

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



**ВСЕРОССИЙСКИЙ ФЕСТИВАЛЬ НАУКИ НАУКА 0+**  
**XXI МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**  
**СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ**  
**«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ»**

17–21 апреля 2017 г.

**Том I**  
**Естественные и точные науки**

Томск 2017

ББК 74.58

В 65

В 65 Всероссийский фестиваль науки НАУКА 0+. XXI Международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и образование» (г. Томск, 17–21 апреля 2017 г.) : В 5 т. Т. I: Естественные и точные науки / ФГБОУ ВО «Томский государственный педагогический университет». – Томск : Изд-во Том. гос. пед. ун-та, 2017. – 344 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  
Зырянова О.В., канд. физ.-мат. наук, доцент  
Каменская И.В., канд. физ.-мат. наук  
Чуприков Н.Л., 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  
Ершова Т.В., канд. физ.-мат. наук, доцент  
Седокова М.Л., канд. биол. наук, доцент  
Клишин А.П., зав. лаб. СНИЛИТ

Материалы публикуются в авторской редакции

# БОТАНИКА

---

УДК 631.811:635.21  
ГРНТИ 68.35.49

## УСТОЙЧИВОСТЬ ТЕРМОФИЛЬНОГО ШТАММА THERMODESULFOVIBRIO SP. V2 К ИОНАМ МЫШЬЯКА И СТРОНЦИЯ

## RESISTANCE OF THERMOPHILIC STRAIN THERMODESULFOVIBRIO SP. V2 FOR THE ARSENIC AND STRONTIUM IONS

*Климова Ксения Максимовна*

Научный руководитель: Ю. А. Франк, канд. биол. наук, доцент

*Национальный исследовательский Томский государственный университет,  
г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* тяжелые металлы, термофильные бактерии, стронций, мышьяк, устойчивость.

*Key words:* heavy metals, thermophilic bacteria, arsenic, strontium, resistance.

*Аннотация.* Определена устойчивость для штамма термофильных сульфатредуцирующих бактерий к ионам стронция и мышьяка. Выявлена предельная концентрация для арсената. Для иона стронция штамм *Thermodesulfovibrio sp. V2* является первой известной сульфатредуцирующей бактерией с высокой устойчивостью к этому металлу.

В настоящее время одной из наиболее важных и опасных экологических проблем является загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами.

Среди многочисленных загрязняющих веществ тяжелые металлы (такие как ртуть, свинец, кадмий, цинк, стронций и другие) и их соли выделяются высокой токсичностью, широкой распространённостью, многие из них способны накапливаться в живых организмах. Антропогенным фактором загрязнения данного рода являются в основном промышленные сточные воды, а также бытовые стоки, дым и пыль промышленных предприятий. Большинство металлов образуют стойкие

органические соединения, хорошая растворимость этих комплексов способствует миграции тяжёлых металлов в природных водах [1].

Стронций и мышьяк широко распространены в окружающей среде. Арсенат обнаружен в повышенных концентрациях в подземных и поверхностных водах во многих частях мира (например, Бангладеш, Япония), создавая таким образом необходимость сохранения и эффективных методов очистки воды [2].

Как мышьяк, так и стронций оказывают негативное воздействие на организм человека. Следовательно, актуальным является изучение микроорганизмов, устойчивых к высоким концентрациям тяжелых металлов и металлоидов, а также способных связывать ионы тяжелых металлов в устойчивые соединения.

Некоторые микроорганизмы, такие как сульфатредуцирующие бактерии выводят металлы из круговорота за счет образования сульфидов с низкой растворимостью, а именно минералов. Одной из наиболее распространенных форм биогенной минерализации в осадочных породах является процесс пиритизации органических остатков. В основе этого процесса заложен биохимический жизненный цикл сульфатредуцирующих бактерий, восстанавливающих сульфат-ионы до сероводорода. Последний, при наличии в среде свободных ионов железа образует пирит [3].

Целью нашей работы было определение устойчивости к металлам штамма V2 принадлежащего к роду *Thermodesulfovibrio* (Nitrospirae), который был выделен из глубинных водоносных горизонтов в Томской области. Имеет 99% гомологию последовательности гена 16S рНК с *T. aggregans* (рис. 1).

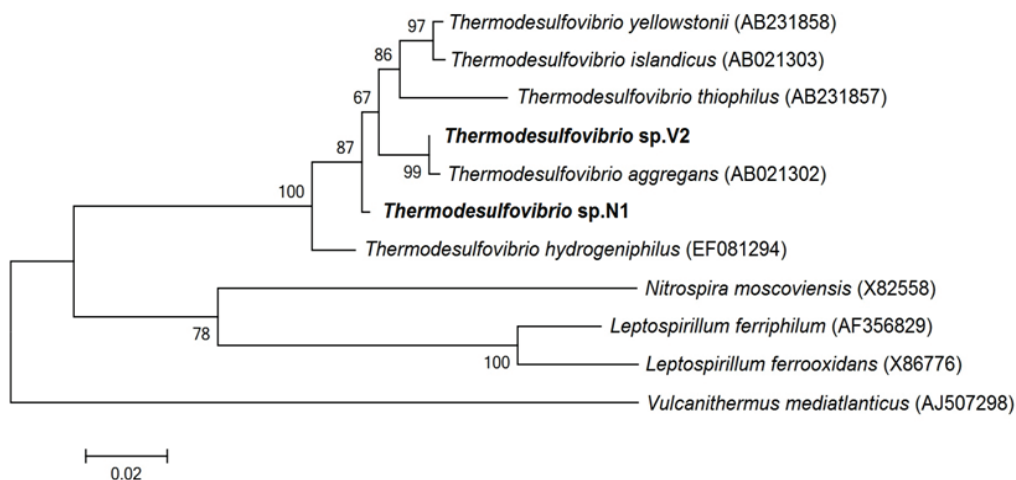


Рис. 1. Филогенетическое положение штаммов N1 и V2 на основании сравнения нуклеотидных последовательностей гена 16S рНК методом Maximum Likelihood. Масштаб соответствует двум нуклеотидным заменам на каждые 100 нуклеотидов



Штамм V2 был выделен в Колпашевском районе Томской области из водоносного горизонта, вскрытого на глубине 2.1 км скважины 5-Р. в нашей лаборатории в 2014 году из скважины 5кп в пределах Чажемтовского месторождения минеральных вод. По органолептическим свойствам вода без цвета, прозрачная, с резким запахом сероводорода, слабосоленоватая. Из микроэлементов в воде присутствуют, мкг/дм<sup>3</sup>: медь – 0,020–0,031, цинк 0,050–0,06, свинец – 0,005–0,01, молибден – 0,21, стронций – 20,0, литий – 0,525. Вредные и токсичные компоненты, нормы на которые установлены ГОСТ 13273-88, либо отсутствуют (нитраты, нитриты, мышьяк), либо содержатся в малых дозах (фтор – 3,88 мг/дм<sup>3</sup>) [4].

Методика исследований. Для определения устойчивости к металлам штамм V2 культивировали при нейтральном pH в термостате при 65 °С на жидкой среде Видделя. К среде добавляли водные растворы Sr(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> и Na<sub>3</sub>AsO<sub>4</sub>, в каждом пассаже увеличивая концентрацию. При анализе роста микроорганизмов использовали фазово-контрастный микроскоп.

**Результаты.** Рост и развитие *Thermodesulfovibrio* sp. V2 может происходить как в присутствии трехвалентного иона мышьяка As<sup>3+</sup>, так и двухвалентного стронция Sr<sup>2+</sup>. Для арсената была выявлена предельная концентрация, при которой штамм V2 способен к росту (325 мг/дм<sup>3</sup>), хотя в подземной воде, из которой он был выделен, мышьяка обнаружено не было.

На данном этапе исследования концентрация для стронция составляет 575 мг/дм<sup>3</sup>. Возможно, такая устойчивость бактерий обусловлена повышенной концентрацией стронция в подземной воде (20 мг/дм<sup>3</sup> при норме по ГОСТу 13273-88 7 мг/дм<sup>3</sup>). (Таблица 1)

Таблица 1

Содержание ионов металлов в скважине и среде Видделя (мг/дм<sup>3</sup>)

Ион металла	Концентрация ионов металлов в скважине 5-Р	Концентрация ионов металлов в среде Видделя
As	0	325
Sr	20	575

**Выводы.** Таким образом, штамм V2 способен к росту ионов металлов As<sup>3+</sup> и Sr<sup>2+</sup> в более высоких концентрациях, чем в скважине, из которой они были выделены. *Thermodesulfovibrio* sp. V2 является первой сульфатредуцирующей бактерией с высокой устойчивостью к стронцию. В биоремедиации используется штамм-продуцент *Halomonas* spp., минимальные ингибирующие концентрации которого (до 5 mM) сопоставимы с концентрациями, при которых способен расти штамм V2.

## **Литература**

1. Теплая, Г. А. Тяжелые металлы как фактор загрязнения окружающей среды Теплая Галина Анериевна Тяжелые металлы как фактор загрязнения окружающей среды (обзор литературы) // Астраханский вестник экологического образования. – 2013. – №1 (23). – С. 182-192.
2. Kasimtseva, N.V. Removal of arsenic and strontium from aqueous solution using ironoxide coated zeolitized tuff // M.S. Thesis. – Department of Water Resources Management, University of Nevada, Las Vegas. – 2010. – P. 3.
3. Королёв, Э. А. и др. Влияние структурно-генетических особенностей различных видов органических остатков на характер образования аутигенных пиритовых агрегатов в верхнеюрских отложениях // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. – 2010. – №3. – С. 192-207.
4. Курортно-рекреационный потенциал Западной Сибири / под ред. Е.Ф. Левицкого, В.Б. Адилова. // Томск, Издательство «Красное знамя». – 2002. – С. 115-117.

УДК 582.4

ГРНТИ 34.29.25

## **ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫХ РАСТЕНИЙ ГОРОДСКОГО САДА ГОРОДА ТОМСКА**

### **TREES AND SHRUBS DIVERSITY OF THE CITY GARDEN, TOMSK**

*Троеглазова Ангелина Дмитриевна*

Научный руководитель: И.Б. Минич, канд. биол. наук, доцент

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

*Ключевые слова:* городской сад, видовое разнообразие, деревья, кустарники, апофит, адвент.

*Key words:* the city garden, plant diversity, trees, shrubs, apophyte, adventitious plant.

*Аннотация.* Рассмотрено видовое разнообразие древесно-кустарниковых растений Городского сада г. Томска по состоянию на октябрь 2016 г. Изучен таксономический состав, жизненные формы, ареалы естественного и искусственного произрастания определенных растений.

Древесно-кустарниковые растения в современных урбанизированных территориях являются одними из основных компонентов в системе регулирования качества окружающей среды [1] В современном мире стремительно идет процесс урбанизации, резко возрастает концентрация людей в крупных городах. Поэтому вопросы оптимизации городской среды обитания человека являются актуальными. Одним из факторов оптимизации является не только уменьшение выбросов загрязнителей в атмосферу и воду, но и создание благоприятной среды

обитания человека. Это создание парков, скверов, придомовых зеленых полос и других типов насаждений, взаимосвязанных между собой посредством бульваров, уличных посадок в единое целое [2]. Городской сад представляет собой парк и развлекательный комплекс. Парк является озелененной территорией, в которой главными насаждениями являются деревья и кустарники.

Городской сад в Томске является одним из старейших общественных парков в городе. Он был создан в 1886 году под руководством ученого Томского государственного университета Порфирия Никитича Крылова. На заболоченном участке на Ново-Соборной площади был сформирован ландшафт в традициях садово-паркового искусства. В саду был выкопан пруд, проложены дорожки, поставлены беседки, скамейки высажены 9000 экземпляров деревьев и кустарников [3]. За многолетнюю историю существования Городского сада, видовой состав древесно-кустарниковых растений парка менялся и на современном этапе изучен недостаточно.

Целью данной работы явилось изучение видового разнообразия древесно-кустарниковых растений произрастающих в городском саду г. Томска.

**Материалы и методы.** Объектом исследований явились деревья и кустарники, произрастающие на территории Городского сада г. Томска. Видовую принадлежность растений определяли на месте. Видовые названия растений и семейств приняты в соответствии с определителями [4, 5]. Для определения жизненных форм растений применяли классификацию И.Г. Серебрякова [6]. Для определения дифференциации древесно-кустарниковых растений на адвентивный и аборигенный компоненты использовали принципы, заложенные в трудах [7].

**Результаты и обсуждение.** Исследования показали, что на территории Городского сада таксономический состав древесно-кустарниковых растений представлен 32 видами, относящимся к двум отделам сосудистых растений: Голосеменные (*Gymnospermae*) и Покрытосеменные (*Angiospermae*) (табл. 1–2).

Таблица 1

Соотношение основных систематических групп древесно-кустарниковых растений Городского сада г. Томска

Систематическая группа	Абсолютное число видов, шт.	% от общего числа видов
<i>Gymnospermae</i>	8	25
<i>Angiospermae</i>	24	75

Таблица 2

Конспект видов древесно-кустарниковых растений  
Городского сада г. Томска

Семейство	Вид	Жизненная форма	Ареал	Происхождение
1	2	3	4	5
Gymnospermae				
Сосновые (Pinaceae Lindl.)	Ель колючая ( <i>Picea pungens</i> 'Glauca')	Вечнозеленое дерево	В культуре	Адвент
	Ель сибирская ( <i>Picea obovata</i> Ledeb.)	Вечнозеленое дерево	Сибирь, Север Евро- пы, Маньчжурия, Монголия, Казахстан	Апофит
	Лиственница сибирская ( <i>Larix sibirica</i> Ledeb.)	Листопадное дерево	Сибирь (до озера Байкал), Урал, Се- веро-Восток Европы	Апофит
	Пихта сибирская ( <i>Abies sibirica</i> Ledeb.)	Вечнозеленое дерево	Северо-Восток Европы, Урал, Сибирь, Монголия, Север Китая	Апофит
	Сосна кедровая или сибирская ( <i>Pinus sibirica</i> Du Tour, или <i>Pinus sibirica</i> (Rupr.) Mayr.)	Вечнозеленое дерево	Сибирь, Урал, Северо-Восток Европы	Апофит
	Сосна обыкновенная ( <i>Pinus sylvestris</i> L.)	Вечнозеленое дерево	Европейская часть России, Сибирь, Кавказ, Средняя Европа, Сканди- навия, Альпы, Пиренеи	Апофит
Кипарисовые (Cupressfcae Gray)	Можжевельник обыкновенный ( <i>Juniperus communis</i> L.)	Вечнозеленый кустарник	Европа, Западная Сибирь, Северная Америка	Адвент
	Туя западная ( <i>Thuja occidentalis</i> L.)	Вечнозеленое дерево	Северная Америка	Адвент
Отдел Покрытосеменные растения (Angiospermae)				
Березовые (Betulaceae S.F. Gray)	Береза повислая или бородавчатая ( <i>Betula pendula</i> Roth. или <i>B. verrucosa</i> Ehrh.)	Листопадное дерево	Европа, Кавказ, За- падная и Восточная Сибирь	Апофит
	Береза пушистая ( <i>Betula pubescens</i> Ehrh.)	Листопадное дерево	Европа, Сибирь, Средняя Азия	Апофит
Ивовые (Salicaceae Mirb.)	Ива белая ( <i>Salix alba</i> L.)	Листопадное дерево	Сибирь, Западная Европа, Малая Азия, Гималаи, Ки- тай	Адвент
	Ива белая 'Серебристая' ( <i>Salix alba</i> f. <i>Argentea</i> )	Листопадное дерево	В культуре	Апофит

	Тополь бальзамический ( <i>Populus balsamifera</i> L.)	Листопадное дерево	Северная Америка	Адвент
	Тополь белый ( <i>Populus alba</i> L.)	Листопадное дерево	Европа, Западная Сибирь, Средняя Азия	Апофит
Липовые (Tiliaceae Juss.)	Липа сердцелистная ( <i>Tilia cordata</i> Mill.)	Листопадное дерево	Европа, Малая Азия	Адвент
Вязовые (Ulmaceae Mirb.)	Вяз гладкий ( <i>Ulmus laevis</i> Pall.)	Листопадное дерево	Европа, Азия	Адвент
Розоцветные (Rosaceae Juss.)	Боярышник крово-красный ( <i>Crataegus sanguinea</i> Pall.)	Листопадный кустарник	Европа, Сибирь, Средняя Азия, Монголия	Апофит
	Пузыреплодник калинолистный ( <i>Physocarpus opulifolius</i> (L.) Maxim.)	Листопадный кустарник	Северная Америка	Адвент
	Роза коричная ( <i>Rosa cinnamomea</i> L.)	Листопадный кустарник	Сибирь, Европа	Апофит
	Роза морщинистая ( <i>Rosa rugosa</i> Thunb.)	Листопадный кустарник	Дальний Восток, Зарубежная Азия	Адвент
	Рябина сибирская ( <i>Sorbus sibirica</i> Hedl.)	Листопадное дерево	Сибирь, Дальний Восток, Монголия	Апофит
	Таволга дубровколистная ( <i>Spiraea chamaedryfolia</i> L.)	Листопадный кустарник	Восточная Европа, Урал, Сибирь, Средняя Азия	Апофит
	Черемуха Маака ( <i>Padus maackii</i> (Rupr.) Kom.)	Листопадное дерево	Дальний Восток, Китай (северо- восток), Корея	Адвент
	Черемуха обыкновенная ( <i>Padus avium</i> Mill.)	Листопадное дерево	Европа, Азия	Апофит
	Яблоня ягодная ( <i>Malus baccata</i> (L.) Borkh.)	Листопадное дерево	Восточная Сибирь, Дальний Восток, Монголия, Север- ный Китай	Адвент
Бобовые (Fabaceae Lindl.)	Карагана древовидная ( <i>Caragana arborescens</i> Lam.)	Листопадный кустарник	Сибирь, Монголия	Апофит
	Карагана кустарниковая ( <i>Caragana frutex</i> (L.) K. Koch)	Листопадный кустарник	Европа, Средняя Азия, Сибирь, Монголия	Апофит
Кленовые (Aceraceae Juss.)	Клен ясенелистный ( <i>Acer negundo</i> L.)	Листопадное дерево	Северная Америка	Адвент
	Клен татарский ( <i>Acer tataricum</i> L.)	Листопадное дерево	Европа, Юго- Западная Азия	Адвент
	Клен остролистный ( <i>Acer platanoides</i> L.)	Листопадное дерево	Европа, Малая Азия	Адвент
Маслиновые (Oleaceae Hoffm. et Link.)	Сирень венгерская ( <i>Syringa josikaea</i> Jacq. f. ex Reichb.)	Листопадный кустарник	Европа	Адвент

	Сирень обыкновенная ( <i>Syringa vulgaris</i> L.)	Листопадный кустарник	Европа, Малая Азия	Адвент
	Ясень пенсильванский ( <i>Fraxinus pennsylvanica</i> Marshall)	Листопадное дерево	Северная Америка	Адвент

Ведущим по числу видов из отдела Gymnospermae является семейство Pinaceae Lindl. (6), меньшее составляет семейство Cupressaceae Gray (2). Из отдела Angiospermae большее число видов определено в семействе Rosaceae Juss. (9), меньшее в Salicaceae Lindl. (3), Aceraceae Lindl. (3), Oleaceae Hoffm. et Link. (3), Betulaceae S.F. Gray (2), Fabaceae Lindl. (2), Tiliaceae Juss. (1) Ulmaceae Mirb. (1). По ритму развития листовой на исследуемой территории преобладают листопадные деревья – 47%, на долю листопадных кустарников приходится – 28 %, вечнозеленые деревья составляют 25%.

Основным источником формирования древесно-кустарниковой флоры на урбанизированной территории являются апофиты (виды аборигенной, местной флоры) и адвенты (виды, преодолевшие географический барьер и произрастающие за пределами естественного ареала, их проникновение на конкретную территорию связано с деятельностью человека в результате заноса или в результате интродукции, или дичания культивируемых растений) [8] На территории Городского сада г. Томска виды-адвенты составляют 52% от общего числа видов, на долю апофитов приходится 48%.

Таким образом, определен видовой состав древесно-кустарниковых растений территории Городского сада г. Томска. Установлено, что большинство древесно-кустарниковых растений составляют виды адвенты.

### Литература

1. Бухарина, И.Л. Эколого-биологические особенности в урбанизированной среде: монография. / И. Л. Бухарина, Т. М. Поварничина, К. Е. Ведерников. – Ижевск : 2007. – 216 с.
2. Морякина, В.А. Руководство по зеленому строительству в Томской области / В. Д. Осипова, Т. Г Орлова. – Томск : Изд-во Томск. ун-та, 1980. – 76 с.
3. Майданюк, Э. К., Сады и парки Томска / Эдуард Майданюк. Томск : Курсив, 2014. – 111 с.
4. Флора Сибири: в 14 т. / под редакцией д.б.н., проф. И.М. Красноборова. Новосибирск: Наука. Сиб. отд., 1988 .Т. 1-14
5. Черепанов, С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб. : Мир и семья, 1995. – 992 с.
6. Серебряков, И.Г. Экологическая морфология растений. Москва : Изд-во «Высшая школа», 1962. – 379 с.
7. Прокопьев, Е. П Программа и методы исследований флоры сосудистых растений особо охраняемых природных территорий г. Томска / Е. П Прокопьев, Рыбина Т. А,

- Мерзлякова И. Е. // Вестник Томского государственного университета. Серия «Биология». – 2009. – № 322. – С. 243-322.
8. Richardson, D.M., Pysek, P., Rejmanek, M., Barbour, M. G., Panetta, F.D. & West, C.J. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. // Diversity and Distributions. 2000 № 6. С. 93-107.

УДК 631.811:635.21  
ГРНТИ 68.35.49

## **ВЛИЯНИЯ ИОНОВ КАЛЬЦИЯ НА РАЗВИТИЕ РОСТКОВ КАРТОФЕЛЯ СОРТОВ «НАКРА» И «НЕВСКИЙ»**

## **INFLUENCE OF CALCIUM IONS ON DEVELOPMENT OF POTATOES OF POTATOES “NAKRA” AND “NEVSKY”**

*Чистякова Юлия Александровна*

Научный руководитель: А.В. Куровский, канд. биол. наук, доцент

*Национальный исследовательский Томский государственный университет,  
г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* ростки картофеля, питательная среда, ионы кальция, сухое вещество, выращивание и развитие ростков, минеральное питание.

*Key words:* potato sprouts, nutrient medium, calcium ions, dry basis, growth and development of sprouts, mineral nutrition.

*Аннотация.* Размножение картофеля частями клубня является наиболее простым и эффективным способом оздоровления семенного материала. Однако процесс размножения картофеля частями клубня изучен не полностью. Поэтому изучение особенностей минерального питания картофеля при размножении частями клубня является важной теоретической и практической задачей. Исследование посвящено выявлению закономерностей влияния ионов кальция на развитие ростков картофеля сортов «Накра» и «Невский», обладающих различными стратегиями по отзывчивости на внесение минеральных удобрений.

