собой краткую формулу, описывающую состояние больного и одновременно выполняющую роль развернутого плана лечения. По существу этот план является одноразовым инструментом, создаваемым врачом для лечения каждого пациента. Чем лучше этот инструмент, тем эффективнее лечение. Таким образом, важнейшие современные требования к диагнозу — это точность, достоверность и воспроизводимость.

Как и в любой другой сложной умственной деятельности, в диагностическом процессе возможны неверные гипотезы (а постановка диагноза и есть выдвижение гипотез, которые либо подтверждаются, либо отвергаются в дальнейшем), возможны диагностические ошибки.

В настоящее время постановка диагноза во многих случаях осуществляется на основе исследований, производимых с помощью медицинских приборов.

Для избежания врачебных ошибок в диагностике необходимо чтобы современный врач хорошо разбирался в информации даваемой приборами, а также правильно определял способ исследования, назначая тот или иной прибор, дающий нужную информацию.

При подготовке будущих врачей недостаточное внимание при изучении физики уделяется рассмотрению принципа действия прибора и информации, даваемой приборами. Кроме того, изучение приборов дает возможность организовать деятельность по анализу и систематизации информации, выдвижению и обоснованию гипотез.

Информация приборов получается в разных видах (картинки, графики), в следствие чего необходимо обучать студентов переводу информации из одного вида в другой. Информация, получаемая с приборов, необходима врачу, его коллегам, пациенту, его родственникам, поэтому необходимо обучение студентов грамотному представлению информации разным категориям лиц.

Из этого выявляется проблема - *как организовать профессиональную подготовку будущих врачей в процессе обучения физике, чтобы сформировать диагностическую компетенцию.*

Для понимания того, что собой представляет диагностическая компетенция обратимся к образовательному стандарту Международного казахско-турецкого университета.

В государственном обязательном стандарте образования, который строится на компетентностной основе, особую актуальность приобретает проблема формирования у будущих медицинских работников общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций.

Согласно ГОСО РК (Государственный обязательный стандарт образования Республики Казахстан) 3.07.475-2006, специальность 051301 – «Общая медицина» можно дать квалификационную характеристику выпускнику – будущему врачу. Видами профессиональной деятельности выпускника по специальности 051301 «Общая медицина» [3] являются: лечебно-профилактическая и диагностическая; санитарно-гигиеническая, противоэпидемическая; организационно-управленческая; научно-исследовательская; педагогическая.

В нашем исследовании рассматривается диагностическая деятельность выпускника и возможности формирования соответствующей компетенции.

Ориентация на результаты обучения, выраженные в форме компетенций (знания, умения, навыки, способности и личностные качества), которые студент может продемонстрировать после завершения образовательной программы, предполагает системные изменения в образовательном процессе вуза. Общеизвестно, что компетенции имеют комплексный характер и включают наряду со знаниевой компонентой и поведенческий аспект – систему социальных, нравственных, профессиональных ориентиров.

Требования социума, также наше исследование касается первого пункта профессиональной деятельности студента, а именно диагностическая. Далее мы рассмотрим его как диагностическую компетенцию студента.

Косырев В.Н. в своей работе к диагностической компетентности врача дал следующее развернутое определение.

*Диагностическая компетентность – это готовность и способность врача эффективно решать диагностические задачи. В структурном отношении она представляет собой интегральное свойство личности и включает ряд частных компетенций, которые складываются на основе синтеза теории и практики постановки диагноза, проявляются в желании и умении выдвигать диагностические гипотезы, ставить задачи, анализировать ход и результаты их решения, постоянно вносить целесообразные коррективы в свою деятельность [4].*

Данное определение уже сложившейся компетенции, ставшей компетентностью, является ценным, так как в нем имеется указание на сочетание в процессе формирования диагностической компетенции теоретических и практических занятий, а также необходимость в процессе формирования компетенции большое внимание уделять формированию гипотезы.

На основе вышесказанного вводим понятие диагностической компетенции, а также выявляем способы ее формирования.

Итак, диагностическая компетенция: знание принципа действия диагностического прибора, способа диагностики, осуществляемого с помощью определенного прибора; умение получить информацию прибора, расшифровать ее и переводить в другой вид; умение на основе информации высказать и обосновать гипотезу; способность к коммуникации; способность передать информацию разному кругу лиц на основе нравственных ориентиров.

Активную подготовку по изучению диагностических приборов можно осуществить при их подробном изучении и полном выявлении информации, получаемой с приборов. при организации элективного курса, учебная деятельность в котором организована на основе выполнения проектов, содержащих проблемные задания.

Выявление учебного содержания курса необходимо начать с определения наиболее часто применяемых диагностических приборов. Это – рентгеновские аппараты, аппараты ультра-звуковой диагностики, аппарат магнито-резонансной томографии, аппарат кардиографии.

Студентам необходимо дать в плане повторения и обобщения материал по темам курса, в которых изучаются физические явления, на которых основана диагностика. Это – рентгеновское излучение, распространение и отражение ультразвука, магнитный резонанс, электромагнитные волны. При изучении данного материала необходимо применять проблемный метод обучения с выдвижением и обоснованием студентами гипотез.

Далее желательно дать представление об устройстве и принципе действия приборов на их моделях.

Следующим этапом будет обучение получению, расшифровке, интерпретации показаний приборов.

И в завершение студенты будут обучаться представлению информации в разных видах разным категориям заинтересованных лиц. Это – коллеги, пациенты, родственники пациентов.

Для обучения студентов в этом случае будут использоваться следующие методы.

1) Для формирования необходимых естественнонаучных знаний можно использовать лекционный метод в диалоговом режиме; проектные лабораторные работы с обучением формированию гипотез; самостоятельную работу студентов;

2) Для изучения принципа действия приборов использовать проектный метод;

3) Для работы с получением, преобразованием информации, следует применять проектный метод, с введением элементов дискуссии;

4) Для обучения изложению информации использовать монологическое изложение, элементы критического мышления, включение психологических знаний.

Умение решать профессиональные задачи - это профессиональное интегративное умение, включающее совокупность профессионально значимых (умственных и практических) действий будущего врача, базирующихся на знании и понимании им основных физических понятий и законов, направленных на решение задач диагностической дея-

тельности в новых, изменяющихся условиях. Данное умение следует рассматривать как результат подготовки будущего врача при обучении физике в медицинском вузе в условиях применения активных методов обучения. В этом случае будет формироваться диагностическая компетенция.

### **Литература**

1. Найговзина Б.Н. Организация медицинской помощи и источники финансирования в здравоохранении в современных условиях. Разграничение полномочий по уровням власти // Советник бухгалтера в здравоохранении. - N 4. - 2005.с.75
2. Пиддэ А.Л. Организация отрасли здравоохранения или организация медицинской деятельности // Здравоохранение. - N 11. - 2005. - С. 17
3. Государственный общеобразовательный стандарт образования Республики Казахстан, специальность 051301-«Общая медицина» 3.07.475-2006, Астана
4. Косырев В.Н. Психологическая модель диагностической компетентности врача. [Электронный ресурс] // Медицинская психология в России: электрон. науч. журн. 2011. N 1. URL: [http:// medpsy.ru](http://medpsy.ru) (дата обращения: 06.04.2015г; 06.04.2015г.).

УДК 373.24  
ГРНТИ 29.01.45

## **РАЗВИТИЕ ДИВЕРГЕНТНОГО МЫШЛЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОРГАНИЗАЦИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

## **DEVELOPMENT OF DIVERGENCE THINKING IN THE PROCESS OF ORGANIZATION OF RESEARCH ACTIVITY OF STUDENT**

***Рината Раисовна Юсупова***

Научный руководитель: М. А. Червонный, канд. пед. наук, доцент

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* обучение физике, исследовательские задачи, «черный ящик», ученик, эксперимент, дивергентное мышление.

*Keywords:* educating to physics, research tasks, "black box", student, experiment, divergence thinking.

*Аннотация.* В наше время система школьного образования подчинена глобальной задаче - интеллектуальному развитию личности. Постоянно увеличивающийся поток информации требует особого внимания к развитию мыслительных способностей детей. Именно сегодня возрастают требования к развитию личности ребенка. Приоритетными для ученика становятся такие качества как способность обладать гибким продуктивным и дивергентным мышлением, развитым активным воображением для того, чтобы решать сложнейшие задачи, решения которых требует осознанного поиска нескольких способов решений, а, следовательно, и выбора нескольких правильных ответов. Учитывая это педагогам не-

обходимо выбирать и разрабатывать адекватные средства формирования дивергентного мышления, т.к. прежние не отвечают образовательной парадигме нового тысячелетия.

Впервые, понятие «дивергентное мышление» ввел в науку американский психолог, профессор - Джой Пол Гилфорд (1897-1987). Работая во многих американских университетах, занимаясь изучением и тестированием креативных способностей, он разделил понятие креативное мышление, на два новых вида: дивергентное и конвергентное мышление. Дивергентное мышление, Дж. Гилфорд определяет как «тип мышления, идущий в различных направлениях» [1]. Этот вид мышления опирается на воображение и допускает несколько путей решения проблемы или задачи. Данный вид мышления предполагает, что на один вопрос может быть несколько ответов, а значит, позволяет порождать оригинальные идеи в определенных условиях, дает возможность самовыражения личности.

Кроме этого дивергентность активизирует способность оценивать, сравнивать, строить гипотезы, анализировать и классифицировать, полученный материал [2].

Целью дивергентного мышления является развитие исследовательского интереса, ориентированная на поиск новых форм деятельности, способность решать задачи, не имеющие строго алгоритма.

Занимаясь проблемой развития дивергентного мышления на уроках физики, нами были изучены теоретически содержательные условия формирования современного мировоззрения учителя физики в организации экспериментальной и исследовательской деятельности, методы и структуру современных физических явлений. В свою очередь мы разработали курс организации исследовательской работы учащихся по физике в подготовке к единому государственному экзамену, а также изобрели комплект уникального оборудования «черный ящик». Комплекс по созданию «Черных ящиков», как показала практика, является материально не затратным. «Черные ящики» компактные, а значит удобные в использовании, имеют красивый дизайн, эргономичные, и экологически безопасны. «Черный ящик» это непрозрачная конструкторская коробка, в которой размещена электрическая схема.

Исследовательская работа осуществлялась с учениками, на дополнительных занятиях в Центре дополнительного физико-математического и естественнонаучного образования ТГПУ. Занятия проводились по подгруппам (подгруппа состоит из двух человек). Каждой подгруппе, предоставлялся непрозрачный прибор, в котором скрыта схема. Ученикам необходимо решить исследовательскую задачу, и оп-

ределить, какая схема собрана внутри «Черного ящика», а так же обосновать свой ответ. Для решения исследовательской задачи ученикам необходимо воспользоваться измерительными приборами (мультиметр включенный в режим омметра или Омметр), ученики снимают показания (выходные данные), необходимые для решения задачи. Все непрозрачные предметы предоставляемые ученикам для эксперимента имеют оригинальную схему, которая состоит из диода и перемычки. Данный курс отличает ряд особенностей: направлен на поиск невыясненного, выходит за пределы шаблонов, ученик ищет нестандартные пути, как правило, находит несколько вариантов решений определенной проблемы, ученик пытается с новых позиций рассмотреть известное и установленное. В результате исследовательской деятельности ученики приобрели следующие положительные качества и умения:

- анализировать условие задачи, преобразовывать основную проблему в ряд частных проблем, составлять план и этапы решения проблемы, формировать гипотезу;
- проверять полученные решения теоретически и экспериментально.
- овладели навыками самостоятельной исследовательской деятельности,
- смогли применить полученные знания и навыки на практике.

Решение исследовательских задач дает возможность самостоятельно построить новый способ действия, умение применять физические и математические закономерности, описывающие реальные действия и явления. Исследовательские задачи такого типа помогают интегрировать теорию и практику. Данный курс, позволяет демонстрировать умение каждого ученика, рассуждать, качественно использовать знание теоретического материала, самостоятельно и правильно пользоваться своими приобретенными знаниями для решения не стандартных задач, а это и есть главная составляющая для развития дивергентного мышления.

Элберд Хабберд писал: «Цель обучения ребенка состоит в том, чтобы сделать его способным развиваться дальше без помощи учителя». Следовательно, исследовательский подход к обучению профильного предмета позволяет в полной мере реализовать способность к умению дивергентно мыслить.

### **Литература**

1. Guilford J. P. The nature of human intelligence. NY., 1968.
2. Червонный, М. А. Развитие мышления в процессе обучения физике / М. А. Червонный, Р. Р. Юсупова, сборник научных трудов, выпуск 9, Омск 2013, С.55.

# ИНФОРМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

---

УДК 002.6:37.016  
ГРНТИ 20.01.45

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОЕКТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНФОРМАТИКЕ И ИКТ НА ИНОСТРАННОМ ЯЗЫКЕ, КАК СПОСОБ СТИМУЛИРОВАНИЯ УЧЕНИКОВ К АКТИВНОМУ ОБУЧЕНИЮ

## THE USAGE OF PROJECT TECHNOLOGY IN TEACHING COMPUTER SCIENCE IN FOREIGN LANGUAGE, AS A WAY TO MOTIVATE STUDENTS TO ACTIVE LEARNING.

*Виктория Анатольевна Борисова*

Научный руководитель: А.Н. Стась, канд. тех. наук, зав.каф. информатики

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* информационные технологии, проектные технологии, информатика, правильная мотивация, эмоциональная среда.

*Keywords:* information technology, design technology, computer science, the right motivation, emotional environment.

*Аннотация.* Изучение информационных технологий является одним из приоритетных направлений стратегического развития образования в РФ. Необходимость изучения иностранного языка продиктовано современными запросами и развитием образовательных систем, что является ключевым для процессов модернизации образования. Информационные технологии это необходимый в современной жизни инструмент, который осваивается во всех школьных дисциплинах. Курс изучения информатики на английском языке может предложить систематическое освоение материала в рамках выбранной темы в ходе последовательного решения задач различного уровня сложности.

Сегодня растет потребность страны в специалистах способных без промедления совершенствовать свои навыки и знания в области ИКТ. Для достижения максимальной эффективности при реализации разноуровневых проектов необходимо владение англоязычной терминологией.

гией и умение использовать в работе и учебе англоязычные источники информации.

Сам по себе курс изучения информатики на английском языке может предложить систематическое освоение материала в рамках выбранной темы в ходе последовательного решения задач различного уровня сложности, а также непосредственное освоение необходимой иностранной терминологии. По итогам изучения курса учащиеся не только освоят тему в рамках курса информатики, но также овладеют англоязычной терминологией и лексикой в сфере информационных технологий. А для достижения целей формирования компетенций учащихся таких как: личная ответственность, системное и творческое мышление, креативность, способность к саморазвитию и совершенствованию своих навыков, адаптивность к изменяющимся условиям среды и т.д., наиболее оптимально использовать технологию проектного обучения. Здесь необходимо вспомнить, что для достижения поставленной цели или решения любой поставленной задачи необходимо, чтобы ребенок осознал свою личную заинтересованность в приобретении новых для него знаний. Только в этом случае любая поставленная задача будет решаться учеником с большим энтузиазмом и с максимально качественным результатом, который в свою очередь будет проанализирован, а по итогам работы будут сделаны «жизнеспособные» выводы. Следовательно, для выполнения вышеперечисленных условий необходима проблема, тесно связанная с реальной жизнью, решая которую ученик сможет применить свои знания и будет самостоятельно стремиться к восполнению недостающих навыков и умений. Проектная деятельность удобна своими разнообразными формами по содержанию и характеру проекта, количеству участников, работающих над проектом, а также продолжительностью исполнения, т.е. проект может быть как долгосрочным и обширным, так и вписываться в рамки одной темы или одного занятия. Различны также и формы реализации проектов, что в свою очередь позволяет разнообразить обычную школьную жизнь ученика и тем самым мотивировать его к более активному и сознательному обучению.

Процесс реализации данной технологии при обучении информатике и ИКТ с использованием английского языка заключается в построении учебного материала и техники работы с ним таким образом, чтобы решить следующие задачи:

Образовательные:

- Свободное практическое применение изученного теоретического материала при создании своего проекта;

- Освоение технологии работы с англоязычными текстами и специфической англоязычной терминологией в рамках рассмотренных тем;
- составление технических англоязычных словарей в рамках изучаемых тем, с применением различных программных средств;
- использование инструментов платформы Google для образовательной деятельности;

Развивающие:

- развитие навыка грамотного применения своих знаний при решении задач на разных языках (русском и английском);
- развитие навыков работы с образовательными порталами и сайтами;
- развитие кругозора и представления о метапредметных связях между разными дисциплинами;
- расширение представления о различных информационных технологиях и возможностях их применения;
- способность к саморазвитию.

Воспитательные:

- воспитание активного интереса к предмету и информационным технологиям;
- воспитание творческого воображения при решении поставленных задач;
- воспитание ответственного подхода к выполнению заданий;
- воспитание аккуратности и пунктуальности при выполнении упражнений;
- воспитание культуры грамотной систематизации материала;
- воспитание чувства «здоровой конкуренции» в группе.

В психолого-педагогической сфере:

- навык самостоятельного контроля своей успеваемости;
- развитие коммуникабельности;
- ответственный подход к выполнению работы;
- дисциплина;
- навык планирования деятельности;
- развитие кругозора;
- умение анализировать и критически оценивать работу.

Одним из вариантов реализации подобной технологии обучения, можно рассмотреть проект обучающего курса, представленный по средствам Web-сайта с применением инструментов среды Google. Причем некоторые элементы образовательного сайта создаются и дополняются самими обучающимися в процессе прохождения курса. Подобный режим позволяет вести почти беспрепятственное дистанционное взаимодействие учителя и учеников в любое время дня и в течение всей недели, что в свою очередь способствует более гибкому графику

обучения, а также выработке учениками самостоятельных приемов работы и контроля своей деятельности. Кроме того способствует более глубокому изучению информационных технологий и их применения в рабочей и учебной деятельности. Также можно предположить, что работа по оформлению образовательного ресурса способствует росту внутренней заинтересованности учеников в успехе проекта; элементы самостоятельного администрирования ресурса способствует повышению дисциплины и ответственности, а непосредственное привлечение обучающихся к созданию ресурса способствует росту популярности самого ресурса среди других учеников.

Каждый урок может включать в себя теоретический материал и практические задания по изучаемой теории. Следует отметить, что материал представляется в двуязычном формате (в нашем случае – на английском языке). После освоения теоретической части учебного материала, ученикам предлагается к выполнению несколько практических задания, которые представляют собой мини проекты практической и исследовательской направленности. Подобные упражнения призваны закрепить и развить полученные учениками знания. Задания могут выполняться в любой очередности, некоторый из заданий предполагают свободный формат представления результатов, другие же ограничены условиями представления решения. Выполнение каждого практического задания подразумевает под собой ответ на отдельный проблемный вопрос в рамках изученного теоретического материала и в зависимости от сложности оценивается по бальной системе. Это позволит ученикам научиться самостоятельно делать выбор и правильно расставлять приоритеты при выборе и выполнении заданий.

Обучение начинается с простых проектов, которые знакомят обучающихся с самим понятием проектной технологии и правилами работы. Например, после знакомства с теоретической частью по изучаемой теме, ученикам предлагается создать русско-английский словарь терминов и понятий, с которыми они познакомились в процессе изучения теории. При этом, ученикам для решения поставленной задачи, необходимо ответить на ряд проблемных вопросов, таких как: в какой форме представить словарь? насколько подробными должны быть разъяснения терминов? как использовать возможности информационных технологий для оптимальной наглядности и удобства пользования словарем?

Вся работа сопровождается консультативным режимом общения учителя с учениками, в ходе которого постепенно ученики осваивают основные этапы создания и защиты проектов. Далее по мере того как обучающиеся будут справляться с заданиями сценарии проектов бу-

дуг усложняться и требовать от них более обоснованных ответов на проблемные вопросы, выдвижение гипотез и их доказательств.

Также важно помнить о грамотной мотивации учеников к быстрому и качественному выполнению работ. Мотивация является ведущим фактором, регулирующим активность, поведение, деятельность личности. Любое педагогическое взаимодействие с обучаемым становится эффективным только с учётом особенностей его мотивации [6]. Здесь важным является правильный и актуальный подбор тем для практических мини проектов. Также важно создать дружественную обстановку при общении учеников с учителем и друг с другом, необходимо контролировать уровень конкуренции в группе учеников, чтобы не допустить негативных моментов в процесс обучения. Необходимо стремиться к воспитанию у обучающихся естественного желания быть успешными, учиться преодолевать свои комплексы и постоянно работать над совершенствованием своих навыков, пусть даже по какому-либо одному направлению обучения.

Современный успешный человек должен уметь планировать свою деятельность, без труда находить необходимую или недостающую информацию в разных источниках (в том числе и в англоязычных), создавать свои модели возможного будущего. Для обладания и применения всех вышеперечисленных качеств и способностей в будущем, ученику необходимо привить интерес к познанию нового в настоящем, а также научить его учиться. А для этого в свою очередь от педагога требуется применение на своих уроках и внеурочной деятельности активных методов обучения, расширяющие привычные горизонты школьной жизни.

---

### Литература

1. Теплов А.О., Методология наставничества, [Электронный ресурс]. – URL: [http://pravmisl.ru/index.php?option=com\\_content&task=view&id=1339](http://pravmisl.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=1339), (дата обращения: 18.04.15)
2. Влияние эмоциональной среды на успеваемость учащихся школы, журнал «Справочник классного руководителя», № от 19.11.2007, [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.resobr.ru/materials/265/8318/>, (дата обращения: 17.04.15)
3. Проектные технологии, [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.pedagogie.ru/stati/proektirovanie/proektnaja-dejatelnost-na-urokah-ruskogo-jazyka.html>, (дата обращения: 17.04.15)
4. Мотивация учебной и педагогической деятельности, Монография РАЕ, [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.rae.ru/monographs/77-2804?> (дата обращения: 18.04.15).

УДК 373.24  
ГРНТИ 14.07.05

## **РАЗВИТИЕ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ НА УРОКАХ РОБОТОТЕХНИКИ В 6 КЛАССАХ**

### **DEVELOPMENT OF CRITICAL THINKING AT ROBOTICS LESSONS IN 6 CLASSES**

*Василий Петрович Демидович*

Научный руководитель: О. С. Нетесова, старший преподаватель кафедры информатики

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* критическое мышление, робототехника, бортовые журналы, перекрестная дискуссия.

*Key words:* critical thinking, educational robotics, logbooks, cross talk-discussion

*Аннотация.* Стремительное развитие информационных процессов подразумевает быстрый прогресс педагогических технологий, реализуя которые в различных предметных областях, можно добиться высоких результатов в совершенствовании мыслительных процессов учащихся. Появляющиеся новые предметы и направления, позволяют использовать их в качестве плацдарма для улучшения и доработки применяемых педагогических технологий. Предмет робототехники позволяет интегрировать знания точных наук и обеспечить наглядное представление и реализацию межпредметных связей на занятиях. Однако технология развития критического мышления в робототехнике применяется достаточно редко, поэтому актуально развивать и испытывать новые педагогические технологии в этом направлении.

Критическое мышление это система последовательного ряда мыслей и умозаключений в контексте определенной темы, которая используется для анализа вещей и событий с формулированием обоснованных выводов и позволяет выносить обоснованные оценки, интерпретации, а также корректно применять полученные результаты к ситуациям и проблемам [1].

Человек постоянно сталкивается с различными проблемами на протяжении всей своей жизни. Все эти проблемы можно условно разделить на определенные классы, требующие различные способы решения. Если научить человека решать задачу, выбранную из одного класса, то затем, посредством отработки методов решения, он будет с легкостью решать подобные задания. Развитие критического мышления подразумевает под собой необходимость добиться выработки своих собственных «инструментов» для нахождения эффективного метода решения проблемы.

Известно, что личность, способная к социальному творчеству, может быть сформирована только благодаря личностно-ориентиро-

ванной системы обучения, целью которой является развитие качеств мышления, адекватных свободному и творческому мышлению [2]. В то же время развитие технологии критического мышления обусловлено тем, что современному обществу для дальнейшего развития необходимы люди, готовые отказаться от изживших себя норм и традиционных способов реализации проектов, и способные прогрессивно и разнопланово рассуждать.

Технология критического мышления направлена на развитие у обучающихся таких навыков и способностей как:

- выявление требуемой информации из общего потока;
- заинтересованность в процессе обучения;
- исследование способов получения информации;
- адекватность оценки своих способностей при проведении анализа работы;
- гибкость мышления.

Развитие критического мышления на современном этапе, осуществляется по многим направлениям и находит место в учебных предметах различной направленности, а применение комбинированных уроков увеличивают вероятность того, что занятие будет проходить не линейно, и позволит разносторонне подойти к решению поставленных задач. Критическое мышление можно развивать средствами робототехники. Технология строится на основе трех фаз занятия (табл. 1).

Таблица 1

**Технологические этапы критического мышления**

Виды деятельности	I. Фаза вызова	II. Осмысление содержания	III. Рефлексия
Деятельность учителя. Задачи данной фазы	Пробуждение имеющихся знаний, интереса к получению новой информации. Создается проблемная ситуация	Сохранение интереса к теме при непосредственной работе с новой информацией.	- Возвращение внимания учащихся к первоначальным предположениям - Установление связей между информационными блоками
Деятельность учащихся	Производят актуализацию темы, путем логических рассуждений	Получение новой информации	Осмысление, рождение нового знания
Возможные приемы и методы	- Составление списка известной информации по вопросу - Прием «РАФТ» - Плюсы и минусы (таблица)	«Бортовые журналы»	- Прием «Общее – уникальное» - Перекрестная дискуссия

### Урок в 6 классе

Занятие рассчитано на два урока.

Задание: необходимо построить робота, способного тянуть за собой груз без остановок на подъеме.

Учащиеся были разбиты на группы. Для всех действовали одинаковые принципы при создании механизма:

1. четыре колеса
2. не более двух сервомоторов

На первой стадии (стадии вызова) следует обратить внимание на то, что при создании робота учащиеся должны учитывать общее количество потребляемой энергии модулями на протяжении всего испытания.

Множество факторов влияет на снижение уровня энергопотребления. Прежде всего, ученики должны уделить внимание собственной массе конструкции. Далеко не секрет, что чем больше масса объекта, тем больше энергии стоит затратить для его перемещения. От части, снизить массу и одновременно добиться лучшего сцепления с поверхностью поможет размещение ведущих колес в задней части конструкции, ввиду смещения центра тяжести. Кроме того следует задать в настройках сервомоторов оптимальную потребляемую мощность. В противном случае механическая конструкция может остановиться, не пройдя испытания до конца.

За основу для создания транспортного средства был взят мультибот (рис. 1).



Рис. 1. Мультибот

Сборка базовой модели не вызвала особых проблем, ведь все этапы создания были рассмотрены ранее. Проблема состояла в дополнении или переработке модели таким образом, что бы она соответствовала требованиям задания. Учащиеся выдвинули несколько идей по этому поводу:

1. Блок NXT разместить ниже, чтобы бот не перевернулся при подъеме

2. В передней части следует поместить утяжеление

3. Избавить конструкцию от частей, добавляющих массу, для обеспечения большей начальной скорости

4. Обеспечить лучшее сцепление с поверхностью трассы.

После сборки настало время для экспериментальных испытаний. Каждая из моделей была уникальна, но практика показала, что из четырех групп у половины робот останавливался еще в самом начале. Анализируя каждую из моделей, следует отметить, что не были учтены две важные характеристики: мощность и скорость. Роботы не смогли преодолеть подъем вследствие нехватки тяги подаваемой на колеса. Из чего следует, что необходимо увеличить тягу шасси за счет механических передач. Механической передачей называют устройство для передачи механического движения от двигателя к исполнительным органам машины [3]. Механическая передача может изменять величину и скорость движения, а также вид и характер движений. Примером может служить преобразование вращательного движения в поступательное. Механическую передачу используют в тех случаях, когда нет возможности соединить вал двигателя непосредственно с рабочим органом машины или это по каким-то причинам нецелесообразно. В нашем случае использовалась зубчатая передача. Одно из важных свойств зубчатой передачи в том, что при передаче с малой звездочки на большую, то выигрываем в силе, но теряем в скорости. При передаче с большего на малое – наоборот. Нас интересует тяговая сила, поэтому следует реализовать передачу с понижением скорости. (При объяснении новой темы можно привести пример с велосипедом).

После того как учащимся была предоставлена новая информация, находящая в большей степени свое отражение в механических передачах, им дается время на анализ своей проделанной работы, с целью выявления всех плюсов и минусов и дальнейшей переработки роботов. На данном этапе происходит осмысление действий. Ученики постепенно переходят от стадии осмысления к стадии размышления.

С момента начала создания и доработки своих мультиботов, ученикам было дано дополнительное задание. Оно заключалось в составлении и заполнении бортовых журналов, которые позволяли проследить цепочку умозаключений, выполненных в несколько этапов. Бортовые журналы имеют особо важное значение в момент проведения анализа. Кратко оформленные основные задачи и пути их решения, способствовали полноценному осознанию выполненной работы за незначительный промежуток времени.

На занятии активно использовался прием «Общее – уникальное». При анализе бортовых журналов и механической конструкции каждого

робота, учащиеся учились определять общие и особенные черты каждой из работ-групп. Использование данного приема, способствует развитию аналитических способностей, а также использование приемов синтеза и сравнительной оценки учащимися. На стадии размышления выявляются процессы, которые дают возможность ученикам взглянуть на проблему по-новому. На уроке, который был посвящен различным видам механических передач и реализации их на практике, учащимся было предоставлено право самостоятельного моделирования конструкций.

Таким образом, пройдя стадии вызова и осмысления, учащиеся меняют свои взгляды при решении поставленной задачи. Эти процессы удобно наблюдать на уроках робототехники, поскольку все мысли учеников находят свое применение в механизмах. Готовый продукт творчества преподаватель может наблюдать визуально, а следовательно, оперативно решать в каком русле следует провести оставшуюся часть занятия.

### **Литература**

1. Critical Thinking: A Statement of Expert Consensus for Purposes of Educational Assessment and Instruction. Executive Summary// Dr. Peter A. Facione (Dean of the College of Arts and Sciences, Santa Clara University)
2. Хохлова Людмила Васильевна. Развитие критического мышления учащихся в процессе обучения философии: Дис. канд. пед. наук. – Екатеринбург, 2003. 158 с.
3. Филиппов С. А. Робототехника для детей и родителей. – СПб: Наука, 2013. 319 с.

УДК 373.5  
ГРНТИ 14.25.09

## **О КУРСЕ ПО ВЫБОРУ «ГЛОБАЛЬНЫЕ И ЛОКАЛЬНЫЕ СЕТИ»**

### **ABOUT ELECTIVE COURSES «GLOBAL AND LOCAL NETWORKS»**

***Долганов Виталий Михайлович, Долганова Надежда Филипповна***

Научный руководитель: А.Н. Стась, канд. техн. наук, доцент

*МБОУ «Корниловская СОШ» Томского района, Россия*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* средняя общеобразовательная школа, курсы по выбору, информатика.

*Keywords:* secondary School, elective courses, computer science.

*Аннотация.* Сегодня в рамках среднего общего образования предусмотрена возможность профильной подготовки учащихся, составляющей частью которых являются курсы по выбору. В связи с этим возникает необходимость в учебно-

методическом обеспечении данного вида учебной работы. В статье описаны некоторые основные составляющие курса по выбору «Глобальные и локальные сети», изучаемого учащимися 10 класса МБОУ «Корниловская СОШ» Томского района.

На сегодняшний день в школах Российской Федерации в рамках среднего общего образования предусмотрена возможность профильной подготовки учащихся, составляющей частью которых являются курсы по выбору (элективные курсы). Основная цель данных курсов заключается в создании условий, позволяющих учащемуся удовлетворить индивидуальные образовательные потребности в связи с дальнейшим профессиональным самоопределением.

Исходя из имеющихся возможностей, в учебный план МБОУ «Корниловская СОШ» Томского района на 2014-2015 учебный год был включен один из курсов по выбору в 10 классе по предмету информатика – «Глобальные и локальные сети».

Целью данного курса является знакомство учащихся старших классов с возможностями и принципами построения и функционирования компьютерных сетей, а также приобретение ими практических навыков по настройке и администрированию компьютерных сетей на базе операционной системы Windows XP Professional.

Данный курс оказался наиболее предпочтительным для учащихся из предложенных, нижеприведенных в перечне курсов по выбору с краткой содержательной характеристикой каждого из них:

- «Алгоритмы сортировки и поиска»

Внутренние сортировки: методы прямого включения, прямого выбора, метод прямого обмена; метод Шелла, пирамидальная сортировка, быстрая сортировка Хоара, поиск  $k$ -й статистики. Внешние сортировки: слияние, прямое слияние. Поиск элемента в массиве: двоичный поиск, поиск элемента в массиве с помощью золотого сечения.

- «Рекурсивные алгоритмы»

Подпрограммы. Процедуры и функции. Рекурсия. Вычисление факториала. Поиск в лабиринте: проверка наличия пути, вычисление пути, вычисление всех путей и оптимального пути в лабиринте. Задача о восьми ферзях. Задача об устойчивых браках.

- «Глобальные и локальные сети»

Интернет. Знакомство с компьютерными сетями. Компоненты компьютерной сети. Разновидности компьютерных сетей. Топология сети. Функционирование сети. Выбор среды передачи. Выбор сетевой архитектуры. Выбор коммуникационного оборудования. Сетевое администрирование.

Рабочая программа курса «Глобальные и локальные сети» представляет собой модифицированную программу, разработанную на основе авторского элективного курса Р. В. Колбина «Глобальные и локальные сети: создание, настройка и использование» [1, 2].

Корректировка программы обусловлена необходимостью сокращения часов в некоторых разделах, исходя из предусмотренных временных возможностей: в данном учебном заведении на изучение данного курса отведено 0,5 часа в неделю на протяжении первой и второй четверти, т.е. 17 часов на весь курс. В таблице 1 приведено тематическое распределение количества часов по примерной и рабочей программам.

Таблица 1

**Тематическое распределение количества часов по примерной и рабочей программам**

Тема	Примерная программа		Рабочая программа	
	Теория, ч.	Практика, ч.	Теория, ч.	Практика, ч.
Урок 1. Знакомство с сетью Интернет	1	1	0,5	1
Урок 2. Подключаемся к Интернету	1	1	0,5	1
Урок 3. Основные услуги Интернета	1	3	0,5	1
Урок 4. Знакомство с компьютерными сетями	1	-	0,5	-
Урок 5. Компоненты компьютерной сети	1	-	0,5	-
Урок 6. Разновидности компьютерных сетей	1	1	0,5	1
Урок 7. Топология сети	1	1	0,5	1
Урок 8. Функционирование сети	1	1	0,5	1
Урок 9. Выбор среды передачи	1	-	0,5	
Урок 10. Выбор сетевой архитектуры	1	2	0,5	2
Урок 11. Выбор коммуникационного оборудования	1	1	0,5	1
Урок 12. Сетевое администрирование	1	2	0,5	2
Итого	12	13	6	11

В комплект подготовленных для курса учебно-методических материалов входят [1, 2]:

- методическое пособие для учителя;
- учебное пособие для учащихся;
- компакт-диск, прилагаемый к учебному пособию.

Каждый урок содержит:

- теоретический материал, который в связи с сокращением аудиторной нагрузки выносился на домашнее самостоятельное изучение учащимися, а на уроке прорабатывался тезисным характером с возможностью проработки моментов, требующих уточнения или разъяснения;
- контрольные вопросы для повторения основных понятий, изученных в рамках теоретического материала;
- лабораторные работы, в ходе выполнения которых учащиеся овладеют необходимыми умениями и навыками;

- индивидуальные задания, которые при необходимости можно использовать в качестве домашнего задания для учащихся;
- контрольные тесты для проверки знаний учащихся.

В результате изучения курса «Глобальные и локальные сети» учащиеся должны [1]

*знать:*

- понятие «компьютерная сеть»;
- историю развития компьютерных сетей и сети Интернет;
- принципы администрирования операционной системы Windows XP Professional;
- назначение различные типы компьютерных сетей;
- принципы функционирования компьютерной сети;
- основные основных сервисов сети Интернет;
- основные приемы построения беспроводных сетей.

*уметь:*

- использовать базовые принципы организации и функционирования компьютерных сетей для анализа и построения локальных сетей;
- применять полученные знания и умения в повседневной жизни для построения и настройки простейшей компьютерной сети и для эффективного использования сервисов Интернет.

В результате изучения курса «Глобальные и локальные сети» учащиеся десятых классов МБОУ «Корниловская СОШ» Томского района были ознакомлены с возможностями и принципами построения и функционирования компьютерных сетей, а также приобрели практические навыки по настройке и администрированию компьютерных сетей на базе операционной системы Windows XP Professional. Особое внимание при изучении курса было уделено сервисам сети Интернет и принципам ее построения.

---

### **Литература**

1. Колбин, Р.В. Глобальные и локальные сети: создание, настройка и использование. Элективный курс : метод. пособие / Р. В. Колбин. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 56 с.
2. Колбин, Р.В. Глобальные и локальные сети: создание, настройка и использование. Элективный курс : учеб. пособие (+CD-ROM) / Р. В. Колбин. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 221 с.

УДК 004  
ГРНТИ 14.85.35

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ MACROMEDIA FLASH В СОЗДАНИИ УЧЕБНЫХ АНИМАЦИОННЫХ ФИЛЬМОВ**

### **THE USE OF MACROMEDIA FLASH IN THE CREATION OF EDUCATIONAL ANIMATED CARTOONS**

*Жумагазиева Джамиля Каиргалиевна,  
Исполова Сабахат Исполовна*

Научный руководитель: О. В. Солнышкова, ст. преподаватель, канд. пед. наук

*Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет,  
г. Новосибирск*

*Ключевые слова:* анимационные обучающие фильмы, мультимедиа курсы, Macromedia Flash, анимация, графика.

*Keywords:* educational animated cartoons, multimedia courses, Macromedia Flash, animation, graphics.

*Аннотация.* В настоящее время осуществляется огромная работа по модернизации системы образования. Для её реализации проводится внедрение электронных средств обучения. Электронные средства обучения способствуют эффективному усвоению материала студентами в учебном процессе. Одним из таких средств являются учебные анимационные фильмы. Они применяются для более наглядного представления информации.

Современное обучение все чаще и чаще сопровождается использованием компьютерных программ как иллюстративных материалов при проведении тестирования и контрольных работ, сочетая традиционные домашние задания с творческими. Информация предоставляется студентам в виде интерактивных презентаций, схем, таблиц, а также в форме анимированных роликов и фильмов. Все это необходимо в первую очередь для того, чтобы возникла заинтересованность в получении знаний и профессиональных навыков, а также для более лёгкого и эффективного усвоения информации.

В настоящее время применение графических форм мультимедиа в учебных целях в основном оправдано для создания небольших по времени учебных анимационных фильмов. Видеоинформация, наоборот, применяется для более продолжительных и высоко детализированных фильмов.

Однако, для создания видеофильмов необходимо специальное оборудование: видеокамеры, микрофоны и освещение. К тому же монтаж отснятого материала занимает много времени. Для создания анимационного фильма нужен только компьютер с установленной на нем программой Macromedia Flash.

Macromedia Flash – платформа для создания веб-приложений и мультимедиа презентаций. Данный графический редактор позволяет работать с растровой, векторной и трехмерной графикой. Программа служит инструментом для создания покадровой анимации и использования технологии морфинга. Морфинг – это визуальный эффект, создающий впечатление плавной трансформации одного объекта в другой. В Macromedia Flash представлены дополнительные возможности при редактировании, например наложение дополнительного слоя, где можно расположить графические эффекты, способствующие акцентированию внимания.

Перед нами стояла задача создать обучающий анимационный фильм «Вынос проектного угла» [1]. Основой для сюжета послужил алгоритм выполнения геодезических разбивочных работ способом выноса проектного угла.

Для того чтобы создать мультфильм, приятный для зрительного восприятия и понятно объясняющий студентам суть поставленной задачи и её решение, мы придерживались определенных правил.

Во-первых, герои мультфильма должны быть привлекательными, то есть важно, чтобы зритель ощущал реальность и интерес к персонажу. При разработке персонажа рекомендуется следовать некоторым правилам. Престон Блэр, американский аниматор, выполнивший анимацию для мультфильмов «Бэмби» и «Пиноккио», сформулировал концепции создания привлекательного персонажа[2]:

1. Пропорции — это первое, на что следует обращать внимание при разработке персонажа. Нужно помнить о соотношении частей тела, т.к. пропорции создают характер персонажа.

2. Кривые и формы. Нужно использовать в равной степени в дизайне персонажа прямые и плавные изогнутые линии. Тогда анимационный герой будет выглядеть более естественно. Особое внимание нужно уделить конечностям, так как они должны быть плавными и создавать иллюзию «плавного движения» на экране.

3. Глаза расположены низко и далеко друг от друга. Но следует помнить о том, что слишком большие глаза могут отвлекать внимание от выражений эмоций на лице.

Для того чтобы сделать ролик запоминающимся, персонажи должны иметь свою индивидуальность, чтобы подключить ассоциативное мышление зрителя.

Немаловажным является и создание фона. Он зависит от ситуации или места, где происходят действия, описываемые в анимационном фильме. Чтобы точнее передать атмосферу, фон должен быть детально прорисован – на нем должны быть изображены реальные объекты, которые относятся к главной теме анимационного фильма.

Также необходимо соблюдать правила колористики для подбора оптимального цветового решения. Они определяются тематикой анимационного фильма. Чтобы вызвать у зрителя положительные эмоции чаще всего используются радужные чистые цвета. То есть, используя ту или иную цветовую гамму можно «управлять» эмоциями зрителя.

Для учебного анимационного фильма важно наличие звукового сопровождения. Обычно это звуковая дорожка с комментариями описания действия героев. Речь диктора должна быть внятной и четкой, а тембр голоса – приятный.

Нужная информация должна быть выделена. Для того чтобы привлечь внимание зрителя на ключевых моментах, формулы и определения могут выводиться на экран в виде мыслей героев или же просто отдельным кадром.

Из вышесказанного можно определить последовательность создания учебного анимационного фильма.

Фазы производства анимационного фильма:

- Разработка концепции проекта. Удачная концепция анимации – это хороший задел при подготовке сценария и раскадровок.
- Написание сценария и подготовка раскадровок. Сценарии и раскадровки являются основными рабочими документами. Только наличие толкового сценария и грамотно выполненных раскадровок может обеспечить эффективность и плодотворность столь сложной работы, как создание анимационного фильма.
- Создание объектов и персонажей сцены, а также ее окружения.
- Непосредственно анимация сцены. На этом этапе происходит добавление требуемых визуальных эффектов, монтаж эпизодов анимационного фильма, наложение звука и тому подобное.
- Монтаж сцен в единое целое.
- Визуализация анимации. С учетом того, что каждая минута анимации может содержать 840 и более кадров, требующих визуализации, надо подходить к этому этапу максимально собранно и ответственно[3].

Таким образом, придерживаясь данных правил, можно создать учебный анимационный фильм с помощью такой программы как Macromedia Flash. В этом программном продукте есть всё необходимое для создания мультимедиа курсов.

### **Литература**

1. Кулешов Д.А., Стрельников Г.Е., Рязанцев Г.Е. Инженерная геодезия. – Москва: Картгеоцентр – Геодезиздат, 1996. – 304с.
2. Preston Blair, “Cartoon animation” [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cdrrhq.ru/lessons/preston/main.htm> (дата обращения: 23.03.2015)
3. Основы создания анимационного фильма [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.intuit.ru/> (дата обращения: 23.03.2015)

УДК 378.02:372.8  
ГРНТИ 14.85.35

**КОМПЛЕКС ЭЛЕКТРОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ  
РЕСУРСОВ «КОМПЛЕКТ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ  
ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ»**

**THE COMPLEX OF ELECTRONIC EDUCATIONAL RESOURCES  
«THE SET OF THE GRADUATE SCHOOL PROFESSORS»**

*Михаил Владимирович Клапатун, Екатерина Михайловна Попова,  
Дарья Александровна Токмакова*

Научный руководитель: О. В. Солнышкова, зав. кафедрой инженерной геодезии, канд. пед. наук

*Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет  
(Сибстрин), г. Новосибирск, Россия*

*Ключевые слова:* электронные образовательные ресурсы, электронные лекции, глоссарий, методические указания, высшая школа, интернет-технологии, оптимизация.

*Keywords:* electronic educational resources, electronic lectures, glossary, methodical references, graduate school, Internet technologies, optimization.

*Аннотация.* В данной статье рассмотрен комплекс интернет-ресурсов «Комплект преподавателя высшей школы», созданный студентами НГАСУ (Сибстрин) на базе студенческой творческой мастерской.

Сегодня все большее внимания уделяется применению современных технологий для обучения в высшей школе. Все сферы образования нуждаются в модернизации процесса обучения, развитии образовательных ресурсов и совершенствовании способов подачи материала. Нами разработан универсальный электронный образовательный ресурс для повышения качества подачи лекционного материала и наработки материала для самостоятельной работы студентов. Данный комплект представляет собой платформу, которую преподаватель может наполнить своим предметным содержанием. В состав «Комплекта преподавателя высшей школы» входят следующие составляющие: электронные лекции, глоссарий и электронное учебное пособие. В качестве примера разработан комплект для преподавания инженерной геодезии, выбранной из-за достаточного объемного предметного наполнения и сложности восприятия.

Основа комплекса – веб-страницы на языке HTML с использованием JavaScript, все компоненты доступны на персональном сайте кафедры инженерной геодезии [geo-s.sibstrin.ru](http://geo-s.sibstrin.ru).