Известно, что кальций в качестве основного элемента питания растений необходим для формирования структур, поддержания осмоса и осуществления сигнальных функций в клетках [1]. На сегодняшний день не вызывает сомнения то, что центральная роль в механизмах формирования устойчивости растительного организма принадлежит ионизированному кальцию [2].

От недостатка кальция, в первую очередь, страдают молодые меристематические ткани и корневая система [3]. Прекращается образование боковых корней и корневых волосков, замедляется рост корней [4]. Недостаток кальция приводит к набуханию пектиновых веществ, что вызывает ослизнение клеточных стенок и разрушение клеток [5].

Выращивание из ростков – это экстремальное состояние для растения, именно поэтому ему требуется повышенное кальциевое питание [6].

В качестве объекта для постановки эксперимента нами были выбраны клубни и ростки картофеля сортов «Накра» и «Невский». Ценность сорта «Накра»: стабильная урожайность, высокая крахмалистость, пригодность для изготовления хрустящего картофеля [7]. Ценностью сорта «Невский» является: высокая урожайность и товарность, широкая экологическая пластичность [8].

В связи с этим был поставлен эксперимент по проращиванию ростков картофеля сортов «Накра» и «Невский» на питательных средах с одинаковой ионной силой, но с разным содержанием ионов кальция в растворе.

Для последующего анализа влияния разного содержания ионов кальция на клубни картофеля двух сортов был проведен ряд исследований на интактных клубнях. В результате чего было выявлено, что содержание сухого вещества значительно выше в ростках картофеля сорта «Накра». Это значение составляет в среднем 25,5%. Для сорта «Невский» содержание сухого вещества составляет около 21%, что подтверждает разную селекционную направленность при выведении сортов. Сорт «Накра» направлен выводится как сорт с очень высоким содержанием крахмала, что отразилось и на содержании сухого вещества вообще. Это общее различие между сортами являлось причиной некоторых частных физиологических различий.

При измерении электропроводности сырой ткани клубней картофеля сортов «Накра» и «Невский» было установлено, что электропроводность выше в ростках картофеля сорта «Накра». Это объясняется более высоким содержанием солей, в том числе и более высоким содержанием калия в частности.

Таким образом, главным результатом исследования интактных клубней стали данные о более высоком содержании сухого вещества и, как следствие этого, о более высоком содержании элементов минерального питания в тканях клубней сорта «Накра» по сравнению с сортом «Невский».

На основании полученных данных были поставлены эксперименты по проращиванию ростков картофеля сортов «Накра» и «Невский» на питательных средах с одинаковой ионной силой, но с разным содержанием ионов кальция в растворе.

Единичный эксперимент представлял из себя ряд сосудов с концентрациями кальция от 0 до 30 мг-экв/л для каждого сорта.

На рисунке 1 представлены данные по процентному содержанию сухого вещества в клубнях картофеля на средах с разным содержанием кальция.



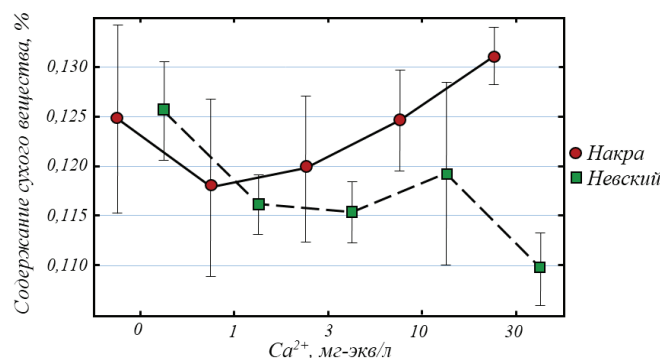


Рис. 1. Содержание сухого вещества ростков картофеля сортов «Накра» и «Невский», в зависимости от концентрации ионов кальция

Из рисунка 1 видно, что два сорта вновь демонстрируют абсолютно разные стратегии по отношению к содержанию сухого вещества в тканях. При увеличении концентрации кальция в среде от 0 до 1 мг-экв/л наблюдается снижение содержания сухого вещества для обоих сортов. Однако при дальнейшем увеличении концентрации кальция сорта начинают реагировать по-разному. Сорт «Накра» демонстрирует дальнейшее увеличение содержания сухого вещества в диапазоне от 3 до 30 мг-экв/л, для сорта «Невский» можно говорить о неуклонной тенденции к снижению сухого вещества.

Из сказанного выше следует вывод, что два сорта демонстрируют абсолютно разные стратегии по отношению к содержанию сухого вещества в тканях. Данный эффект может быть объяснен разными физиологическими свойствами покровных тканей и клеточных мембран. Для сорта «Накра» – при увеличении концентрации кальция в среде наблюдается усиление барьерных функции покровов и мембран, а для «Невского» обычное в таких случаях усиление поглощения воды.

Работа выполнялась на кафедре экологической и сельскохозяйственной биотехнологии БИ ТГУ и на базе лаборатории биофизики мембран НИ ИББ ТГУ под руководством доцента кафедры сельскохозяйственной биотехнологии, кандидата биологических наук Куровского А.В. и старшего преподавателя кафедры сельскохозяйственной биотехнологии Якимова Ю.Е.

## Литература

1. Кларксон, Дэвид Т. Транспорт ионов и структура растительной клетки / отв. ред. Д. Б. Вахмистрова. – Москва: Мир, 1978. – 368 с.
2. Полевой В. В. Физиология растений: учеб. для биол. спец. вузов. – Москва: Высш. шк., 1989. – 464 с.
3. Лютгге У., Хигинботан Н. Перемещение веществ в растениях. Москва: Колос, 1894. – 408 с.
4. Вавилов П. П., Гриценко В. В., Кузнецов В. С. и др. Растениеводство / под ред. П. П. Вавилова. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Агропромиздат, 1986. – 512 с.

5. Алехина Н. Д., Балконин Ю. В. Физиология растений / отв. ред. И. П. Ермаков. – Москва: Академия, 2005. – 640 с.
6. Якушкин И. В., Лисова А. В. Ступенчатая посадка картофеля долями клубня и рассадой. – Москва: Огиз-сельхозгиз, 1948. – 44 с.
7. Пшеченков К. А., Зейрук В. Н., Давыденкова О. Н. В кн. : Картофель России. – Москва, 2003. – Т. 3. – С. 24-40.
8. Пшеченков К. А., Зейрук В. Н., Галимов Р. Р. // Картофель и овощи. – 2003. – № 6.

УДК 579.64; 631.484  
ГРНТИ 68.05.45

## **АКТИВНОСТЬ МИКРОФЛОРЫ ЭВТРОФНОГО БОЛОТА ТАГАН**

### **THE ACTIVITY OF MICROORGANISMS IN EUTROPHIC BOG TAGAN**

*Шапошникова Виктория Игоревна*

Научный руководитель: М. А. Сергеева, канд. биол. наук,  
доцент кафедры биологии растений и биохимии

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

*Ключевые слова:* торфяные болота, Западная Сибирь, трансформация органического вещества, микрофлора.

*Key words:* mire, Western Siberia, transformation of organic matter, microflora.

*Аннотация.* Торфяные болота – уникальные экосистемные образования биосферы, свойства которых определяются физико-химическими и микробиологическими процессами. Деятельность микроорганизмов играет огромную роль в процессах торфогенезе. В работе приводятся результаты изучения распределения различных групп микроорганизмов по торфяному профилю эвтрофного болота Таган, находящегося на территории Томского района Томской области. Исследования проводились на естественном и осушенном пунктах. Проведенные исследования показали, что микробиологические процессы активны по всему торфяному профилю эвтрофного болота Таган. Из исследуемых групп микроорганизмов доминируют аммонификаторы и амилолитики. Соотношение этих групп свидетельствует о более активных процессах минерализации в торфяном профиле осушенного пункта. Наиболее высокая численность целлюлозолитиков, отмечается в профиле естественного пункта.

В жизни биосферы важная экологическая роль принадлежит таким уникальным природным образованиям, как болота. Болота консервируют пресную воду, накапливают углерод, в значительной мере определяют водный режим территории, служат естественными фильтрами, поглощающими токсичные элементы из атмосферы [1; 2]. Запасы аккумулялированного в болотах торфа представляют собой мощный ре-

зерв для разнообразного использования в химической промышленности, медицине, сельском хозяйстве.

На территории России сосредоточено более трети мировых запасов торфа, по площади заболоченных территорий она занимает одно из первых мест в мире. Особенно высокой заболоченностью (более 30 %) отличается территория Западной Сибири [3].

Свойства торфов определяются физико-химическими и микробиологическими процессами. Повышенное внимание к микробиологическим исследованиям торфяных почв определяется той огромной ролью, которую играет деятельность микроорганизмов в торфогенезе. Используя данные о микрофлоре, возможно, диагностировать естественное состояние торфяных почв, и изменения, происходящие под влиянием антропогенного воздействия. Особенно интенсивно исследования торфов начали проводиться в связи с проблемой осушения и сельскохозяйственного освоения, но при этом изучалась микрофлора преимущественно верхних горизонтов, так как именно они вовлекаются в сельскохозяйственное использование. Однако биогеоэкологический подход требует изучения микробных сообществ всех горизонтов торфяных почв.

Целью исследования является изучение распределения различных групп микроорганизмов по торфяному профилю эвтрофного болота Таган.

Исследования проводились на территории южно-таежной подзоны Западной Сибири, относящейся по болотному районированию по О.Л. Лисс и др. [4] к северобарабинскому округу подтаежных эвтрофных осоково-гипновых болот.

На болоте Таган исследования проводились в 2-х пунктах. Пункт 1 (п. 1), представляющий собой целинный участок, с мощностью торфяной залежи около 3 м и возрастом –  $3445 \pm 50$  лет. Торфяная залежь сложена травяным и древесно-травяным торфом со степенью разложения от 25 (с поверхности) до 55 % на глубине 3 м [5]. Пункт 2 (п. 2) расположен на расстоянии 75–100 м от пункта 1, и представляет собой участок с агролесомелиорацией. Мощность торфяных почв на этом участке составляет около 2,7 м [6]. В основании торфяного профиля залегает заиленный песок черного цвета, выше располагается слой древесного торфа (175–200 см), затем идут древесно-травяные торфа (50–175 см), частично определённые как вахтовые (50–100 см). Поверхность почвы сформирована травяным (25–50 см) и древесным (0–25 см) торфом [7].

Активность микрофлоры оценивалась по ее численности при росте на питательных средах по общепринятой методике. Микробиологический анализ включал определение: аммонификаторов – на МПА

(мясопептонный агар); микроорганизмов, усваивающих минеральный азот (амилолитики) – на КАА (крахмало-аммиачный агар), аэробных целлюлозолитических микроорганизмов – на среде Гетчинсона-Клейтона, грибов – на среде Чапека [8].

Преобладающей группой микроорганизмов в торфяном профиле естественного участка (п. 1) являются аммонификаторы, численность которых изменяется от 4,9 до  $306,6 \cdot 10^6$  КОЕ/г с.т. Преобладают среди аммонификаторов неспорозоносные бактерии, численность спорообразующих на порядок меньше. С глубиной численность аммонификаторов изменяется неравномерно, максимум отмечается в слое осокового торфа (175–200 см), минимум в слое травяного торфа (100–125 см), при том, что в том же травяном торфе в слое 0–25 см численность аммонификаторов достаточно высокая ( $121,7 \cdot 10^6$  КОЕ/г с.т.). Возможно, это связано с более благоприятными гидротермическими условиями в верхнем слое торфяной залежи.

Известно, что преобладание микроорганизмов, разлагающих минеральные формы азота (амилолитиков), над аммонификаторами, свидетельствует о более интенсивном течении процессов минерализации. Но в торфяной залежи п. 1 численность микроорганизмов, ассимилирующих минеральные формы азота в 2 раза меньше, по сравнению с аммонификаторами ( $5,6–187,5 \cdot 10^6$  КОЕ/г с.т.). Это указывает на то, что в торфяной залежи естественного пункта процесс минерализации замедлен, что согласуется с литературными данными, по которым более активно процесс минерализации протекает в окультуренных почвах [9].

В торфяном профиле пункта с агролесомелиорацией (п. 2) соотношение аммонификаторов и амилолитиков несколько иное. Количество микроорганизмов на МПА изменяется от 1,9 до  $77,4 \cdot 10^6$  КОЕ/г с.т.; на КАА – от 0,2 до  $111,9 \cdot 10^6$  КОЕ/г с.т. Средняя для профиля численность обеих групп микроорганизмов примерно одинакова, что свидетельствует о более активных процессах минерализации в торфяном профиле пункта 2, по сравнению с пунктом 1.

Численность амилолитиков в обоих пунктах увеличивается в более глубоких слоях. Вероятно, это можно объяснить уменьшением (или отсутствием) конкурирующего влияния растений. Корневые системы растений сосредоточены в верхних слоях торфяного профиля, это приводит к тому, что микрофлора на КАА, при использовании доступных (минеральных) форм азота, испытывает конкуренцию со стороны растений, уступая в ней последним [10].

Меньшую активность при росте на питательных средах, по сравнению с аммонификаторами и амилолитиками, проявили микроскопические грибы и целлюлозоразрушающие микроорганизмы.

Аэробные целлюлозоразрушающие бактерии в торфяном профиле пунктов 1 и 2 преобладают в слое 25–50 см. Сравнивая торфяные профили двух пунктов можно отметить, что наиболее высокая численность целлюлозолитиков, отмечается в профиле естественного пункта, в торфяном профиле пункта 2 их меньше примерно в 7–8 раз.

Распределение грибов по глубине осушенной и естественной торфяных залежей неравномерно. В торфяном профиле пункта 1 максимальное их количество обнаруживается на глубине 100 см и более. Вероятно, это связано с тем, что и в глубоких слоях торфа грибы, для которых характерен большой набор ферментов и нетребовательность к различным условиям среды, способны использовать такие источники питания, как лигнин, дубильные вещества и другие стойкие соединения [11]. Но следует отметить, что полученные результаты не типичны, согласно литературным данным, в наибольшем количестве грибы встречаются в верхних слоях торфяных залежей. Именно такое распределение грибов было отмечено в торфяном профиле пункта 2.

Проведенные исследования показали, что не только поверхностный слой, а весь торфяной профиль эвтрофного болота Таган биологически активен. Из исследуемых групп микроорганизмов доминируют аммонификаторы и амилолитики. Низкое содержание целлюлозоразлагающих микроорганизмов свидетельствует о слабом разложении клетчатки. Распределение грибов по торфяному профилю неравномерно, достаточно большое их количество отмечалось в глубоких слоях естественного участка.

### **Литература**

1. Земцов А. А. Болота Западной Сибири – их роль в биосфере. Томск: ТГУ СибНИИТ, 2000. 72 с.
2. Инишева, Л. И. Болотоведение : учебник для вузов. – Томск: Изд-во Томского государственного педагогического университета, 2009. – 210 с.
3. Инишева Л.И., Моторин А.С. Происхождение торфяных болот и их многофункциональная роль. Томск: Изд-во ЦНТИ, 2000. 56 с.
4. Лисс О.Л., Абрамова Л.И., Аветов Н.А. и др. Болотные системы Западной Сибири и их природоохранное значение. – Тула: Гриф и Ко, 2001. – 2001. – 584 с.
5. Смирнов О. Н., Голубина О. А., Сергеева М. А., Порохина Е. В. Динамика биохимической активности и газового режима в торфяной залежи эвтрофного болота // Вестник ТГПУ. 2012. 8 (123). С. 187-191.
6. Бубина А.Б. Характеристика микрофлоры торфов эвтрофного болота // Вестник ТГПУ. 2010. Вып. 3 (93). С. 142-148.
7. 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.
8. Методы почвенной микробиологии и биохимии /Под ред. Звягинцева Д. Г. Москва: МГУ, 1991. 303 с.

9. Дырин В.А., Красноженов Е.П. Активность микрофлор в целинной и рекультивируемой торфяно-болотных почвах низинного типа // Вестник ТГПУ. 2007. Вып. 6 (69). С. 33-38.
10. Дырин В.А. Культивирование трав на выработанном торфянике и его биологическая активность // Деп. в ВНИИТЭИСХ. 1986. № 79. С. 13-18.
11. Практикум по микробиологии / под ред. проф. Егорова Н.С. Москва: 1976.

# ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

---

УДК 575.17; 574  
ГРНТИ 34.23.23

## ВИДОВОЙ СОСТАВ И ИНВЕРСИОННАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ МАЛЯРИЙНЫХ КОМАРОВ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

## SPECIES COMPOSITION AND INVERSION STRUCTURE OF POPULATIONS OF MALARIAL MOSQUITOES OF THE KALININGRAD REGION

*Кормилицин Александр Владимирович*

Научный руководитель: В. П. Перевозкин, канд. биол. наук, зав. кафедрой  
общей биологии и методики обучения биологии БХФ ТГПУ

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

*Ключевые слова:* *Anopheles*, кариотип, хромосомная инверсия, гомозигота, гетерозигота, инверсионная структура популяции, индекс кариотипического разнообразия.

*Key words:* *Anopheles*, karyotype, chromosomal inversion, homozygote, heterozygote, population inversion structure, karyotypic diversity index.

*Аннотация.* В ходе цитогенетического анализа личинок малярийных комаров Калининградской области было обнаружено два вида *Anopheles* – *An. messeae* и *An. maculipennis*. У *An. messeae* обнаружен относительно небольшой инверсионный полиморфизм половой хромосомы и правого плеча 3-й аутосомы, что вполне закономерно для северо-западных периферийных популяций ареала вида.

Среди трансмиссивных болезней наиболее значимой для человека остается малярия, вызываемая паразитом рода *Plasmodium*, переносчиками которого являются имаго *Anopheles*. Видовой состав и инверсионная структура популяций малярийных комаров в том или ином регионе Палеарктики зависит от различных экологических факторов [1]. Определение видового состава малярийных комаров и эколого-генетический мониторинг популяций, обитающих в разных регионах России имеет не только научное, но и практическое значение, позволяя более успешно контролировать численность переносчиков.

Калининградская область – самый западный регион России, где до настоящего времени цитогенетический анализ популяций комаров рода *Anopheles* не проводился.

Таким образом, целью данного исследования было изучение видового состава и инверсионно-хромосомной структуры популяций малярийных комаров г. Калининграда и его окрестностей.

Использовались личинки малярийных комаров IV возраста, которые были отловлены 20–24 июля 2013г. в 4 различных биотопах. Два из них находились в центральной части г. Калининграда. Третий биотоп – на восточной границе города; четвертый – водоем близ д. Каштановка в 14,9 км на север от города. Личинки фиксировались в спиртово-уксусной смеси 3:1 для дальнейшего цитогенетического изучения в лаборатории.

Временные препараты политенных хромосом готовили по стандартной лактоацеторсеиновой методике [2]. Видовую принадлежность и варианты инверсий *Anopheles* определяли, используя хромосомные карты [3]. В кариотипах генетически полиморфного вида *An. messeae* регистрировали гомо- и гетерозиготы по парацентрическим флуктуирующим инверсиям. Всего цитогенетически проанализировано 243 препарата, приготовленных из клеток слюнных желез личинок комаров.

Статистический анализ различий между частотами вариантов хромосомных последовательностей у особей из изученных выборок проводился с использованием критерия согласия  $\chi^2$  с помощью таблиц сопряженности 2×2 [4]. Обработка данных осуществлялась посредством программного обеспечения Microsoft Office Excel 2007.

Всего было обнаружено два вида *Anopheles*: *An. messeae* и *An. maculipennis*. Личинки *An. maculipennis* ( $n = 67$ ) определены исключительно в центре Калининграда, в водоёме искусственного происхождения – декоративном бассейне ( $S \approx 8 \text{ м}^2$ ), который отчасти порос нитчаткой (*Spirogyra*). Во всех остальных выборках из естественных водоёмов, в том числе и во второй выборке в центре города (пруд Ботанического сада), установлен только вид *An. messeae*. Однако в последнем случае численность личинок вида была крайне незначительна – всего 2 личинки при тщательном обследовании всего пруда. Полученные результаты указывают на биотопическую специализацию *An. maculipennis* к территориям с высокой степенью урбанизации, что согласуется с проведенным ранее анализом видовой структуры малярийных комаров как в Центральной Европе, так и в европейской части России [5]. Таким образом, вид *An. maculipennis* может играть более важную роль при переносе малярии в городской черте.

Кроме определения видового состава *Anopheles* учитывался внутривидовой инверсионный полиморфизм *An. messeae* (у *An. maculipennis*



инверсии не распространены: зарегистрированы два единичных случая перестроек гоносомы [6] и левого плеча второй аутосомы [2]). Учитывая малочисленность *An. messeae* в центре города, при анализе инверсионной и кариотипической структуры популяций две городские выборки (из озера на границе Калининграда и пруда Ботанического сада) были объединены.

Определены три варианта последовательностей по половой хромосоме: XL<sub>0</sub>, XL<sub>1</sub>, XL<sub>3</sub>. Во всех изученных популяциях *An. messeae* не зависимо от пола чаще встречался XL<sub>1</sub> (табл. 1).

Таблица 1

Инверсионная структура изученных личиночных популяций  
*An. messeae* Калининградской области

Вариант инверсии в зиготе	Частота хромосомного варианта в популяции биотопа			
	г. Калининград		д. Каштановка	
	количество особей	частота $f \pm s_f$ (%)	количество особей	частота $f \pm s_f$ (%)
Самцы (гоносомы гемизигот)				
XL <sub>0</sub>	1	2,0±2,1	1	2,1±2,0
XL <sub>1</sub>	49	98,0±2,1	47	97,9±2,0
<i>n</i>	50		48	
Самки (гоносомы)				
XL <sub>01</sub>	1	2,5±2,5	4	10,5±5,0
XL <sub>11</sub>	39	97,5±2,5	30	79,0±6,7
XL <sub>13</sub>	0	–	4	10,5±5,0
<i>n</i>	40		38	
Оба пола (аутосомы)				
3R <sub>00</sub>	61	67,8±4,9	61	70,9±4,9
3R <sub>01</sub>	27	30,0±4,7	25	29,1±4,9
3R <sub>11</sub>	2	2,2±1,5	0	–
<i>n</i>	90		86	

*Примечание:* Здесь и в таблице 2: *n* – число особей в выборке; две городские выборки, где обнаружен только *An. messeae*, объединены.

Вариант XL<sub>0</sub> обнаружен с относительно небольшой частотой либо в составе гетерозиготы XL<sub>01</sub> у самок, либо в гемизиготе у самцов. Встречаемость варианта XL<sub>0</sub> у самцов почти совпадает в выборках из городской и сельской популяций, тогда как вариант XL<sub>01</sub> у самок из водоёма близ д. Каштановка встречается чаще (однако, из-за малочисленности таких вариантов в выборках, статистические методы обсчета не применимы, поэтому проводилось прямое сравнение). Инверсия XL<sub>3</sub> отмечена только в выборке из озера д. Каштановка в составе гетерозиготы XL<sub>13</sub>, в выборке из озера на границе г. Калининграда она

не найдена (табл. 1). Очевидно, роль миграций имаго при формировании кариотипической структуры популяций незначительна, тогда как главенствуют локальные факторы отбора в личиночных биотопах. Таким образом, инверсионный полиморфизм по гоносомам более выражен у самок *An. messeae* из сельской популяции.