Рассмотрим каждый из компонентов подробнее.

*Электронные лекции*

Еще несколько лет назад наличие в аудитории компьютера и проектора считалось большой редкостью, сейчас этим никого не удивишь.

Использование современных технологий, несомненно, позволяет оптимизировать работу преподавателя. Нет необходимости вычерчивать на доске сложные схемы и выписывать столбцы формул, можно один раз подготовить необходимые слайды и использовать их на всех занятиях.

К электронным лекциям предъявляются следующие требования:

- наглядное и лаконичное изложение материала;
- акцентирование внимания на важных формулах и определениях
- не отвлекающее оформление;
- удобная навигация;
- наличие медиа-контента и интерактивных элементов: анимации, учебных роликов, аудиозаписей, тестов и т.д.

В нашей разработке учтены все требования и представлены необходимые элементы.

Электронные лекции применяются на практике в течение более трех лет, за это время были выявлены и исправлены технические недоработки и учтены пожелания студентов. Применение данного компонента доказало свою эффективность, позволив оптимизировать работу преподавателя и улучшить качество лекционных занятий.

#### *Глоссарий*

Глоссарий включает в себя все термины, используемые при изучении предмета. Доступны алфавитный и предметный указатели. Поиск по материалам построен на основе системы пользовательского поиска Google. Главным достоинством глоссария является то, что он содержит все необходимые термины с правильными, академическими формулировками. Все термины глоссария имеют озвучивание и снабжены иллюстративным материалом. Использование глоссария позволяет студентам быстро и качественно подготовиться к тесту, защите лабораторной работы или контрольной.

#### *Электронное учебное пособие*

Электронное учебное пособие содержит материалы, необходимые для выполнения лабораторной работы и подготовке к ее защите.

В ходе подготовки проекта было выяснено, какие компоненты должны быть представлены в пособии, и каким требованиям они должны отвечать.

1. Пособие должно ёмко, лаконично и наглядно представлять всю необходимую информацию.

Цель пособия – дать студентам практические знания. Пособие должно содержать только необходимую теоретическую составляющую.

2. При представлении информации необходимо учитывать особенности разных типов восприятия.

Не секрет, что все люди воспринимают информацию по-разному. Традиционно выделяют три ведущих типа восприятия – аудиал, визуал, кинестетик, а также их комбинации. При подготовке пособия были проведены опросы среди студентов, с целью определить соотношение типов восприятия. С учетом результатов исследования было подобрано соотношение различных способов подачи материала – текста, аудиоподкастов и анимации.

### 3. Возможность адаптации пособия под мобильные устройства.

Огромная популярность смартфонов и планшетов, повсеместное распространение беспроводного и безлимитного интернета подтолкнуло нас к созданию мобильной версии методического пособия. Основным отличием мобильной версии от полной является отсутствие «тяжелого» контента – видеозаписей и больших картинок. На данный момент мобильная версия пользуется наибольшей популярностью у студентов, т.к. она позволяет просматривать материалы в любом месте и в любое время.

### 4. Полилингвистическое пособия.

Полилингвистическим считается пособие, переведенное на один или несколько иностранных языков. Пособие по инженерной геодезии представлено в русскоязычной и англоязычной версиях, между ними предусмотрено удобное переключение, также были продублированы аудиоподкасты. Перевод пособия осуществлялся под руководством преподавателей кафедры иностранных языков нашего университета. Они отметили, что такое пособие может применяться на практических занятиях в качестве дополнительного материала и источника специальной лексики. Также полилингвистические пособия могут упростить процесс адаптации иностранным студентам.

«Комплект преподавателя высшей школы» был разработан нами для кафедры инженерной геодезии, однако, созданная платформа может с успехом применяться как для технических, так и для гуманитарных предметов. Помимо высших учебных заведений, платформа «Комплекта преподавателя» может использоваться в создании электронных образовательных ресурсов для средне специальных учебных заведений и школ, а также при внедрении новых технологий на производстве.

Бурное развитие Интернет технологий позволяет развиваться дистанционной форме обучения. Уже сегодня ведущие университеты мира, такие как Гарвард, Принстон и Кембридж предлагают бесплатные видео лекции для всех желающих по широкому кругу предметов от астрофизики до микробиологии. Также предлагаются подборки учебных материалов по разным дисциплинам, он-лайн тесты и он-лайн курсы. Ведущие российские университеты, такие как МГУ, НГУ и

МГИМО стараются не отставать, но, к сожалению, пока не могут обеспечить качественную подачу обширного материала.

К достоинствам комплекса электронных образовательных ресурсов можно также отнести оптимизацию работы преподавателя, гибкость и обновляемость материала, возможность сделать занятия более разнообразными и интересными.

Также активное применение современных информационных технологий позволяет повысить качество подготовки студентов. Электронные образовательные ресурсы позволяют создать базу материала для самостоятельной работы, что особенно важно в современной системе образования.

---

### Литература

1. Попова Е. М., Токмакова Д. А. «Электронный образовательный ресурс «Комплект преподавателя высшей школы» / Е. М. Попова, Токмакова Д. А. // Непрерывное профессиональное образование: теория и практика: сборник статей по материалам VI Международной научно-практической конференции преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов – Новосибирск: САФБД, 2015 – 269 с.
2. Попова Е. М. Роль полилингвистических электронных образовательных ресурсов в обучении студентов / Е. М. Попова // Наука и образование: проблемы и перспективы: материалы XVI Международной научно-практической конференции молодых ученых, студентов и учащихся (Бийск, 11-12 апреля 2014 г.) в 2-х частях. – Часть II – Бийск: ФГБОУ ВПО «АГАО», 2014 – 239 с.
3. Солнышкова, О. В. Технология разработки интерактивных электронных образовательных ресурсов для подготовки студентов архитектурно-строительных направлений / О. В. Солнышкова //
4. Дудышева, Е. В. Интерактивность электронных средств обучения в профессиональном образовании / Е. В. Дудышева, О. В. Солнышкова // Мир науки, культуры, образования. – 2013. – № 2(39). – С. 98–100.

УДК 378.02:372.8

ГРНТИ 14.85.35

## **ЭЛЕКТРОННЫЙ КОНСТРУКТОР СРЕДСТВ ПРОВЕРКИ УРОВНЯ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ НА ОСНОВЕ БАЗ ДАННЫХ**

## **THE ELECTRONIC KIT OF THE MEANS OF CHECK OF THE LEVEL OF SKILLS OF STUDENTS ON THE BASE OF DATA BANK**

*Анастасия Викторовна Красноногова,  
Екатерина Михайловна Попова*

Научный руководитель: О. В. Солнышкова, зав. кафедрой инженерной геодезии, канд. пед. наук

*Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет  
(Сибстрин), г. Новосибирск, Россия*

*Ключевые слова:* базы данных; конструктор задач и вопросов; матрица вопросов.

*Keywords:* database; educational kit of tasks and questions; matrix of questions.

*Аннотация.* Статья посвящена вопросам разработки автоматизированных средств и методов контроля знаний, которые требуются в повседневной работе преподавателя современного вуза. Рассмотрен один из путей решения поставленной задачи с использованием реляционной базы данных «Конструктор вопросов и задач». Описаны задачи, методика реализации конструктора, а также разработка пользовательского интерфейса на основе Delphi.

Изменения в системе образования и развитие информационных технологий требуют изменения подхода к средствам и методам контроля знаний. Необходимо создание более современной, гибкой системы, с помощью которой возможно формирование различных вариантов вопросов и заданий. При этом система должна содержать большое количество компонентов, быстро выполнять запросы пользователя и отличаться лаконичным, интуитивно понятным интерфейсом.

Для решения поставленной задачи студентами нашей творческой мастерской был разработан проект базы данных для кафедры инженерной геодезии «Конструктор задач и вопросов». В основу проекта лег архив экзаменационных и защитных вопросов, разработанных несколько лет назад и использующихся до сих пор.

Внедрение «Конструктора вопросов» должно было решить следующие задачи:

- 1) Перевод в электронный формат архива билетов и создание его резервной копии;
- 2) Создание программы, формирующей билеты к нескольким типам работ, с возможностью настройки определенных параметров;
- 3) Создание в электронном виде универсальной матрицы вопросов для проверки компетенций студентов.

Основой конструктора послужила база данных, созданная в СУБД Microsoft Access [1]. «Конструктор вопросов и задач» удовлетворяет реляционной модели данных, и представлен совокупностью таблиц с установленными между ними связями. Предметная область разбита на 3 таблицы: Тип работы, Тема работы, Вопросы. Универсальное отношение, с использованием процедуры нормализации, приведено к третьей нормальной форме, а именно: определен первичный ключ отношения, выявлены атрибуты, функционально зависящие от части составного ключа.

Для того, чтобы сделать доступ клиента к базе данных наиболее комфортным, а также защитить данные от нежелательного воздействия, был разработан пользовательский интерфейс на основе Delphi. Основной структурной единицей интерфейса является компонент. К визуальным компонентам относятся кнопки, списки или переключатели, а также собственно форма. Так как с помощью визуальных компонентов

пользователь управляет приложением, их также называют управляющими компонентами или элементами управления. Именно визуальные компоненты образуют пользовательский интерфейс приложения.

К невидимым компонентам относятся компоненты, выполняющие вспомогательные, но не менее важные действия, например, набор данных Table (данный компонент представляет собой записи таблицы базы данных).

Для связи с базой данных используется компонент ADOConnection, для составления SQL-запросов к базе применяется компонент ADOQuery. После формирования запроса с нужными пользователю параметрами, создается выборка из базы необходимых элементов, которые затем выводятся в окно программы.

Помимо выбора уже готовых вопросов из таблиц базы, предусмотрена возможность формирования более сложных вопросов на основе универсальной матрицы. Суть данной разработки в том, что в базу данных заносится двумерный массив, содержащий первую часть вопроса, и таблица, содержащая завершающую часть вопроса. Тип отношений между таблицами один ко многим.

Таблица 1

Универсальная матрица вопросов

Ознакомление	Понимание	Применение	Анализ	Синтез	Оценка
1. Назовите основные части...	8. Объясните причины того, что...	15. Изобразите информацию графически	22. Раскройте особенности	29. Предложите новый (иной вариант...)	36. Ранжируйте... и обоснуйте...
2. Сгруппируйте вместе все...	9. Обрисуйте в общих чертах шаги, необходимые для того, чтобы...	16. Предложите способ, позволяющий...	23. Проанализируйте структуру... с точки зрения...	30. Разработайте план, позволяющий (препятствующий)...	37. Определите, какое из решений является оптимальным для...
3. Составьте список понятий, касающихся...	10. Покажите связи, которые, на ваш взгляд, существуют между...	17. Сделайте эскиз рисунка (схемы), который показывает...	24. Составьте перечень основных свойств, характеризующих с точки зрения...	31. Найдите необычный способ, позволяющий...	38. Оцените значимость.. для...
4. Расположите в определенном порядке	11. Постройте прогноз развития...	18. Сравните... и ..., а затем обоснуйте...	25. Постройте классификацию на основании...	32. Придумайте игру, которая...	39. Определите возможные критерии оценки...
5. Изложите в форме текста...	12. Прокомментируйте положение о том, что...	19. Проведите (разработайте) эксперимент, подтверждающий...	26. Найдите в тексте (модели, схеме и т.п.) то, что...	33. Предложите новую (свою) классификацию...	40. Выскажите критические суждения о...
6. Вспомните и напишите...	13. Изложите иначе (переформулируйте) идею о том, что...	20. Проведите презентацию...	27. Сравните точки зрения... и ... на...	34. Напишите возможный сценарий развития...	41. Оцените возможности... для...
7. Прочитайте самостоятельно... и напишите обзор...	14. Приведите пример того, что (как, где)...	21. Рассчитайте на основании данных о...	28. Выявите принципы, лежащие в основе...	35. Изложите в форме... свое мнение (понимание)...	42. Проведите экспертизу состояния...

Применение «Конструктора вопросов» позволяет оптимизировать работу преподавателя, сформировать более гибкую и многопрофильную систему контроля, решить проблему совпадения билетов в разных группах и сформировать банк вопросов в электронном формате.

В перспективе планируется расширить возможности программы, разработать многоуровневую систему защиты, регистрацию для преподавателей, а также обеспечить возможность сохранения сформированных билетов и вопросов.

### **Литература**

1. База данных. Википедия. – [Электронный ресурс ] URL: <http://ru.wikipedia.org/?oldid=69534142> (дата обращения: 25.03.2015).
2. Мак-Дональд М. Access 2007. Недостающее руководство. – СПб.: Русская Редакция, БХВ-Петербург, 2007 – 586 с.
3. Баженова И. Ю. Delphi 7. Самоучитель программиста. – М.: ОЦ КУДИЦ-ОБРАЗ, 2003 – 448 с.
4. Когаловский М. Р. Энциклопедия технологий баз данных. – М.: Финансы и статистика, 2002. — 800 с.

УДК 33:002  
ГРНТИ 06.39.27

## **БЛОК ФОРМИРОВАНИЯ ОЦЕНОК В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ**

## **THE BLOCK OF FORMATION OF ESTIMATES IN THE AUTOMATED MONITORING SYSTEM OF KNOWLEDGE**

*Виктория Валерьевна Мурукова*

Научный руководитель: Е.В. Маликов, доцент

*Евразийский открытый институт, г. Москва, Россия*

*Ключевые слова:* программный продукт, контрольно-измерительные материалы, дистанционное обучение, информатика.

*Keywords:* software, control and measuring materials, distance education, computer science.

*Аннотация.* В настоящее время отмечается высокий уровень развития ИТ-технологий – все стремится автоматизироваться, а человек желает получить результат своей деятельности как можно быстрее, поскольку именно скорость коммуникаций является определяющей при удаленной работе или дистанционном обучении. Задача получения оперативной оценки знаний тестируемого становится не просто важной, но и определяющей в процессе получения конкурентных преимуществ на рынке образовательных услуг. В связи с этим, тесты превращаются из обыденных контрольно-измерительных материалов в элементы увлекательной интерактивной игры.

Поскольку Евразийский открытый институт не только ориентирован на очное образование, но и обращен к огромному массиву студентов, связывающихся с ЕАОИ в режиме удаленного доступа, вопросам дистанционного обучения у нас уделяется огромное внимание не только в практической, но и в общетеоретической плоскости.

В прошлом году в Евразийском открытом институте была разработана программа, опрашивающая студентов по ряду разделов курса «Информатика и ИКТ». Она была задумана, как часть более обширной системы тестирования и составила четыре блока (т.н. блоки формирования заданий). Три из этих блоков прошли апробацию, были выявлены их недочеты, но свою задачу они выполнили: позволили оценить способности студентов (их количественные характеристики) в области информатики, касающейся двоичного представления чисел в ЭВМ и арифметических операций над ними.

Нашей задачей явилось написание программного блока, формирующего оценку студентов. Данный блок не является специализированным, но может быть приложением к любому набору КИМ вне зависимости от предметной области – главное, чтобы результат тестирования выдавался в количестве правильных ответов за единицу времени.

*Таблица 1*

**Распределение верных ответов по блокам в испытательных замерах системы тестирования, разработанной студентом ЕАОИ Дмитрием Неверовым**

№	Перевод чисел $2 \leftrightarrow 8$ и $2 \leftrightarrow 16$	Перевод кодов	Сложение кодов
1	66	38	7
2	45	38	10
3	45	26	7
4	50	12	14

Таблица 1 отражает фрагмент результатов тестовых испытаний, которые были проведены над учащимися Евразийского открытого института по программе СПО в рамках курса «Информатика и ИКТ». В испытаниях участвовало  $n=16$  человек, было дано полчаса на каждый из разделов. Результаты тестирования показывают, что распределение знаний достаточно неравномерно для того, чтобы делать выводы лишь на основе подобного тестирования.

Рассматривая обучающую систему Дмитрия Неверова, мы пришли к выводу о необходимости автоматической оценки знаний обучающегося самой опрашивающей программой. Написать такую программу (блок формирования оценок) и стало нашей задачей. При этом приведенный в таблице массив информации был использован нами в качестве предварительной репрезентативной выборки, нуждающейся в уточнении.

При обработке данных предполагалось, что данная выборка в нужной нам степени отражает реальное распределение знаний, а для отсеивания случайностей удалили наибольшее и наименьшее значения при усреднении.

Мы также отдавали себе отчет и в том, что малое число предварительных данных может сыграть с нами злую шутку, если мы извлечем средние значения и зафиксируем их раз и навсегда по результатам опроса первых 16 учащихся. Поэтому нами было решено, что каждый новый тестируемый будет вносить уточнения в статистику распределения ответов. Для этого нами была разработана небольшая программа, формирующая оценку на основе анализа динамических данных.

Поскольку предполагается, что в качестве основной «площадки» для программной системы тестирования Неверова–Муруковой станет существующая в ЕАОИ обучающая среда ELMS, требования к блоку формирования оценок оказались чрезвычайно высоки:

- программа должна находиться в рабочей области ELMS;
- программа должна быть компактной;
- программа должна быть доступной для скачивания удаленным пользователем;
- программа не должна опираться на большой массив информации (статистику оценок);
- программа должна учитывать историю опросов.

Для того чтобы уточнить среднюю оценку, было принято решение опираться на следующие данные:

- количество опрошенных на момент очередного обращения;
- минимальное и максимальное количество ответов, показанное ранее;
- среднее значение.

Мы отдаем себе отчет в том, что наша программа (блок формирования оценок) не является многопользовательской, обновляются данные в момент обращения каждого тестируемого к файлу состояния: рассчитывается новое среднее значение с учетом данных тестируемого, оно записывается в файл, оно же сравнивается с текущим результатом опрашиваемого. Оценка формируется из сопоставления полученного испытуемым результата со значением пересчитанного среднего значения путем простого деления шкалы на равномерные участки (что может быть позже изменено на более тонкую систему оценивания).

В целом система оценки знаний может быть представлена в виде ряда блоков, как это показано на рисунке 1.

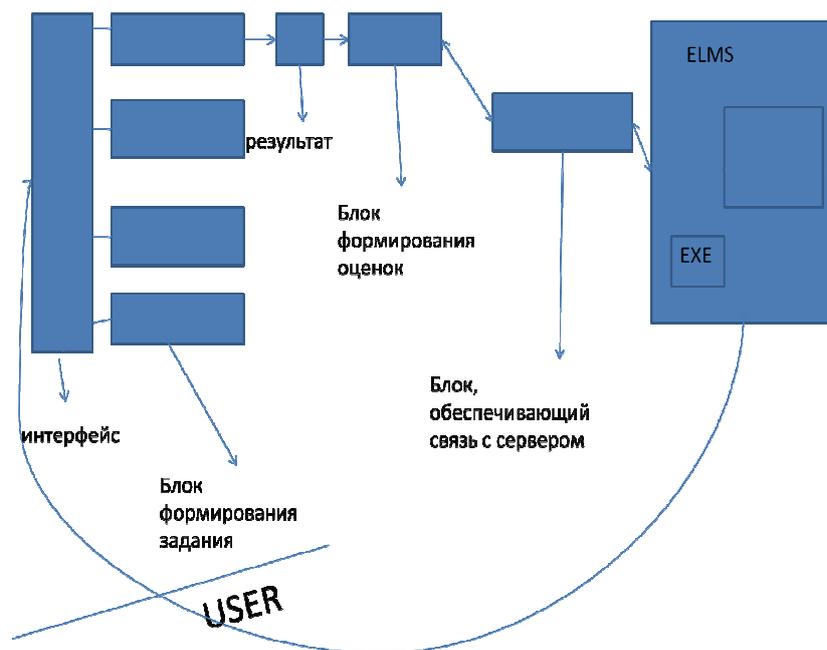


Рис. 1. Принципиальная блок-схема программной системы оценки знаний, в рамках существующей в ЕАОИ системы ELMS

Из всех блоков, которые приведены на рисунке 1, три – блоки формирования заданий – написаны Дмитрием Неверовым на языке C++, они выдают количество правильных ответов; нами разработан блок формирования оценок. Пока он реализован на языке Паскаль, поскольку не встраивается в существующую систему. Впереди – задача перевод всех блоков на один язык.

Отдельной задачей станет обеспечение сопряжения «клиента» с «сервером» в рамках существующей системы ELMS, однако этот пункт носит специфический характер, связанный именно с блоками формирования заданий и оценки.

В заключение следует добавить, что наш блок формирования оценки, оформленный в форме внешнего модуля (программной компоненты), может быть пригоден для любой системы, в которой оценка формируется из количества правильных ответов за единицу времени.

### Литература

1. Дороничева А.Д. Интернет и позиционирование личности в «деревне» Маршалла Маклюэна // XVIII Международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и образование». – Томск, 2014. – С. 136–140.
2. Неверов Д.С. Разработка практикума по двоичной арифметике для электронного обучения // XVIII Международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и образование». – Томск, 2014. – С. 154–157.

УДК 37:004  
ГРНТИ 14.01.85

## **РАЗРАБОТКА ТИПОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МОДЕЛИ УЧЕБНОГО ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ**

### **DEVELOPMENT OF STANDARD ELEMENTS OF MODEL OF EDUCATIONAL DIVISION**

*Антон Александрович Мытник*

Научный руководитель: Л. В. Горчаков, д.ф.-м.н., профессор кафедры информатики

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* модель управления учебным процессом, автоматизация, автоматизированные системы в образовании.

*Key words:* learning process management model, automation, automation systems in education.

*Аннотация.* Рассматриваются аспекты создания типовой модели бизнес-процессов учебного подразделения. В работе выдвигается гипотеза о повышении эффективности автоматизации бизнес-процессов учебного подразделения с помощью их моделирования в среде ARIS.

Современные университеты являются сложными организациями, которые, с точки зрения информационных технологий, имеют ряд специфичных проблем. Во многих отраслях народного хозяйства используются типовые модели бизнес-процессов такие, как управление цепочками поставок (SCOR), управление цепочками проектирования (DCOR), библиотеки инфраструктуры информационных технологий (ITIL), пользующиеся популярностью среди организаций, как частного, так и государственного сектора [1]. Можно предположить, что данный подход применим и для отрасли образования, а именно для автоматизации университета в частности.

В условиях постоянного развития системы образования современному университету приходится постоянно поддерживать соответствие требованиям министерства образования и вносить изменения в существующие процессы, что налагает относительно большие издержки (финансовые, организационные, ресурсные, временные). Исследование процессов организации позволяет оптимизировать деятельность и взаимодействие подразделений с целью сокращения издержек и выявить процессы, влияющие на показатели эффективности [2]. Применение типовой модели для автоматизации процессов позволит применить передовой опыт, избежав накладных расходов на исследования, проектирование и реализацию.

Цель настоящей работы состоит в исследовании передового опыта управления бизнес-процессами университета и создании элементов типовой модели бизнес-процессов учебного подразделения. Предлагаемая модель должна учитывать ключевые показатели эффективности деятельности университета.