Разнообразие по правому плечу второй хромосомы в изученных выборках не установлено, все кариотипы содержат эволюционно исходный вариант  $2R_0$  в гомозиготах (для левого плеча  $2L$  инверсии не известны).

Полиморфизм по 3-й аутосоме зарегистрирован только для правого плеча, в котором установлены варианты  $3R_0$  и  $3R_1$  как в составе альтернативных гомозигот, так и в гетерозиготах. Левое плечо мономорфно и представлено эволюционно исходным вариантом  $3L_0$ , что вполне ожидаемо исходя из исследований, проводившихся ранее на примыкающих европейских территориях [5]. Обе личиночные выборки не различаются по частотам альтернативных хромосомных последовательностей правого плеча третьей аутосомы  $\chi^2 = 0,05$  ( $d.f.=1$ ;  $p=0,05$ ). Однако гомозигота  $3R_{11}$  зарегистрирована с небольшой частотой ( $2,3 \pm 1,6\%$ ) исключительно у особей из озера на границе Калининграда, в тоже время, в водоёме, находящемся за 14,9 км от города, подобного варианта плеча  $3R$  не обнаружено.

Таким образом, анализ хромосомных инверсий в обсуждаемых популяциях *An. messeae* в Калининградской области позволяет говорить об относительно невысоком уровне полиморфизма, что в целом характерно для популяций периферии ареала вида [3].

Следует подчеркнуть, что единицей отбора всегда является особь с определенным хромосомным набором – кариотипом. Поэтому важным с точки зрения оценки адаптивности инверсионных сочетаний представляется анализ кариотипической структуры популяций в разных биотопах. Всего в изученных личиночных гемипопуляциях Калининградской области установлено для самцов 4 варианта сочетания инверсий, для самок – 7 (табл. 2). У самцов меньшее кариотипическое разнообразие связано с гемизиготностью гоносом XL.

При сравнении «городской» и «сельской» популяций личинок комаров для двух полов получены альтернативные результаты. У самцов статистически значимых различий между выборками (д. Каштановка и г. Калининград) не найдено ( $\chi^2=0,3$ ;  $d.f.=1$ ,  $p=0,05$ ). У самок при выделении двух классов хромосомных сочетаний –  $XL_{01(14)}3R_{00(01)}$  и  $XL_{11}3R_{01(11)}$  – появляются значимые различия ( $\chi^2= 4,4$ ;  $d.f.=1$ ,  $p=0,05$ ).

Помимо этого, была использована количественная оценка эффективности действия отбора в популяциях по критерию индекса разнообразия, рассчитываемого по формуле:  $I = (100\% - m) / ((N - 1)m)$ ,

где  $m$  – максимальная частота (%) из  $N$  возможных (или выделенных) кариотипических классов [7]. В объединённой городской выборке для двух полов *An. messeae* наибольшая частота ( $m$ ) обнаружена у кариотипа  $XL_{11(1)}3R_{00}3L_{00}$  – 40%; при этом число кариотипических классов ( $N$ ) = 11, индекс кариотипического разнообразия ( $I$ ) = 0,15; для популяции озера вблизи д. Каштановки ( $m$ ) кариотипа  $XL_{11(1)}3R_{00}3L_{00}$  составила 37,2%, тогда ( $I$ ) = 0,17. Таким образом, индекс кариотипического разнообразия больше для популяции личинок из сельской местности.

Таблица 2

Кариотипическая структура изученных личиночных популяций  
*An. messeae* Калининградской области

Вариант кариотипа	Частота кариотипа в популяции биотопа			
	г. Калининград		д. Каштановка	
	Количество особей	Частота $f \pm s_f$ (%)	Количество особей	Частота $f \pm s_f$ (%)
Самцы				
$XL_03R_{00}$	1	2,0±2,0	1	2,1±2,0
$XL_13R_{00}$	36	72,0±6,4	32	66,7±6,9
$XL_13R_{01}$	12	24,0±6,1	15	31,2±6,7
$XL_13R_{11}$	1	2,0±2,0	–	–
$n$	50		48	
Самки				
	Количество особей	Частота $f \pm s_f$ (%)	Количество особей	Частота $f \pm s_f$ (%)
$XL_{01}3R_{00}$	1	2,5±2,5	2	5,3±3,7
$XL_{01}3R_{01}$	–	–	2	5,3±3,7
$XL_{11}3R_{00}$	23	57,5±7,9	23	60,5±8,0
$XL_{11}3R_{01}$	15	37,5±7,8	7	18,4±6,4
$XL_{11}3R_{11}$	1	2,5±2,5	–	–
$XL_{13}3R_{00}$	–	–	3	7,9±4,4
$XL_{13}3R_{01}$	–	–	1	2,6±2,6
$n$	40		38	

*Примечание:* В кариотипах представлены только те плечи хромосом, в которых зарегистрирован полиморфизм, остальные плечи мономорфны у всех особей:  $2R_{00}$ ,  $2L_{00}$ ,  $3L_{00}$ .

По совокупности полученных результатов можно сделать следующие выводы:

1. В Калининградской области идентифицировано два вида малярийных комаров – *An. messeae* и *An. maculipennis*.

2. Инверсионный полиморфизм зарегистрирован у *An. messeae* по половой хромосоме (варианты: XL<sub>0</sub>, XL<sub>1</sub> и XL<sub>3</sub>) и правому плечу 3-й аутосомы (варианты: 3R<sub>0</sub> и 3R<sub>1</sub>).

3. Обнаружены различия инверсионного состава у *An. messeae* в биотопах разной степени урбанизированности. Инверсионный вариант XL<sub>13</sub> обнаружен исключительно в популяции из озера вблизи д. Каштановка. 3R<sub>11</sub> идентифицирована только в популяции в озере на границе г. Калининграда.

4. Значимые различия по составу кариотипов установлены между альтернативными популяциями *An. messeae* у самок ( $\chi^2= 4,4$ ;  $d.f.=1$ ,  $p=0,05$ ), а также по индексу кариотипического разнообразия: в «сельской» выборке комаров ( $I = 0,17$ ); в «городской» выборке ( $I = 0,15$ ).

### **Литература**

1. Николаева Н.В. Концептуальный подход к проблеме территориальной экспансии кровососущих комаров // Паразитологические исследования в Сибири и Дальнем Востоке: Материалы II межрегиональной научной конференции. Новосибирск, 2005. – С. 147-149.
2. Стегний В.Н. Популяционная генетика и эволюция малярийных комаров. Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1991. 136 с.
3. Стегний В. Н., Кабанова В. М., Новиков Ю. М., Плешкова Г. Н. Инверсионный полиморфизм малярийного комара *Anopheles messeae*. I. Распространение инверсий по ареалу вида // Генетика. 1976. Т. 12. № 4. – С. 47-55.
4. Бондарчук С. С., Годованная И. Г., Перевозкин В. П. Основы практической биостатистики: Учебное пособие. – Томск: издательство ТГПУ, 2009. 132 с.
5. Перевозкин В. П., Минич А. С., Багаутдинова Г. Т. Популяционно-видовая структура малярийных комаров Центральной Европы // Вестник Томского государственного педагогического университета (Tomsk State Pedagogical University Bulletin). 2013. Вып. 8 (136). – С. 70-74.
6. Перевозкин В. П., Гордеев М. И., Москаев А. В., Ахметова Н. М., Бондарчук С. С. Распространение и инверсионный полиморфизм малярийных комаров Карелии // Генетика, 2012. Т. 48, № 7, – С. 806-811.
7. Перевозкин В. П., Гордеев М. И., Бондарчук С. С. Хромосомный полиморфизм и закономерности формирования субпопуляционной организации малярийных комаров *Anopheles* (Diptera, Culicidae) в местообитаниях Томской области // Генетика, 2009. Т. 45. №4. – С. 478–487.

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИНВЕРСИОННОГО СОСТАВА  
ПОПУЛЯЦИЙ МАЛЯРИЙНОГО КОМАРА *ANOPHELES  
MESSEAE* ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

**COMPARATIVE ANALYSIS OF THE INVERSION STRUCTURE  
OF POPULATIONS OF THE MALARIAL MOSQUITO  
*ANOPHELES MESSEAE* OF EAST KAZAKHSTAN REGION**

**Муминов Азиз Касимович<sup>1</sup>, Абылкасымова Гульнар Мухтаргазыевна<sup>2</sup>**

Научные руководители: В. П. Перевозкин, канд. биол. наук, доцент<sup>1</sup>;  
А. К. Сибатаев, д-р биол. наук, профессор<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> Институт общей генетики и цитологии, г. Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** малярийные комары, кариотип, инверсия, гомозигота, гетерозигота.

**Key words:** malarial mosquitoes, karyotype, inversion, homozygote, heterozygote.

**Аннотация.** Проведен сравнительный цитогенетический анализ двух популяций личинок малярийных комаров Восточно-Казахстанской области, одна из которых находится на севере региона (г. Семей), другая – на юге (с. Урджар). Расстояние между двумя выборками 384 км. В популяциях *An. messeae* установлен высокий уровень инверсионного полиморфизма по половой хромосоме и 3-й аутосоме. Установлены значимые различия между альтернативными выборками по составу инверсий и частотам их вариантов.

Объектами настоящего исследования послужили комары рода *Anopheles* (Diptera, Culicidae), являющиеся переносчиками малярии (малярийного плазмодия), и распространенные на всех континентах, за исключением Антарктиды [1]. В палеарктической области Евразии наиболее многочисленная группа видов этих насекомых относится к комплексу «*Anopheles maculipennis*». Комплекс представлен множеством видов-двойников, характеризующихся высоким морфологическим сходством [2]. Наличие политенных хромосом дает возможность применять метод цитодиагностики для идентификации видов по фиксированным инверсиям, определять уровень и адаптивное значение хромосомной изменчивости в природных популяциях полиморфных представителей по флуктуирующим инверсиям [3]. Хромосомные перестройки используются в качестве генетических маркеров для оценки селективного действия на популяцию различных экологических факторов [1].

В Восточном Казахстане распространен один вид комплекса «*Anopheles maculipennis*» – *An. messeae* Falleroni, характеризующийся высоким уровнем инверсионного полиморфизма. Кариотипическая

структура его популяций зависит от совокупности экологических факторов конкретного региона.

Исходя из этого, целью данной работы являлось проведение сравнительного анализа инверсионного состава двух популяций Восточно-Казахстанской области, одна из которых находится на севере региона (г. Семей), другая – на юге (с. Урджар).

Материалом для исследования послужили личинки IV возраста *An. messeae*, отобранные из двух различных водоемов Восточно-Казахстанской области (рис. 1):

1) с. Урджар (47°05' с. ш.; 81°37' в. д., Урджарский р-н), отлов произведен 23.07.2014;

2) г. Семипалатинск (50°24' с. ш.; 80°13' в. д.), отлов произведен 10.07.2014.

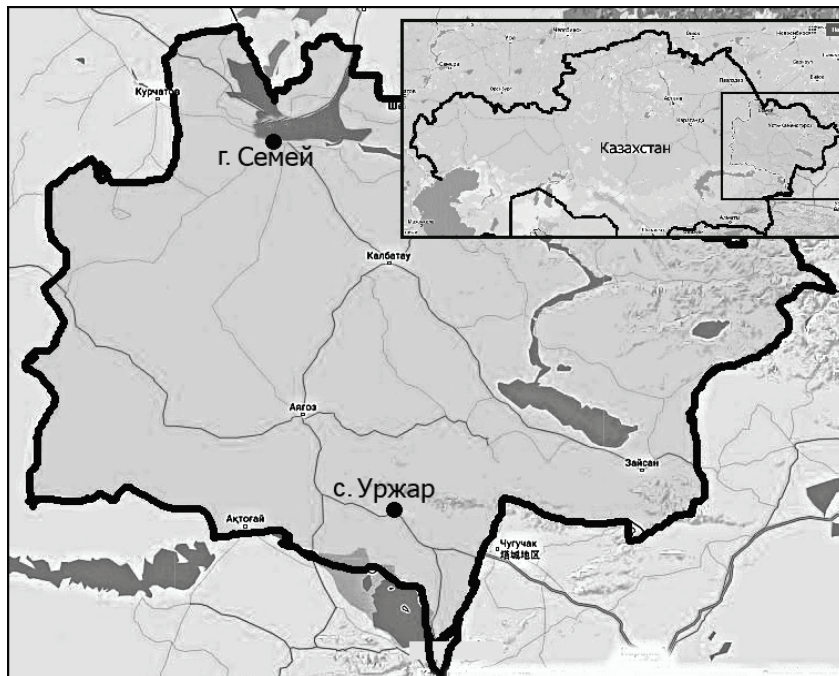


Рис. 1. Точки отлова личинок *An. messeae* в Восточно-Казахстанской области

Для кариотипического анализа выборки отловленных личинок фиксировались в спирт-уксусной смеси 3:1 (фиксатор Карнуа). В лабораторных условиях были приготовлены препараты политенных хромосом из клеток слюнных желез по стандартной лактоацеторсеиновой методике для последующего изучения инверсионного состава [4].

Всего в двух выборках изучено 83 кариотипа комаров *An. messeae*. Для статистического сравнительного анализа использовали метод  $\chi^2$  ( $p=0,05$ ) [5].

Две альтернативные в широтном отношении популяции значительным образом отличаются по инверсионному составу (табл. 1).

Таблица 1

Инверсионная структура изученных личиночных популяций  
*An. messeae* Восточно-Казахстанской области

Вариант инверсии в зиготе	Частота хромосомного варианта в популяции биотопа (%)	
	с. Урджар	г. Семей
<b>Самцы (гоносомы, гемизиготы)</b>		
XL <sub>0</sub>	–	5,6
XL <sub>1</sub>	100,0	88,8
XL <sub>2</sub>	–	5,6
<i>n</i>	19	18
<b>Самки (гоносомы, зиготы)</b>		
XL <sub>01</sub>	6,2	–
XL <sub>11</sub>	93,8	57,2
XL <sub>12</sub>	–	21,4
XL <sub>22</sub>	–	14,3
XL <sub>13</sub>	–	7,1
<i>n</i>	32	14
<b>Оба пола (аутосомы)</b>		
2R <sub>00</sub>	100	96,9
2R <sub>01</sub>	–	3,1
3R <sub>00</sub>	21,6	12,6
3R <sub>01</sub>	56,8	43,7
3R <sub>11</sub>	21,6	43,7
3L <sub>00</sub>	51,0	15,6
3L <sub>01</sub>	45,1	56,2
3L <sub>11</sub>	3,9	28,2
<i>n</i>	51	32

Примечание: *n* – количество особей в выборке.

В обеих выборках доминируют одни и те же варианты гоносомы: у самцов XL<sub>1</sub>, у самок XL<sub>11</sub>. В то же время, разнообразие инверсий по половой хромосоме на юге области значительно ниже – зарегистрирован еще только один вариант в составе гетерозигот XL<sub>01</sub> у самок. На севере области, в г. Семей, обнаружены 4 инверсионных последовательности гоносом, как в гомо-, так и в гетерозиготах, в том числе редкая для региона инверсия XL<sub>13</sub>. Также здесь была обнаружена инверсия в гетерозиготе по второй аутосоме правого плеча – 2R<sub>01</sub>, распространенная на севере Палеарктики, и не характерная для Казахстана. Левое плечо второй аутосомы, как и следовало ожидать, в обеих выборках оказалось мономорфным. По характеру встречаемости вариантов инверсий третьей аутосомы оба плеча демонстрируют обратные

тенденции частот в двух альтернативных выборках. На юге области, в с. Урджар, с относительно высокой частотой встречаются эволюционно исходные гомозиготы  $3R_{00}$  и  $3L_{00}$ , тогда как на севере, в г. Семей, значимо чаще обнаруживаются  $3R_{11}$  и  $3L_{11}$  ( $p=0,05$ ). При этом в выборках статистически в равной степени встречаются соответствующие гетерозиготы  $3R_{01}$  и  $3L_{01}$  ( $p=0,05$ ).

По критерию кариотипического разнообразия (сочетание вариантов гоносом и аутосом в ядрах клеток отдельных особей) следует выделить выборку из г. Семей (табл. 2), где в совокупности у самцов и самок установлено 16 кариотипов; в выборке из с. Урджар зафиксировано только 11 вариантов.

Можно утверждать, что такие отличия по инверсионному и кариотипическому составу изученных популяций заданы разными векторами отбора в отличающихся экологических условиях севера и юга Восточно-Казахстанской области.

Таблица 2

Кариотипическая структура изученных личиночных популяций  
*An. messeae* Восточно-Казахстанской области

Вариант кариотипа	Частота хромосомного варианта в популяции биотопа			
	с. Урджар		г. Семей	
	количество особей	частота (%)	количество особей	частота (%)
$XL_{01}2R_{00}3R_{00}3L_{01}$	1	1,9	-	-
$XL_{01}2R_{00}3R_{01}3L_{00}$	1	1,9	-	-
$XL_{11(1)}2R_{00}3R_{00}3L_{01}$	7	13,7	3	9,3
$XL_{11,1}2R_{00}3R_{01}3L_{01}$	8	15,6	5	15,6
$XL_{11,1}2R_{00}3R_{01}3L_{00}$	17	33,3	2	6,2
$XL_{11,1}2R_{00}3R_{11}3L_{01}$	5	9,8	3	9,3
$XL_{11,1}2R_{00}3R_{11}3L_{00}$	4	7,8	3	9,3
$XL_{11}2R_{00}3R_{00}3L_{00}$	3	5,8	-	-
$XL_{11}2R_{00}3R_{11}3L_{01}$	1	1,9	1	3,1
$XL_{11,1}2R_{00}3R_{11}3L_{11}$	1	1,9	2	6,2
$XL_{11,1}2R_{00}3R_{01}3L_{11}$	1	1,9	4	12,5
$XL_{12}2R_{00}3R_{01}3L_{01}$	-	-	2	6,2
$XL_{12}2R_{00}3R_{00}3L_{11}$	-	-	1	3,1
$XL_02R_{00}3R_{11}3L_{01}$	-	-	1	3,1
$XL_{22}2R_{00}3R_{11}3L_{11}$	-	-	1	3,1
$XL_22R_{00}3R_{11}3L_{01}$	-	-	1	3,1
$XL_12R_{01}3R_{01}3L_{01}$	-	-	1	3,1
$XL_{22}2R_{00}3R_{11}3L_{01}$	-	-	1	3,1
$XL_{13}2R_{00}3R_{11}3L_{11}$	-	-	1	3,1
<i>n</i>	51		32	

Примечание: *n* – количество особей в выборке.



## Литература

1. Научно-практическое руководство по малярии (эпидемиология, систематика, генетика) / Науч. ред. В. Н. Стегний. – Томск: Томский государственный университет, 2007. – 240 с.
2. Стегний В.Н. Популяционная генетика и эволюция малярийных комаров. Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1991. 136 с.
3. Стегний В. Н., Кабанова В. М., Новиков Ю. М., Плешкова Г. Н. Инверсионный полиморфизм малярийного комара *Anopheles messeae*. I. Распространение инверсий по ареалу вида // Генетика. 1976. Т. 12. № 4. – С. 47–55.
4. Кабанова В. М., Карташова Н. Н., Стегний В. Н. Кариологическое исследование природных популяций малярийного комара в Среднем Приобье. Характеристика кариотипа *Anopheles maculipennis messeae* Fall. // Цитология. 1972. Т. 14. № 5. С. 630–636.
5. Бондарчук С. С., Годованная И. Г., Перевозкин В. П. Основы практической биостатистики: учебное пособие. – Томск: Издательство ТГПУ, 2009. 132 с.

УДК 37.06

ГРНТИ 34.01.45

### **ТЕХНОЛОГИИ РАЗВИТИЯ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ ЧЕРЕЗ ЧТЕНИЕ И ПИСЬМО КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ ПО БИОЛОГИИ**

### **TECHNOLOGY OF CRITICAL THINKING DEVELOPMENT VIA READING AND WRITING AS A MEANS OF DEVELOPING RESEARCH ACTIVITIES OF STUDENTS IN BIOLOGY**

*Семибратов Семен Олегович*

Научный руководитель: Н. В. Жарикова, канд. пед. наук, доцент

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

*Ключевые слова:* технология, критическое мышление, исследовательская деятельность учащихся, информация, учитель, текст.

*Key words:* technology, critical thinking, research activity of students, information, teacher, text.

*Аннотация.* На данный момент технология развития критического мышления имеет большой педагогический потенциал, в области развития мышления учащихся. Поэтому исследования в данной теме является актуальным. В статье представлены общие сходства самой технологии и исследовательской деятельности учащихся, их возможном взаимодействии между собой в образовательном процессе школы по биологии.

В современных условиях скорость, за которую информация теряет свою актуальность, стала очень высока. Вследствие чего, появилась

необходимость перехода процесса образования с методик, формирующих усвоение большого объема информации, на методики, формирующие развитие личностных умений и навыков учащихся, а именно: анализировать, рассуждать, думать, самостоятельно находить, сопоставлять, отсеивать ненужную информацию из различного рода источников, делать выводы. За счет этого, происходит и развитие уровня мышления в целом, а также творческое развитие личности, в частности и навыки самостоятельной исследовательской деятельности учащихся.

Биология как учебный предмет относится к группе естественно-научного цикла, и обладает достаточным содержанием для развития навыков самостоятельного исследования с одной стороны, но нуждается в методиках, помогающих эффективно развивать данную познавательную деятельность учащихся, с другой стороны.

Специфика технологии развития критического мышления через чтение и письмо (ТРКМЧП) заключается в том, что весь учебный процесс строится на научных, обоснованных закономерностях взаимодействия личности и информации, а фазы технологии (вызов, осмысление, рефлексия) имеют достаточное количество разработанных приемов, позволяющих учителю быть готовым к любой возникшей учебной ситуации. Не зависимо от того, будут ли это визуальные формы работы с информацией текстового характера, или процесса реализации различного рода самостоятельной исследовательской деятельности учащихся. Благодаря чему и появляется возможность планировать процесс обучения биологии на основе принципов сотрудничества, совместного планирования и направленной осмысленности, что предполагает равные партнёрские отношения, как в плане межличностного общения субъектов образовательного процесса, так и в плане нахождения возможностей получения новых знаний, появляющихся в процессе обучения.

Учитель, применяющий в своей профессиональной деятельности ТРКМЧП, перестаёт быть основным средством передачи информации в рамках образовательного процесса, а вся информация появляется в процессе совместного поиска (учащиеся – учитель), преимущественно со стороны самостоятельной деятельности учащегося [1].

Особым преимуществом данной технологии является её направленность именно на обучение учащегося самостоятельно разобрать, проанализировать разнообразную информацию по содержанию и форме, выбрать необходимую информацию, ранжировать и применить её как в теории, так и в практической деятельности, что особо важно при обучении биологии как практика ориентированного предмета. Кроме того, ТРКМЧП, в рамках образовательного процесса, формиру-

ет у учащегося целый ряд необходимых в современном обществе качеств: настойчивость в решении проблем, рассмотрение проблемы с разных точек зрения, установление множественных связей между различными явлениями, способность активно воспринимать информацию, терпимость в отношении к другим точкам зрения, критики в свой адрес, навык отстаивать своё мнение, отобрать необходимую информацию из большого количества ненужных сведений, возникает повышенный интерес к самостоятельному углубленному изучению информации [2].

Формирование критического мышления так же и предполагает создание базового отношения к себе, окружающим и миру в целом. Подразумевает вариативную, самостоятельную, осмысленную позицию. Эта позиция значительно повышает надежность образования так, как оно становится осознанным и рефлексивным, что несомненно приводит к росту коммуникативного потенциала личности.

А поскольку главной целью самостоятельной исследовательской деятельности учащихся, является развитие личности и приобретение навыков исследования, как способа освоения действительности, развитие исследовательского типа мышления, формирование личностной позиции учащегося на основе приобретения новых знаний. Все выше сказанное позволяет говорить и о возможности улучшения качества самостоятельной исследовательской деятельности учащихся за счет использования ТРКМЧП в образовательном процессе школы в целом, и в частности биологии. Поскольку доказано, что навыки применяемые учащимися в исследовательской деятельности лучше всего формируются в процессе изучения дисциплин естественно-научного цикла, где в свою очередь ТРКМЧП также доказала свою эффективность, несмотря на то, что она была создана на базе текстовых дисциплин зарубежных гуманитарных вузов [3].

В исследовательской деятельности учащихся нет готовых образцов знания, поскольку сам процесс не вписывается в уже заданные схемы, и требует выполнения анализа каждой анализируемой ситуации. Как и в случае с использованием ТРКМЧП, происходят изменения в характере взаимоотношений учителя и учащегося, приводящих к ситуации совместного постижения новых познаний, а передача знаний умений и навыков, происходит при постоянном личностном контакте [4].

Вся исследовательская деятельность должна иметь результат. Однако, главным компонентом является не сам результат, а сам процесс исследования, как непереносимое прохождение всех смысловых этапов исследования: постановка и выделение проблемы, поиск необходимой информации, касающихся данной проблемы, подбор методов исследования и их практическое применение, анализ и обобщение полученной

информации, формулирование выводов. Практическая значимость при этом является желательным, но не обязательным эффектом [5].

Исследовательская деятельность учащихся может носить различный характер (проблемно-реферативный, экспериментально-творческий, описательный, натуралистический и т.д.), однако все работы выполняются с применением обоснованной с научной точки зрения методики и имеют собственный экспериментальный материал [6].

Основываясь на данный материал, производится анализ, а также формируются и предоставляются выводы о характере того, или иного явления или процесса. Как следствие все разновидности самостоятельной работы, включают в себя умение работать с информацией, полученной из различного вида источников. А так как специфика ТРКМЧП направлена на развитие аналогичных исследовательской деятельности, основных блоков универсальных учебных действий (личностных, регулятивных, познавательных и коммуникативные), её применение в образовательном процессе, позволит улучшить качество выполнения исследовательской работы [7].

#### **Литература**

1. Федоров А. В. Развитие компетентности и критического мышления студентов педагогического вуза. Москва: Изд. МООВПП ЮНЕСКО, 2007. – 616 с.
2. Селевко Г. К. Энциклопедия образовательных технологий. Москва: НИИ школьных технологий, 2006 – 113 с.
3. Бабини О. О. Сходства и различия в развитии современных моделей образования Москва: Просвещение, 2014 – 152 с.
4. Куропятник И. В. Чтение как стратегически важная компетентность для молодых людей. Москва: Педагогическая мастерская. 2012 – 62 с.
5. Обухов А. С. Развитие исследовательской деятельности учащихся. – Москва: «Прометей» МПГУ, 2006. – 224 с.
6. Букреева И. А., Евченко Н. А. Учебно-исследовательская деятельность школьников как один из методов формирования ключевых компетенций // Молодой ученый. – 2012. – №8. – С. 309–312.
7. Бесялкина М. А. Исследовательское мышление и исследовательские умения учащегося в современном образовании // Международный журнал экспериментального образования. – 2014. – № 10 – С. 78–81.

УДК 595.763.79  
ГРНТИ 34.33.19

**ВИДОВОЙ СОСТАВ ЖУКОВ СЕМЕЙСТВА БОЖЬИ КОРОВКИ  
(COLEOPTERA, COCCINELLIDAE) ЛЕСНЫХ  
И ЛУГОВЫХ БИОТОПОВ РАЙОНОВ С. КИРЕЕВСК  
(КОЖЕВНИКОВСКИЙ РАЙОН, ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)  
И ПОС. ВОСТОЧНЫЙ (Г. СЕМЕЙ, КАЗАХСТАН)**

**BEETLES SPECIES COMPOSITION OF THE LADYBUG'S  
FAMILY (COLEOPTERA, COCCINELLIDAE) IN THE FOREST  
AND MEADOW HABITATS OF KIREEVSK VILLAGE  
(KOZHEVNIKOVSKY DISTRICT, TOMSK REGION)  
AND VOSTOCHNY VILLAGE (SEMEY, KAZAKHSTAN)**

*Шишкин Максим Игоревич*

Научный руководитель: Л. В. Лукьянцева, канд. биол. наук, доцент

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

*Ключевые слова:* жуки, семейство *Coccinellidae*, видовой состав, биотопы.

*Keywords:* beetles, family *Coccinellidae*, species composition, habitats.

*Аннотация.* В результате исследований фауны жуков семейства *Coccinellidae*, проводившихся в 2014 и 2016 гг. в окрестностях с. Киреевск (Томская область, Россия) и пос. Восточный (г. Семей, Казахстан), были собраны и определены представители 8 видов 7 родов. Для участка исследований с. Киреевск характерно наличие таких видов как: *Coccinella septempunctata*, *Propyleae quatuordecimpunctata*, *Hippodamia tredecimpunctata*, *Semiadalia notate* и *Halysia sedecimguttata*. В окрестностях пос. Восточный были определены виды: *Hippodamia variegata*, *Oenopia bissexnotata*, *Psyllobora vigintiduopunctata*, *Coccinella septempunctata* и *Propyleae quatuordecimpunctata*.

Божьи коровки (*Coccinellidae*) – широко распространенные, хорошо узнаваемые и практически значимые насекомые. Кокцинеллиды относятся к числу эффективных энтомофагов многих вредителей сельскохозяйственных культур и представляют значительный интерес для разработки биологического метода борьбы с ними [1, 2]. Использование кокцинеллид для подавления вредителей особенно актуально в наши дни, когда остро стоит вопрос ограничения применения пестицидов и замены их биологическими средствами. Все это становится возможным только при условии знания видового разнообразия, особенностей морфологии и биологии божьих коровок.

Семейство божьих коровок относится к подотряду хищных жуков. Мировая фауна кокцинеллид насчитывает около 6 000 видов, обитающих преимущественно в тропиках, но около 2000 встречается в Палеарктике. На территории бывшего СССР отмечен 221 вид 44

родов, в России – 167 вида 41 рода [1]. Система внутри семейства божьих коровок не устоялась: пересматриваются количество и объем входящих в него подсемейств, триб, родов. Систематика личинок божьих коровок долгое время оставалась вообще мало исследованной [3].

Божьи коровки – небольшие или мелкие жуки, с сильно выпуклым сверху округло-овальным телом, реже плоским и удлинённым. Окраска надкрыльев характерна для семейства; варьирует; представляет сочетание темного фона (черного, коричневого) со светлыми пятнами (белыми, желтыми, оранжевыми, красными) или, напротив, светлого фона (желтого, красного) – с черными или коричневыми пятнами. Пятна часто сливаются в продольные или поперечные полосы и переязы [4, 5].

Сбор жуков производился на двух участках. Первый участок (сбор осуществлялся с 23 июня по 4 июля 2014 г.) в окрестностях с. Киреевск, Кожевниковского района, на юго-западе Томской области; на правом берегу реки Оби. Основные места обитания божьих коровок – третий (кустарники) и четвёртый (травянистые растения) ярусы растительности. Растительность территории представлена сосновыми, смешанными лесами, заболоченными понижениями и суходольными лугами. Прибрежный фитоценоз включал преимущественно ивы. Второй участок расположен (сбор производился с 25 июля по 20 августа 2016 г.) в районе пос. Восточный, г. Семей Восточно-Казахстанской области; на правом берегу реки Иртыш. Ландшафт района – холмистая степь. Сбор кокцинеллид проводился с травянистой растительности.

При исследованиях использован метод ручного сбора. Всего был собран и проанализирован материал в количестве 49 экземпляров жуков. Идентификация видов кокцинеллид производилась при помощи практического руководства [4, 5]. Основными диагностическими признаками при определении видов служат: окраска и число точек на надкрыльях; цвет низа тела, ног, усиков, головы жуков. Также при определении важны такие признаки как форма тела коровки; тип основания и булавы усиков; наличие или отсутствие бедряных линий.

В лесных и луговых биотопах, а также на ивах побережья реки Оби окрестностей базы практик ТГПУ (окрестности с. Киреевск) обнаружены представители божьих коровок, относящихся к 5 родам: *Coccinella*, *Propyleae*, *Hippodamia*, *Semiadalia* и *Halyzia*.

Коровка семиточечная (*Coccinella septempunctata* L.) – небольшой овальный (или округлый) жук с ярко-красными надкрыльями и черными пятнами на них. По три пятна на каждом надкрылье и одно пятно общее, прищитковое – всего семь. Еще два белых пятна располагаются на лбу. Размер жука около 8 мм. Усики булавовидные. Является хищником. Этот вид очень обычен [6]; многочисленные особи взрослых

жуков и их личинки встречены на растительности суходольного луга, смешанного леса (на боярышнике, сныти обыкновенной), на прибрежных ивах.

Коровка четырнадцатиточечная (*Propyleae quatuordecimpunctata* L.) – небольшой жук с очень выпуклым телом. Переднеспинка желтая с крупным черным срединным пятном, надкрылья желтые с черным швом и 14 угловатыми пятнами, часто образуют якоревидную перевязь [1]. Булава усиков неплотная. Размер жука 5 мм. Является хищником и поедает тлей, личинок, кокцидий. Коровка обычна, встречается на разнообразной растительности. Особь жука была обнаружена на побеге черемухи, пораженном тлей.

Коровка тринадцатиточечная (*Hippodamia tredecimpunctata* L.) – жук вытянуто-овальной формы. Переднеспинка желтая с крупным черным пятном посередине и 2 мелкими пятнами по бокам. Надкрылья оранжево-красные, каждое с 6 изменчивыми черными пятнами, одно общее пятно на шве позади щитка. Голени рыжие. Основание усиков свободное, не прикрытое наличником. Бедренных линий нет. Основание переднеспинки без бортика. Размер жука 7 мм. Хищник; поедает тлей и червецов. Встречается обычно на луговой растительности, особенно у водоемов [1]. Жук нами был собран на лугу, вблизи водоема, расположенного в 5 км от базы практик ТГПУ.

Коровка приметная (*Semiadalia notate* Laich.) – жук овальной формы. Переднеспинка белая, с крупным черным, достигающим до бокового края пятном. Надкрылья оранжевые, каждое с 7 черными крупными у щитка слившимися пятнами. Бедренная линия в виде полукруга. Булава усиков плотная. Шов надкрыльев простой. Размер жука 6 мм. Хищник; поедает тлей, червецов, гусениц. Жук предпочитает обитать на травянистой растительности лугов. Коровка этого вида редка [1]. Особь жука нами была собрана с чины луговой на суходольном лугу в 1,5 км от базы практик ТГПУ.

Коровка шестнадцатиточечная (*Halyzia sedecimguttata* L.) – небольшой жук овальной формы. Верх коровки бледно-желтый, со светлыми пятнами. Надкрылья со светлым швом, боками и 16 пятнами. Переднеспинка спереди ровная, удлиненная, закрывает голову сверху. Усики булавовидные. Булава не плотная. Размер жука 6 мм. Хищник – поедает тлей. Обитает на древесно-кустарниковой растительности, предпочтительно на березах [1]. Несколько особей нами собрано на листьях и стеблях купыря лесного, володушки золотистой, рябины (в смешанном лесу).

В окрестностях дачного поселка Восточный (г. Семей) собраны и определены кокциnellиды, относящиеся к 5 родам: *Psyllobora*, *Oenopia*, *Hippodamia*, *Propyleae*, и *Coccinella*.

Коровка двадцатидвухточечная (*Psyllobora (Thea) vigintiduopunctata* L.). Переднеспинка у жука белая или жёлтая с 5 чёрными пятнами, щиток чёрный. Ротовые части, усики и ноги желтоватые. Надкрылья кокцинеллиды лимонно-жёлтые с 22 горошковидными пятнами. Длина тела жука около 4 мм. Коровка более чем обычна на травянистой растительности, часто встречается на подросте дуба [1]. В отличие от большинства других божьих коровок, которые питаются тлей, псиллобора поедает грибки (мучнистая роса).

Коровка двенадцатиточечная (*Oenopia bissexnotata* L.). Тело жука сильно выпуклое, голое. Надкрылья кокцинеллиды черного цвета с шестью желтыми пятнами на каждом. Длина особи 6 мм. Переднеспинка черного цвета с двумя желтоватыми пятнами по боковым краям. Складка перед вершиной надкрылий отсутствует. Основания надкрылий едва шире переднеспинки. Усики чуть длиннее ширины лба, их последний сегмент уже переднего. Надкрылья с узкими поднятыми краями. Ротовые части, усики и ноги грязно-рыжего цвета. Коровка является хищником и питается тлей.

У коровки изменчивой (*Hippodamia variegata* Gz.) – желтая переднеспинка, на переднем крае которой имеется черное пятно с 4 лопастьями. Надкрылья коровки интенсивно-красные, на каждом по 3 черных пятна. Одно непарное черное пятно расположено в основании надкрылий. Длина тела жука до 6 мм. Тело удлинено-овальной формы, выпуклое, голое. Ротовые части, усики и ноги черного цвета. Жуки и их личинки встречались в колониях тлей на различных травянистых растениях. Коровка относится к числу основных естественных врагов тлей. Нами было собрано 9 экземпляров жуков типичной формы, а так же собрано 8 экземпляров с изменчивостью пятен надкрылий (*H. variegata variegata*). На надкрыльях *H. variegata variegata* по 6 черных пятен на каждой и одно непарное пятно в основании надкрылий.

Итак, на обследованных участках территории Томской области и Восточного Казахстана нами обнаружены представители 8 видов кокцинеллид 7 родов: *C. septempunctata*, *P. quatuordecimpunctata*, *H. tredecimpunctata*, *H. variegata*, *S. notate*, *H. sedecimguttata*, *O. bissexnotata*, *P. vigintiduopunctata*. Большинство обнаруженных видов являются прожорливыми хищниками; естественными врагами опасных вредителей растений (тлей, червецов, листоблошек, белокрылок, паутиных клещей). В отличие от остальных, коровка *P. vigintiduopunctata* питается грибами.

Представители коровок видов *P. quatuordecimpunctata* и *C. septempunctata* были обнаружены на обоих участках. Все представленные виды, кроме *S. notate* и *O. bissexnotata*, обычны и распространены массово на любой растительности. Коровка *S. notate* относится к числу



редко встречаемых кокцинелл [1], а вид *O. bissexnotata* представлен реликтовыми популяциями, нуждающимися в охране.

### **Литература**

1. Хабибуллин, В.Ф. Атлас определитель кокцинелл (Coleoptera : Coccinellidae) и жуков-листоедов (Coleoptera : Chrysomelidae) Башкортостана / В. Ф. Хабибуллин, О. С. Муравицкий. – Уфа : РИЦ БашГУ, 2011. – 126 с.
2. Савойская, Г.И. Кокцинеллы : (систематика, применение с вредителями сельского хозяйства) / Г.И. Савойская. – Алма-Ата : Наука, 1983. – 248 с.
3. Савойская, Г.И. Личинки кокцинелл (Coleoptera, Coccinellidae) фауны СССР / Г.И. Савойская. – Ленинград : Наука, 1983. – 244 с.
4. Плавильщиков, Н.Н. Определитель насекомых : Краткий определитель наиболее распространенных насекомых европейской части России / Н. Н. Плавильщиков. – Москва : Топикал. 1994. – 544 с.
5. Мамаев, Б.М. Определитель насекомых Европейской части СССР / Б.М. Мамаев, Л.Н. Медведев, Ф.Н. Правдин // Учебное пособие для студентов биологических специальностей педагогических ин-тов. – Москва : Просвещение, 1976. – 304 с.
6. Ижевский, С.С. Удивительный мир жуков / С.С. Ижевский. – Москва : ЗАО «Фитон+», 2000. – 176 с.

УДК 582.574.2  
ГРНТИ 34.29.35

## **СОСТАВ ГРУПП ФИТОПЛАНКТОНА ОЗЕРА БЕЛОЕ**

## **COMPOSITION OF PHYTOPLANKTON GROUPS OF LAKE WHITE**

*Якоби Анастасия Владимировна*

Научные руководители: Л.В. Лукьянцева, канд. биол. наук, доцент;  
Н.С. Зеленчукова, канд. биол. наук, доцент

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

*Ключевые слова:* водоросли, городской водоем, гидроэкосистема, фитопланктон

*Key words:* algae, city water body, hydroecosystem, phytoplankton

*Аннотация.* В литорали озера Белое г. Томска обнаружены представители 5 отделов (Chlorophyta, Ochrophyta, Charophyta, Dinophyta, Euglenophyta) 18 родов водорослей. Доминирующее значение в создании таксономической структуры фитопланктонных сообществ в озере принадлежит диатомовым и зеленым водорослям (около 70% от общего числа обнаруженных таксонов). Отдел Ochrophyta представлен родами *Pinnularia*, *Navicula*, *Synedra* и др. Отдел Chlorophyta представлен родами *Chlorella*, *Scenedesmus*, *Dictyosphaerium*, *Pediastrum*, *Hydrodictyon* и др. В летний период в воде озера массово встречался представитель рода *Ceratium* (отдел Dinophyta).

Озера в черте городов интенсивно и многопланово используются, например, для водоснабжения, рекреационных целей [1, 2]. Они

аккумулируют городские поверхностные стоки, что приводит к загрязнению воды. Состояние водных сообществ может служить источником информации об экологическом состоянии водоема в целом. Водоросли, по причине их коротко цикличности, широко используются в системе биомониторинга экосистем. Являясь первым уровнем в трофическом звене гидроэкосистем, они быстро реагируют на загрязнение воды, что выражается в изменении видового состава, численности и биомассы. Озеро Белое, малый бессточный водоем, расположен в центральной части г. Томска. Публикации о структуре и развитии водорослей озера отсутствуют.

Целью данного сообщения является представление данных о современном составе групп фитопланктона озера Белое, расположенного в городской черте.

#### Материалы и методы

Материалом для исследований послужили пробы фитопланктона, собранные 4 октября 2014 г., 11 июня 2015 г., 11 августа 2016 г. в озере Белое. Пробы для анализа качественного состава фитопланктона отбирали в литорали из поверхностного горизонта воды (0–0,3 м) планктонной сетью Апштейна (газ №68), а также зачерпыванием воды в емкость. Водоросли, обитающие на дне водоема, собирали вместе с субстратом, помещали в чистый сосуд и заливали на 2/3 объема водой из того же водоема. После чего, на каждом образце пробы воды с водорослями указывали номер пробы, дату и место сбора. Изучение морфологического строения водорослей проводили в день сбора методом прямого микроскопирования с применением светового микроскопа Альтами 104 при увеличении 16 x 40 и цифровой камеры TourCam. Часть материала микроскопировалось после фиксации (раствором формальдегида). При идентификации водорослей использовали пособия [3, 4].

Озеро Белое расположено в районе площади Соляная, непосредственно среди городских построек; перестало быть естественным природным водоемом. Озеро почти округлое по форме и малое по площади (в поперечнике менее 100 м), мелководное, бессточное, с атмосферным и грунтовым питанием. Озеро зарыблялось; в нем осуществляется любительский лов (например, карасей). Берега у озера открытые; литоральная зона выражена; грунты чаще заиленные пески. Высшая водная растительность представлена гидрофитами (*Ceratophyllum*). Вода в озере хорошо прогревается летом (так, максимальная температура в зоне литорали достигает в +23–24°C); подкислена (pH 5,5 – 6,5).

Диатомовые водоросли (Diatomophyceae, или Bacillariophyceae) (хромофитовые водоросли, хромофиты, охрофиты (Chromophyta, =Ochromphyta)) – обширный отдел, который включает одноклеточные

и колониальные организмы с двухчастным кремнеземовым панцирем; характерные для всех типов пресных водоемов. В настоящее время устоявшаяся система диатомовых отсутствует. Согласно наиболее распространенной классификации диатомеи рассматриваются в ранге самостоятельного отдела (*Diatomaeae*), в состав которого входят классы пеннатные (*Pennatophyceae*) и центрические (*Centrophyceae*) диатомеи [5].

Отдел зеленые водоросли (*Chlorophyta*) – также большой по количеству видов, морфологически разнообразный; широко представлен в пресных водах. Отдел включает одноклеточные, колониальные, ценобиальные и многоклеточные организмы зеленого цвета. Общепринятой системы зеленых водорослей в настоящее время не существует. Ранее была принята классификация, согласно которой отдел *Chlorophyta* подразделили на три класса – собственно-зеленые (*Chlorophyceae*), конъюгаты (*Conjugatophyceae*) и харовые водоросли (*Charophyceae*). По одному из последних вариантов системы, водоросли из класса *Conjugatophyceae*, ранее относящиеся к отделу *Chlorophyta*, перевели в отдел харофитовые водоросли (*Charophyta*) [5].

#### Результаты и обсуждение

В пресноводных континентальных водоемах основу фитопланктона составляют диатомовые и зеленые водоросли.

В осеннем фитопланктоне 2014 г. озера Белое обнаружены представители трех отделов водорослей – *Ochrophyta*, *Chlorophyta*, *Charophyta*.

Отдел *Ochrophyta* в воде озера Белое представлен водорослями класса *Diatomophyceae* двух порядков – *Fragilariales* и *Naviculales* 3 родов. Порядок *Naviculales* был представлен в озере 2 родами – *Pinnularia* и *Navicula*. Водоросли рода пиннулярия одноклеточные подвижные (*Pinnularia* sp.). Клетки со створки имеют удлиненно-овальную форму, с пояска имеют форму прямоугольника (рис. 1). По краям створок в центре расположены терминальные и центральные узелки, являющиеся утолщенными оболочками с внутренней стороны панциря. В клетке располагаются два пластинчатых хроматофора. В центре клетки хорошо виден цитоплазматический мостик, в котором располагается ядро.

Водоросль *Navicula* sp. – одноклеточная подвижная со створками в форме лодочки с клювовидными или заостренными концами. Встречаются эти представители чаще на дне, в обрастаниях.

Из порядка *Fragilariales* обнаружены водоросли рода *Synedra*, у которых клетки узкие, линейные или линейно-ланцетные, почти палочковидные (рис. 2). По внешнему виду синедра напоминает пиннулярию, но отличается от нее очень узкой формой клетки.