В современной практике моделирования управленческой и производственной деятельности для обозначения объектов моделирования принят термин «бизнес-процесс». Процессный подход к управлению вытесняет функциональный и все чаще применяется в некоммерческой сфере, демонстрируя примеры успешного внедрения [3].

Для формального описания бизнес-процессов существует несколько методик, описывающих последовательность мероприятий по созданию модели бизнес-процессов с применением установленной нотации. Для моделирования и анализа бизнес-процессов получили широкое распространение методики, базирующиеся на стандартах, общепринятых подходах, разработках производителей специализированного программного обеспечения, среди которых можно выделить стандарты и методики консорциума OMG.

Учебный процесс в университете регламентируется и управляется на основе федерального государственного стандарта высшего профессионального образования, учебного плана установленного образца, и прочими нормативно-правовыми документами.

Механизмом выполнения учебного процесса является факультет (деканат), кафедры и учебные отделы (учебное управление). Деканат организует студентов, разделяя их по курсам и группам. Курс объединяет все студенческие группы одного периода обучения на факультете. Группа состоит из студентов одного курса, обучающихся по одному направлению. Деканат, в соответствии с учебным планом, организует проведение сессий, осуществляет текущий контроль, регистрирует все виды отчетности, составляет рейтинговые показатели и заносит информацию о студентах в информационную систему.

С точки зрения процессной методики моделирования, работы по сбору итоговых оценок (экзаменов, зачетов) представляют собой бизнес-процесс «Сбор показателей успеваемости», который запускается при наступлении события «Наступление плановой даты». Входными документами являются «Учебная ведомость» и «Учебный план». Процесс исполняется за установленное время, по окончании которого происходит оценка результатов и принятие управленческих решений о продвижении студента по траектории обучения.

Для создания модели бизнес-процессов была выбрана система моделирования ARIS. Ее методическую основу составляет совокупность

методов моделирования, отражающих основные аспекты исследуемой системы. Одна и та же модель может разрабатываться с использованием нескольких методов, что позволяет использовать ARIS специалистами с различными теоретическими знаниями и настраивать ее на работу с системами, имеющими свою специфику [4].

На рисунке 1 изображён пример бизнес-процесса «Сессия». Данный бизнес-процесс подлежит реализации в бизнес-логике информационной системы деканата. Диаграмма, представляющая данный бизнес-процесс, создана с использованием программного обеспечения ARIS.

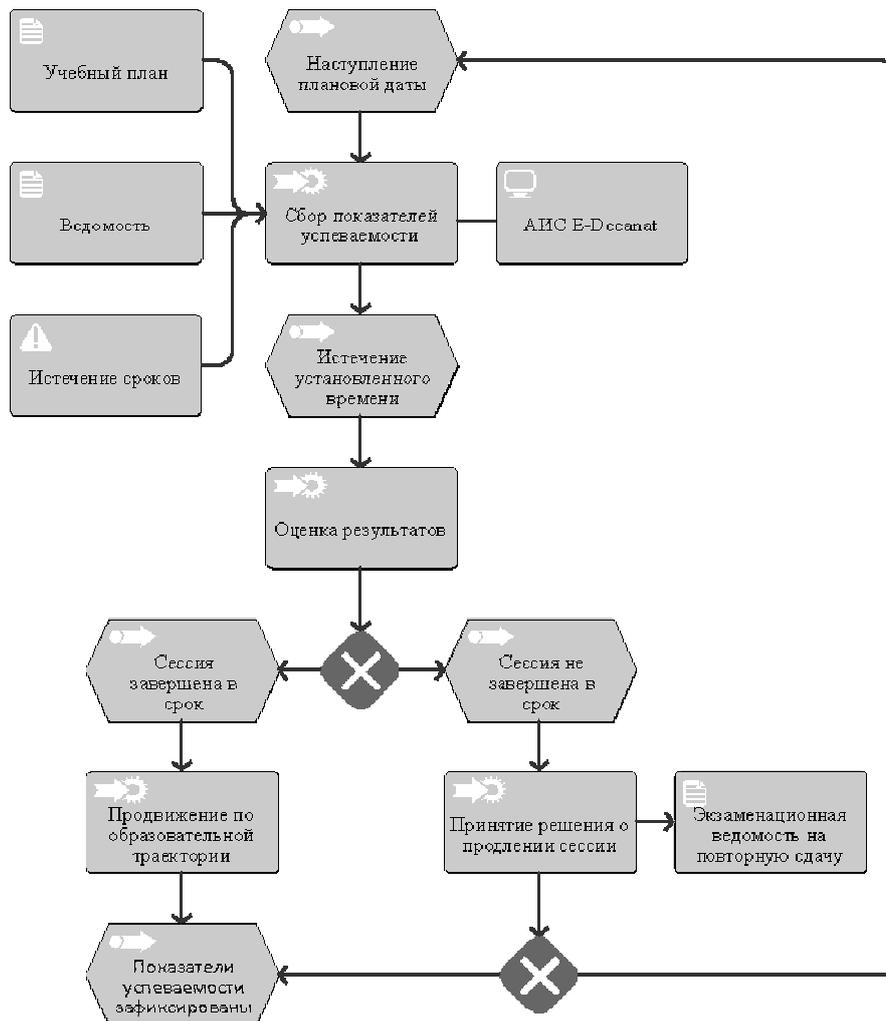


Рис. 1. Пример низкоуровневого процесса «Сессия» в нотации eEPC

Единица работы «Сбор итоговых экзаменов и зачётов» подлежит автоматизации в информационной системе.

На рисунке 1 показаны входные документы единицы работы: «Учебный план» и «Ведомость». Им сопоставляются одноименные классы предметной области, для которых определяются нужные атри-

буты. Экземпляр класса «Ведомость» создается на основе данных, полученных из экземпляра класса «Учебный план». После создания ведомости в нее вносятся установленные значения оценок. После этого ведомость передается на обработку сервису «сбор показателей успеваемости», который проверяет установленные временные рамки. По решению пользователя сервис может генерировать ведомость на передачу учебной дисциплины.

На рисунке 2 представлена диаграмма UML, изображающая структуру и взаимосвязь классов, используемых при сборе данных об успеваемости. Класс «SessionService» реализует выполнение единицы работы «Сбор показателей успеваемости». Представленная диаграмма классов была реализована на языке программирования Java с использованием технологии Java SE и интегрирована в АИС E-Decanat 2.0.

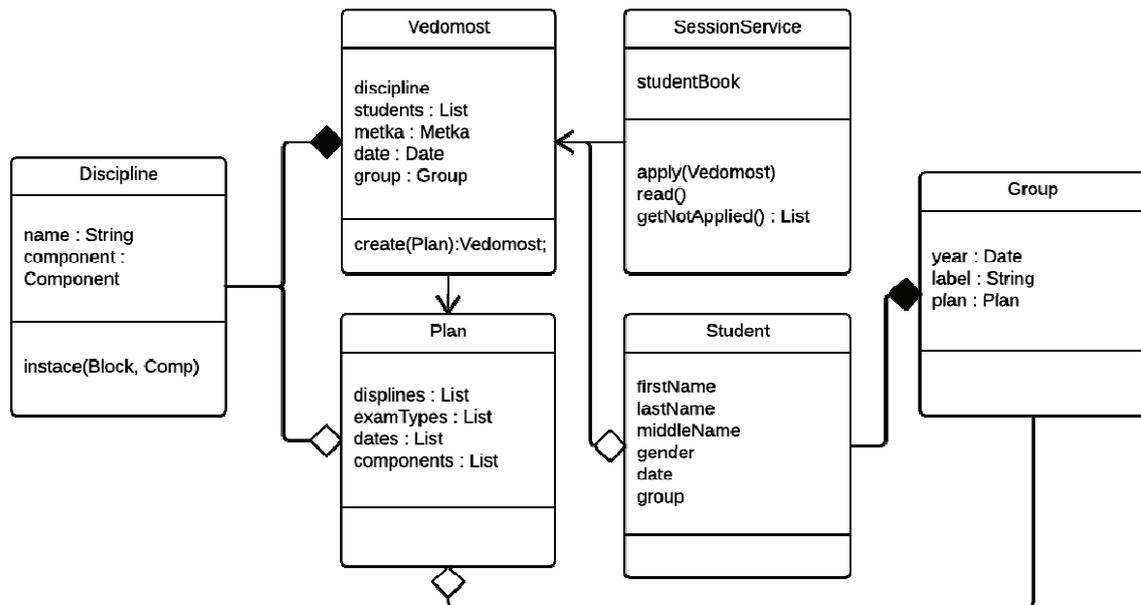


Рис. 2. Диаграмма UML реализации сбора показателей успеваемости

Таким образом, созданная модель бизнес-процесса имеет практическое значение, так как с одной стороны помогает осуществить предварительное моделирование информационной системы, а с другой стороны, является одним из этапов создания типовой модели бизнес-процессов университета. Реализация выполнения единицы работы «сбор показателей успеваемости» может быть повторно использована при создании корпоративной информационной системы университета.

В дальнейшем предполагается определить показатели эффективности деканата, и связать их с исполнением бизнес-процессов. На основе

предложенной модели автоматизации разработаются методы расчёта показателей эффективности деятельности учебного подразделения в условиях нарастающего информационного потока, которые будут реализованы в информационной системе E-Decanat 2.0.

### **Литература**

1. Репин, В.В. Бизнес-процессы. Моделирование, внедрение, управление. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013. – 512 с.
2. Мытник, А.А. Клишин А.П. Опыт внедрения информационной системы E-Decanat 2.0 для автоматизации управления учебным процессом в ТГПУ // Вестник ТГПУ, 2013. Вып. 1 (129). – С. 189-192.
3. Ходжаян, Е.Г. Процессный подход к управлению организационным развитием в некоммерческом секторе культуры и искусства // Современные проблемы науки и образования, 2013. Вып. 5. – 385 с.
4. Шеер А. ARIS – моделирование бизнес-процессов. – М.: Вильямс, 2009. – 182 с.

УДК: 004.4.51  
ГРНТИ: 50.35.37

## **ПРОГРАММИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫМИ РОБОТАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОС ANDROID**

### **CONTROL PROGRAMMING MOBILE ROBOT WITH ANDROID OS**

*Одинаев Рахмонали Саидмухторович*

Научный руководитель: Нетесова О. С., ст. преп. каф. информатики

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* android, разработка приложений.

*Keywords:* android, application development.

*Аннотация.* В статье описываются основные преимущества ОС Android и приводятся примеры использования приложений разработанных на базе ОС Android для управления мобильными роботами.

Операционная система Android – это мобильная операционная система (ОС), основанная на ядре Linux, разработанная группой инженеров в Пало-Альто, Калифорния, в октябре 2003 года. ОС Android предназначена для управления сервисами мобильных устройств, таких как смартфоны и планшетные компьютеры, со специализированным сенсорным пользовательским интерфейсом. Данная операционная система использует сенсорные входы для манипулирования объектами на экране и виртуальную клавиатуру.

Количество использующих планшеты и смартфоны ежегодно растет в геометрической прогрессии. Постепенное распространение де-

шевого и доступного интернета во всех уголках света означает одно: все чаще люди начинают пользоваться мобильными сервисами.

К началу 2013 года 70% смартфонов пользователей со всего мира было оборудовано ОС Android. Широкая линейка продукции от мировых брендов Samsung, Acer, HTC и др. в различных ценовых категориях способствует распространению смартфонов на базе Android среди всех слоев населения.

ОС Android на данный момент самая популярная мобильная система. Популярность этой системы заключается в том, что Google распространяет ее бесплатно. Огромное количество производителей мобильной техники предпочитают именно ее. Гибкость это одно из основных преимуществ операционной системы перед другими [1].

Главными производителями программного обеспечения (операционных систем), на сегодняшний момент, для мобильных устройств являются компании Google и Apple. Огромное количество пользователей со всех углов земного шара приобретают устройства, основанные, в основном, на этих двух платформах. Проведем сравнительный анализ этих двух операционных систем (табл. 1).

Таблица 1

**Сравнение операционных систем Android и iOS**

Критерий сравнения	Android	iOS
<b>Интерфейс</b>	Пользователь ОС Android может управлять иконками, которые могут быть без труда перемещены при необходимости с одного рабочего стола на другой с возможностью увеличения или уменьшения их размера. Виджеты устроены так что их можно упорядочить на рабочем столе, таким образом, как удобно пользователю.	iOS не имеет такой возможности. Все виджеты находятся в специальном меню, и только лишь войдя в него можно их открыть. Иконки на рабочий стол невозможно установить.
<b>Многозадачность</b>	У Android имеется в наличии немало возможностей. Можно просмотреть перечень приложений, которые не так давно использовались, выключить неиспользуемые и т. д. Android приложения могут выполняться в мультизадачном режиме. Они продолжают свою службу даже «на заднем» плане, т.е. в свернутом виде.	Нет такой возможности
<b>Потребление энергии батареи</b>	Значительное потребление энергии. Быстрая разрядка батарей.	Приложения закрываются и никак не употребляют энергию, заряд батареи расходуется не в такой мере.
<b>Кастомизация</b>	Имеется много возможностей подбора персонального профиля от дизайна до сигналов звонка.	Так же есть множество возможностей подбора персонального профиля – от дизайна до сигналов звонка. Однако не имеется возможности опции иконок рабочего стола.
<b>Приложения</b>	Богатое многообразие различных приложений и рабочих программ	Богатое многообразие различных приложений и рабочих программ

<b>Обновления</b>	Android имеет некие ограничения. Обновления не постоянно бывают доступны для определенных моделей устройств.	Обновления iOS более регулярны и одновременно с этим доступны для всех устройств, независимо от их модели и года выпуска.
<b>Язык программирования</b>	Java	Swift Objective-C
<b>Среда выполнения</b>	Виртуальная машина (Dalvik, ART)	Нативный код и библиотека Cocoa
<b>Стандартные библиотеки</b>	Android SDK	iOS SDK

Сравнительный анализ приведенный в таблице 1 позволяет выявить преимущества ОС Android перед iOS:

1. Открытость ОС Android. Предусмотрен прямой обмен файлами, возможность установки программ не из магазина или карты памяти, установка дополнительных приложений от сторонних разработчиков.

2. Цена гаджетов на ОС Android, доступна большему числу пользователей.

3. Скорость работы ОС Android находятся на одном уровне с другими операционными системами.

4. Использование стандартных интерфейсов упрощает коммутацию с другими устройствами и легкость в освоении пользователями.

Одним из направлений разработки приложений на базе ОС Android является управление мобильными моделями роботов, разработанных с помощью комплектов LEGO Mindstorms. Оно связано с реализацией проекта «Образовательная робототехника для школьников», который становится приоритетным направлением во многих учебных заведениях среднего общего и дополнительного образования г. Томска и России в целом. Главная цель проекта: создание образовательной системы, позволяющей стимулировать мотивацию учащихся к техническому творчеству, развитию интереса к современным техническим достижениям.

Приложения, разработанные под ОС Android, позволяют учащимся с большей легкостью осваивать навыки управления моделями роботов, развивать способности к моделированию и конструированию мобильных роботов.

Разработка программного обеспечения для платформы ОС Android комфортна благодаря тому, что она обладает доступной базой знаний, которая поддерживается активным сообществом разработчиков, где имеется много программного кода с полезными примерами для начального изучения. Используя аппаратно-независимую платформу NXT, любой пользователь имеет возможность спроектировать устройство, работающее на ОС Android или создать программное приложе-

ние (anapp), обладающее безграничным доступом к разным ресурсам ОС и, таким образом, позволяющее разработчику добавлять возможности или изменять имеющиеся функции в соответствие с своими задачами.

### **Литература**

1. Проблема выбора операционной системы Android или Ios. сравнительный анализ операционных систем. [Электронный ресурс] – URL: [http://www.iupr.ru/domains\\_data/files/zurnal\\_10/Repina%20Polshakova%20Informacionnye%20i%20kommunikativnye%20tehnologii.pdf](http://www.iupr.ru/domains_data/files/zurnal_10/Repina%20Polshakova%20Informacionnye%20i%20kommunikativnye%20tehnologii.pdf) (дата обращения: 12.04.2015).
2. Сайт «Позитив». Компьютерная помощь. Сравнение IOS и Android. [Электронный ресурс] – URL: <http://pozitive.org/blog/sravnenie-ios-i-android.html> (дата обращения: 02.03.2015).
3. Энциклопедия роботов LegoMindstorms. Программы управления мобильных устройств. [Электронный ресурс] – URL: [http://robofoot.ru/index.php/Lego\\_Mindstorms\\_Программы\\_управления\\_с\\_мобильных\\_устройств](http://robofoot.ru/index.php/Lego_Mindstorms_Программы_управления_с_мобильных_устройств) (дата обращения: 02.03.2015).

УДК 512.7+519.7  
ГРНТИ 27.17

## **ДЕМОНСТРАЦИЯ АЛГОРИТМА ШИФРОВАНИЯ RSA В КОМПЬЮТЕРНОЙ АЛГЕБРЕ MAXIMA**

## **DEMONSTRATION RSA ENCRYPTION ALGORITHM BY MEANS THE COMPUTER ALGEBRA MAXIMA**

*Николай Александрович Стахин, Ахком Абдухамидович Бокиев*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* криптографическая система, взаимно простые числа, компьютерная алгебра Maxima.

*Keywords:* cryptographic system, relatively prime numbers, computer algebra Maxima.

*Аннотация.* Представлена демонстрация алгоритма шифрования RSA на конкретном примере с выбором открытого и закрытого ключей. Исходное сообщение зашифровано первым ключом, а расшифровано вторым ключом, ответ зашифрован вторым ключом, а расшифрован первым ключом. Рассмотрены вопросы криптостойкости системы RSA. Демонстрация работы алгоритма выполнена в среде компьютерной алгебры Maxima.

Алгоритм шифрования RSA получил своё название в честь создателей алгоритма – учёных из Массачусетского технологического института (R. Rivest, A. Shamir and L. Aldeman). Алгоритм RSA используется как для защиты информации путём шифрования, так и для удостоверения документов по системе электронной цифровой подписи.

После опубликования алгоритма в 1978 году его создатели основали компанию RSA Data Security, которая выпускала RSA-чипы для криптографической защиты сообщений [1].

Криптография является одним из наиболее известных эффективных способов защиты конфиденциальной информации, среди других способов сокрытия информации от посторонних упомянем стеганографию как искусство скрытого письма, когда пытаются скрыть сам факт наличия сообщения. Стеганография была известна в древней Греции. Криптографию использовал Юлий Цезарь – политик и полководец древнего Рима, который для передачи своих сообщений придумал собственный шифр.

В прошедшем XX веке криптография ввиду отсутствия средств шифрования использовалась, в основном, в военных целях. Однако сейчас, по мере перехода к информационному обществу, криптография становится одним из основных инструментов, обеспечивающих защиту персональных данных клиентов банков, целостность пересылаемых электронных документов, конфиденциальность электронной почты, защиту электронных платежей, корпоративную безопасность работников множества фирм и организаций. Алгоритм RSA используют большинство программ на рынке информационной безопасности. Впрочем, некоторые программы, например Скайп, используют свои средства шифрования и обеспечения защиты информации.

Алгоритм шифрования RSA относится к асимметричным алгоритмам, имеющим два разных ключа шифрования, один из которых является открытым (public), а другой – закрытым, секретным (private). Криптографические системы, использующие открытый ключ, лежат в основе сетевых протоколов https, ssl и других.

В основе работы алгоритма RSA лежит использование так называемых односторонних функций, позволяющих легко и просто рассчитать значение функции (чтобы зашифровать сообщение), но не позволяющих по значению функции однозначно найти значение аргумента ввиду отсутствия взаимобратной функции.

Процедура шифрования RSA состоит в том, что число  $m$ , которым представлено исходное сообщение (например, строка кодов текста), возводится в степень  $e$  (открытый ключ) и результат делится на целое число  $n$  (также известное), называемое модулем шифра. Таким образом, при шифровании используется пара чисел  $\{e, n\}$ , называемая открытым ключом, с помощью этой пары вычисляется остаток от деления  $c = m^e \pmod{n}$ , который пересылается как шифрограмма. Однако перехват шифрограммы  $c$  и знание способа шифрования (возведение в известную степень  $e$ ) не даёт возможности однозначно угадать сооб-

щение (число  $m$ ) по двум причинам. Во-первых, из-за того, что все числа  $c$ ,  $m$  и  $e$  – «длинные» и требуют для выполнения операций над ними очень много времени, и, кроме того, в шифрограмме содержится только часть числовой информации в виде остатка деления, но нет целой части дроби.

При расшифровке выполняется процедура, аналогичная шифрованию: число  $c$ , содержащееся в шифрограмме возводится в степень  $d$ , и результат делится на модуль шифра  $n$ . Получателю предоставляется число  $s$ , которое находится как остаток деления  $s=c^d \pmod{n}$ . При правильной работе алгоритма шифрования RSA результат дешифровки  $s$  совпадает с сообщением  $m$ . Отсюда находим, что длина исходного сообщения  $m$  не должна превышать  $n$  – модуля шифра, а для передачи более длинных сообщений оно должно быть разбито на отдельные блоки, каждый длиной не более  $n$ .

Кроме того, приравняв результат дешифрования  $s$  сообщению  $m$ , находим  $s=c^d \pmod{n}=(m^e)^d \pmod{n}=m^{ed} \pmod{n}=m$ , откуда замечаем, что в арифметике с остатками произведение чисел  $d$  и  $e$  соответствует единице:  $de=1$ . Но это формально и не строго. Строгое равенство  $s=m$ , согласно доказательству Эйлера, возможно в том случае, если произведение чисел  $d$  и  $e$  удовлетворяет соотношению  $de=1 \pmod{\varphi(n)}$ , где  $\varphi(n)$  – мультипликативная функция Эйлера.

Мультипликативная функция Эйлера  $\varphi(x)$  равна количеству натуральных чисел, не превосходящих аргумента и взаимно простых с ним. Если аргументом функции  $\varphi(x)$  является простое число, то  $\varphi(p)=p-1$ , где  $p$  – простое число, поскольку  $p$  – простое и не имеет делителей и существует  $p-1$  число меньших аргумента.

Для осуществления шифрования RSA модуль шифра  $n$  должен иметь только два делителя. По этой причине длину модуля шифра  $n$  необходимо выбирать как произведение двух очень больших чисел  $n=pq$ , где  $p$  и  $q$  – простые числа, называемые криптографическими ключами. Чем больше величина простых чисел  $p$  и  $q$ , тем труднее их подобрать простым перебором и тем выше криптостойкость системы. Российский ГОСТ Р 34.10-2012 предусматривает, что длина секретного ключа в сеансе шифрования должен быть более 256 или 512 бит, а размер простых чисел используемых при формировании цифровой подписи должен составлять не менее 254 бит.

Чтобы в деталях разобраться в работе алгоритма шифрования RSA будем использовать стандартные функции компьютерной алгебры Maxima [2, 3], позволяющие мгновенно выполнять все вычисления с большой точностью. При демонстрации будем использовать очень большие значения открытого и закрытого ключа и модуля шифра  $n$ .