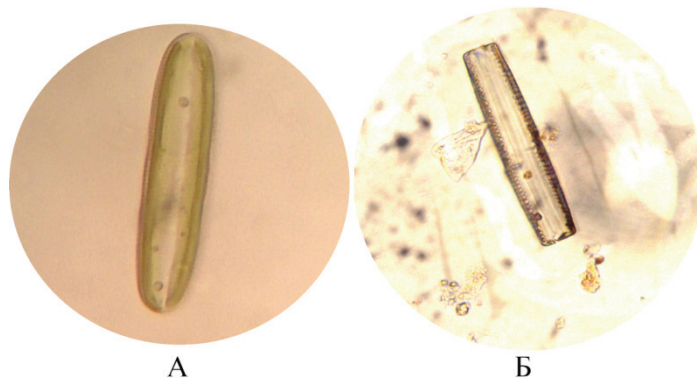


Рис. 1. Пиннулярия (*Pinnularia* sp.):  
А – со стороны створки; Б – со стороны пояска

Отдел Chlorophyta в Белом озере в октябре представлен водорослями их порядков Chlorellales (класс Trebouxiophyceae) и Chlamydomonadales (класс Chlorophyceae) 2 родов.

Из порядка Chlorellales в водоеме обнаружен представитель рода хлорелла (*Chlorella* sp.) – одноклеточная коккоидная водоросль шаровидной формы. В протопласте располагается хроматофор, колоколообразной формы с большим углублением в котором расположено ядро.

Порядок Chlamydomonadales представлен в озере осенью представителем рода *Chlorococcum*. Хлорококк представляет собой одноклеточную водоросль шаровидной или эллипсоидной формы. В клетке, покрытой толстой целлюлозной оболочкой, расположен чашевидный хроматофор с одним крупным пиреноидом. В выемке хроматофора располагается ядро.

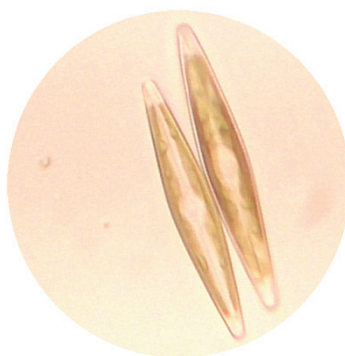


Рис. 2. Клетка охрофитовой водоросли рода *Synedra*

Из порядка Desmidiiales (класс Zygnemataphyceae) отдела Charophyta выявлены представители рода *Closterium*. Это одноклеточные водоросли характерной серповидной (или веретеновидной) формы. Клетки

кlostериума состоят из двух полуклеток; в центре расположено ядро, а на концах крупные вакуоли с кристалликами гипса.

В летнем фитопланктоне 2015 и 2016 гг. структурный набор родов водорослей озера другой, чем осенью. На первом месте по разнообразию родов отдел Chlorophyta и Ochrophyta, затем Charophyta, Dinophyta и Euglenophyta.

Отдел Ochrophyta (Bacillariophyta) представлен водорослями 6 родов: *Pinnularia*, *Navicula*, *Pleurosigma*, *Nitzschia* (порядок Naviculales), *Synedra*, *Tabellaria* (порядок Fragillariales).

Отдел Chlorophyta в июне и августе представлен водорослями 4 родов: *Scenedesmus* (класс Protococophyceae порядок Tetrasporales), *Dictyosphaerium* (класс Protococophyceae порядок Tetrasporales), *Pediastrum*, *Hydrodictyon* (класс Protococophyceae порядок Chlorococcales).

Отдел Charophyta представлен в озере водорослями родов *Closterium*, *Cosmarium*, *Micrasterias* (класс Zygnematomphyceae порядок Desmidiiales).

Отдел Euglenophyta (или Euglenophycota) представлен в озере видом из рода *Phacus* (класс Euglenophyceae порядок Euglenales). Клетки факуса морфологически наиболее сложно устроены: асимметричные (скручены), снабжены килевидными выростами, длинным рулевым отростком. Факусы встречаются единичными клетками в зарослях водных растений.

Отдел Динофитовые водоросли (Dinophyta) представлен летом в воде озера представителями двух родов: *Ceratium* и *Peridinium* (класс Dinophyceae порядок Peridinales). Представитель динофитовых цератиум – планктонная фотосинтезирующая водоросль характерной формы, с одним апикальным и двумя антиапикальными «рогами» панциря. Очевидно, это обычный обитатель озера, массово размножался в июне 2016 г.

#### Заключение

В результате начатых в 2014 г. исследований водорослей озера Белое нами выявлены представители 5 отделов 8 классов 12 порядков 18 родов. Доминирующее структурообразующее значение в создании таксономической структуры растительных планктонных сообществ в озере принадлежит диатомовым и зеленым водорослям, что составляет около 70% от общего числа обнаруженных таксонов.

---

#### Литература

1. Суханова, И. В. Динамика растительных сообществ водоемов в условиях городской среды: на примере г. Томска: автореф. дисс. ... канд. биол. наук: 03.00.16 / Суханова Ирина Васильевна. – Томск, 2007. – 21 с.

2. Коржова, Л. В. Оценка экологического состояния озера Калач (г. Калачинск, Омская область) по показателям развития фитопланктона: автореф. дисс. ... канд. биол. наук: 03.02.08 / Коржова Людмила Викторовна. – Новосибирск, 2013. – 19 с.
3. Гуревич, А. Пресноводные водоросли (определитель). Пособие для учителя / А. Гуревич. – Москва: Просвещение, 1966. – 112 с.
4. Краткое руководство по определению родов пресноводных водорослей / сост. А. К. Храмов. – Минск: БГУ, 2004. 49 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bio.bsu.by> (дата обращения: 30.09.2014).
5. Камнев А. Н. Экологическая физиология водных фототрофных организмов. Часть 1. Водные кислородные фототрофы // Вопросы современной альгологии. 2013. № 1 (3). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://algology.ru/93>.

# ХИМИЯ

---

УДК 372.854; 544.422  
ГРНТИ 14.35.09

## МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ АСПЕКТЫ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ

### INTERDISCIPLINARY ASPECTS IN THE STUDY OF PHYSICAL CHEMISTRY

*Бормотова Наталья Александровна, Южанина Мария Петровна*

Научный руководитель: С. С. Бондарчук, д-р физ.-мат. наук

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

*Ключевые слова:* MS Excel, физическая химия, химическая кинетика, константа скорости реакции, порядок реакции.

*Key words:* MS Excel, physical chemistry, chemical kinetics, reaction rate constant, reaction order.

*Аннотация.* Представлен мультидисциплинарный подход к решению задач физической химии с использованием инструментария MS Excel, позволяющий получать более точные решения рассматриваемых задач для расширенного типа значений определяемых параметров математических моделей. На примерах определения по экспериментальным данным порядка простых реакций и параметров уравнения Аррениуса достаточно подробно рассмотрены алгоритмы решений поставленных задач как оптимизационных, когда минимизируется разброс одного из идентифицируемых искомым параметров математической модели.

Закрепление полученных знаний наиболее прочно происходит в процессе решения практических задач, а используемый при этом базис методов при правильном их сочетании может выработать положительный опыт реализации межпредметных связей. Особую роль в данном отношении могут играть новые подходы к решению "классических" задач, базирующиеся на доступном современном инструментарии вычислений.

Примеры междисциплинарного взаимодействия в области физической химии, представленные в публикациях последних лет [1-3], в основном связаны с использованием электронных таблиц (в подавляющем

числе случаев инструментария MS Excel) для проведения вычислений по имеющимся типовым, можно сказать стандартизованным, методикам.

Использование программного обеспечения MS Excel обуславливается тем, что оно является в настоящее время широкораспространенным и установлено практически на всех учебных и "домашних" персональных компьютерах, а изучение электронных таблиц включено в образовательные программы по информатике. Демонстрационные варианты обычно базируются на решении уравнений физической химии – определения порядка реакции, значений энергии активации и предэкспоненциального множителя и пр. В настоящем сообщении для решения подобных задач перечень "междисциплинарности" формируется привлечением

- математических моделей процессов в области физической химии;
- математических методов решения дифференциальных уравнений и простого (табличного) интегрирования;
- методов прикладной математики в части постановки и решения задач оптимизации;
- использования вычислительного инструментария электронных таблиц MS Excel с привлечением аппарата статистических функций и оптимизации (надстройки "Поиск решения", реализующей нелинейный метод обобщенного понижающего градиента).

Привлечение для решения задач физической химии комплекса перечисленных подходов позволяет не только сократить в разы объем программирования вычислительных алгоритмов, но и существенно расширить диапазон анализируемых параметров уравнений. Основой развития используемых в настоящее время методик решения задач физической химии является постановка этих задач как оптимизационных, когда минимизируется разброс одного из идентифицируемых искомым параметром математической модели.

Ниже на двух типовых примерах дано описание основных моментов предлагаемого подхода для алгоритмов, представленных в работах [4, 5], по использованию MS Excel для решения задач физической химии.

1. Задача идентификации порядка реакции  $p$  по экспериментальным данным таблично заданной зависимости  $\{t_i; C_i\}$  ( $i = 0, 1, \dots, N$ ,  $N$  – размер таблицы) концентрации реагента  $C$  от времени  $t$  протекания этой реакции. Скорость реакции определяется дифференциальным уравнением

$$\frac{dC}{dt} = -kC^p, \quad C|_{t=0} = C_0, \quad (1)$$

где  $k$  – константа скорости реакции.



Для идентификации порядка реакции используется аналитическое решение уравнения (1)

$$C = \begin{cases} C_0 \exp(-kt), & \text{если } p = 1, \\ [C_0^{1-p} - (1-p)kt]^{1/(1-p)}, & \text{если } p \neq 1, \end{cases} \quad (2)$$

и явно выраженная из этого уравнения выражение для константы реакции

$$k = \frac{1}{t} \begin{cases} \ln(C_0/C), & \text{если } p = 1, \\ [C_0^{1-p} - C^{1-p}]/(1-p), & \text{если } p \neq 1, \end{cases} \quad (3)$$

В работах [1–3] идентификация скорости реакции по использованию электронных таблиц MS Excel иллюстрируется вычислениями для данных по омыления метилуксусного эфира [1] (табл. 1).

Таблица 1

Концентрация NaOH в реакции омыления метилуксусного эфира

<i>t</i> , мин	0	3	5	7	10	15	25
<i>C</i> , моль/л	0,01	0,00740	0,00634	0,00550	0,00464	0,00363	0,00254

Для вычисления порядка реакции в работах [1-3] решение проводится по традиционной методике: для конкретных значений порядка реакции ( $p=0,1,2,3$ ) предлагается вычислить значения набора констант  $k_i$  для каждого значения порядка. При этом из общего выражения (3) определяются четыре частных (для каждого значения  $p$ ) соотношения, по которым вычисляется набор констант  $k_i$ ; далее, как указывается в [1], что "уравнение, которое дает близкие значения констант скорости, определяет порядок реакции". Другими словами – надо рассчитать несколько наборов констант реакции для задаваемого из каких-либо соображений набора значений порядков реакции, из которых опять же из некоторых соображений надо выбрать искомое значение.

В соответствии с предлагаемым подходом [4, 5] идентификация порядка  $p$  реакции достигается минимизацией функционала  $\mathcal{F}(p)$ , определяющего разброс набора констант скорости реакции  $k_i$  через стандартное отклонение, обезразмеренное по среднему значению:

$$\mathcal{F}(p) = \frac{1}{\bar{k}} \left[ \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (k_i - \bar{k})^2 \right]^{0,5}, \quad \bar{k} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N k_i. \quad (4)$$

Необходимость нормировки обусловлена тем, что диапазон расчетных значений  $k_i$  в процессе минимизации значений  $\mathcal{F}$  достаточно велик и составляет несколько (десятичных) порядков в зависимости от величины  $p$ .

Выражения (4) для расчета функционала выбраны из-за простоты их реализации через статистические функции MS Excel:

$\bar{k}$  определяется  $\text{СРЗНАЧ}(\langle \text{данные} \rangle)$ ,

$\mathcal{F}(p)$  определяется  $\text{СТАНДОТКЛОН}(\langle \text{данные} \rangle)/\text{СРЗНАЧ}(\langle \text{данные} \rangle)$ .

Последовательность решения с помощью предлагаемого подхода следующая.

Для исходных данных (B3:B9 и C3:C9) в соответствии с формулой (3) вычисляются (с использованием механизма автозаполнения) значения константы реакции (D4:D9) для достаточно произвольно заданного в ячейке G2 значения порядка реакции (например, равного 0). В G3 вводится вспомогательная величина  $(1 - p)$ , которая несколько раз встречается при реализации соотношения (3). В ячейках G5 и G7 вычисляются среднее значение константы реакции и выражение (4) для функционала.

Далее через главное меню ДАННЫЕ вызывается надстройка Excel "Поиск решения", где должны быть определены (рис. 1)

- адрес ячейки ( $\$G\$7$ ), где расположена формула функционала – расчета целевой функции;
  - направление оптимизации "До ... Минимум";
  - адрес ячейки варьируемого параметра ( $\$G\$2$ ) "Изменяя значение переменной";
  - метод решения "Поиск решения нелинейных задач методом ОПГ".
- Исполнив **Найти решение** получим искомые параметры (рис. 2).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
2		$t$	$C$	$k$		$p =$	1,987	переменная порядок реакции			
3		0	0,01000			$1 - p =$	-0,987	=1-G2	вспомогательное значение		
4		3	0,00740	11,0286							
5		5	0,00634	10,8604		$\bar{k} =$	10,940	=СРЗНАЧ(D4:D9)			
6		7	0,00550	10,9830							
7		10	0,00464	10,8404		$\mathcal{F} =$	0,007	=СТАНДОТКЛОН.В(D4:D9)/G5	целевая функция		
8		15	0,00363	10,9566							
9		25	0,00254	10,9686				=ЕСЛИ(G\$2=1;LN(C\$3/C4)/B4;(C\$3^G\$3-C4^G\$3)/G\$3/B4)			

Рис. 1. Скриншот листа Excel решения задачи

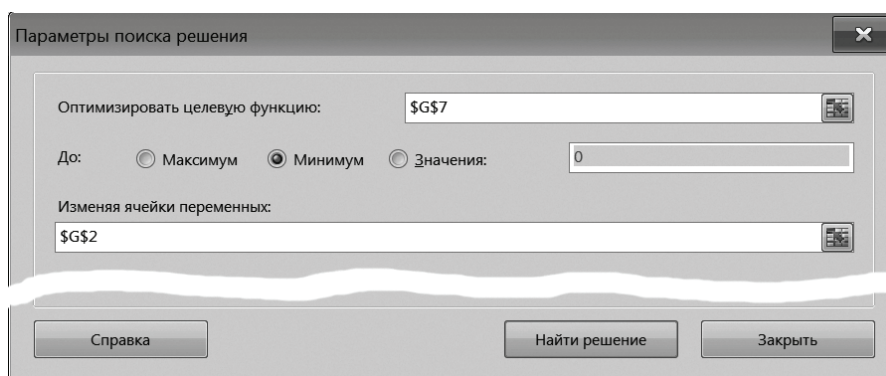


Рис. 2. Скриншот установки параметров надстройки "Поиск решения"

Если есть желание получить целое значение порядка реакции, то можно просто исправить значение в ячейке G2 на желаемое (в данном случае, например, 2 – наиболее близкое к целому), и тогда в ячейке G5 получим соответствующее значение константы реакции. Можно и сразу, в параметрах надстройки "Поиск решения" установить ограничение для G2 типом "целый" (рис. 3) через панели "В соответствии с ограничениями" и "Добавить ограничения".

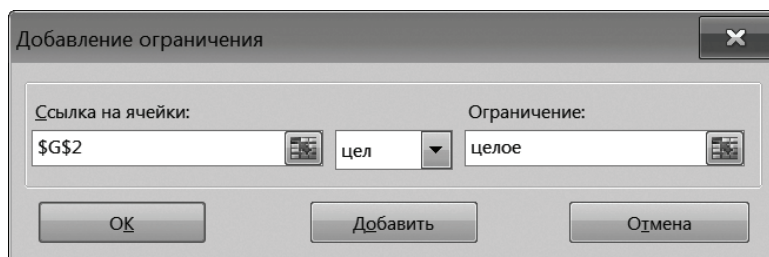


Рис. 3. Скриншот панели установки ограничений

Эффективность данного подхода проявляется не только при поиске дробного порядка реакции, но и при решении других задач физической химии [6-8]. Так, например, в сборнике [9] (стр. 102, зад. 9) дана задача по определению значений предэкспонента  $A$  и энергии активации  $E$  для таблицы известных значений зависимости констант скорости реакции  $k$  от температуры  $T$  для Аррениусовской зависимости

$$k = A \cdot \exp\left(-\frac{E}{RT}\right), \quad R = 8,314. \quad (5)$$

Таблица 2

Константы скорости реакции окисления оксида азота (II) кислородом воздуха при разных температурах

$T, K$	353	416	501	573	686	819
$k \cdot 10^9 \text{ см}^6 / (\text{моль}^2 \text{ с}),$	41,8	20,2	10,1	7,1	4,0	2,8

Решение достигается минимизацией по значению энергии активации  $E$  для функционала

$$F(E) = \frac{1}{A} \left[ \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N-1} (A_i - \bar{A})^2 \right]^{0,5}, \quad \bar{A} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N k_i,$$

где предэкспонент  $A$  определяется из уравнения (5) соотношением

$$A = k \cdot \exp\left(\frac{E}{RT}\right).$$

На рис. 4 дан скриншот решения приведенной задачи в рамках предлагаемого подхода аналогично описанному выше алгоритму.

Можно отметить, что полученные параметры и аппроксимируют зависимость (5) с максимальной ошибкой 4,9% при средней 2,8%; решение из [9] имеет соответствующие значения ошибок 25,6% и 22,1%.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
2		$T, K$	$k \cdot 10^9$		$A_i \cdot 10^9$		$R =$	8,314				
3		353	41,8		0,3407					=C3*EXP(H\$4/H\$2/B3)		
4		416	20,2		0,3411		$E =$	-14115,8				
5		501	10,1		0,3408		$\bar{A} \cdot 10^9 =$	0,3491		=СРЗНАЧ(E5:E8)		
6		573	7,1		0,3668							
7		686	4,0		0,3367		$\mathcal{F} =$	0,0386		=СТАНДОТКЛОН.В(E5:E8)/H5		
8		819	2,8		0,3522							

Рис. 4. Скриншот листа MS Excel задачи идентификации параметров и

Таким образом, в работе представлен мультидисциплинарный подход к решению задач физической химии, позволяющий в разы сократить объем программирования вычислительных алгоритмов, повысить точность вычислений и расширить диапазон типов анализируемых параметров уравнений. Основой предлагаемого развития существующих методик решения задач физической химии является постановка этих задач как оптимизационных, когда минимизируется разброс одного из идентифицируемых искомым параметром математической модели.

## Литература

1. Е.Е. Бельчик, Л.П. Ватлина, Е.И. Смирнов. Использование электронных таблиц Excel для решения расчетных задач по химии // Ярославский педагогический вестник. – 2010. – № 4. – С. 77-82.
2. Анисова Т.Л., Салпагаров С.И. Решение задач физической химии с помощью программы MS Excel // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.science-education.ru/103-6405](http://www.science-education.ru/103-6405). (дата обращения : 5.04.2017).
3. Анисова Т.Л., Салпагаров С.И. Методика определения порядка химической реакции при обработке опытных данных в программе Excel // Вестник МГПУ. – 2013. – № 1 (11). – С. 127-132.
4. Бондарчук И.С., Курзина И.А., Бондарчук С.С. Методология решения задач физической химии инструментом Solver MS Excel // Высшее образование сегодня. – 2014. – № 9. – С. 22-24.
5. Бондарчук И.С., Федорова В.А. Алгоритмы идентификации кинетических параметров простых реакций // Перспективы развития фундаментальных наук: сборник научных трудов XI Международной конференции студентов и молодых ученых / ред. Е.А. Вайтулевич. – Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – 2014. – С. 555-557.
6. Бондарчук И.С., Жуков И.А., Промахов В.В. Идентификация кинетических параметров процесса десорбции // Перспективы развития фундаментальных наук: сборник научных трудов XII Международной конференция студентов и молодых ученых. –

- Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – 2015. – С. 380-382.
7. Bondarchuk I.S., Zhukov I.A., Borisov B.V. Analysis of the influence of modes of plasma-chemical synthesis and precursor evaporation on geometric characteristics of ceramic powders produced // Heat and Mass Transfer in the Thermal Control System of Technical and Technological Energy Equipment: сборник МАТЕС Web of Conferences. – 2015. – С. 01046.
  8. Бондарчук И.С., Жуков И.А., Промахов В.В., Ворожцов С.А. Идентификация кинетических параметров твердофазных реакций // Полифункциональные химические материалы и технологии: материалы Международной научной конференции. – Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – 2015. – С. 34-37.
  9. Сборник задач по химической кинетике: учебное пособие / Н.А. Колпакова, С.В. Романенко, В.А. Колпаков; Томский политехнический университет. – 2-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 246 с.

УДК 613.31: 543.33: 543.522

ГРНТИ 31.19.15

## **ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ ЛЕЧЕБНЫХ ПИТЬЕВЫХ ВОД**

## **ELEMENTAL ANALYSIS OF MEDICINAL DRINKING WATERS**

*Козырев Алексей Евгеньевич, Самостеенко Цветана Геннадьевна*

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

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

*Ключевые слова:* вода лечебная, химия элементов, нейтронно-активационный анализ.

*Keywords:* medicinal water, chemistry of elements, neutron-activation analysis.

*Аннотация.* Изучение химического состава природных вод представляет значимый интерес в связи с распространенной практикой использования их в лечебных и профилактических целях в курортологии. Положительное влияние на организм человека обусловлено целым рядом биохимических и химических показателей. Особый физиологический эффект характеризуют содержащиеся в минеральных водах биогенные макро- и микроэлементы. Нейтронно-активационный анализ позволил исследовать состав природных вод Алтая, Кавказа и Карловых Вар на содержание 18 элементов.

*Актуальность:* Изучение природных минеральных вод на содержание биогенных элементов является важной задачей, т.к. они применяются не только в санаторно-курортном лечении наружно – в виде лечебных ванн и внутренне – для питья, но и как столовые, разлитые в бутылки. Известно, что биогенные элементы (Na, K, Ca, Fe, Co, Zn, Cu, Mo и др.) играют особую физиологическую роль в работе многих

систем организма человека [1-3]. Дефицит макро- и микроэлементов в организме может вызвать развитие ряда тяжелых заболеваний.  $K^+$  и  $Na^+$  – главные внутри- и внеклеточные ионы, они прежде всего поддерживают на необходимом уровне осмотическое давление плазмы крови. Ионы  $Ca^{2+}$  играют важнейшую роль в возбуждении и регулировании работы сердца, выполняют защитную роль в процессе свертывания крови, обеспечивают хорошее состояние опорно-двигательного аппарата. Недостаток ионов  $Fe^{2+}$  вызывает анемию: гемоглобин – главная составная часть эритроцитов, он обеспечивает внешнее дыхание, являясь переносчиком кислорода от легких к тканям; миоглобин, цитохромы, каталаза обеспечивают клеточное дыхание.  $Zn^{2+}$  входит в состав более сотни металлоферментов и прежде всего в фермент поджелудочной железы, который участвует в биосинтезе гормона инсулина.  $Co^{2+}$  является коферментом ряда жизненно важных ферментов, его недостаток приводит к злокачественной анемии у человека, но в больших дозах кобальт может способствовать развитию опухолей.  $Cu^{2+}$  регулирует окислительно-восстановительные процессы клеточного дыхания и способствует лучшему усвоению железа.  $Mo^{2+}$  является кофактором большого числа ферментов, обеспечивающих метаболизм серосодержащих аминокислот, пиримидинов и пуринов.