Далее на листинге 1 использованы две функции алгебры Maxima `prev_prime(x)`; `next_prime(x)`;

позволяющие генерировать простые числа, не превосходящие и превосходящие, значение аргумента  $x$ , соответственно. С помощью указанных функций переменным  $p$  и  $q$  присвоены значения, являющиеся простыми числами. Двоичная запись чисел  $p$  и  $q$  превосходит 1200 бит, так как в качестве аргумента мы указали двойку в степени большей 1200.

Далее в команде (%i4) использована логическая функция `primer(x)`, которая трижды запустила тест на определение простоты чисел  $p$ ,  $q$  и  $n$ . Как видим из ответов (%o4)-(%o6) числа  $p$  и  $q$  действительно простые, а модуль шифра  $n$  – число не простое, а составное. Попутно укажем на следующий парадоксальный результат: оказывается, Maxima в состоянии проверить, является ли исследуемое большое число простым, но определить делители большого числа за приемлемое время не может.

Парадокс объясняется тем, что в работе теста простоты выясняется лишь факт наличия или отсутствия делителей числа, а сами делители числа не вычисляются. Эффективный алгоритм поиска делителей большого числа отсутствует. Далее мы задали командой (%i7) найти делители нашего модуля шифра  $n$  с помощью функции

`divisors(n)`;

но это, как видим, не дало результат, а привело к ошибке. Делители числа  $n$  оказались слишком большими, поэтому у Maxima не хватило ресурсов, чтобы решить задачу

```
(%i1) /* генерируем два больших простых
      числа длиной более 1200 бит
      и модуль шифра n=pq */
      p: prev_prime(2^1201);
      q: next_prime(2^1202);
      n: p*q;
(%o1) 344369589127715012361347553921[302 digits]410637828871827022282072522601
(%o2) 688739178255430024722695107842[302 digits]821275657743654044564145047431
(%o3) 237180827831982507296650955284[664 digits]184680695462345567722964488031

(%i4) /* можно убедиться в том, что числа
      p и q простые, а n - число составное */
      primer(p);
      primer(q);
      primer(n);
(%o4) true
(%o5) true
(%o6) false
```

```
(%i7) /* найти делители числа n
      не удаётся */
      divisors(n);
```

Maxima encountered a Lisp error:

```
Error in MACSYMA-TOP-LEVEL [or a callee]: Contiguous blocks exhausted
Currently, 1452 pages are allocated.
Use ALLOCATE-CONTIGUOUS-PAGES to expand the space.
Automatically continuing.
To enable the Lisp debugger set *debugger-hook* to nil.
```

### Листинг 1

Теперь нам нужно определиться с ключами  $e$  и  $d$ . Пара чисел  $e$  и  $d$  может быть выбрана в известной мере произвольно, при условии, что произведение этих чисел при делении на функцию Эйлера  $\varphi(n)$  в остатке даёт единицу

$$de = 1 \pmod{\varphi(n)}, \quad (1)$$

где в рассматриваемом случае  $\varphi(n)=\varphi(p \cdot q)=\varphi(p) \cdot \varphi(q)=(p-1) \cdot (q-1)$ , так как  $\varphi(n)$  – функция мультипликативная и  $p$  и  $q$  – простые числа.

При практическом выборе ключей шифрования – чисел  $e$  и  $d$  – в качестве значения  $e$  берут такое число взаимно простое с  $\varphi(n)$ , чтобы двоичная запись этого числа по возможности содержала небольшое число единиц (для увеличения скорости шифрования, выполняемого компьютером над двоичными числами). Хорошими кандидатами на роль открытого ключа  $e$  являются числа 17, 257 и 65537, двоичная запись которых содержит всего две единицы ( $17=10001_2$ ,  $257=100000001_2$ ,  $65537=100000000000000001_2$ ).

Для проверки того факта, что выбранное значение открытого ключа  $e$  является взаимно простым с  $\varphi(n)$  будем использовать функцию Maxima

$$\text{gcd}(e, \text{fi}),$$

которая рассчитывает наибольший общий делитель (greatest common divisor) для своих двух аргументов, для взаимно простых чисел  $x$ ,  $y$  функция  $\text{gcd}(x, y)$  возвращает единицу.

Чтобы вычислить значение секретного ключа  $d$ , по выбранному значению открытого ключа  $e$  в Maxima имеется функция

$$\text{inv\_mod}(e, \text{fi}),$$

которая возвращает такое обратное  $e$  по модулю  $\text{fi}$  целое число, что его произведение на число  $e$  по модулю числа  $\text{fi}$  равно единице. Впрочем, Maxima может вернуть *false*, если искомое специфическое число не найдено. Далее (см. листинг 2) вследствие того, что значение открытого ключа оказалось взаимно простым со значением функции Эйлера  $\text{fi}$ , функция  $\text{gcd}()$  вернула 1 и значение закрытого ключа считала успешно.

```

(%i8) /* пусть значение ключа e равно 65537,
      вычисляем значение функции Эйлера
      fi=(p-1)(q-1) и проверяем, взаимную
      простоту e и fi, рассчитываем d */
      e: 65537; fi: (p-1)*(q-1);
      gcd(e,fi); d: inv_mod(e,fi);
(%o8) 65537
(%o9) 237180827831982507296650955284[664 digits]952767208846864500876746918000
(%o10) 1
(%o11) 513541350219850127186089850846[663 digits]196633454285930196185987133473

```

#### Листинг 2

Пусть условно наше сообщение – это число 221133123456789977554321. Далее при шифровании и расшифровке мы используем одну и ту же функцию `Maxima`

`power_mod(a,b,n)`,

которая возводит число  $a$  в степень  $b$ , делит результат на число  $n$  и возвращает остаток деления. В согласии с приведённым выше описанием системы при шифровании используем степень  $e$ , при расшифровке –  $d$ .

```

(%i12) /* переменной text присваиваем значение сообщения */
      text: 221133123456789977554321;
      /* шифруем сообщение, используя ключ e*/
      c: power_mod(text,e,n);
(%o12) 221133123456789977554321
(%o13) 191217788495175083170662267573[664 digits]016124517506620416797638455237

(%i14) /* дешифруем сообщение */
      s: power_mod(c,d,n);
(%o14) 221133123456789977554321

```

#### Листинг 3

Теперь покажем, что ключи  $e$  и  $d$  равноправны. Пусть получатель сообщения отправляет ответ в виде числа: 5554445558899662211. Зашифруем ответ закрытым ключом  $d$  и расшифруем с помощью открытого ключа  $e$  (листинг 4).

```

(%i15) /* записываем ответ в переменную ans */
ans: 5554445558899662211;
/* шифруем ответ закрытым ключом */
ss: power_mod(ans,d,n);
/* отсылаем ответ в виде ss */
/* полученный ответ дешифруем открытым ключом e */
o: power_mod(ss,e,n);
(%o15) 5554445558899662211
(%o16) 146255815691230927210501853448[663 digits]142675624315056830972366813585
(%o17) 5554445558899662211

```

#### Листинг 4

Рассмотрим проблемы взлома алгоритма шифрования RSA с помощью компьютерной алгебры Maxima. Сгенерируем одно простое число ( $q$ ) большим, длиной более 512 бит, удовлетворяющим ГОСТу, а другое простое число ( $p$ ) относительно небольшим, порядка 16 цифр, длиной 50 бит. Найдём произведение и попробуем найти его делители. С этой задачей, как видим из листинга 5, Maxima успешно справилась. Из полученного результата заключаем, что использование в RSA небольших по величине криптографических ключей может привести к взлому. Требования ГОСТа на длину простых чисел, используемых при генерации модуля шифра, нарушать не следует.

```

(%i1) /* генерируем два простых числа
      р длиной не более 50 бит
      q длиной не менее 512 бит
      и модуль шифра n=pq */
p: prev_prime(2^50);
q: next_prime(2^512);
n: p*q;
(%o1) 1125899906842597
(%o2) 134078079299425970995740249982[95 digits]882811946569946433649006084171
(%o3) 150958496992858033981521098738[110 digits]409814448342314908567430232087

(%i4) /* ищем делители числа n */
divisors(n);
(%o4) {1, 1125899906842597,
134078079299425970995740249982[95 digits]882811946569946433649006084171,
150958496992858033981521098738[110 digits]409814448342314908567430232087}

```

#### Листинг 5

Однако, как мы покажем далее на конкретном примере в листинге 6, сами по себе большие по величине значения криптографических ключей  $p$  и  $q$  не обеспечивают криптостойкость системы, если они близки по величине, хотя ГОСТ на близость величин  $p$  и  $q$  никаких ограничений не накладывает. Более того, руководства как раз и рекомендуют брать близкие, хотя и не совпадающие по значению величины [2].

В следующем примере используются простые числа  $p$  и  $q$  примерно одного порядка, однако в обыденном понимании их нельзя назвать близкими, потому что разность чисел превышает миллион. Двоичная запись модуля шифра  $n$  составляет 2050 бит, и, тем не менее, мы нашли делители этого вполне произвольно выбранного большого числа с помощью собственной небольшой программы, работающей в среде компьютерной алгебры Maxima. Отметим, что знание делителей модуля шифра позволяет взломщику найти значение мультипликативной функции Эйлера и узнать (рассчитать самому) секретный ключ, необходимый для расшифровки сообщений.

```
(%i1) /* генерируем два простых числа
      р длиной не менее 1025 бит
      q длиной не менее 1025 бит
      рассчитываем модуль шифра n=pq */
      p: prev_prime(2^1025);
      q: next_prime(2^1025+10^6);
      n: p*q;
      /* рассчитаем разность q-p */
      q-p;
(%o1) 359538626972463181545861038157[249 digits]959432609670712659248448271759
(%o2) 359538626972463181545861038157[249 digits]959432609670712659248449274613
(%o3) 129268024285244029202859506754[558 digits]512200187466716045377043554267
(%o4) 1002854
      (%i5) /* длину мантиссы чисел увеличим до 700 */
      fpprec: 700;
(%o5) 700

      (%i6) /* программа поиска делителей */
      nf: bfloat(n)$ ns: sqrt(nf)$ nsr: round(ns)$
      n1: prev_prime(nsr)$
      block([i], for i: 1 step 1 thru 20000 do
      (if gcd(n,n1)=1 then n1: prev_prime(n1) else i: 20001),
      if gcd(n,n1)#1 then (print("p=",n1), n2: n/n1,
      print("q=",n2),set_display(ascii),
      print("fi=",(n1-1)*(n2-1),true)));
p= 359538626972463181545861038157[249 digits]959432609670712659248448271759
q= 359538626972463181545861038157[249 digits]959432609670712659248449274613
fi= 12926802428524402920285950675467980784177641067886193612852138171009862055\
547156357278880564609165385475487184368759207797647823660196368438035260954579\
313248252350946920398436700079100155860842718423055353627027310716887457047902\
464735237735390468188232658340814522017155030356616426323443020959649572190072\
959497035253174076840062778563946444617357550619731661260429328790512885492130\
256760579430235996103378440612486205267900788766659614145631815308537148497206\
438910006658479288514435952808044673221264057533415569307685307047497008958720\
4586942385817072403430419612942692216288132715593334968125290726880146007896
true
```

Листинг 6

В качестве результатов работы программа кратко напечатала делители  $n_1$  и  $n_2$ , которые помечены как " $p$ " и " $q$ ", и полное значение функции Эйлера  $f_i = \varphi(n)$ . Рассчитанные делители, как видим из листинга 6, соответствуют ответам %o1 и %o2.

### Литература

1. RSA [Электронный ресурс]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/RSA>.
2. Маевский, Е.В., Ягодовский, П.В. Компьютерная математика. Высшая математика в СКМ Maxima. Часть I. Введение. М.: Финансовый университет [Электронный ресурс]. – URL: [http://e-math.ru/maxima/Math\\_in\\_Maxima\\_526\\_20130411.pdf](http://e-math.ru/maxima/Math_in_Maxima_526_20130411.pdf)
3. Стахин, Н.А. Основы работы с системой аналитических (символьных) вычислений Maxima. [Электронный ресурс]. – URL: <ftp://ftp.altlinux.ru/pub/people/black/MethodBooks/Maxima.pdf>

УДК 512.7+519.7

ГРНТИ 27.17.23

## ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ АЛГЕБРЫ MAXIMA В КУРСЕ «ОСНОВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ»

### STUDY OPPORTUNITIES COMPUTER ALGEBRA MAXIMA IN THE COURSE «FUNDAMENTALS OF MATHEMATICAL PROCESSING OF INFORMATION»

*Николай Александрович Стахин, Парвиз Курбоналиевич Рахмонов*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* простое число, простые числа-близнецы, числа Мерсенна, совершенные числа, программирование в Maxima.

*Keywords:* prime number, twin prime, Mersenne prime, perfect numbers, programming in Maxima.

*Аннотация.* В среде компьютерной алгебры Maxima на конкретных примерах рассмотрена работа со списками и множествами, сформулированы и решены задачи теории чисел о создании списков: простых чисел, совершенных чисел, простых чисел-близнецов, чисел Мерсенна и двойных чисел Мерсенна. Используются оператор цикла, блок, условный оператор.

Компьютерная алгебра Maxima обладает почти безграничными возможностями при работе с числами и символьными выражениями, умеет строить двумерные, трёхмерные и анимированные графики [1, 2]. В настоящей работе мы рассмотрим лишь небольшое число задач, решаемых теорией чисел. Специфика нашего выбора объясняется тем, что формулировка рассматриваемых задач характеризуется простотой и лаконичностью и удивительной способностью всех задач теории чи-

сел, стимулировать креативное желание создать красивое, краткое достойное решение. Что называется «не хлебом единым жив человек».

*Задача 1. Создать список простых чисел из произвольного диапазона.*

При решении задачи в компьютерной алгебре Maxima нам понадобятся функции

`primep(x)`, `makelist(Выражение, индекс, начЗнач, конЗнач)`

и условный оператор: `if Условие then ОператорТогда else ОператорИначе`,

где `primep(n)` – логическая функция, возвращающая *true*, если аргумент *x* – простое число и *false* в противном случае, *Выражение* может быть функцией *Индекса*, пробегающего от начального значения *начЗнач* до конечного значения *конЗнач* с шагом 1, условный оператор **if ... then ... else** полностью эквивалентен условному оператору языка программирования Pascal: если *Условие* имеет значение *true*, то выполняется *ОператорТогда*, иначе выполняется *ОператорИначе*, см. листинг 1.

Листинг 1

```
(%i1) makelist(if primep(2*n-1) then (2*n-1) else "-",n,2,100);
(%o1) [3,5,7,-,11,13,-,17,19,-,23,-,-,29,31,-,-,37,-,41,43,-,47,-,-,53,-,
-,59,61,-,-,67,-,71,73,-,-,79,-,83,-,-,89,-,-,-,97,-,101,103,-,107,109,-,
-,113,-,-,-,-,-,127,-,131,-,-,137,139,-,-,-,-,149,151,-,-,157,-,-,163,-,
167,-,-,173,-,-,179,181,-,-,-,-,191,193,-,197,199]
```

Здесь *ОператорИначе* генерирует прочерк для чисел, не являющихся простыми

*Задача 2. Напечатайте количество простых чисел для интервалов 2-10<sup>n</sup>, n=1–6.*

Для печати ответов и поясняющих текстов используем функцию `print()` и элементы программирования: блок и цикл.

Для объединения операторов или последовательности выражений в упрощённый блок используют круглые скобки, а объединяемые элементы перечисляют через запятую. В качестве результата работы блок выводит последний полученный результат.

Стандартный блок отличается от упрощённого тем, что перед скобками имеет имя `block`, внутри блока имеет описание локальных переменных, которые заключаются в квадратные скобки. В листинге 2 в стандартном блоке используются две локальные переменные *i* и *n*. Переменная *i* нумерует границы интервалов, *n* используется как переменная цикла вида

`for n: 1 step 1 thru конЗнач`

где *конЗнач* определяет последнее значение параметра цикла *n*.

Значение *конЗнач* берется вдвое меньшим правой границы интервала  $10^i$  поскольку перебору подвергаются лишь нечётные цифры, а четные пропускаются (они делятся на 2 и поэтому заведомо не простые, а составные) [3]. Начальное значение переменной *s* берётся равным 1, чтобы добавить единственное четное простое число 2 к списку простых чисел, сплошь состоящему из нечётных чисел.

#### Листинг 2

```
(%i1) print(" Количество простых чисел: ")$
      block([i,n], for i: 1 step 1 thru 6 do
      (s: 1, for n:1 step 1 thru (10^i)/2 do
      (if primep(2*n-1) then s: s+1),
      print("В интервале от 2 до ",10^i," простых чисел ",s)));
```

*Количество простых чисел:*

*В интервале от 2 до 10 простых чисел 4*  
*В интервале от 2 до 100 простых чисел 25*  
*В интервале от 2 до 1000 простых чисел 168*  
*В интервале от 2 до 10000 простых чисел 1229*  
*В интервале от 2 до 100000 простых чисел 9592*  
*В интервале от 2 до 1000000 простых чисел 78498*

Количество простых чисел, как следует из полученной таблицы, в процентном отношении становится всё меньше и меньше.

*Задача 3. Найти сумму чисел, обратных к простым числам.*

Решение задачи 3 может быть аналогичным решению задачи 1, но прежде, чем суммировать числа, прочерки следует заменить числом ноль.

#### Листинг 3

```
(%i2) 1/2+sum(if primep(2*n-1) then 1/(2*n-1) else 0, n, 1, 70);
(%o2) 18825509850919239131453102166593625244431364344421618363
      10014646650599190067509233131649940057366334653200433090
(%i3) %, numer;
(%o3) 1.879797711064811
(%i4) 1/2+sum(if primep(2*n-1) then 1/(2*n-1) else 0, n, 1, 10^5);
<< Слишком длинное выражение! >>
(%i5) 1/2+sum(if primep(2*n-1) then 1/(2*n-1) else 0, n, 1, 100000),numer;
(%o5) 2.763614132383251
```

Использована функция *sum(Выражение, индекс, начЗнач, конЗнач)*, где аргументы функции *sum()* имеют тот же смысл, что и аргументы ранее использовавшейся функции *makelist()*. При записи команды (%i2) мы учли, что 2 является простым числом, и поэтому добавили перед функцией *sum()* половинку  $-\frac{1}{2}$ .

Ответ %o2 представляет собой дробь, имеющую и числитель, и знаменатель. Записанное выражение является точным значением сум-

мы 19-ти первых чисел обратных к простым. Чтобы получить обычное число с десятичной точкой в команде (%i3) добавлена опция numer (от numerical – численный).

Рассчитать точное выражение суммы первых 100 000 чисел, обратных к простым, Махита не смогла ввиду того, что длина числителя и знаменателя дроби оказываются слишком длинными. Ограничив свой интерес получением суммы первых 100 000 чисел, обратных к простым, мы добавили опцию numer в команде (%i5). Сумма выросла незначительно: не более, чем наполовину, хотя количество суммируемых чисел выросло более, чем в 5 000 раз.

Однако известно, что теоретически сумма обратных натуральных чисел представляет собой расходящийся ряд (называемый гармоническим)

$$\sum^1/x = \ln n + \gamma + \varepsilon(n), x < n,$$

где  $\varepsilon(n) \rightarrow 0$  при  $n \rightarrow \infty$ ;  $\gamma = 0,5772..$  – константа Эйлера-Маскерони.

Ряд из обратных к простым числам также расходится как

$$\sum^1/p = \ln(\ln n) + C + \delta(n), p < n,$$

где  $\delta(n) \rightarrow 0$  при  $n \rightarrow \infty$ ;  $C \approx 0,2614..$  Тем не менее, практически получить расходимость при суммировании на компьютере чисел, обратных к простым, вряд ли возможно, потому что простых чисел «значительно меньше», чем натуральных, и вычисление простых чисел требует времени. Наибольшее известное простое число – это  $2^{57885161}-1$ . Логарифм логарифма этого числа не превышает  $\ln(57885161 \cdot \ln(2))=17.507..$

*Задача 4. Составить список, содержащий пары-близнецов простых чисел в произвольном диапазоне. (Пример решения – см. на листинге 4.)*

#### Листинг 4

```
(%i6) makelist(if ((primep(2*n-1) and primep(2*n+1)) or
((primep(2*n-1) and primep(2*n-3)))) then (2*n-1) else "",n,2,100);
(%o6) [3,5,7,,11,13,,17,19,,,,,29,31,,,,,41,43,,,,,,59,61,,,,,71
,73,,,,,,101,103,,107,109,,,,,,137,139,,,,,149,151,,
,,,,,,179,181,,,,,191,193,,197,199]
(%i7) delete("",%);
(%o7) [3,5,7,11,13,17,19,29,31,41,43,59,61,71,73,101,103,107,109,
137,139,149,151,179,181,191,193,197,199]
```

Здесь условие в условном операторе, несколько усложнилось ввиду того, что текущее простое число печатается только в том случае, если простыми являются или следующее, или предыдущее число [4], отличающееся на 2.

Список пар-близнецов мы создали в два этапа. На первом этапе *ОператорИначе* вставил пустой текст вида " ", не содержащий символов. На следующем этапе мы удалили из списка место, занятое пустым текстом, с помощью функции `delete(" ",%)`, где % означает ссылку на только что полученный результат.

*Задача 5. Оценить значение константы Бруна для чисел-близнецов.*

Согласно [5] константой Бруна для чисел-близнецов называют сумму вида

$$B_2 = \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{5}\right) + \left(\frac{1}{5} + \frac{1}{7}\right) + \left(\frac{1}{11} + \frac{1}{13}\right) + \left(\frac{1}{17} + \frac{1}{19}\right) + \left(\frac{1}{29} + \frac{1}{31}\right) + \dots \quad (1)$$

где число  $1/5$  учитывают дважды: сначала  $1/5$  сложили с  $1/3$ , считая число 5 близнецом числа 3, а потом  $1/5$  сложили с  $1/7$ , считая число 5 близнецом числа 7, хотя 3, 5 и 7 – это скорее «тройня», нежели две пары близнецов. Команда для *Matha*, приведённая на листинге 5 запускалась многократно, текущее значение константы Бруна непрерывно росло, но говорить о возможности достижения какого-то конечного значения суммируемого ряда нет оснований – изменяются все цифры результата, начиная уже со второй.

#### Листинг 5

```
(%i4) 1/5+sum(if ((primep(2*n-1) and primep(2*n+1)) or
((primep(2*n-1) and primep(2*n-3)))) then 1/(2*n-1) else 0,
n,2,20000000), numer;
(%o4) 1.751324014270459
```

Выполненные оценки (на листинге 5 приведены расчеты для пар-близнецов, не превосходящих 40 000 000) позволяют предположить, что количество пар-близнецов бесконечно, так как сумма обратных значений непрерывно растет по мере добавления новой порции слагаемых. Однако сама сумма обратных значений для пар-близнецов имеет конечное значение, так как темпы роста уменьшаются. Теоретически же вопрос с парами-близнецов простых чисел остаётся открытым, несмотря на его многовековую историю.

*Задача 6. Пользуясь свойствами совершенных чисел составить программу поиска нового совершенного числа.*

Известно, что для совершенного числа сумма его собственных делителей (тех, что меньше числа) равна самому числу [6]. Так, например, для числа 6 сумма его собственных делителей равна числу:  $1+2+3=6$ . Известно высказывание о том, что «число 6 не потому совершенное, что Господь сотворил Вселенную за 6 дней, но задачу эту ему удалось выполнить за 6 дней, именно потому, что число 6 совер-

шенное». Следующее совершенное число – 28. Луна совершает свой оборот за 28 дней.

Воспользуемся свойством совершенных чисел, согласно которому для всех чисел, кроме 6, совершенное число может быть представлено суммой кубов последовательных нечётных чисел:  $28=1^3+3^3$ ,  $496 = 1+2+4+8+16+31+62+124+248 = 1^3+3^3+5^3+7^3$  и т.д.

Будем методично рассчитывать сумму кубов нечетных чисел и проверять, не является ли полученная сумма числом совершенным. Алгоритм сделаем следующим. Вводим некоторое число  $k$  – число слагаемых. Генерируем список, представляющий кубы последовательных нечётных чисел. Суммируем список. Получаем число, которое будем проверять, не является ли оно совершенным. Найдем множество делителей проверяемого числа. Преобразуем множество в список и найдем сумму собственных делителей проверяемого числа, которую сравним с проверяемым числом.

#### Листинг 6

```
(%i8) k:4$ /* число слагаемых*/
L:makelist((2*n-1)^3,n,k)$ /* список кубов k чисел */
N:lreduce("+",L)$ /* N - сумма кубов k чисел */
divisors(N); /* находим множество делителей*/
listify(%)$ /* преобразуем множество в список */
lreduce("+",%)-N; /* сумма собственных делителей */
/* Проверка: равна ли сумма делителей числу */
is(%=N);
%o11) {1,2,4,8,16,31,62,124,248,496}
%o13) 496
%o14) true
```

Здесь выводится только множество делителей и проверяемое число.

На листинге 6 в конце строк заданий (не считая комментария, взятого в скобки /\*...\*/) для подавления вывода метки вывода (%on) и самого вывода, в качестве терминального символа вместо точки с запятой использован знак доллара.

Множество делителей числа  $N$  находит функция  $\text{divisors}(N)$ . Признаком множества при выводе результата в Maxima являются фигурные скобки  $\{\}$ . Функция  $\text{listify}()$  преобразует множество в список. Сумму делителей, являющихся элементами списка, находит функция  $\text{lreduce}("+",\%)$ . Из полученной суммы всех делителей вычитается число  $N$ , чтобы найти сумму собственных делителей этого проверяемого числа  $\text{lreduce}("+",\%)-N$ . Вывод о том, является ли проверяемое число совершенным, делает логическая функция  $\text{is}()$ . Её ответ в данном случае *true*.

Среди других свойств совершенных чисел найдено, что совершенные числа теснейшим образом связаны с простыми числами вида  $2^p-1$ . Эйлер доказал, что все четные совершенные числа имеют вид  $2^{p-1}(2^p-1)$ , где  $2^p-1$  – простое число. Имеются ли нечётные совершенные числа – неизвестно. Числа вида  $2^p-1$  называются числами Мерсенна. То есть, все четные совершенные числа в качестве делителя имеют простое число Мерсенна и могут быть индексированы индексом числа Мерсенна.

Мерсенн, пытаясь найти формулу для простых чисел, установил, что для простых чисел вида  $2^p-1$  индекс  $p$  всегда является простым числом. С другой стороны, если индекс  $k$  – число составное, то и число  $2^k-1$  является составным.

Кроме того, было найдено, что в том случае, когда индекс  $p$  числа Мерсенна  $2^p-1$  является простым числом, а число Мерсенна  $2^p-1$  – составным, то делители числа Мерсенна имеют вид  $2^{pk+1}$ , где  $k$  – целое число.

Наибольшее, известное простое число  $2^{57885161}-1$  – является числом Мерсенна.

*Задача 7. Составьте список простых чисел Мерсенна с индексами 1-607.*

```

Листинг 7
(%i11) /* числа Мерсенна с индексами 2-607 */
      block([p], for p: 1 step 1 thru 607 do
      if primep(2^p-1) then
      (print("p=",p,"M=",2^p-1)));
p= 2 M= 3
p= 3 M= 7
p= 5 M= 31
p= 7 M= 127
p= 13 M= 8191
p= 17 M= 131071
p= 19 M= 524287
p= 31 M= 2147483647
p= 61 M= 2305843009213693951
p= 89 M= 618970019642690137449562111
p= 107 M= 162259276829213363391578010288127
p= 127 M= 170141183460469231731687303715884105727
p= 521 M= 68647976601306097149819007990813932172694353001433054093944634591855\
431833976560521225596406614545549772963113914808580371219879997166438125740282\
91115057151
p= 607 M= 53113799281676709868958820655246862732959311772703192319944413820040\
355986085224273916250226522928566888932948624650101534657933765270723940951997\
8766587351943831270835393219031728127
(%o11)                                     done

```

Если в качестве индекса числа Мерсенна взять простое число Мерсенна, то такое число называют двойным числом Мерсенна.

Двойное число Мерсенна можно записать в виде  $M_{M_n} = 2^{2^n-1} - 1$ . Однако простота индекса  $n$  и даже простота числа Мерсенна  $M_n$  не гарантируют, что двойное число Мерсенна будет простым. Пока известны 4 простых двойных числа Мерсенна, соответствующие  $n=2, 3, 5, 7$ . Является ли множество двойных чисел Мерсенна конечным – неизвестно.

*Задача 8. Составьте список совершенных чисел, используя простые числа Мерсенна.*

#### Листинг 8

```
(%i3) /* совершенные числа */
      for p: 2 step 1 while p<2282 do
        block(if primexp(2^p-1) then print(2^(p-1)*(2^p-1)," p=",p));
6 p= 2
28 p= 3
496 p= 5
8128 p= 7
33550336 p= 13
8589869056 p= 17
137438691328 p= 19
2305843008139952128 p= 31
2658455991569831744654692615953842176 p= 61
191561942608236107294793378084303638130997321548169216 p= 89
13164036458569648337239753460458722910223472318386943117783728128 p= 107
14474011154664524427946373126085988481573677491474835889066354349131199152128 p= 127
235627234572673470657895489967[254 digits]375649057918549492160555646976 p= 521
141053783706712069063207958086[306 digits]296575143368065570759537328128 p= 607
541625262843658474126544653743[710 digits]911456221519899345764984291328 p= 1279
108925835505782933769822527352[1267 digits]500058749996247580834453782528 p= 2203
994970543370864734424352026045[1313 digits]543438752546136375675139915776 p= 2281
(%o3) done
```

Всего на настоящее время найдено 48 совершенных чисел соответствующих 48 простым числам Мерсенна. Кроме того числа Мерсенна используют при создании генераторов псевдослучайных чисел с большими периодами.

#### Литература

1. Маевский, Е.В., Ягодовский, П.В. Компьютерная математика. Высшая математика в СКМ Maxima. Часть I. Введение. [Электронный ресурс]. – URL: [http://e-math.ru/maxima/Math\\_in\\_Maxima\\_526\\_20130411.pdf](http://e-math.ru/maxima/Math_in_Maxima_526_20130411.pdf)
2. Стахин, Н.А. Основы работы с системой аналитических (символьных) вычислений Maxima. [Электронный ресурс]. – URL: <ftp://ftp.altlinux.ru/pub/people/black/MetodBooks/Maxima.pdf>
3. Простое число. Википедия. [Электронный ресурс]. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Простое\\_число](https://ru.wikipedia.org/wiki/Простое_число)

4. Простые числа-близнецы. Википедия. [Электронный ресурс]. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Простые\\_числа-близнецы](https://ru.wikipedia.org/wiki/Простые_числа-близнецы)
5. Константа Бруна Википедия. [Электронный ресурс]. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Константа\\_Бруна](https://ru.wikipedia.org/wiki/Константа_Бруна)
6. Числа Мерсенна Википедия. [Электронный ресурс]. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Числа\\_Мерсенна](https://ru.wikipedia.org/wiki/Числа_Мерсенна)
7. Совершенное число Википедия. [Электронный ресурс]. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Совершенное\\_число](https://ru.wikipedia.org/wiki/Совершенное_число)

УДК 316.77: 001.8

ГРНТИ 19.61

## **ОРГАНИЗАЦИЯ МЕДИАОБРАЗОВАНИЯ УЧАЩИХСЯ В РАМКАХ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ**

### **ORGANIZATION OF MEDIA EDUCATION OF PUPILS WITHIN THE SCHOOL**

*Ольга Юрьевна Телегина, Людмила Михайловна Артищева*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* медиаобразование, медиакомпетентность, школьное телевидение, школьная телестудия, сценарий, видеосъемка.

*Keywords:* media education, media competence, school TV, school TV Studio, script, filming.

*Аннотация.* В современном информационном обществе медиакомпетентность – это один из необходимых компонентов ИКТ компетентности школьников. Свой вклад в формирование медиакомпетентности школьников вносят как инфоматическое образование, так и медиаобразование. В исследовании обобщен опыт организации медиаобразования школьников на примере организации школьного телевидения в МАОУ СОШ № 28 г. Томска. В статье также показано как активное участие в работе школьного телевидения влияет на развитие личности учащихся и на формирование универсальных учебных действий.

В современном информационном обществе медиакомпетентность – это один из необходимых компонентов ИКТ компетентности школьников. Свой вклад в формирование медиакомпетентности школьников вносят как инфоматическое образование, так и медиаобразование.

Направления, по которым может осуществляться медиаобразование в школе:

- курс по медиаобразованию (в рамках основной или внеурочной деятельности);
- школьное телевидение;
- школьная газета;
- школьное радио.

Данная статья посвящена описанию развития и функционирования школьного телевидения в МАОУ СОШ № 28 г. Томска.

Этапы становления и развития школьного телевидения:

1. Этап. Февраль-март 2014 года. Формулировка целей и задач школьного телевидения. Набор творческой группы, выбор программного обеспечения, поиск аппаратных ресурсов и собственного стиля вещания.

2. Этап. Сентябрь-октябрь 2014 года. Обновление творческой группы. Поиск путей сотрудничества. Налаживание контактов с ДДТ «Планета». Установление сетки вещания. Организация работы школьного медиацентра.

3. Этап. С декабря 2014 года. Вещание в формате школьного медиацентра, публикация новостных выпусков на официальном сайте ОУ.

Творческая группа школьного телевидения:

Взрослые участники:

- учитель русского языка – координатор подготовки сценария;
- учитель информатики – координатор видеосъемки и монтажа. Ответственность за публикация новостного выпуска.

Ученики:

- ученица 9 «В» класса – журналист, диктор (подготовка сценария);
- ученица 9 «В» класса – журналист, диктор (сбор новостного материала);
- ученица 6 «В» класса – диктор (грамотное произнесение дикторского текста)
- ученик 11 «А» класса – оператор, монтажер (съемка новостных сюжетов, монтаж отснятого материала)

Прежде чем вступить в творческую группу школьного телевидения, учитель информатики прошла курсы повышения квалификации в ТОИПКРО по теме: «Технология обработки цифровой и мультимедийной информации: сценарий и видеомонтаж», а учащиеся обучались в кружке «Юный журналист» в центре дошкольного образования «Планета».

Школьное телевидение работает ежедневно, с 13:05 до 14:00. Иногда, ребята, проводят за работой над выпуском весь день, с перерывами, в соответствии с СанПин. Над каждым выпуском школьных новостей трудится детская съёмочная разновозрастная группа. Создаётся коллективный телевизионный продукт, подготовка сценария выпуска и видеосъемка проводится непосредственно в школе. Дома ребята, чаще всего, выполняют черновой монтаж видеосюжетов и подготовительную работу (поиск информации, просмотр видео уроков в интернете, работа со скороговорками для улучшения речевого аппарата и

т.д.). Утверждение сценария и окончательный монтаж проводятся в школе, под руководством учителей-наставников

Техническое и программное оснащение школьной телестудии.

В компьютерном классе 1 ПК, на котором установлен лицензионное программное обеспечение для создания телевизионного контента: Adobe Premiere, для работы с изображением свободное программное обеспечение – графический редактор: Gimp.

Оборудование для съёмки материала:

- Фотоаппарат Canon EOS 650D;
- Штатив монопод Giottos DM 825
- Видеокамера canon legria hf r16

Каждый видеосюжет, фактически, представляет собой учебный проект. Поэтому, работая над созданием видеосюжета, учащийся развивает универсальные учебные действия, связанные с проектной деятельностью.

Технология создания видеосюжетов:

#### *1. Идея выпуска, составление плана*

На собрании творческой группы происходит обсуждение новостей этой недели и планируемых событий. Формулируется идея выпуска, расставляются смысловые акценты. Прописывается примерный план и черновой сценарий выпуска. Основные характеристики оригинальность и новизна, авторский взгляд и позиция, обоснованность, актуальность. Ребенок учится быть творцом, автором. Видео-ролики являются очень мощным средством воздействия и передачи любой информации, с использованием мультимедиа.

#### *2. Распределение обязанностей*

Рациональное распределение временных, человеческих и технических ресурсов. Ребенок учится в процессе подготовки сложных творческих мультимедиа работ: планированию времени, организации и взаимодействию в команде, ответственности за свой участок работы и за совместный конечный продукт.

#### *3. Поиск информации*

Сбор информации, отвечающей основной идее ролика. Работа с источниками информации: интернет, библиотеки, встречи с людьми, собственная практика, личный опыт и наблюдения. Методы: активный поиск, отбор достоверной и интересной информации, анализ информации, выявление главного, структурирование. Ребенок учится работать с различными источниками, осваивает методы отбора и анализа информации в соответствии с идеей и формой итоговой мультимедиа работы.

#### *4. Проведение съемок, звукозапись*

Все участники должны понимать круг своих обязанностей и границы компетентности. Должны хорошо отрепетировать слова и план взаимодействия.

*5. Корректировка сценария выпуска, в соответствии с непредвиденными обстоятельствами*

Способность живо и адекватно реагировать на непредвиденные изменения – отличительная черта хорошего журналиста.

*6. Проведение дополнительных съемок, поиск дополнительной информации*

*7. Монтаж*

В соответствии со сценарием и основываясь на отснятом материале, ребенок становится на позиции монтажера.

*8. Публикация проекта*

*9. Архивация материалов*

Школьное телевидение информирует учащихся и учителей о самых важных и значимых событиях школы.

Темы телепередач:

1. Поздравление именинников и юбиляров;
2. Праздничные выпуски;
3. Освещение школьных конференций, конкурсов, соревнований и т. д.

Школьное телевидение способствует не только формированию медиакомпетентности, но и создает условия для творческого развития и социализации учащихся. В процессе подготовки и проведения телепередач у учащихся формируются коммуникативные навыки, критическое мышление, умение готовить, анализировать и представлять медиатексты.

Педагогу организатору школьного телевидения необходимо обладать следующими навыками:

- умение выявлять проблемы и находить решения.
- умение генерировать и продвигать нестандартные идеи, учитывающие интересы каждого ребенка.
- владение методиками структурированного мышления (мозговой штурм) для активизации вовлечения в образовательный процесс.
- всестороннее развитие потенциала каждого отдельного учащегося и всей команды в целом.

---

## **Литература**

1. Федоров А.В., Левицкая А.А., Чельшева И.В., Мурюкина Е.В., В.Л. Колесниченко, Михалева Г.В., Сердюков Р.В. Научно-образовательный центр «Медиаобразование и медиакомпетентность». М.: МОО «Информация для всех», 2012. 614 с.
2. Возчиков В.А., Немирич А.А. Феноменология медиакультуры: медиаобразование в информационном обществе. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2011. 280 с.

УДК 004.921  
ГРНТИ 14.85.35

## СОЗДАНИЕ ИНТЕРАКТИВНОГО ВИРТУАЛЬНОГО ТУРА КАК СРЕДСТВА ЭДЬЮТЕЙМЕНТА

### CREATION OF THE INTERACTIVE VIRTUAL TOUR AS AN AGENT OF EDUTAINMENT

*Токмакова Дарья Александровна*

Научный руководитель: О. В. Солнышкова, канд. пед. наук, зав. кафедрой ИГ

*Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет  
(Сибстрин), г. Новосибирск, Россия*

*Ключевые слова:* эдьютейнмент, виртуальный тур, панорама, обучение.

*Keywords:* edutainment, virtual tour, panorama, education.

*Аннотация.* В статье поднимается проблема определения понятия «эдьютейнмент», его особенности, востребованность в современном образовании и возможности использования на основе современных информационных технологий. Описаны возможности разработанной программы.

Современно развивающееся общество требует соответствующих кадров: образованных, предприимчивых, коммуникативных людей, которые могут самостоятельно принимать ответственные решения в ситуациях выбора, прогнозировать их последствия и оперативно действовать в сложных ситуациях. Они должны отличаться такими качествами как динамизм, мобильность, конструктивность и обладать развитым чувством ответственности. И основная задача образования – научиться учиться, научить творчески мыслить.

«Комплексами», такими как «не могу», «не умею», «не знаю» не страдают дети младшего школьного и дошкольного возраста. Они с энтузиазмом берутся за любую работу, без стеснения занимаются творчеством, открыты новому. С возрастом дети перестают творить, так как они следуют «за указкой учителя».

Психологи утверждают, что самый лучший способ усвоить информацию, особенно предназначенную для ребенка – это игра. Стандартное образование отбивает способность к творчеству и желание творить.

Первыми попытками обучения через развлечение можно считать обучающие программы, такие как «Улица Сезам», «АБВГдейка» и другие. Сейчас появилось понятие как «эдьютейнмент» – фактически это способ обучать людей, слабо мотивированных к получению знаний.

Толковый словарь английского языка «Mac Millan English Dictionary for Advanced Learners» определяет слово «education» как

процесс передачи знаний, умений и навыков по определенному вопросу [1]. Данное определение соответствует русскоязычному варианту, взятому, например, из толкового словаря русского языка С.И. Ожегова. «Обучение — процесс передачи каких-либо знаний, умений и навыков и их дальнейшее усвоение» [2].

Слово «entertainment» (развлечение) в том же англоязычном толковом словаре определяется как привлечение к некому времяпрепровождению, полное увлечение определенной деятельностью.

Основное отличие такого способа обучения в том, что в данной ситуации ученик является субъектом действий, а не объектом и принимает активное участие в процессе обучения. В ходе имитации конкретных действий, ученик проявляет реакции, чувства, приобретаемые в ответ на такое обучение, что является мотивацией для применения в дальнейшей деятельности. Таким образом происходит активный способ извлечения знаний [3].

Таким образом, задачей проекта стало развитие творческого мышления, расширения творческих возможностей, посредством изменения способа преподавания и обучения. Необходимо было найти такое решение, которое помогло бы обучающемуся воспринимать процесс усвоения знаний как увлекательную игру, решение было бы лаконичным и актуальным.

Данным решением стало создание виртуального тура с всплывающими информационными окнами, пояснительными надписями, графически оформленными клавишами управления, с помощью скриптового языка программирования krapo. Вся структура скриптов krapo строится на основе, так называемых, тегов. Так же в работе использовались дроплеты – набор исполняемых файлов, которые автоматизируют работу над панорамами и виртуальными турами.

Для съемки непосредственно панорамы необходим фотоаппарат и штатив с панорамной головкой. При использовании панорамной головки, фотоаппарат будет вращаться таким образом, что параллакс между кадрами будет минимален или отсутствовать вовсе, и панорама будет сшита без каких-либо проблем. При использовании шаровой головки на штативе возникают трудности при склеивании панорамы, особенно снятой в тесном пространстве, так как параллакс будет значительный и это заметно мешает склеиванию кадров.

Панорама – это широкоформатное фото сделанное из двух и более кадров склеенных вместе, с целью захвата большего угла обзора, чем это может позволить сделать обычный объектив. Сферическая панорама – это уже панорама, сделанная из снимков, которые в склеенном виде охватывают все 360 градусов по горизонтали и 180 градусов по

вертикали, включая поверхность под фотографом и над ним. Такая панорама проецируется на внутреннюю поверхность сферы через специальную программу и при ее просмотре, зритель как бы находится внутри сферы и может рассматривать панораму вращая ее в любую из сторон. Подобный пример вы можете увидеть в сервисе Google Street View, который позволяет осматривать улицы городов. Несколько таких сферических панорам можно объединить в один виртуальный тур. Виртуальный тур это способ реалистичного отображения трехмерного многоэлементного пространства на экране [4].

Делается последовательный набор кадров, который обрабатывается в редакторе (цветокоррекция), для последующей сшивки их в панорамное «полотно», которое будет служить основой для виртуального тура. Далее, «полотно» конвертируется во флеш и с помощью скриптов создаются значки навигации и всплывающие окна с методическим обучающим материалом. За основу была принята комната для камеральных работ НГАСУ (Сибстрин) кафедры инженерной геодезии. Всплывающими «обучающими» окнами послужили ранние разработки методических пособий по инженерной геодезии.

Виртуальный тур создает у обучающегося «эффект присутствия» – яркие, запоминающиеся зрительные образы, которые позволяют получить наиболее полную информацию о предмете обучения. Таким образом была воссоздана деятельность, имеющая имитационный характер, в котором была смоделирована профессиональная среда человека.

Опыт реализации элементов технологии «эдьютейнмент» в процессе изучения студентами второго курса архитектурно-строительного университета НГАСУ (Сибстрин), позволил выделить ряд особенностей реализации данной технологии. На лекциях по инженерной геодезии студенты изучали материал с помощью анимаций с аудио сопровождением, обучающих фильмов. В ходе исследования, студенты признались, что такая подача материала значительно облегчает познавательную деятельность, в виду её информативности и наглядности. Основной проблемой стандартного институтского обучения студенты отметили как «обилие фактов, новых терминов и понятий, абстрактность их описания». Будущие инженеры признались, что технология «эдьютейнмент» позволила изменить их привычное нейтрально-отстраненное отношение к полученным знаниям. Так же было отмечено, что студенты быстрее и эффективнее работают на практических занятиях.

Технология «эдьютейнмент» может применяться и во внеаудиторной обстановке. Так, с помощью общего доступа к разработке, посредством глобальной мировой сети, может осуществляться домашнее обучение и повторение изученного материала.

Подводя итоги, следует отметить, что «Эдьютеймент» – является инновационной технологией в сфере образования, которая наилучшим образом формулирует в сознании учащихся представление об окружающем мире и помогает выразить свое отношение к предмету. Безусловно, данная технология может применяться в различных сферах деятельности, что говорит о её универсальности. Этому будет способствовать так же распространение представления о том, что учиться стоит всю жизнь и появление новых идей и технических средств, позволяет сделать это обучение увлекательным.