При химическом исследовании различных природных объектов, в том числе и питьевых вод, также необходимо иметь информацию о наличии токсичных элементов, с целью установления безопасности их применения. Данную работу (частично) можно считать продолжением ранее начатых исследований [4,5].

*Цель:* Нами исследовались образцы вод, взятые 2011–2015 гг. из подземных источников, широко известных в курортологии: Алтайский край, санаторий «Рассветы над Бией», родник «Серебряный ключ»; респ. Чехия, Карловы Вары, источник № 15; Ставропольский край, г. Пятигорск, скважины «Ессентуки № 17» и «Красноармейская».

*Методика исследования.* Макро- и микроэлементы исследовали нейтронно-активационным анализом (НАА); для него характерна высокая чувствительность и сходимость результатов при анализе природных объектов [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. Измерения проводились в два этапа: короткоживущие изотопы (Na, Ca, As, Sb,

Br, U, Au) определяли через 7 суток; долгоживущие (Rb, Sr, Ba, Fe, Zn, Co, Cr, Se, Ag, Sc, Th, Ta) – через 25 суток.

*Результаты.* В исследованных образцах были определены биологически активные элементы Na, Ca, Fe, Zn, Co; редкие элементы Cr, Sr, Ag, U, Rb, Cs, Au, Ta, Th; токсичные элементы Br, Ba, As, Sb.

К макроэлементам относятся Na, Ca ( $10^{-2}$  %), все остальные – микроэлементы ( $10^{-4}$  -  $10^{-8}$  %).

В таблице 1 приведены результаты анализа, образцы представлены по мере увеличения степени минерализации: % содержание элемента от массы воды.

*Обсуждение результатов.*

Концентрация всех элементов обнаруженных в пробе №1 («Серебряный ключ», Алтай) соответствует высшей категории питьевых вод [8] и может быть рекомендована для употребления как *столовая* для всех людей без исключения.

В пробе скважины «Красноармейская» (г. Пятигорск) наблюдается повышенное содержание Na, Ca, Br, Cs, Cr в сравнении с нормами ПДК, что позволяет использовать эту воду в лечебно-профилактических целях при гипотониях, анемиях, для повышения общего тонуса организма, нормализации работы ЦНС и опорно-двигательного аппарата.

Таблица 1

Содержание макро- и микроэлементов в лечебных водах  
(% от массы воды)

№	Место забора воды	Na, $10^{-2}$	Ca, $10^{-2}$	Fe, $10^{-4}$	Zn, $10^{-4}$	Co, $10^{-6}$	Br, $10^{-6}$	Cr, $10^{-6}$
1	Родник «Серебряный ключ» (Алтай), минерализация 0,021%	0,046	0,403	0,017	0,031	0,004	0,094	–
2	Карловы Вары, скважина № 15 (респ. Чехия), минерализация 0,293%	8,673	0,229	0,059	0,046	0,059	5,186	–
3	г. Пятигорск, скважина «Красноармейская», минерализация 0,414%	8,060	0,718	0,108	0,022	0,181	24,91	0,081
4	г. Пятигорск, скважина «Ессентуки № 17», минерализация 0,748%	26,78	0,070	0,705	0,112	0,423	50,52	0,692
5	ПДК для питьевых вод	2–5	0,035	0,3	1	0,1	0,2	0,05

Продолжение таблицы 1

№	Ba 10 <sup>-4</sup>	Sr 10 <sup>-4</sup>	As, 10 <sup>-6</sup>	Sb, 10 <sup>-6</sup>	Ag, 10 <sup>-6</sup>	U, 10 <sup>-6</sup>	Rb, 10 <sup>-4</sup>	Cs, 10 <sup>-6</sup>	Au, 10 <sup>-8</sup>	Ta, 10 <sup>-8</sup>	Th, 10 <sup>-8</sup>
1	–	–	0,031	0,028	–	–	–	–	–	–	–
2	–	–	<b>18,723</b>	0,522	–	–	–	–	–	–	–
3	0,041	4,914	0,162	0,093	0,053	0,112	0,291	12,26	0,031	0,022	0,604
4	0,037	2,139	0,372	0,084	0,179	0,034	0,018	0,215	0,070	0,514	2,308
5	0,7	7	1	0,5	5	1,5	10	3	–	500	100

\* для удобства сравнения данных, приведенных в таблице, значения ПДК были переведены из размерности «мг/л» в «% от массы воды» [7].

В пробе скважины «Ессентуки № 17» (г. Пятигорск) высокая концентрация Na, Fe, Co, Br, Cr в сравнении с нормами ПДК позволяет применять воду в лечебно-профилактических целях, оказывая положительное действие на сердечно-сосудистую систему, кроветворение, нормализуя повышенную возбудимость и смягчая утомляемость и различные недомогания. Общая повышенная минерализация вод Пятигорска, содержание большого набора различных химических элементов, позволяет отнести их к *минеральным лечебным водам* согласно [9]. Рекомендуется с осторожностью употреблять их в повседневности.

Скважина №15 Карловых Вар (респ. Чехия) характеризуется повышенным содержанием Na, Ca, Br. Элементы As и Sb, найденные в пробе, превышают предельно допустимые концентрации установленные в РФ, тем не менее допустимы для минеральных лечебных вод согласно [9]. По токсичности As и Sb относятся к 1-2 классу опасности соответственно [8], поэтому употребление такой воды должно осуществляться с предельной осторожностью, при специальном назначении.

#### *Выводы:*

1. Методом НАА определено содержание 18 элементов в пробах воды из 4х подземных источников Алтая, г. Пятигорск, Карловых Вар, используемых в курортологии.

2. Содержание большинства элементов, найденных в питьевых водах Алтая и Кавказа, не превышает ПДК.

3. Повышенное содержание элементов Na, Ba, Fe, Ca, Co, Cr, Cs, Br определяет соответствующие лечебные свойства минеральных вод г. Пятигорска.

4. Содержание As и Sb в образце воды скважины № 15 (Карловы Вары, респ. Чехия) превышает нормы ПДК РФ.

5. Полученные результаты являются актуальными для специалистов санитарно-эпидемиологических учреждений, медицинских работников, при разработке бальнеологических заключений.



## Литература

1. Ноздрюхина Л.Р., Гринкевич Н.И. Нарушение микроэлементного обмена и пути его коррекции. М.: Наука, 1990. 112 с.
2. Фаращук Н.Ф., Яснецов В.С., Якушев П.Ф. Медицинское значение химических элементов и неорганических соединений. Смоленск: Наука, 1998. 68 с.
3. Добровольский В.В. Основы биогеохимии. – М.: Академия, 2003. – 400 с.
4. Цыбукова Т.Н., Зейле Л.А., Тихонова О.К. Содержание микроэлементов в различных питьевых и лечебных водах/Материалы конф. «Актуальные вопросы фармацевтической науки и образования». – Томск. – 2011. – С. 135–140.
5. Свириной К.А., Самостеенко Ц.Г. Изучение физико-химических характеристик природных вод/Материалы Всероссийской итоговой 74-ой студенческой научной конференции им. Н.И.Пирогова. – Томск. – 2015. – С. 118–119.
6. Цыбукова Т.Н., Инишева Л.И., Тихонова О.К., Зейле Л.А., Юсубов М.С. Комплексная оценка содержания редких элементов в торфяном сырье единого болотного ландшафта // Химия растительного сырья. – 2001. – №4. – С. 103–106.
7. ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования».
8. СанПиН 2.14.1116-02. «Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости».
9. ГОСТ Р 54316-2011. «Воды минеральные природные питьевые. Общие технические условия».

УДК 613.31:543.33:543.522

ГРНТИ 31.19.15

## ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

## THE ELEMENTAL ANALYSIS OF SUBTERRANEAN WATER IN WESTERN SIBERIA

*Короткова Дарья Владимировна, Глаголева Екатерина Александровна*

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

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

*Ключевые слова:* вода лечебная, химия элементов, нейтронно-активационный анализ.

*Keywords:* medicinal water, chemistry of elements, neutron-activation analysis.

*Аннотация.* Для жизнедеятельности человека, животных и растений необходимы биогенные элементы. В то же время для экологического мониторинга нужна информация о содержании токсических элементов в окружающей среде. Наиболее интересна вода, т.к. она занимает большую часть земного шара. Для оценки элементного состава различных вод используют такой современный физический

метод, как нейтронно-активационный анализ. Проведенные исследования являются актуальными, их результаты могут быть интересны для специалистов, работающих в различных областях знаний.

*Актуальность.* Академик А. П. Виноградов открыл закон распределения химических элементов в литосфере и биосфере, а также установил, что содержание элементов в живом веществе обратно пропорционально их порядковому номеру в Периодической системе Д. И. Менделеева.

Установлено, что многие заболевания обусловлены повышенным или пониженным содержанием в организме какого-либо элемента [1,2]. Биогенные элементы играют особую физиологическую роль в работе многих систем организма человека. Так, например, натрий – главный внеклеточный ион, он поддерживает осмотическое давление плазмы крови на необходимом уровне. Калий – внутриклеточный ион, необходим для работы сердечной мышцы; благодаря определенному соотношению ионов натрия и калия поддерживается нормальный ритм мышечной работы. Ионы кальция положительно влияют на проницаемость клеточных мембран, возбуждают и регулируют работу сердца, а также выполняют защитную роль в процессе свертывания крови. Ионы железа входят в состав жизненно важных соединений: гемоглобина, миоглобина, цитохромов, недостаток которых вызывает анемию и малокровие. Кобальт входит в состав витамина В<sub>12</sub> (цианокобаламин), который стимулирует кроветворение, влияет на обмен углеводов и липидов. Цинк входит в состав многих металлоферментов; один из важнейших – фермент поджелудочной железы карбокси-peптидаза, который участвует в биосинтезе гормона инсулина. Элементы – загрязнители часто называют «тяжелые металлы», т.к. это прежде всего химические элементы с массой 50 а.е.м. и более (хотя к токсичным элементам относят также более легкие – Be, F, Cl и неметаллы – галогены, As, Sb, Se). Поэтому корректнее использовать термин «токсичные элементы».

Также, в настоящее время установлено, что некоторые заведомо токсичные элементы в микроколичествах играют положительную роль в обмене веществ у растений, живых организмов и, в частности, человека: Cd стимулирует рост животных; As химически близок к фосфору и потому способен замещать его при гликолизе, брожении; участвует в процессах нуклеинового обмена, кроветворения и синтеза гемоглобина; Se участвует в окислении липидов, разрушении перекисных радикалов; F – ион фтора замещает гидроксид-ион в основном фосфате кальция костной ткани, в неминерализованных тканях и фер-

ментах. На территориях, бедных фтором, распространен эндемический кариес зубов.

Выходит, что понятие «токсичные элементы» не столько качественная категория, сколько количественная [3]. Хотя, безусловно, в первую очередь при экологическом мониторинге природных объектов следует устанавливать содержание в них ртути, свинца, кадмия, сурьмы, мышьяка, хрома. Эти данные нужны прежде всего для определения степени чистоты питьевой воды и продуктов питания. Изучение химического состава природных вод Западной Сибири представляют значительный интерес в связи с использованием их в лечебных целях [4].

*Цель:* Исследовать элементный состав трех подземных вод Западной Сибири, входящих в курортную зону региона: подземный источник близ курорта «Чажемто», используемый для питья (Томская область, Колпашевский р-н); подземный источник курорта «Чистый Яр», используемый для ванн (Томская область, Парабельский р-н); подземный источник курорта «Красноярское Загорье», используемый для питья (Красноярский край, Балахтинский р-н).

*Материалы и методы.* Для элементного анализа использовали нейтронно-активационный метод (НАА) [5]. Он характеризуется высокой чувствительностью и сходимостью результатов при анализе природных объектов, возможностью определения большого числа элементов (до 30-35 из одной навески образца), малой величиной требуемой навески [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.

*Результаты.* В исследованных образцах были определены биологически активные элементы Na, Ca, Fe, Zn, Co; редкие элементы Cr, Sr, Ag, U, Rb, Cs, Au, Ta, Th; токсичные элементы Br, Ba, As, Sb. К макроэлементам относятся Na, Ca ( $10^{-2}$  %), все остальные – микроэлементы ( $10^{-4}$  -  $10^{-8}$  %).

В таблице 1 приведены результаты анализа, образцы представлены по мере увеличения степени минерализации: % содержание элемента от массы воды.

Также представлены данные предельно-допустимых концентраций (ПДК) питьевых и лечебных вод [3,7,8].

Таблица 1

Содержание макро- и микро элементов в подземных водах  
(% от массы воды)

№ обр	Подземный источник	Na, 10 <sup>-2</sup>	Ca, 10 <sup>-2</sup>	Br, 10 <sup>-4</sup>	Fe, 10 <sup>-4</sup>	Zn, 10 <sup>-4</sup>	Co, 10 <sup>-4</sup>	Cr, 10 <sup>-4</sup>
1	Чажемто (Томская обл., Колпашевский р-н) – питьевая, минерал. 0,143%	4,095	0,371	1,92	0,14	0,058	0,002	0,002
2	Красноярское загорье (Красноярский край, Балахтинский р-н) – питьевая, минерал. 0,166%	5,843	3,411	0,029	0,205	0,072	0,005	0,008
3	Чистый яр (Томская обл., Парабельский р-н) – ванны, минерал. 1,472%	32,00	4,024	2,308	0,341	0,073	0,003	0,004
4	ПДК для питьевых вод	2–5	0,035	0,2	0,3	1	0,1	0,05

Продолжение таблицы 1

№	Ba 10 <sup>-4</sup>	Sr 10 <sup>-4</sup>	As, 10 <sup>-6</sup>	Sb, 10 <sup>-6</sup>	Ag, 10 <sup>-6</sup>	U, 10 <sup>-6</sup>	Rb, 10 <sup>-6</sup>	Cs, 10 <sup>-6</sup>	Au, 10 <sup>-8</sup>	Ta, 10 <sup>-8</sup>	Th, 10 <sup>-8</sup>
1	0,713	3,023	0,072	0,041	0,313	0,025	0,461	0,069	0,01	0,12	0,03
2	0,086	3,229	0,063	0,042	0,091	0,471	3,620	0,038	0,01	0,13	0,33
3	11,202	42,41	0,063	0,162	0,412	0,292	3,832	1,045	0,144	0,283	2,91
4	0,7	7	1	0,5	5	1,5	10	3	–	500	100

\* Приведенные в таблице значения ПДК были переведены из размерности мг/л в % к массе воды, для удобства сравнения данных, приведенных в таблице.

*Обсуждение результатов.* Сравнение питьевых лечебных вод (образцы 1 и 2) указывает на следующее:

Данные по содержанию элементов Na, Fe, Zn, Co, Cr, Sr, As, Sb, Cs, Au, Ta сопоставимы (находятся в пределах одного порядка). Питьевая вода из пос. Чажемто обогащена Br, Ba, Ag; вода с курорта «Красноярское загорье» содержит больше Ca, U, Rb, Th.

Содержание Ca для проб 1 и 2 превышает ПДК, что может быть интересно для людей с проблемами опорно-двигательного аппарата. Питьевая вода из пос. Чажемто содержит повышенное количество Br и это актуально при лечении людей с повышенной возбудимостью и нарушением сна.

Состав воды с курорта «Чистый Яр» (образец 3) отличается от предыдущих проб. В значительно большем количестве содержатся элементы Na, Br, Ba, Sr, Sb, Cs, Au, Th. Это согласуется с существенной разницей в минерализации. Поэтому не случаен тот факт, что вода используется только для лечебных ванн и не годится для питья. Содержание остальных элементов ниже ПДК, принятых для лечебных вод.

### *Выводы:*

1. Методом НАА определено содержание 18 элементов в пробах воды из трех подземных источников Западной Сибири, используемых в курортологии.

2. Содержание всех токсичных элементов во всех исследованных образцах не превышает ПДК.

3. Проведенные исследования являются актуальными, их результаты могут быть интересны для специалистов, работающих в различных областях знаний.

---

### **Литература**

1. Добровольский В.В. Основы биогеохимии. – М.: Академия, 2003. 400 с.
2. Эмсли Дж. Элементы. – М.: Мир, 1993. 256 с.
3. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов: Справочник в 6 томах. – М.: Недра, – С. 1994-1999.
4. Природные воды Ширинского района республики Хакасия / под ред. В.П. Парначева. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2003. 183 с.
5. Инишева Л.И., Цыбукова Т.Н., Зарубина Р.Ф., Ефимова А.Н. Применение высокочувствительных методов анализа торфов // Журнал аналитической химии. 1996. Т.51. №3. – С. 1-4.
6. Цыбукова Т.Н., Инишева Л.И., Тихонова О.К., Зейле Л.А., Юсубов М.С. Комплексная оценка содержания редких элементов в торфяном сырье единого болотного ландшафта // Химия растительного сырья. 2001. №4. – С.103-106.
7. ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования».
8. ГН 2.1.5.2280-07 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Дополнения и изменения № 1 к ГН 2.1.5.1315-03».

УДК 577.118

ГРНТИ 31.19.15

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ БРОМА И МЫШЬЯКА В ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТАХ МЕТОДОМ НЕЙТРОННО-АКТИВАЦИОННОГО АНАЛИЗА**

## **THE DEFINITION OF BROMINE AND ARSENIC OF NATURALE OBJECTS BY METHOD OF NEUTRON-ACTIVATION ANALYSIS**

*Мединцева Екатерина Юрьевна, Скутель Михаил Андреевич,  
Васильева Алиса Романовна, Козик Алексей Владимирович*

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

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

*Ключевые слова:* биогенные элементы, природные объекты, бром, мышьяк, нейтронно-активационный анализ.

*Keywords:* biogenic elements, natural objects, bromine, arsenic, neutron-activation analysis.

*Аннотация.* Содержание микроэлементов в различных природных объектах привлекает специалистов разных сфер научной деятельности, т.к. они являются естественными источниками веществ, проявляющих биологическое действие на организм, в частности, токсическое. Современные физические методы позволяют обнаружить микросодержания большинства неорганических соединений. С помощью НАА можно определить наличие в образце таких элементов как бром и мышьяк. Подобные исследования проводятся, в первую очередь, для оценки экологической безопасности среды и возможности использования природных объектов в лечебных целях.

*Актуальность.* Бром (Br) выполняет несколько немаловажных функций в человеческом организме: участвует в активизации некоторых ферментов; оказывает влияние на функцию щитовидной железы; участвует в регуляции центральной нервной системы, усиливая процессы торможения. Препараты, созданные на основе данного микроэлемента, используются в качестве седативного средства. В то же время, бром относится к токсичным элементам. Его накопление в организме приводит к угнетению высшей нервной деятельности, психическим и двигательным расстройствам. При длительном поступлении брома в организм в больших количествах отмечается угнетение функции щитовидной железы, т.к. бром вступает в конкурентные отношения с йодом [1].

Мышьяк (As) приобрел репутацию одного из самых сильнодействующих ядов. Но в настоящее время он также считается микроэлементом, который в малых количествах необходим для организма. Так, мышьяк способствует улучшению кроветворения, принимает участие в ферментативных реакциях, а также в процессах окисления в митохондриях. As относится к тиоловым ядам, т.е. имеет высокое сродство к –SH – группам органических соединений, например, белков, нарушая нормальное функционирование макромолекул [1].

As и Br также нарушают работу нервной системы и вызывают парез и паралич капилляров.

Таким образом, содержание данных элементов в природных объектах, лекарственных препаратах, косметических средствах и пищевых продуктах подлежит обязательному контролю.

*Цель.* Определение содержания Br и As в природных объектах (воды и растения) методами нейтронно-активационного анализа (НАА)

*Материалы и методы.* Для элементного анализа использовался метод нейтронно-активационного анализа (НАА). Данный анализ проводился на ядерном реакторе (пос. Спутник, г. Томск), снабжённом анализаторной системой «CANBERRA» с детектором из чистого германия.

Нами были взяты образцы некоторых растительных объектов на территории Томской, Кемеровской областей и Республики Алтай: ромашка аптечная (*Matricaria recutita*), бадан толстолистный (*Bergenia crassifolia*), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*), калина обыкновенная (*Viburnum opulus L.*) Были исследованы пробы воды Черного моря (Крым, Севастополь), Красного моря (Египет, Шарм-эль-Шейх), минеральные воды Карловых Вар (респ. Чехия), а также пробы вод, взятые на территории Томской области и Республики Алтай.

*Результаты.* Исследование образцов с помощью НАА дало следующие результаты:

Таблица 1

Содержание микроэлементов в лечебных и морских водах  
(% от массы воды)

№	Место забора воды	Br	As
1	Черное море (Крым, Севастополь)	$1695 \cdot 10^{-6}$	$10 \cdot 10^{-6}$
2	Красное море (Египет, Шарм-эль-Шейх)	$669 \cdot 10^{-6}$	$17 \cdot 10^{-6}$
3	р. Томь (выше коммунального моста)	$0,364 \cdot 10^{-6}$	$0,055 \cdot 10^{-6}$
4	г. Томск, питьевая вода	$0,529 \cdot 10^{-6}$	$0,011 \cdot 10^{-6}$
5	р. Порос (Томский район)	$0,364 \cdot 10^{-6}$	$0,01 \cdot 10^{-6}$
6	оз. Иткуль (Республика Хакасия)	$0,185 \cdot 10^{-6}$	$0,088 \cdot 10^{-6}$
7	оз. Кулундинское (Алтайский край)	$392,08 \cdot 10^{-6}$	$3,332 \cdot 10^{-6}$
8	Родник около пос. Аскат (Республика Алтай)	$0,134 \cdot 10^{-6}$	$0,286 \cdot 10^{-6}$
9	Родник Аржан-Суу (Республика Алтай)	$0,112 \cdot 10^{-6}$	$0,139 \cdot 10^{-6}$
10	Родник «Серебряный ключ» (санаторий «Рассветы над Бией», Алтайский край)	$0,094 \cdot 10^{-6}$	$0,031 \cdot 10^{-6}$
11	Карловы Вары №15 (Чешская республика)	$5,186 \cdot 10^{-6}$	$18,723 \cdot 10^{-6}$
ПДК [2]		$0,2 \cdot 10^{-6}$	$0,01 \cdot 10^{-6}$

Таблица 2

Содержание микроэлементов в плодах растений  
(% от массы сухого сырья)

№	Растение	Br	As
1	Ромашка аптечная (листья)	$2010 \cdot 10^{-6}$	–
2	Бадан толстолистный (листья)	$341 \cdot 10^{-6}$	–
3	Рябина обыкновенная (плоды)	$202 \cdot 10^{-6}$	$20 \cdot 10^{-6}$
4	Калина обыкновенная (плоды)	$262 \cdot 10^{-6}$	$11 \cdot 10^{-6}$

*Выводы:*

1. Наибольшее содержание As обнаружено в Карловых Варах (источник №15), в Красном и Черном морях, а также в Кулундинском озере. Это объясняется высокой степенью их минерализации [3]. Во всех остальных образцах содержание As близки к значениям ПДК,

поэтому в умеренных количествах исследуемые воды и растения не способны вызвать симптомы отравления, но могут использоваться в лечебных целях. [2]

2. Питьевая вода г. Томска обогащена бромом, благодаря артезианским водам. Максимальное содержание брома в Кулундинском озере объясняется его высокой минерализацией, а повышенное количество брома в Карловых Варах обуславливает их лечебные свойства [3]. Наибольшее количество брома в исследуемых растительных объектах было обнаружено в ромашке аптечной, что частично объясняет её противовоспалительный и седативный эффект [4].