### **Литература**

1. Macmillan English Dictionary for Advanced Learners. – London: Bloomsbury Publ. Plc., 2006. — 1692 p.
2. Ожегов С.И., Шведов Н.Ю. Толковый словарь русского языка: 80 000 слов и фразеологических выражений. – М.: Азбуковник, 1997. — 944 с.
3. Солнышкова, О. В. Технология разработки интерактивных электронных образовательных ресурсов для подготовки студентов архитектурно-строительных направлений // *Фундаментальные исследования*. – 2013. – № 10, ч. 10. – С. 2295–2299.
4. Виртуальный тур. Википедия. – [Электронный ресурс] URL: <http://ru.wikipedia.org/?oldid=68972431> (дата обращения: 02.05.2015)

УДК 004.921

ГРНТИ 14.85.35

## **РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ИННОВАЦИОННОГО ПОСОБИЯ ДЛЯ ЗАОЧНОГО И ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ**

### **THE ELABORATION OF ELECTRONIC MANUAL FOR EXTRAMURAL AND REMOTE EDUCATION**

*Токмакова Дарья Александровна, Попова Екатерина Михайловна*

Научный руководитель: О. В. Солнышкова, канд. пед. наук, зав. кафедрой ИГ

*Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет  
(Сибстрин), г. Новосибирск, Россия*

*Ключевые слова:* обучение, дистанционное обучение, электронное пособие, современное образование, мобильное обучение.

*Keywords:* education, distance learning, electronic manual, modern education, mobile learning.

*Аннотация.* В статье поднимается проблема заочного и дистанционного обучения, рассматриваются его особенности, востребованность в современном образовании, возможности реализации на основе современных информационных технологий.

Человечество уже давно шагнуло в эру цифровых технологий. Почти у каждого из нас есть компьютер, планшет и другие новинки цифровых технологий. Именно поэтому, мы не можем обойти стороной данный вопрос при дистанционном обучении. Существует категория студентов, называемая «мобильными студентами»: сами ищут нужную информацию, сами же её обрабатывают. Для того, чтобы получать знания им не нужны наставления. Что действительно им нужно – аналитика по читаемым курсам и возможность применения полученных знаний на практике.

Если раньше все говорили о применении технологий в обучении, то теперь речь уже идет о переносе обучения в технологии. Так, в двух словах, можно выразить смысл мобильного обучения, поскольку оно предполагает обучение через мобильные устройства в образовательном учреждении или вдали от него – в любом месте и в любое время.

Мобильное обучение сегодня, как никогда, актуально: с одной стороны, оно обладает привлекательностью новизны, а с другой – удобством и возможностью реализации ее на практике.

Ежедневно, в процессе обучения, студенты сталкиваются со многими проблемами: нехватка времени, плохой сон, стрессы и т.д. Чтобы как-то облегчить обучение, и сделать его более мобильным, мы решили создать электронное методическое пособие с возможностью просмотра на планшетах и мобильных устройствах.

При разработке такого электронного методического пособия (ЭМП), нужно учитывать следующие особенности:

- ЭМП должно служить не только средством изучения методов, но и способом работы;
- ЭМП должно соединять в себе существующие возможности справочно-информационных систем, и систем автоматизированного контроля и обучения;
- ЭМП должно учитывать индивидуальные особенности каждого учащегося за счёт вариативного изложения материала и организации обратной связи;
- необходимы средства адаптации электронного учебного пособия к конкретному учебному процессу, поскольку невозможно предсказать, каким именно образом разработка будет использоваться во время обучения. Для этого необходимо предусмотреть возможность просмотра пособия на большинстве современных устройств;
- необходимо предоставить возможность интеграции в среду пособия дополнительных компонентов [1].

Существуют определенные требования, предъявляемые к разработчикам методического пособия:

- наличие программного обеспечения, которое разработчик в состоянии грамотно использовать.
- анализ объема графической и текстовой информации, количества разделов, глубины погружения при прохождении по тексту.
- включение анимации или видеоизображения, которые оживляют обучающий текст [2].

Главной задачей для нас было создать электронную версию традиционного методического пособия, доступного всем, имеющего не сложный интерфейс, но в тоже время интересный и нетривиальный. Поэтому пособие мы решили сделать в виде сайта, написанного на языке HTML, со свободным доступом в интернете.

Большой поток информации в современном мире порождает соответствующие проблемы: невозможность выделить главное в изученном, потере его ценности. Обучающийся не может обработать большое количество информации и в следствии применять полученные знания на практике. Перед человеком стоит задача информационного поиска, сортировка информации по принципу её полезности. Таким образом при наполнении информацией учебного пособия, необходимо выделить главные моменты в представленном материале.

Структура веб-сайта с методическим пособием так же должна быть проста и интуитивно понятна. Все переходы и управление осуществляется с помощью виджетов – элементов интерфейса, с иконками и пояснениями при наведении мыши. На сайте так же существуют переходы по внешним ссылкам: например, на главную страницу НГАСУ (Сибстрин).

Информацию мы решили представить в различных форматах: графическом, текстовом, анимационном и аудиальном. В процессе работы, мы так же задались вопросом о восприятии информации. Каждый человек индивидуален и воспринимает мир по-своему. Как правило, выделяют визуалов, аудиалов и кинестетиков. Одни получают основное количество информации об окружающем мире посредством зрения, другие – посредством тактильных ощущений, третьим необходимо услышать. Именно для последних было решено сделать озвучивание всех материалов нашего методического пособия.

Для людей, наиболее восприимчивым к информации, получаемой посредством зрения, на сайте предоставлены 3D анимация, с подробным объяснением всех ключевых моментов учебного материала.

Анимация выполнена с использованием программ: Autodesk 3D MAX и Adobe Photoshop. В пособии наглядно демонстрируется, как

выполнять различные измерения, подробно разъясняется порядок заполнения бланка лабораторной работы, даны определения новых терминов и др.

При создании трехмерных моделей для анимации, использовались геометрические примитивы, такие как шары, цилиндры, конусы, плоскости и т.д., с последующим полигональным моделированием. Далее, к трехмерным моделям необходимо было применить материал, «натянуть кожу», для придания соответствующего цвета и фактуры. Анимация производилась посредством простого перемещения моделей по сцене, с учетом оптимального времени восприятия и усвоения информации.

Для проверки усвоения и контроля знаний, студент может воспользоваться электронным тестом, предоставленным на сайте, посмотреть и скачать примеры решения задач по топографическим планам, а так же решить пробную задачу. Студент может воспользоваться обратной связью, которая присутствует в нашем пособии, задать возникшие вопросы своему преподавателю и получить консультацию по интересующему его вопросу.

Одним из преимуществ нашего проекта является то, что пособие поддерживает дополнительно в виде опции – английский язык. Это делает его применимым за пределами нашей страны, а также пригодным для обучения иностранных студентов.

По нашему мнению, такой принцип создания учебных материалов может использоваться не только в сфере высшего образования, но и пригоден в случае школьного и средне-специального образования.

При использовании ЭУП происходит абстрактно-логическая деятельность обучающихся, что способствует лучшему усвоению материала. Красочно представленная информация позволяет наглядно демонстрировать учебные материалы во всем их многообразии и комплексности [3].

Отметим, что обучающийся имеет возможность на лекциях, практических занятиях, и в процессе самостоятельной работы пользоваться одним и тем же электронным ресурсом, использование которого формирует целостный образ изучаемого предмета.

В дальнейшем, проект получит более универсальный функционал, будет расширен на новые мобильные платформы, что сделает его более привлекательным и удобным. Большинство современных студентов технически и психологически готовы к использованию мобильных технологий в образовании, и необходимо рассматривать новые возможности для более эффективного использования потенциала мобильного обучения.

## Литература

1. Дудышева, Е. В., Солнышкова О. В. Интерактивность электронных средств обучения в профессиональном образовании // Мир науки, культуры, образования. – 2013. – № 2(39). – С. 98–100.
2. Попова Е. М., Токмакова Д. А. «Электронный образовательный ресурс «Комплект преподавателя высшей школы» // VI Международная научно-практическая конференция преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов «Непрерывное профессиональное образование: теория и практика» – Новосибирск: САФБД, 2015 – С. 269.
3. Солнышкова, О. В. Технология разработки интерактивных электронных образовательных ресурсов для подготовки студентов архитектурно-строительных направлений // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10, ч. 10. – С. 2295–2299.

УДК 33:002  
ГРНТИ 06.39.27

## **ОТ ПРОГРАММЫ К ПРОГРАММНОМУ ПРОДУКТУ** **FROM THE PROGRAM TO THE SOFTWARE PRODUCT**

*Никита Андреевич Трухин*

Научный руководитель: Е.В. Маликов, доцент

*Евразийский открытый институт, г. Москва, Россия*

*Ключевые слова:* программа, программный продукт, рынок, проект.

*Keywords:* program, software, market, project.

*Аннотация.* Сегодня работа с компьютером стала занимать большую часть нашей профессиональной деятельности. Компьютеры используются везде: мы работаем за компьютером, мы учимся, используя для этого компьютер, мы развлекаемся с помощью компьютера, мы общаемся посредством компьютера, и во всем нам помогают созданные специалистами программные продукты, без которых компьютер не имел бы смысла. Однако то, что бывает неважно пользователю, становится важным для разработчика программы, а еще более – для руководителя проекта. Таким образом, подходя последовательно с разных сторон (постановщик задачи, разработчик кода, пользователь, программист сопровождения) к написанному и работающему «тексту», мы обязаны разделить термины «программный продукт» и «программа», так как эти понятия имеют серьезные различия, и это нужно хорошо понимать программисту, желающему создать изделие товарного качества.

При подготовке настоящего текста мы исходили из разумного предположения, что написание программы есть задача инженерная, в то время как создание программного продукта (ПП) является задачей коммерческой и индустриальной, о чем никогда не забывают студенты Евразийского открытого института, ориентированные не только на информатику, но и на коммерцию [1].

В указанном смысле развитие самой концепции программного продукта повторило в малом масштабе путь всего европейского промышленного производства. В то время как программу можно смело назвать изделием ремесленника (конечно, с условным допущением), то программный продукт есть в полном смысле стандартизированный объект с коллективным (как правило) авторством. Более того, само понятие «автор» претерпевает значительные изменения в постиндустриальную эпоху [2]. Можно сказать что развитие «индустрии программирования» следует тем же путем, каким следовала и привычная для нас «индустрия вещей». Как было показано в одной из центральных книг XX века [3], эпохе массового производства противопоставлена индивидуальность, ей присуща массовость целей, порожденная стандартизацией жизни и в то же время сама порождающая и укрепляющая «типажность».

Однако, парадоксальным образом, будучи двигателем постиндустриального общества, сама компьютерная программа, или шире – программный продукт, остается во многом объектом индустриальных отношений.

Строго говоря, инженерная составляющая программы никуда не уходит, но само направление процесса создания продукта кардинально меняется. Если в погоне за результатом «кустарного производства авторской программы» мы руководствовались и даже управлялись «железом», то создание ПП ориентировано в сторону потребителя и именно им задаются параметры работы ПП. Таким образом, ПП не только создается программистом, но и формирует потребителя, т.е. в определенной степени, является орудием социальной инженерии. Сама по себе эта тема в достаточной степени интересна, но проходит лишь по касательной к нашей задаче, потому мы остановимся на идеологии создания программы и программного продукта, а не на формировании пользователя.

Назначение программы – выполнять действия максимально надежно и эффективно и ориентироваться на существующую базу («матчасть», «железо»). Т.е., программа пишется для машины, а не для человека, что проще всего рассмотреть в процессе обучения программированию на примере инженерного микрокалькулятора «Электроника МК-52» [4].

Рассмотрим простую задачу, требующую для решения использования не самых очевидных средств программирования МК-52, имея в виду, что код должен быть доступным для пользователя (табл. 1).

Таблица 1

## Программа расчета суммы N первых членов ряда: 0, 1, 3, 6, 10, 15 ...

N	X1	Обозначение	Код	X	Y	Z	T
00	0	П0	40	$n$	0	0	0
01	0	П1	41	$N$	0	0	0
02	0	Сх	0Г	0	0	0	0
03	0	ИП1	61	$n$	$0 \{A_0\}$	$0 \{\sum_0\}$	0
04	$n$	ИП0	60	$n-1$	$n$	$0 \{A_0\}$	$0 \{\sum_0\}$
05	$n-1$	-	11	$\Delta \{N - (n-1)\}$	$0 \{A_{(i=0)}\}$	$0 \{\sum_0\}$	0
06	$\Delta$	+	10	$A_{i+1}$	$0 \{\sum_{(i=0)}\}$	0	0
07	$A_{i+1}$	+	10	$\sum_{i+1}$	0	0	0
08	$A_{i+1}$	FBx	0	$A_{i+1}$	$\sum_{i+1}$	0	0
09	$A_{i+1}$	FL0	5Г	$A_{i+1}$	$\sum_{i+1}$	0	0
10	$A_{i+1}$	03	03	$A_{i+1}$	$\sum_{i+1}$	0	0
11	$A_{i+1}$	$\leftrightarrow$	14	$\sum_{i+1}$	$A_{i+1}$	0	0
12	$A_{i+1}$	с/п	50	$\sum_{i+1}$	$A_{i+1}$	0	0

Итак, имеем исходный модуль программы расчета первых  $N$  членов ряда (0, 1, 3, 6, 10, 15, 21, 28, 36, ..., etc.) с переменным шагом в системе команд МК-52. В связи с особенностями калькулятора (обратный отсчет для параметра цикла, трудность работы с константами в режиме программирования и т.п.) возникшее решение связано с нахождением разницы в параметрах текущего и предыдущего шагов.

Видно, что первые четыре команды служат для автоматизации программы, что уменьшает участие оператора в ее исполнении и таким образом приближает ее к ПП. Конечно, это делает программу громоздкой, зато освобождает пользователя от необходимости вручную производить очистку стека.

Что характеризует программу?

- Надежность,
- Эффективность,
- Открытость.

Что мы потеряем и что приобретем при переходе от программы к ПП?

На языке программирования Паскаль, можно реализовать программу расчета суммы  $N$  первых членов ряда в следующем виде, как это указано на листинге 1.

```

program RaschetsumN;
Var A, S, i, n, Ai : integer;
BEGIN
Write ('Введите N: '); Readln (n);
S := 0;
Ai := 0;

```

```

A := 0;
For i:=0 to n-1 do
Begin
Ai := Ai + i;
S := S + Ai
End;
Writeln ('Сумма = ', S)
END.

```

Листинг 1. Программа расчета суммы N первых членов ряда: 0, 1, 3, 6, 10, 15 ... на языке Паскаль

Итак, что же есть программный продукт?

Программный продукт – это, если обращаться с понятием неформально и несколько утилитарно, программа или комплекс программ, который можно использовать независимо от разработчика, на разных вычислительных устройствах универсального типа, если они удовлетворяют системным требованиям для данной программы или ПП. Программный продукт должен обладать такими признаками как:

- надежность;
- дружелюбие;
- «защитой от дурака».

Программный продукт должен создаваться с учетом того, что его пользователем может стать любой человек. Поэтому необходимо, чтобы ПП был защищен от неопытных пользователей и лоялен к ним. ПП должен легко читаться сторонним программистом, поскольку именно на него, в общем случае, а не на автора кода возлагается задача сопровождения ПП.

Изложенные выше соображения позволяют нам сделать если не окончательный, то вполне разумный для практической жизни вывод:

- Чем больше выразительных средств имеет язык реализации программы, тем больше шансов у последней стать программным продуктом;
- Чем больше покупателей имеет программа, тем сильнее стремится она превратиться в программный продукт;
- Чем выше стоимость программы, тем выше вероятность перехода ее в разряд программных продуктов.

При этом стандартный ПП характеризуют следующие черты:

- Закрытость (исходный код является объектом закона об авторском праве);

- Толерантность к пользователю на уровне естественного диалога (ставит уместные вопросы и дает прямые ответы);
- Лояльность к сопровождающим (ясность алгоритма на уровне обыденной логики и так называемого здравого смысла).

Отметив, что сегодня оправданно только массовое производство промышленной продукции, а ПП является именно продукцией, разницу между ним и программой можно свести в удобную таблицу:

Таблица 3

**Различие между Программой и Программным Продуктом (ПП)**

Программа	Программный продукт
Создается для машины	Создается для человека
Стремится быть быстрой и легкой при исполнении	Стремится быть ясной при отладке и сопровождении
Жертвует простотой ради эффективности	Не гонится за эффективностью

Конечно, выполнение даже всех приведенных условий не превратит программу в ПП, если код описывает ошибочный алгоритм, но! В том числе и для того, чтобы избежать последнего, рекомендуется к каждой программе относиться как к потенциальному программному продукту.

**Литература**

1. Белов Г. Экономика на кончиках пальцев. Виртуальные рынки // Материалы студенческой научно-практической конференции экономического факультета. Томск, 25–26 апреля 2014 г. – Томск: Издательский дом ТГУ, 2014. – С. 17–24.
2. Маликов Е.В. Интернет, глобализация и проблемы защиты авторского права: некоторые экономические и гуманитарные аспекты информационного обеспечения рыночных отношений в сетях // Евразийское пространство: приоритеты социально-экономического развития: сборник материалов III Международной научно-практической конференции. 12 апреля 2013 г., г. Москва. – М.: Изд. Центр ЕАОИ, 2013. – С. 133–135.
3. Юнгер Э. Рабочий. Господство и гештальт; Тотальная мобилизация; О боли. – СПб.: Наука, 2000. – 539 с.
4. Маликов Е.В. Языки программирования и управленческие навыки // Вестник Томского государственного педагогического университета. 2015. Вып. 1 (154). – С. 55–61.

## Содержание

### Биология

РАЗНООБРАЗИЕ МОХООБРАЗНЫХ СМЕШАННОГО ЛЕСА ОКРЕСТНОСТЕЙ С. КИРЕЕВСК DIVERSITY OF BRYOPHYTES IN MIXED FOREST ON THE OUTSKIRTS OF KIREEVSK <i>Борисова Екатерина Андреевна</i> .....	3
КОЛИЧЕСТВЕННОЕ СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА И АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ В КОРНЯХ И ЛИСТЬЯХ КОРМОВЫХ ЗЛАКОВ ПРИ КОРНЕВОЙ ГИПОКСИИ QUANTITATIVE PROTEIN AND ASCORBIC ACID IN THE LEAVES AND ROOTS FEED IN CEREALS ROOT HYPOXIA <i>Ирина Владимировна Геймор, Светлана Анатольевна Войцекская</i> .....	9
ВИДОВОЙ СОСТАВ ПАУКОВ ЛЕСНЫХ И ЛУГОВЫХ БИОТОПОВ РАЙОНА с. КИРЕЕВСК (КОЖЕВНИКОВСКИЙ РАЙОН) SPECIES COMPOSITION OF SPIDERS IN FOREST AND MEADOW HABITATS IN KIREEVSK AREA (KOZHEVNIKOVSKY REGION) <i>Юрий Сергеевич Семеничев, Сергей Владимирович Лукьянцев, Лидия Валентиновна Лукьянцева</i> .....	15
ДИНАМИКА ТЕМПЕРАТУРЫ ЗА ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД В ТОРФЯНОЙ ЗАЛЕЖИ БОЛОТА ТУРОЧАК DINAMIC OF THE TEMPERATURE FOR VEGETACION PERIOD IN PEAT DEPOSIT OF TUROCHAK BOG <i>Ольга Юрьевна Сипович</i> .....	19
ВЛИЯНИЕ СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА СВЕТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ LACTUCA SATIVA L. СОРТА ЛОЛЛО БИОНДО EFFECT OF LIGHT SPECTRAL COMPOSITION ON PRODUCTIVITY OF LACTUCA SATIVA L. LOLLO BIONDO <i>Таюпова Разиля Раилевна</i> .....	23
ДРЕВЕСНЫЕ РАСТЕНИЯ ТРОИЦКОГО СКВЕРА НОВО-СОБОРНОЙ ПЛОЩАДИ Г. ТОМСКА WOOD PLANTS OF TRINITY SQUARE IN THE NOVOSOBORNAYA SQUARE, TOMSK <i>Ангелина Дмитриевна Троеглазова, Ирина Борисовна Минич</i> .....	29
РАЗНООБРАЗИЕ И СТРУКТУРА ЗООПЛАНКТОНА МАЛОГО ГОРОДСКОГО ОЗЕРА БЕЛОЕ (Г. ТОМСК) DIVERSITY AND STRUCTURE OF ZOOPLANKTON IN THE SMALL URBAN LAKE BELOYE (TOMSK) <i>Анастасия Александровна Шабанова, Евгения Анатольевна Иманкулова, Лидия Валентиновна Лукьянцева</i> .....	33

### Химия

«СВЯЗАННЫЕ» СОЕДИНЕНИЯ В МАСЛАХ БИОДЕГРАДИРОВАННЫХ НЕФТЕЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИХ «ON-LINE» ФЛЭШ-ПИРОЛИЗА «BONDED» COMPOUNDS IN THE OILS OF BIODEGRADATED PETROLEUM USING THEIR «ON-LINE» FLASH PYROLYSIS <i>Баканова Ольга Сергеевна, Антипенко Владимир Родионович</i> .....	38
АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ НА СОДЕРЖАНИЕ МОЛИБДЕНА, МЕДИ, СЕРЕБРА THE ANALYSIS OF DIFFERENT NATURAL OBJECTS FOR THE CONTENTS OF MOLYBDENUM, COPPER, SILVER <i>Алина Анатольевна Кузьмина, Дарья Андреевна Горст, Юлия Евгеньевна Салосина</i> .....	44

ОБРАЗОВАНИЕ И СОСТАВ ЖИДКИХ ПРОДУКТОВ ПРИ ОЖИЖЕНИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА РАЗНОЙ ПРИРОДЫ В СВЕРХКРИТИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЯХ THE FORMATION AND COMPOSITION OF LIQUID PRODUCTS LIQUEFACTION OF ORGANIC MATTER OF DIFFERENT TYPE IN THE SUPERCRITICAL SOLVENT <i>Саидбеков Исфандиёр Чоршанбеевич</i> .....	48
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗА И ЦИНКА В ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТАХ СОВРЕМЕННЫМИ МЕТОДАМИ CONTENT TRACE SUBSTANCES IRON AND ZINC IN NATURAL OBJECTS <i>Ирина Павловна Слезко, Алена Петровна Кулешова</i> .....	52
АКТИВНОСТЬ ПОЛИФЕНОЛОКСИДАЗЫ И ПЕРОКСИДАЗЫ В ТОРФЯНОЙ ЗАЛЕЖИ ОЛИГОТРОФНОГО БОЛОТА POLYPHENOL OXIDASE AND PEROXIDASE ACTIVITY IN PEAT DEPOSITS OLIGOTROPHIC BOGS <i>Елена Викторовна Титова</i> .....	57

### Экспериментальная и клиническая медицина

КОЖА И МЕТОДЫ ЕЕ ОМОЛОЖЕНИЯ SKIN AND METHODS OF ITS REJUVENATION <i>Бакиров Эрлан Пархадович</i> .....	63
СТЕРОИДЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА STEROIDS AND THEIR EFFECT ON THE HUMAN BODY <i>Баротов Нодирбек Муродиллоевич, Илькин Егор Евгеньевич</i> .....	69
ИЗУЧЕНИЕ РОЛИ ИНТЕРСТИЦИАЛЬНЫХ КЛЕТОК КАХАЛЯ В ФОРМИРОВАНИИ СПОНТАННОЙ МОТОРНОЙ АКТИВНОСТИ TENIA COLI МОРСКИХ СВИНОК STUDYING OF THE ROLE OF INTERSTITIAL CELLS OF CAJAL IN THE FORMATION OF SPONTANEOUS MOTOR ACTIVITY OF TENIA COLI OF GUINEA PIGS <i>Воробьева Елена Вадимовна</i> .....	73
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПЕЙСМЕЙКИНГА АТИПИЧЕСКИХ КЛЕТОК СЕРДЦА И ИНТЕРСТИЦИАЛЬНЫХ КЛЕТОК КАХАЛЯ COMPARATIVE ANALYSIS OF THE PACEMAKER ACTIVITY ATYPICAL CELLS OF THE HEART AND INTERSTITIAL CELLS OF CAJAL <i>Воробьева Елена Вадимовна</i> .....	77
ЭТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В ДЕТСКОЙ СТОМАТОЛОГИИ THE ETHICAL PROBLEMS IN CHILDREN'S DENTISTRY <i>Никита Георгиевич Карабей, Дарья Олеговна Кузнецова</i> .....	83
КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕЗИАЛЬНЫХ РЕЗЦОВ ВЕРХНЕЙ ЧЕЛЮСТИ THE QUANTITATIVE CHARACTERISTICS OF THE MAXILLARY MESIAL INCISOR <i>Коняева Анастасия Денисовна</i> .....	89
ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ СТУДЕНТОВ СИБГМУ (СИБИРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА) МЕТОДОМ ИНДЕКСОВ DIAGNOSTIC OF THE PHYSICAL HEALTH OF THE SIBSMU (SIBERIAN STATE MEDICAL UNIVERSITY) BY METHOD OF INDICES <i>Кунгурова Елена Александровна; Байрамова Айша Рагим кызы</i> .....	95
ЭНДОКРИННАЯ ФУНКЦИЯ ЖИРОВОЙ ТКАНИ ENDOCRINE FUNCTION OF ADIPOSE TISSUE <i>Айша Рагим кызы Байрамова, Елена Александровна Кунгурова</i> .....	101
О НЕКОТОРЫХ АСПЕКТАХ ФИЗИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ИНВАЛИДОВ С ПОДА ABOUT SOME ASPECTS OF PHYSICAL REHABILITATION OF DISABLED PEOPLE WITH DEFEATS OF A MUSCULOSKELETAL APPART <i>Сергей Альфредович Легостин</i> .....	105

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА THE IMPACT OF ELECTROMAGNETIC WAVES ON HUMAN HEALTH <i>Мадшоева Анита Айдарбековна</i> .....	109
ТОКСИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО ПОРОШКА ПЬЕЗОКЕРАМИКИ TOXIC EFFECTS OF ULTRAFINE POWDER OF PIEZOELECTRIC CERAMICS <i>Татьяна Владимировна Носкова</i> .....	113
ФОРМИРОВАНИЕ ЗАПИРАТЕЛЬНОГО АППАРАТА НИЖНЕГО СЕГМЕНТА МАТКИ У БОЛЬНЫХ ИНВАЗИВНЫМ РАКОМ ШЕЙКИ МАТКИ ПОСЛЕ РАДИКАЛЬНОЙ ТРАНСАБДОМИНАЛЬНОЙ ТРАХЕЛЭКТОМИИ FORMATION OF OBTURATOR APPARATUS IN LOWER UTERINE SEGMENT IN PATIENTS WITH INVASIVE CERVICAL CANCER AFTER RADICAL TRANSABDOMINAL TRACHELECTOMY <i>Разаева Нургуль Абдижалиловна</i> .....	117
ИССЛЕДОВАНИЕ ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ЛИТИЯ НА ОРГАНИЗМ RESEARCH OF THE TOXIC EFFECTS OF LITHIUM ON THE NATURE <i>Эвелина Сергеевна Хрупина</i> .....	123

### География

СОЦИАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ Г. ТОМСК В ОЦЕНКАХ ЕГО ЖИТЕЛЕЙ (ПО РЕЗУЛЬТАТАМ СОЦИОЛОГИЧЕСКОГО ОПРОСА) SOCIAL PROBLEMS TOMSK IN THE ESTIMATES OF ITS INHABITANTS (ACCORDING TO THE OPINION POLL) <i>Виктор Сергеевич Демкеев</i> .....	127
РАЗВИТИЕ ИНТЕРЕСА К ГЕОГРАФИИ У ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА DEVELOPMENT OF INTEREST IN GEOGRAPHY FOR PRESCHOOLER AGED CHILDREN <i>Людмила Вячеславовна Иванова</i> .....	130
МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ КАЧЕСТВА ВОД РЕКИ БАСАНДАЙКИ MONITORING OF WATER QUALITY OF THE RIVER BASANDAYKI <i>Максим Александрович Лапин</i> .....	133
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЕКРЕАЦИОННОГО ТУРИЗМА В ВОСТОЧНОМ КАЗАХСТАНЕ RECREATIONAL TOURISM IN EAST KAZAKHSTAN PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT <i>Дана Бердалиевна Мирзаханова</i> .....	136
МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ВОДЫ Р. УШАЙКА ЗА ПРЕДЕЛАМИ ГОРОДА WATER QUALITY MONITORING OUTSIDE THE CITY OF THE USHAIKA RIVER <i>Руслан Алексеевич Пахомов</i> .....	142
ВОЗМОЖНОСТИ РАЗВИТИЯ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА КОЖЕВНИКОВСКОГО РАЙОНА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ OPPORTUNITIES OF DEVELOPMENT OF TOURIST RECREATIONAL POTENTIAL KOZHEVNIKOVO AREA OF TOMSK REGION <i>Александр Николаевич Симкин</i> .....	145
ГРОЗЫ И КУРСКАЯ МАГНИТНАЯ АНОМАЛИЯ В РОССИИ THUNDERSTORMS AND KURSK MAGNETIC ANOMALY IN RUSSIA <i>Ольга Михайловна Толочко</i> .....	151
ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И ВОСПИТАНИЕ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ ECO-GEOGRAPHICAL EDUCATION IN SECONDARY SCHOOLS <i>Алена Александровна Филатова</i> .....	155

## Теоретическая физика

ВЕРОЯТНОСТЬ ЗАХВАТА ПОЗИТРОНОВ В РЕЖИМЕ ПЛОСКОСТНОГО КАНАЛИРОВАНИЯ THE PROBABILITY OF CAPTURE POSITRONS IN THE PLANAR CHANNELING REGIME <i>Екатерина Сергеевна Васинцева</i> .....	158
КВАЗИКЛАССИЧЕСКИ СОСРЕДОТОЧЕННЫЕ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ ФОККЕРА–ПЛАНКА SEMICLASSICALLY CONCENTRATED SOLUTIONS OF THE FOKKER-PLANCK EQUATION <i>Дмитрий Андреевич Иванов</i> .....	164
ДВУМЕРНОЕ УРАВНЕНИЕ ТИПА ХАРТРИ: КВАЗИКЛАССИЧЕСКИЕ АСИМПТОТИКИ И КВАЗИЧАСТИЦЫ 2D HARTREE-TYPE EQUATION: SEMICLASSICAL ASYMPTOTICS AND QUASIPARTICLES <i>Кулагин Антон Евгеньевич</i> .....	168
ИЗЛУЧЕНИЕ КАНАЛИРОВАНИЕ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ПОЗИТРОНОВ В МОНОКРИСТАЛЛАХ RADIATION CHANNELING OF RELATIVISTIC POSITRONS IN SINGLE CRYSTALS <i>Наджевуллоев Абдулкосим Каримович</i> .....	173
АСИМПТОТИКИ И НЕВЯЗКА ОДНОМЕРНОГО НЕЛОКАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ФИШЕРА-КОЛМОГОРОВА-ПЕТРОВСКОГО-ПИСКУНОВА С ДРОБНОЙ ПРОИЗВОДНОЙ ASYMPTOTICS AND RESIDUAL FOR NONLOCAL FISHER-KOLMOGOROV-PETROVSKII- PISKUNOV EQUATION WITH FRACTIONAL DERIVATIVE <i>Прозоров Александр Андреевич</i> .....	178
РЕЗОНАНСНЫЕ ДВИЖЕНИЯ ДАЛЕКИХ СПУТНИКОВ ЮПИТЕРА RESONANT MOVEMENTS OF FAR SATELLITES OF FLOODLIGHT <i>Султонмамадова Манижа Ватаншоевна</i> .....	184
РОЖДЕНИЕ ЭЛЕКТРОН-ПОЗИТРОННЫХ ПАР КАНАЛИРОВАННЫМ ЭЛЕКТРОНОМ ELECTRON-POSITRONNYH BIRTH KANALIROVANNY STEAM ELECTRON <i>Илья Викторович Фартушев</i> .....	190

## Математический анализ

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ КУРСА «МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ» INDEPENDENT WORK OF STUDENTS STUDYING THE COURSE «MATHEMATICAL ANALYSIS» <i>Ксения Игоревна Горохова</i> .....	195
О РАЗРАБОТКЕ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДИСЦИПЛИНЫ С ПОЗИЦИИ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА ON THE DEVELOPMENT OF METHODOICAL COMPLEX DISCIPLINE FROM THE POSITION OF COMPETENCE APPROACH <i>Любовь Александровна Жидова</i> .....	198
ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОПРЕДЕЛИТЕЛИ THE FUNCTIONAL DETERMINANTS <i>Людмила Александровна Непомнящая</i> .....	201
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ В ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧАХ DIFFERENTIAL EQUATIONS IN APPLIED TASKS <i>Ксения Сергеевна Хоменко</i> .....	206

## Алгебра и теория чисел

ОБОБЩЕНИЕ ТЕОРЕМЫ НАПОЛЕОНА A GENERALIZATION OF NAPOLEON'S THEOREM <i>Нодирбек Муродиллович Баротов</i> .....	211
О «ВЕСЕЛЫХ» И «УГРЮМЫХ» ЭЛЕМЕНТАХ ГРУППЫ ABOUT «CHEERFUL» AND «GLOOMY» ELEMENTS OF GROUP <i>Гусельникова Ульяна Александровна</i> .....	215
РАЗЛИЧНЫЕ СПОСОБЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НА ПРОЦЕНТЫ VARIOUS WAYS OF THE SOLUTION OF TASKS FOR PERCENT <i>Татьяна Владимировна Ечина</i> .....	221
ПОСТРОЕНИЕ ГРУППЫ НА МНОЖЕСТВЕ НАТУРАЛЬНЫХ ЧИСЕЛ CREATION OF GROUP ON THE SET NATURAL NUMBERS <i>Кириченко Татьяна Евгеньевна</i> .....	226
РЕШЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧ ЕГЭ С ПОМОЩЬЮ ТЕОРИИ ЦЕПНЫХ ДРОБЕЙ SOLUTION OF SOME PROBLEMS OF THE UNIFIED STATE EXAM USING THE THEORY OF CONTINUED FRACTIONS <i>Анастасия Валерьевна Мекшеева</i> .....	232
ОРТОГОНАЛЬНОСТИ В ПРЯМЫХ СУММАХ ЦИКЛИЧЕСКИХ ГРУПП ORTHOGONALITIES IN DIRECT SUM OF CYCLIC GROUPS <i>Софья Леонидовна Фуксон</i> .....	238

## Методика преподавания математики

МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ НА РАБОТУ METHODS OF TEACHING OF SOLVING TASKS FOR JOB <i>Абдуллоев Бахтиер</i> .....	243
РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ ПО МАТЕМАТИКЕ (НА ПРИМЕРЕ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ «ЗОЛОТОЕ СЕЧЕНИЕ») PROJECT ACTIVITIES STUDENTS IN MATH (THE CASE STUDY TOPICS «GOLDEN SECTION») <i>Дарья Александровна Алексева</i> .....	246
РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА ПО ТЕМЕ «АЛГЕБРАИЧЕСКИЕ ЧИСЛА» DEVELOPMENT OF AN ELECTIVE COURSE ON THE TOPIC THE «ALGEBRAIC NUMBERS» <i>Виктория Николаевна Галинова</i> .....	250
РАЗРАБОТКА КОМБИНИРОВАННОГО ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА ПО МАТЕМАТИКЕ И ИНФОРМАТИКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА (НА ПРИМЕРЕ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ «ГРАФЫ») DEVELOPMENT OF THE COMBINED ELECTIVE COURSE IN MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE USING THE ENGLISH LANGUAGE (THE CASE STUDY TOPICS «GRAPHS») <i>Алина Викторовна Дунец</i> .....	254
ОРГАНИЗАЦИЯ ВНЕАУДИТОРНОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО МАТЕМАТИКЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ КОЛЛЕДЖА КАК СРЕДСТВО ИХ УСПЕШНОСТИ ПРИ ОСВОЕНИИ ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН THE ORGANIZATION OF OUT-OF-CLASS INDEPENDENT WORK IN MATHEMATICS TO THE STUDENTS OF THE COLLEGE AS THE FACILITIES OF THEIR SUCCESS IN GETTING USED TO COMMON PROFESSIONAL DISCIPLINES. <i>Виталий Евгеньевич Курочкин</i> .....	258

<p>ДИАГНОСТИКА УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ УНИВЕРСАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ДЕЙСТВИЙ DIAGNOSTICS OF FORMATION OF UNIVERSAL EDUCATIONAL ACTIONS</p>	263
<p><i>Петухова Людмила Владимировна</i> .....</p>	
<p>КРИПТОГРАФИЯ И АЛГЕБРА CRYPTOGRAPHY AND ALGEBRA</p>	269
<p><i>Симахина Анастасия Владимировна</i> .....</p>	

### **Общая физика**

<p>ОЦЕНИВАНИЕ КАЧЕСТВА ОБУЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ СПЕЦИАЛИСТА В ПЕДАГОГИЧЕСКОМ ВУЗЕ ASSESSING THE QUALITY OF LEARNING USING PROFESSIONAL MODELS IN PEDAGOGICAL HIGH SCHOOL</p>	274
<p><i>Екатерина Олеговна Алексеева</i> .....</p>	
<p>ФОРМИРОВАНИЕ МЕТАПРЕДМЕТНЫХ НАВЫКОВ У ШКОЛЬНИКОВ В РАМКАХ ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ THE FORMATION OF PUPIL METASUBJECT IN EXTRACURRICULAR ACTIVITY</p>	279
<p><i>Наталья Дмитриевна Артёмова</i> .....</p>	
<p>ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ MgO НА СТРУКТУРУ И ФАЗОВЫЙ СОСТАВ КОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ ZrO<sub>2</sub>(MgO)-MgO EFFECT OF MgO CONCENTRATION ON PHASE AND INTERNAL STRUCTURE OF ZrO<sub>2</sub> (MgO)-MgO COMPOSITES</p>	283
<p><i>Алесь Сергеевич Буяков</i> .....</p>	
<p>ОБУЧЕНИЕ ШКОЛЬНИКОВ РЕГУЛЯТИВНЫМ ДЕЙСТВИЯМ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО ФИЗИКЕ В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ TEACHING CHILDREN ABOUT REGULATORY ACTIONS WHEN PERFORMING PRACTICAL WORK IN PHYSICS IN SECONDARY SCHOOL</p>	287
<p><i>Елена Сергеевна Кисленко</i> .....</p>	
<p>ПРОБЛЕМА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ PROBLEM OF PROFESSIONAL PREPARATION OF STUDENTS OF MEDICAL INSTITUTION AT EDUCATING TO PHYSICS</p>	291
<p><i>Баян Сапарбековна Уалиханова, Торғай Абдрахманович Турмамбеков, Усен Ахметович Байзак</i> .....</p>	
<p>РАЗВИТИЕ ДИВЕРГЕНТНОГО МЫШЛЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОРГАНИЗАЦИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ DEVELOPMENT OF DIVERGENCE THINKING IN THE PROCESS OF ORGANIZATION OF RESEARCH ACTIVITY OF STUDENT</p>	296
<p><i>Рината Раисовна Юсупова</i> .....</p>	

### **Информатика и информационные технологии**

<p>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОЕКТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНФОРМАТИКЕ И ИКТ НА ИНОСТРАННОМ ЯЗЫКЕ, КАК СПОСОБ СТИМУЛИРОВАНИЯ УЧЕНИКОВ К АКТИВНОМУ ОБУЧЕНИЮ THE USAGE OF PROJECT TECHNOLOGY IN TEACHING COMPUTER SCIENCE IN FOREIGN LANGUAGE, AS A WAY TO MOTIVATE STUDENTS TO ACTIVE LEARNING</p>	299
<p><i>Виктория Анатольевна Борисова</i> .....</p>	

РАЗВИТИЕ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ НА УРОКАХ РОБОТОТЕХНИКИ В 6 КЛАССАХ DEVELOPMENT OF CRITICAL THINKING AT ROBOTICS LESSONS IN 6 CLASSES	
<i>Василий Петрович Демидович</i> .....	304
О КУРСЕ ПО ВЫБОРУ «ГЛОБАЛЬНЫЕ И ЛОКАЛЬНЫЕ СЕТИ» ABOUT ELECTIVE COURSES «GLOBAL AND LOCAL NETWORKS»	
<i>Долганов Виталий Михайлович, Долганова Надежда Филипповна</i> .....	308
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ MACROMEDIA FLASH В СОЗДАНИИ УЧЕБНЫХ АНИМАЦИОННЫХ ФИЛЬМОВ	
THE USE OF MACROMEDIA FLASH IN THE CREATION OF EDUCATIONAL ANIMATED CARTOONS	
<i>Жумагазиева Джамия Каиргазиевна, Исполова Сабахат Исполовна</i> .....	312
КОМПЛЕКС ЭЛЕКТРОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ «КОМПЛЕКТ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ»	
THE COMPLEX OF ELECTRONIC EDUCATIONAL RESOURCES «THE SET OF THE GRADUATE SCHOOL PROFESSORS»	
<i>Михаил Владимирович Клапатун, Екатерина Михайловна Попова, Дарья Александровна Токмакова</i> .....	315
ЭЛЕКТРОННЫЙ КОНСТРУКТОР СРЕДСТВ ПРОВЕРКИ УРОВНЯ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ НА ОСНОВЕ БАЗ ДАННЫХ	
THE ELECTRONIC KIT OF THE MEANS OF CHECK OF THE LEVEL OF SKILLS OF STUDENTS ON THE BASE OF DATA BANK	
<i>Анастасия Викторовна Красноногова, Екатерина Михайловна Попова</i> .....	318
БЛОК ФОРМИРОВАНИЯ ОЦЕНОК В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ	
THE BLOCK OF FORMATION OF ESTIMATES IN THE AUTOMATED MONITORING SYSTEM OF KNOWLEDGE	
<i>Виктория Валерьевна Мурукова</i> .....	321
РАЗРАБОТКА ТИПОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МОДЕЛИ УЧЕБНОГО ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ DEVELOPMENT OF STANDARD ELEMENTS OF MODEL OF EDUCATIONAL DIVISION	
<i>Антон Александрович Мытник</i> .....	325
ПРОГРАММИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫМИ РОБОТАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОС ANDROID	
CONTROL PROGRAMMING MOBILE ROBOT WITH ANDROID OS	
<i>Одинаев Рахмонали Саидмухторович</i> .....	329
ДЕМОНСТРАЦИЯ АЛГОРИТМА ШИФРОВАНИЯ RSA В КОМПЬЮТЕРНОЙ АЛГЕБРЕ MAXIMA	
DEMONSTRATION RSA ENCRYPTION ALGORITHM BY MEANS THE COMPUTER ALGEBRA MAXIMA	
<i>Николай Александрович Стахин, Ахком Абдухамидович Бокиев</i> .....	332
ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ АЛГЕБРЫ MAXIMA В КУРСЕ «ОСНОВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ»	
STUDY OPPORTUNITIES COMPUTER ALGEBRA MAXIMA IN THE COURSE «FUNDAMENTALS OF MATHEMATICAL PROCESSING OF INFORMATION»	
<i>Николай Александрович Стахин, Парвиз Курбоналиевич Рахмонов</i> .....	340
ОРГАНИЗАЦИЯ МЕДИАОБРАЗОВАНИЯ УЧАЩИХСЯ В РАМКАХ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ ORGANIZATION OF MEDIA EDUCATION OF PUPILS WITHIN THE SCHOOL	
<i>Ольга Юрьевна Телегина, Людмила Михайловна Артищева</i> .....	348
СОЗДАНИЕ ИНТЕРАКТИВНОГО ВИРТУАЛЬНОГО ТУРА КАК СРЕДСТВА ЭДЬЮТЕЙМЕНТА	
CREATION OF THE INTERACTIVE VIRTUAL TOUR AS AN AGENT OF EDUTAINMENT	
<i>Токмакова Дарья Александровна</i> .....	352

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ИННОВАЦИОННОГО ПОСОБИЯ ДЛЯ ЗАОЧНОГО И ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ THE ELABORATION OF ELECTRONIC MANUAL FOR EXTRAMURAL AND REMOTE EDUCATION	
<i>Токмакова Дарья Александровна, Попова Екатерина Михайловна</i> .....	355
ОТ ПРОГРАММЫ К ПРОГРАММНОМУ ПРОДУКТУ FROM THE PROGRAM TO THE SOFTWARE PRODUCT	
<i>Никита Андреевич Трухин</i> .....	359

*Научное издание*

**V ВСЕРОССИЙСКИЙ ФЕСТИВАЛЬ НАУКИ  
XIX МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ  
«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ»**

20–24 апреля 2015 г.

**Том I  
Естественные и точные науки**

Материалы публикуются в авторской редакции

Ответственный за выпуск: Л.В. Домбраускайте  
Технический редактор: Н.Н. Сафронова

Бумага: офсетная  
Печать: трафаретная  
Усл. печ. л.: 17,5  
Уч. изд. л.: 22,3

Сдано в печать: 18.09.2015 г.  
Формат: 64×80/16  
Заказ: 896/Н  
Тираж: 100 экз.

Издательство Томского государственного педагогического университета  
634061, г. Томск, ул. Киевская, 60  
Отпечатано в типографии Издательства ТГПУ  
г. Томск, ул. Герцена, 49. Тел. (3822) 52-12-93.  
e-mail: [tipograf@tspu.edu.ru](mailto:tipograf@tspu.edu.ru)