3. Результаты могут быть полезными для оценки экологической обстановки среды и возможного использования природных объектов в лечебных целях.

### **Литература**

1. Березов, Т. Т. Биологическая химия / Т. Т. Березов, Б. Ф. Коровкин.- Москва: Медицина, 1998.-704 с.
2. ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования».
3. Цыбукова, Т.Н. Элементный состав воды различных водоёмов / Т.Н. Цыбукова, О.К.Тихонова, Л.А. Зейле // Актуальные вопросы фармацевтической науки и образования: материалы межрегиональной научной конференции с международным участием / Сибирский гос. мед. ун-т. – Томск, 2011. – с. 241-246
4. Фармакогнозия. Лекарственное сырье растительного и животного происхождения: учебное пособие по фармакогнозии для студентов фармацевтических вузов, обучающихся по специальности "Фармация" / под ред. Г. П. Яковлева. – 3-е изд., испр. и доп. – Электрон. текстовые дан. – Санкт-Петербург : СпецЛит, 2013. – 847 с. Фармакогнозия.

УДК 615.32:582.684.1:547.972:543.422.3

ГРНТИ 76.31.31

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФЛАВОНОИДОВ, ГИПЕРИЦИНА И ФЕНОЛКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ В ЗВЕРОБОЕ ПРОДЫРЯВЛЕННОМ МЕТОДОМ СПЕКТРОФОТОМЕТРИИ**

## **DETERMINATION OF FLAVONOIDS, HYPERICIN AND PHENOLCARBONIC ACIDS IN HYPERICUM PERFORATUM BY SPECTROPHOTOMETRY**

*Селихова Екатерина Михайловна, Корепанов Вячеслав Андреевич*

Научный руководитель: О.К. Тихонова, канд. хим. наук, доцент

*ФГБОУ ВПО Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск*

*Ключевые слова:* Зверобой продырявленный, биологически активные вещества, спектрофотометрия.



*Key words:* St. John's wort (*Hypericum Perforatum L.*), biologically active substances, spectrophotometry

*Аннотация.* Лекарственные препараты на основе травы зверобоя продырявленного широко используются в официальной и народной медицине. Основными биологически активными веществами в зверобое продырявленном являются флавоноиды, гиперин и фенолкарбоновые кислоты. Препараты на основе травы зверобоя обладают бактерицидными, противовоспалительными, вяжущими, антидепрессивными свойствами, способствуют регенерации тканей, улучшают венозное кровообращение, укрепляют стенки сосудов, улучшают функциональное состояние нервной системы. Их принимают внутрь при воспалительных заболеваниях ЖКТ и мочевыделительной системы.

Для оценки количественного содержания БАВ в исследуемых образцах использовали спектрофотометрический метод анализа. Проведенные исследования являются актуальными, так как их результаты могут представлять интерес при изучении лекарственных растений по программе фармакогнозии (специальность «Фармация»).

*Актуальность.* Зверобой продырявленный (*Hypericum Perforatum L.*) – многолетнее травянистое растение семейства зверобойные (*Hypericaceae*). Распространен в европейской части России, в Западной Сибири, на Кавказе, в горах Средней Азии. По всей листовой пластинке заметны крупные округлые или овальные вместилища двух типов: бесцветные просвечивающие и окрашенные, с пигментом буровато-фиолетового цвета. В связи с тем, что вместилища просвечивающие, зверобой называется продырявленным.



Рис. 1. Зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum L.*)

Основными биологически активными веществами в траве зверобоя являются флавоновые соединения: рутин, гиперозид, кверцитрин, изо-кверцитрин и кверцетин. Кроме того, в зверобое содержатся: гиперин

(конденсированное антраценовое производное), фенолкарбоновые кислоты, гиперфорин, антоцианы, каротин, эфирные масла, смолы и дубильные вещества.

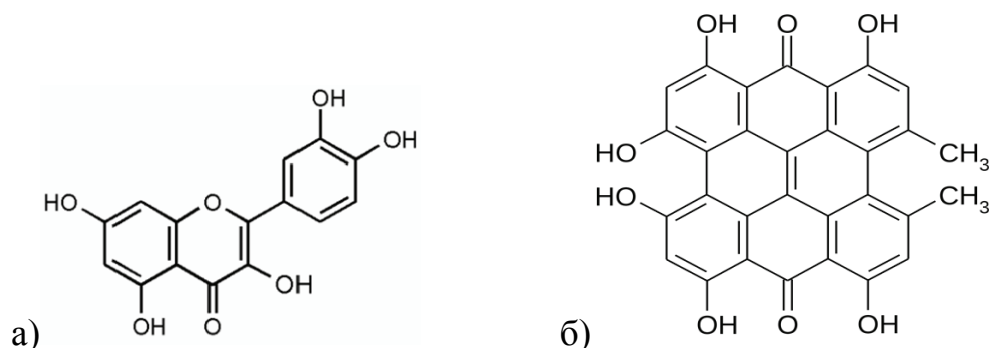


Рис. 2. Химические формулы рутина (а) и гиперидина (б)

Флавоноиды – это одна из наиболее распространенных в природе групп фенольных соединений. Способность к образованию флавоноидов является характерной особенностью зверобоя продырявленного и многих других растений. Особенностью фенольных соединений является способность к образованию водородных связей, межмолекулярных и внутримолекулярных, которые влияют на их физико-химические свойства (УФ- и ИК-спектры поглощения, растворимость,  $t^{\circ}\text{C}$  кип. и др.).

Флавоноиды свое название получили от лат. flavus – желтый, так как первые выделенные из растений флавоноиды имели желтую окраску.

Флавоноиды представляют собой кислородсодержащие гетероциклические соединения, в основе которых лежит дифенил-пропановый углеводородный скелет.

Флавоноиды обладают антиоксидантными, спазмолитическими, противовоспалительными, гипотензивными, ранозаживляющими, мочегонными и др. свойствами.

Гиперицин обладает умеренно выраженным седативным свойством, устраняет подавленность, апатию и такие симптомы, как плохое самочувствие, потеря аппетита, расстройства сна. При применении гиперидина улучшается настроение, повышается физическая активность.

Фенолкарбоновые кислоты, например, хлорогеновая и ее производные (хризохлорогеновая, неохлорогеновая), галловая, феруловая, кофейная и др. укрепляют иммунитет, проявляют антиоксидантные, гепатопротекторные и противоопухолевые свойства.

*Цель:* Исследовать зверобой продырявленный на содержание флавоноидов, гиперидина и фенолкарбоновых кислот.

*Материалы и методы.* Для исследования содержания фенольных соединений в зверобое было отобрано 15 образцов. Среди них 9 образцов аптечного сырья пяти разных фирм-производителей в виде травы и фильтр-пакетов, а также 6 образцов, выращенных на территориях Кузбасского, Новосибирского и Горно-Алтайского ботанических садов. Эти образцы готовили в виде травы и отдельных органов растения (листья, стебли, цветки, плоды).

Для определения флавоноидов, гиперидинов и суммы фенолкарбоновых кислот в исследуемых образцах применяли методы, основанные на получении этанольных экстрактов травы зверобоя, которые анализировали методом спектрофотометрии. Метод основан на получении спектров поглощения веществ в УФ- и В-областях оптического диапазона, обладает высокой чувствительностью и воспроизводимостью определений.

Высушенные до постоянной массы навески анализируемых образцов зверобоя продырявленного в измельченном виде массой 1 гр. помещали в колбу, прибавляли 50%-ный этанол и нагревали содержимое с обратным холодильником на водяной бане при  $t=100^{\circ}\text{C}$  в течение 30 минут. Экстракцию проводят дважды.

Определение флавоноидов основано на реакции образования хелатных комплексов с алюминием. Для этого к части этанольного экстракта образцов добавляли спиртовой раствор  $\text{AlCl}_3$ . Спектры поглощения этих комплексных соединений получали на спектрофотометре в УФ области при длине волны 415 нм и толщине поглощающего слоя 1 см. В кювете для сравнения использовали раствор контрольного опыта, содержащий все компоненты кроме определяемого.

Гиперидин и сумму фенолкарбоновых кислот определяли в другой части полученных этанольных экстрактов на спектрофотометре в видимой и УФ областях при длинах волн 590 и 325 нм соответственно и толщине поглощающего слоя 1 см.

Содержание суммы флавоноидов в процентах по массе в пересчете на рутин вычисляли по формуле:

$$C (\%) = \frac{A * m_0 * 25 * 100 * 100}{A_0 * m * (100 - W)},$$

где  $A$  – оптическая плотность (абсорбционность) исследуемого раствора,  $A_0$  – абсорбционность раствора государственного стандартного образца (ГСО) рутина,  $m_0$  – масса ГСО рутина (г),  $m$  – масса навески препарата (г),  $W(\%)$  – потеря в массе при высушивании.

Процентное содержание гиперидина и сумму фенолкарбоновых кислот в пересчете на кофейную кислоту рассчитывали аналогично, учитывая оптическую плотность исследуемых и стандартных растворов.

*Результаты:* В исследованных образцах зверобоя продырявленного были определены биологически активные компоненты: флавоноиды, гиперин и фенолкарбоновые кислоты. Анализ образцов проводили по 5 параллельным определениям и обрабатывали методом математической статистики.

*Обсуждение результатов:* Значительное количество флавоноидов 3,5% определено в образце фирмы Иван-Чай в форме фильтр-пакетов. Меньше всего флавоноидов 2,2% содержится в образце зверобоя из Кузбасского Ботанического сада.

В образцах фирмы «Иван-Чай» концентрация гиперина составляет 0,14%; минимальное содержание 0,04% – в образцах фирмы Красногорсклексредства.

Концентрация фенолкарбоновых кислот 2,3% определена в фильтр-пакетах фирмы «Иван-Чай». В траве зверобоя фирмы Красногорсклексредства концентрация ФКК составляет 1,4%.

Максимальное количество флавоноидов 4,45% содержится в листьях, а минимальное 0,5 % – в стеблях растения.

В плодах зверобоя содержится 0,08 % гиперина, в стеблях – 0,005%.

Содержание фенолкарбоновых кислот в листьях составляет 2,6 %, в стеблях – 0,4%.

#### *Выводы*

1. Определение флавоноидов и других БАВ в траве зверобоя продырявленного представляет значительный интерес, так как характеризует их фармакологические свойства и возможность использования в лечебных целях.

2. Концентрация флавоноидов и фенолкарбоновых кислот значительно выше в листьях травы зверобоя, чем в его стеблях, цветках и плодах. Наибольшее количество гиперина – в плодах зверобоя. Меньше всего БАВ содержится в стеблях растения.

3. Установлено, что максимальное количество флавоноидов (в пересчете на рутин), а также гиперин и фенолкарбоновых кислот содержится в образцах аптечного сырья фирмы «Иван-Чай» (г. Москва).

4. Содержание БАВ, определенное в исследуемых образцах зверобоя продырявленного предполагает их использование в лечебных целях.

#### **Литература**

1. Фармакогнозия. Лекарственное сырьё растительного и животного происхождения: учебное пособие / под ред. Г.П. Яковлева. – 2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург: СпецЛит, 2010. – С. 534-538.
2. Растительные ресурсы России. Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Том 2. Семейства Actinidiaceae – Malvaceae, Euphorbiaceae – Haloragaceae/ Отв.ред. А.Л.Буданцев. – Санкт-Петербург;Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2009. – С.19-22.

3. Беликов В.В., Точкова Т.В., Шатунова Л.В., Колесник Н.Т., Баяндина И.И. Количественное определение основных действующих веществ у видов *Huregicum L.*/ Растит. ресурсы, 1990, Т.26, вып.4, С.541-578.
4. Запрометов М. Н. Основы биохимии фенольных соединений. Москва, 1974
5. Кузнецова М.А. Лекарственное растительное сырье и препараты: Справ. пособие для хим.-технол. техникумов, фарм. и мед. училищ. Москва: ВШ, 1987г. 2-е изд., С. 97-98.

УДК 541.183.2  
ГРНТИ 3115

**ИЗУЧЕНИЕ СОРБЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ  
ОРГАНИЧЕСКИХ И НЕОРГАНИЧЕСКИХ ИОНОВ  
НА КОМПОЗИЦИОННОМ МАТЕРИАЛЕ**

**THE STUDY OF SORPTION PROCESSES OF ORGANIC  
AND INORGANIC IONS BY COMPOSITE MATERIAL**

*Чан Туан Хоанг*

Научные руководители: Т.А. Юрмазова, канд. хим. наук, доцент;  
Н.Б. Шахова, канд. хим. наук, доцент

*Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* композиционный материал, адсорбция, изотерма, железоуглеродный сорбент,  $\zeta$ -потенциал, доксорубицин, органические и неорганические ионы, импульсный электрический разряд.

*Key words:* composite material, adsorption, isotherm, iron-carbon sorbent,  $\zeta$ -potential, doxorubicin, organic and inorganic ions, pulsed electrical discharge.

*Аннотация.* Электроискровым диспергированием железных гранул в гексане был получен железоуглеродный сорбент. В результате электроэрозии получилась суспензия, которая состояла из продуктов электроэрозии и среды диспергирования – гексана. С использованием центрифуги, суспензию разделяли на фракции (меньше 1 мкм для использования в качестве магнитных носителей и больше 1 мкм для использования в процессах водоочистки). Получены изотермы сорбции, установлен механизм процесса.

Проведенный литературный обзор сорбционных свойств различных композиционных материалов показал новизну и актуальность данной тематики, а также необходимость более подробного изучения механизма сорбционных процессов [1-3].

Среди известных технологий получения композиционных материалов на основе железа, таких как: золь-гель технология, плазменные технологии, а также электровзрыв проводников [2], нами был выбран метод электроэрозионного искрового диспергирования железных гранул в среде гексана [2-3].

Композиционные материалы, полученные по этой технологии, благодаря своему размеру и составу обладают высокими сорбционными свойствами, следовательно, представляют интерес для их применения в качестве сорбентов для селективного извлечения органических и неорганических соединений из растворов, в процессах водоочистки,

Еще одно перспективное направление применения данных композиционных материалов – в медицине, в качестве магнитных носителей лекарственных препаратов [4-5]. Однако для использования данных материалов в медицине необходимо учитывать, что размер частиц-носителей не должен превышать 1 мкм, а также и иметь высокую сорбционную емкость по лекарственному препарату с достаточно высокой прочностью закрепления на поверхности магнитных частиц.

Цель работы – получить оригинальный композиционный сорбент методом электроэрозионного искрового диспергирования железных гранул в гексане, а также исследовать его сорбционные свойства.

#### ***Методики эксперимента***

Методом электроэрозионного искрового диспергирования железных гранул в гексане был получен железоуглеродный композиционный материал. Схема установки, реактор и механизм электроэрозионного искрового импульсного диспергирования детально описаны нами в статьях [2-3]. В результате электроэрозионной обработки железных гранул в среде гексана была получена суспензия, которая состояла из продуктов искрового диспергирования железных гранул и среды диспергирования – гексана. Для разделения полученной суспензии на фракции (меньше 1 мкм для использования в качестве магнитных носителей и больше 1 мкм для использования в процессах водоочистки) была использована центрифуга.

Фазовый состав образцов был получен методом рентгенофазового анализа на дифрактометре Shimadzu XRD-6000 и  $\text{CuK}_\alpha$ -излучением. Площадь удельной поверхности измерялась методом тепловой десорбции азота на анализаторе удельной поверхности Sorbi-3M.

В качестве органических адсорбатов использовали следующие вещества:

эозин, анионный краситель, доксорубин (противоопухолевый препарат) и метиленовый голубой, катионный краситель;

Неорганические адсорбаты (ионы:  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{AsO}_4^-$ ) готовились из неорганических солей путем растворения их в дистиллированной воде.

Сорбцию ионов на исследуемом композиционном сорбенте проводили в статическом режиме при температуре 20 °С. Масса сорбента для всех экспериментов составляла 0,05 г, объем раствора адсорбата –

0,05 л. Через сутки после достижения сорбционного равновесия, отделяли раствор от сорбента центрифугированием при 20000 об/мин и в полученном центрифугате определяли равновесные концентрации адсорбатов. Оптическую плотность измеряли на фотоколориметре КФ-КЗ.

Изменение концентрации органических молекул определяли по изменению оптической плотности в максимумах полос поглощения для: доксорубина-490 нм, для метиленового голубого – 587 нм, для эозина – 490 нм. С помощью метода фотоколориметрии определяли концентрацию ионов  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{6+}$ ,  $\text{As}^{5+}$  с соответствующе подобранными реактивами:  $\text{Cr}^{6+}$  с дифенилкарбазидом ( $\lambda=540$  нм),  $\text{Ni}^{2+}$  с диметилглиоксимом ( $\lambda=440$  нм),  $\text{As}^{5+}$  с молибдатом аммония ( $\lambda=690$  нм).

**Результаты исследования и их обсуждение.** Методом РФА определено, что полученный сорбент является многофазным композиционным материалом, который в состав которого входят фазы  $\alpha\text{-Fe}$  (33 об. %),  $\text{Fe}_3\text{C}$  (9,6 об. %) и  $\text{Fe}_3\text{C}$  (54 об. %).

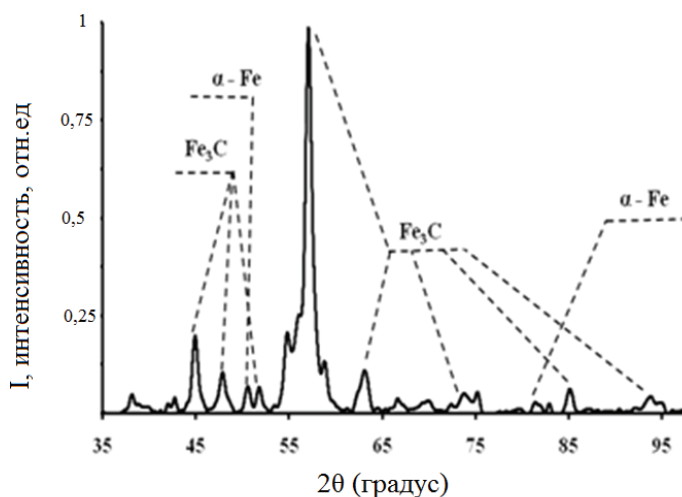


Рис. 1. Рентгенограмма продуктов электроэрозионного искрового диспергирования железных гранул в среде гексана

Обработка данных электронно-дифракционного анализа показала, что на поверхности частиц находится фаза гексагонального графита. Площадь удельной поверхности полученного композиционного материала равна  $55 \text{ м}^2/\text{г}$ . С целью обнаружения активных центров поверхности проводили изучение адсорбции ионов  $\text{H}^+$  и  $\text{OH}^-$  на поверхности композиционного материала. На рис. 2 приведены изотермы сорбции ионов  $\text{H}^+$  и  $\text{OH}^-$ , полученные методом потенциометрического титрования.

Из данных приведенных на рис. 2 видно, что активные центры на исследуемом композиционном сорбенте заряжены отрицательно.

Роль и влияние заряда поверхности на процесс сорбции было подтверждено экспериментами по адсорбции доксорубицина и метиленового голубого на исследуемом композиционном сорбенте, результаты показаны на рис. 3. в виде изотерм сорбции. Кроме того, в соответствии с тем, что активные центры сорбента заряжены отрицательно анионный эозин не сорбируется на сорбенте.

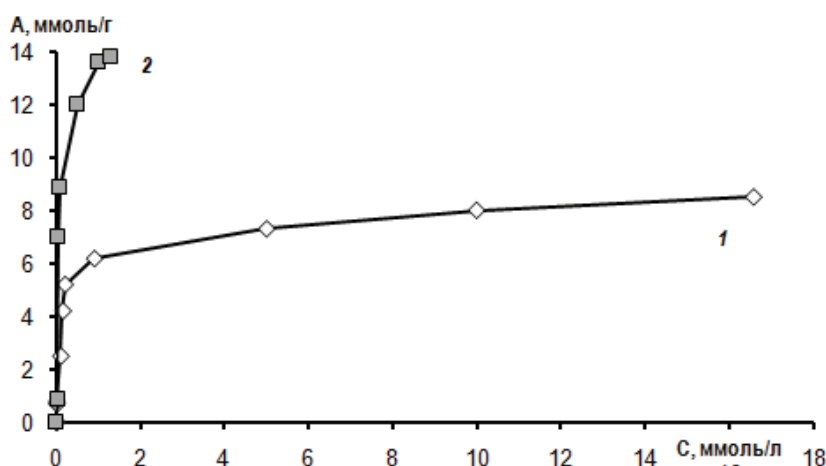


Рис 2. Изотерма адсорбции ионов 1 –  $\text{OH}^-$ , 2 –  $\text{H}^+$  на исследуемом композиционном сорбенте

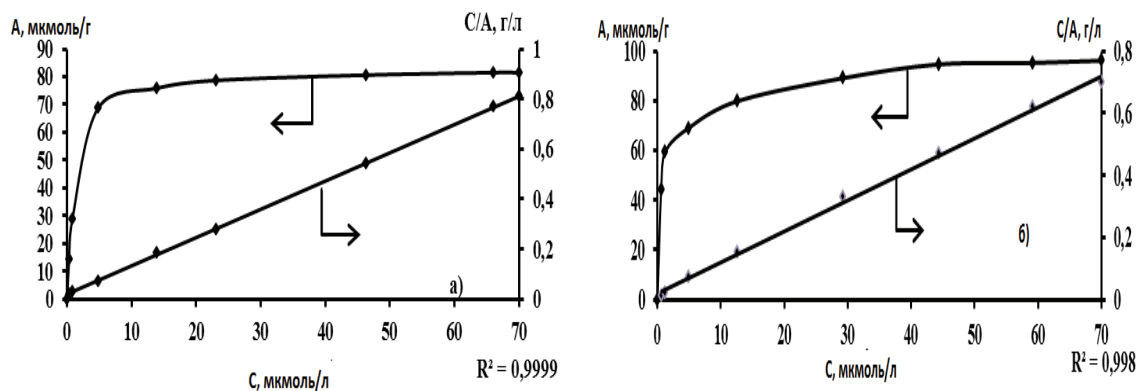


Рис. 3. Изотермы адсорбции: а) доксорубицина; б) метиленового голубого на исследуемом композиционном сорбенте

На рис. 4 приведены изотермы сорбции ионов  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{AsO}_4^-$  на поверхности исследуемого композиционного сорбента.

Все изотермы сорбции: доксорубицина, метиленового голубого,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{AsO}_4^-$  аппроксимируются уравнением Лэнгмюра. Соответственно, можно говорить об образовании мономолекулярного слоя на поверхности сорбента, так как адсорбция происходит только на отдельных адсорбционных центрах, каждый из которых реагирует только с одной молекулой адсорбата.



На основании полученных изотерм сорбции, а также с учётом удельной поверхности исследуемого композиционного сорбента равной  $55 \text{ г/м}^2$ , определяли значения максимальной сорбционной емкости, результаты представлены в табл. 1.

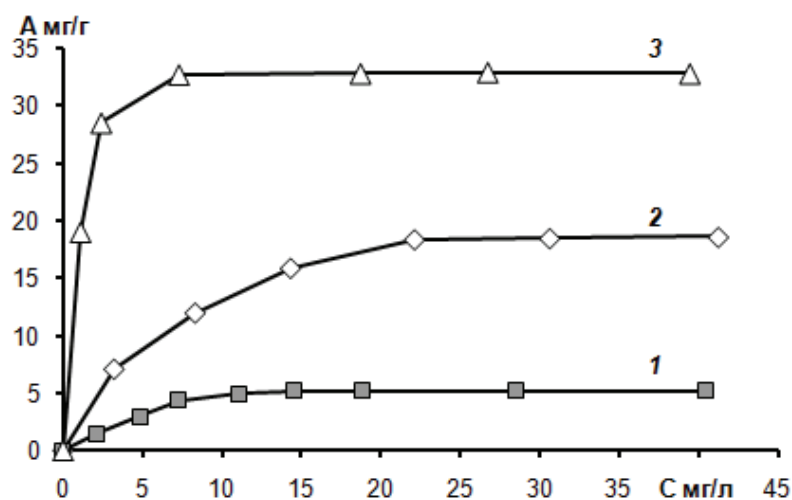


Рис. 4. Изотермы адсорбции ионов 1 –  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ , 2 –  $\text{Ni}^{2+}$ , 3 –  $\text{H}_2\text{AsO}_4^-$  на исследуемом композиционном сорбенте.

Таблица 1

Сорбционные характеристики и заряд поверхности исследуемого композиционного сорбента

Адсорбат	Сорбент	Доксорубицин	МГ	$\text{Ni}^{2+}$	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	$\text{H}_2\text{AsO}_4^-$	$\text{H}^+$	$\text{OH}^-$
$A_{\text{max}}$ , молекул/ $\text{м}^2$	–	$0,9 \cdot 10^{18}$	$1,1 \cdot 10^{18}$	$3,5 \cdot 10^{18}$	$0,54 \cdot 10^{18}$	$4,8 \cdot 10^{18}$	$1,5 \cdot 10^{20}$	$0,9 \cdot 10^{20}$
$\zeta$ -потенциал, мВ	-71	+22	+35	–	–	–	–	–

Из табл. 1 видно, что число адсорбированных частиц  $\text{OH}^-$  и  $\text{H}^+$  на два порядка выше числа адсорбированных частиц доксорубицина и метиленового голубого. Полученные значения можно объяснить тем, что ионы  $\text{H}^+$  и  $\text{OH}^-$  свободно сорбируются на свободные активные центры поверхности сорбента, тогда как в случае крупных органических молекул существует вероятность их экранирования.

Для доказательства электростатической природы механизма адсорбции изучили изменение потенциала поверхности с адсорбированными органическими. Было определено, что при достижении максимального значения адсорбции для всех систем,  $\zeta$ -потенциала не только изменяет величину, но и свой знак (табл. 1).

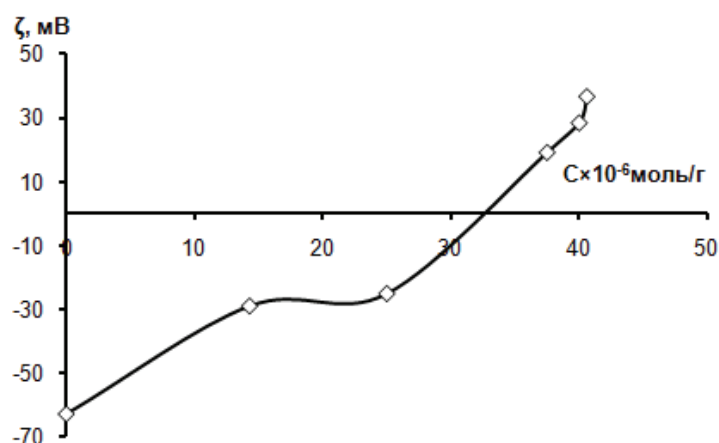


Рис. 5. Зависимость  $\zeta$ -потенциала сорбента от количества адсорбированного метиленового голубого на исследуемом композиционном сорбенте

Вся совокупность полученных данных доказывает определяющую роль заряда поверхности в процессах адсорбции, так как катионные формы органических молекул адсорбируются только на отрицательно заряженной поверхности. Это говорит о специфическом характере адсорбции.

Полученные экспериментальные результаты по исследованию процессов адсорбции на полученном композиционном железоуглеродном сорбенте говорят о возможности использования данного сорбента для доставки лекарств к органу мишени, а также в процессах водоочистки, для селективного извлечения ионов.

### Литература

1. Печенюк С.И. Сорбция анионов на оксигидроксидах металлов / С.И. Печенюк // Сорбционные и хроматографические процессы. - 2008. - Т.8. - №.3. – С.380-429.
2. Галанов А.И. Магнитные наночастицы, получаемые электроимпульсным методом, их физико-химические свойства и взаимодействие с доксорубицином и плазмой крови / А.И. Галанов, Т.А. Юрмазова, В.А. Митькина // Перспективные материалы. 2010. № 4. – С. 49-55.
3. Ремпель А.А. Нанотехнологии, свойства и применение наноструктурных материалов / А.А. Ремпель // Успехи химии. 2007. Т. 75. № 5. – С. 474-500.
4. Даниленко Н.Б., Применение импульсных электрических разрядов для получения наноматериалов и их использование для очистки воды/ Н.Б. Даниленко, А.И. Галанов // Нанотехника. 2006. №4(8). – С. 81-91.
5. Беликов В.Г. Получение продуктов взаимодействия магнетита с лекарственными веществами / В.Г. Беликов, А.Г. Курегян // Химико-фармацевтический журнал. 2004. Т. 38. № 3. – С. 35-38.
6. Arruebo M. Development of magnetic nanostructured silica-based materials as potential vectors for drug-delivery application/ M.Arruebo, M. Galan // J. Chemical Materials. 2006. V. 18. – P. 1911-1919.

# ГЕОГРАФИЯ

---

УДК 373.1  
ГРНТИ 14.25.09

## **ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ХОДЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ ШКОЛЬНИКОВ**

### **PROJECT ACTIVITIES THROUGH ENVIROMENTAL EDUCATION IN SCHOOLS**

*Борисова Екатерина Андреевна*

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

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

*Ключевые слова:* проектная деятельность, экологическое воспитание, экология, учащиеся, средняя общеобразовательная школа.

*Key words:* project activities, environmental education, ecology, school students, comprehensive school.

*Аннотация.* В статье рассматривается способ организации практико-ориентированного проекта в ходе экологического воспитания учащихся средней школы.

Согласно принятому в 2010 году Федеральному государственному образовательному стандарту основного общего образования (ФГОС ООО), каждый учащийся должен обладать экологическим сознанием, пониманием значимости природы [1]. Для этого во многих курсах учебных предметов, таких как география, биология, экология, естествознание и других, используется элемент экологического воспитания.

Экологическое воспитание – это процесс формирования у учащихся мировоззрения, основанного на осознании единства человека и природы [2]. В настоящее время экология тесно связана с другими науками, но в ходе обучения в школах она чаще всего рассматривается как взаимодействие человека с окружающей его средой.

Существует множество методов для формирования экологического мировоззрения школьников. Все они направлены на развитие интереса к окружающей среде, осознания в необходимости охраны природы и решения экологических проблем. К таким методам относятся: экскурсии, мероприятия экологической направленности, проведение акций,

конкурсов, организация исследовательских проектов, тематические классные часы, экологические игры.

Для лучшего понимания значимости защиты природы, в частности, от антропогенных воздействий, учащимся может быть предложен практико-ориентированный проект, в ходе которого будут задействованы не только они, но и их семья. Проектная деятельность – это самостоятельная деятельность учащихся, осуществляемая под руководством учителя, направленная на решение какой-либо проблемы и на получение конкретного результата. Особенностью практико-ориентированного проекта является наличие четко обозначенного результата, который может быть использован в жизни класса, школы, города или страны [3, с. 84].

Целью такого проекта является осознание значимости своих действий учащимися, развитие у них интереса к охране окружающей среды. Продуктом данного исследования должен стать пакет рекомендаций для улучшения экологии, воспользоваться которым сможет каждый желающий.

На уроке, классном часу или в ходе внеурочной деятельности экологической направленности учащимся предлагается придумать способы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды, которые школьники могут реализовывать самостоятельно. К таким способам могут относиться:

- уменьшение использования полиэтилена (не покупать в магазине пакет, а ходить туда с сумкой), хранение продуктов в бумажной упаковке;
- экономия воды во время водных процедур;
- переход на натуральные чистящие средства, ограничение количества стирального порошка при стирке;
- утилизация батареек, аккумуляторов и ртутных ламп в специализированные пункты приема;
- отдельный выброс мусора и так далее.

Школьники записывают эти способы, составляя, таким образом, систему правил.

Учащимся дается задание: в течение месяца, привлекая к этому семью, следовать всем составленным ими правилам по улучшению экологической ситуации. Школьники выясняют, как тот или иной фактор влияет на окружающую среду (загрязнение вод бытовой химией, полиэтиленом, отравление почв тяжелыми металлами и т. д.). Через месяц участники проекта делают вывод, как изменилась жизнь их семьи, и составляют общий список рекомендаций по улучшению экологии. Все задействованные в проекте учащиеся составляют прогноз об изменении экологической ситуации, если все жители региона или страны начнут соблюдать составленные школьниками правила.

Учащиеся также могут предложить способы распространения информации об их проекте (с помощью социальных сетей, листовок, брошюр), где они должны объяснить значимость рационального потребления природных ресурсов и какие изменения последуют за соблюдением несложных правил в масштабах города, региона, страны.

Таким образом, учащиеся не только получают представление об экологии, но и самостоятельно придумывают способы охраны окружающей среды, методы улучшения экологической ситуации, что позволяет осознать значимость своих действий. У школьников развивается интерес к теме, происходит усвоение научных знаний в сочетании с практической деятельностью. В совокупности с другими методами экологического воспитания проектная деятельность способствует формированию у учащихся экологического мировоззрения и бережного отношения к природе.

Апробация метода была проведена на занятиях «Геоэкология» в ТГПУ со студентами 5 курса, обучающимися по направлению «Педагогическое образование», профиль «Биология и география».

#### **Литература**

1. Федеральные государственные образовательные стандарты общего образования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://минобрнауки.рф/документы/543> (дата обращения: 09.04.2017).
2. Николаева, С. Н. Теория и методика экологического образования детей: учеб. пособие для студентов высших пед. учеб. заведений / С. Н. Николаева. – Москва: Издательский центр «Академия», 2002. – 336 с.
3. Литвинова, О. В. Проектная деятельность учащихся на уроках и во внеурочное время / О. В. Литвинова, И. А. Шенбергер, И. Б. Фомичёва // Молодой ученый. – 2014. – №2. – С. 781–784.

УДК 373.588.8.016-057.8:91

ГРНТИ 39.01.45

### **ОРГАНИЗАЦИЯ ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ГЕОГРАФИИ ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ**

### **ORGANIZATION OF EXTRACURRICULAR ACTIVITY ON GEOGRAPHY FOR SCHOOL STUDENTS**

***Ерошевич Юлия Павловна, Иванова Ирина Денисовна,  
Посыпкина Мария Алексеевна***

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

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

*Ключевые слова:* внеклассная деятельность, география, школьники.

*Key words:* extracurricular activities, in geography, school students.

*Аннотация.* Внеурочная деятельность является важнейшей для популяризации предмета. В статье представлены методические разработки внеурочных занятий по географии для семиклассников. Предлагаются разработки кроссвордов, игр, ребусов по разделам «Гидросфера» и «Атмосфера». Представленные в статье методические разработки студентов-географов второго курса ТГПУ были апробированы на базе кафедры географии для школьников МАОУ СОШ № 40 г. Томска.

К географии в стране в последние годы поменялось отношение. Под руководством Русского географического общества проводятся всероссийские географические диктанты, конкурсы и выставки фотографий, посвященные природе России. Все эти мероприятия направлены на активизацию интереса к родной природе и родной стране. Перед будущими учителями географии стоит задача заинтересовать школьников изучать окружающую среду. Повысить качество обучения учеников по географии можно, сочетая работу на уроке с внеурочной работой по предмету. Внеурочная деятельность школьников является важным средством для развития личности учеников, открытию у школьника индивидуальных способностей. Такая деятельность направлена на приобщение учеников к пониманию предмета, расширению кругозора и углублению базовых знаний и умений, формированию необходимых практических навыков.

Цель данного исследования – методически разработать внеурочные занятия для школьников 7 класса для расширения кругозора и углубления знания по разделам «Атмосфера» и «Гидросфера» в географии.

Для реализации названной цели предлагается рассмотреть следующие задачи:

- ознакомление школьников с интересными и яркими явлениями в атмосфере и гидросфере;
- развитие интереса у школьников к изучению рек и озёр на территории Томской области;
- представление практической значимости изучения водных объектов [1].

Студентами-географами 2-го курса ТГПУ были методически разработаны занятия для школьников по разделам: облака и атмосферные осадки, реки, ледники, Мировой океан и явление Эль-Ниньо.

По разделу «Облака и атмосферные осадки» была предложена презентация, освещающая классификацию облаков и их расположение по ярусам, а также виды атмосферных осадков. Школьники ознакомились со следующими видами облаков: перистые, перисто-кучевые, перисто-слоистые, высококучевые, высокослоистые, слоисто-дождевые, слоисто-кучевые, слоистые, кучевые, кучево-дождевые [2]. Ученикам было предложено отгадать несколько несложных загадок [3]:

- Без крыльев летят, без ног бегут, без паруса плывут (облака).
- Вечером – водой, утром – водой, а ночью – в небеса (дождь).
- С неба – звездой, в ладошку – водой (снег).
- Падает горошком, скачет по дорожкам (град).
- Вечером наземь слетает, ночь на земле пребывает, утром опять улетает (роса).

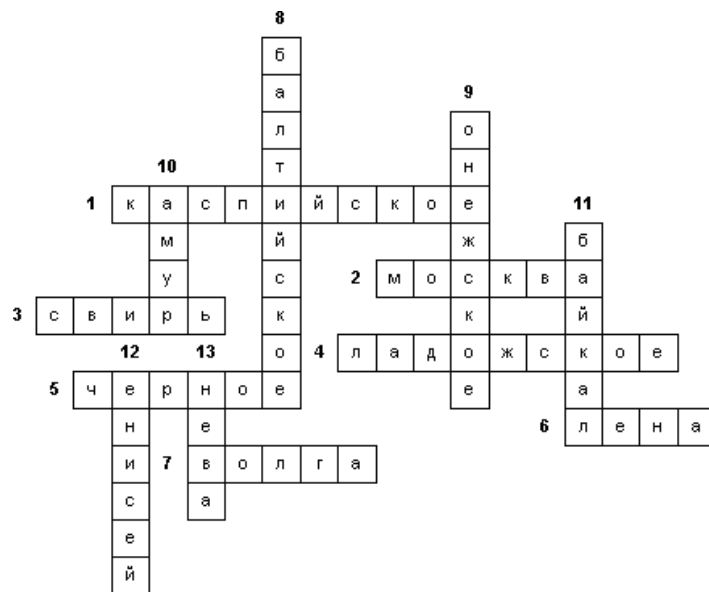
Студенты рассказали школьникам о видах кристаллических осадков по форме: звездчатые кристаллы, пластинки, столбики (колонны), иглы, пространственные дендриты, столбцы с наконечником, кристаллы неправильной формы. Для закрепления полученной информации, школьникам были выданы фотографии различных видов кристаллических осадков для определения, а также был проведен конкурс «Лучшая снежинка из бумаги».

Были представлены такие виды осадков как: дождь, град, снежная крупа, иней, изморось; и принятые в метеорологии условные значки для их обозначения. После этого обучающиеся играли в игру, которая заключалась в том, чтобы найти среди 36 перевернутых карточек две одинаковые с условными обозначениями атмосферных осадков. Таким образом, ученики закрепили полученные знания и выучили условные обозначения атмосферных осадков.

По разделу «Внутренние воды России» ученикам были представлены такие понятия как: «реки», «озёра», «болота», «подземные воды», «вечная мерзлота» и «водные ресурсы».

Занятие сопровождалось играми, направленными на закрепление изученного материала. По разделу «Реки» ученикам был предложен кроссворд по водным объектам России с вопросами [4]:

1. Самое большое озеро планеты.
2. И столица России, и название реки.
3. Река, вытекающая из Онежского озера.
4. Самое крупное озеро в Европе.
5. Это море тёплое, никогда не замерзает. Летом много людей отдыхают на его побережье.
6. Одна из крупнейших рек в России.
7. Одна из крупнейших рек на Земле и самая длинная в Европе.
8. Это море Атлантического океана. Оно глубоко вдаётся в сушу.
9. Второе по величине озеро в Европе.
10. Одна из крупнейших рек в России на востоке страны.
11. Самое глубокое озеро в мире.
12. Одна из крупнейших рек в Сибири.
13. На этой реке построен город Санкт-Петербург.



После всего пройденного материала ученикам было дано задание разгадать ребус [5], в котором были зашифрованы названия географических объектов (озеро и ручей).



**П=ОЗ**



**КА=ЕЙ**

Так же студенты провели беседу со школьниками на тему: «Влияние человека на водные ресурсы и охрана вод».

При изучении темы «Ледники» школьники ознакомились с основными понятиями: «гидросфера», «воды океана и суши», «воды атмосферы», «подземные воды», «река», «озеро» и «водохранилище».

Ученикам было рассказано о ледниках. Ледник – это скопление пресного льда на суше. Так же ученики познакомились с разновидностями ледников (горные и покровные).

Во время занятия с учащимися были заданы «географические» загадки [6].

- Её с собой берёт геолог, турист, водитель, археолог (карта);
- Не видать её корней, вершина выше тополей, всё вверх и вверх она идёт, но не растёт (гора);



- Что за слабый ветерок паруса надуть не смог (штиль);
- Взамен дубов, берёз и липы ты увидишь эвкалипты, в окошко глянешь поутру – по полю скачут кенгуру (Австралия);
- Карты в нём одна к одной сшиты в типографии. Он теперь всегда с тобой – гид по географии (атлас);
- Он и летом и зимой – между небом и землёй, хоть всю жизнь к нему иди – он всё будет впереди (горизонт);
- Пыль с дороги захватил, а потом, набравшись сил, завертелся, закружился и столбом до неба взвился (смерч);
- Ну а в этой части света проживает полпланеты, и, конечно, здесь, без спора, самые большие горы (Азия);
- В географии чертёж на ковёр большой похож. И на нём моя страна из конца в конец видна (карта);
- Все обходят это место: здесь земля как будто тесто, здесь осока, кочки, мхи... Нет опоры для ноги (болото);
- Ветер в море бушевал, превращая волны в вал. Натворил немало дел и куда Нептун смотрел (шторм, буря);
- Не понятно где теперь я? Степи тут зовутся «прерия». Здесь у них пастух любой называется «ковбой» (Америка).

После пройденного материала был проведён тест [7]:

1. Ледники, образованные там, где земная поверхность находится выше снеговой линии (покровные ледники).
2. Скопление пресного льда на суше (ледник).
3. Граница, выше которой снег может накапливаться и не тает (снеговая линия).
4. Ледники, образованные в горах (горные ледники).
5. Обломки горных пород, принесённых ледником (морена).

При изучении темы «Мировой океан» школьники познакомились с основными частями мирового океана. Рассмотрели такие разделы как: океаны, моря, заливы, проливы, материки, острова и полуострова. Для усвоения знаний по мировому океану были проведены игры. Например, для игры «Океаны» участники выстаивались друг за другом и должны были передать слово от первого к последнему участнику путем написания букв на спине впередистоящего участника.

Игра «Заливы и проливы» состояла в том, чтобы представитель команды выбрал из предложенных геометрическую фигуру (ромб, квадрат, треугольник) для своей команды. На оборотной стороне бумажных карточек с выбранной фигурой, например, квадрат были написаны буквы из которых команда должна была расшифровать название пролива или залива, а также найти его на географической карте.

По теме «Материки» школьники отгадывали загадки и узнавали интересные факты о материках.

По теме «Острова и полуострова» учащимся было предложено побыть сотрудниками туристского агентства и придумать рекламу, выбранного командой острова для путешествия. Заранее были распределены карточки со словами-подсказками по предложенным островам. Благодаря этому заданию школьники узнали новые и интересные факты, о таких островах, как Мадагаскар, Ямайка, Сахалин, а также о полуострове Крым. Например, рекламу про Мадагаскар школьники сопровождали музыкой из известного мультфильма.

Школьники познакомились с явлением Эль-Ниньо. Это колебание температуры поверхностного слоя воды в экваториальной части Тихого океана, играет большую роль в изменении климата не только на побережье Перу, но и на всем южном полушарии Земли. В ходе работы были рассмотрены такие вопросы как: «Откуда произошли название Эль-Ниньо?» и «Что происходит в процессе этого явления?». После презентации школьники поиграли в игру под названием «Вкусная география». Всем участникам задавали вопросы, связанные с родиной тех или иных продуктов и разнообразных блюд. Цель игры заключалась в том, чтобы школьники узнали, где впервые появились их любимое блюдо. После игры «Вкусная география» школьникам раздали карточки, в которых были написаны два слова. Ученикам нужно было сложить слова таким образом, чтобы получилось название города. Например: ров + сто = Ростов; тоска + ром = Кострома; постель + сова = Севастополь; лог + вод = Вологда; вьюн + лис = Вильнюс.

В результате проведенных занятий и школьники и студенты получили хороший опыт общения. Семиклассники МАОУ СОШ № 40 г. Томска узнали много нового по географии, познакомились со студентами-географами, узнали про Томский государственный педагогический университет и направление «География». Школьники охотно принимали участие во всех играх, и с интересом отгадывали предложенные ребусы и загадки. Студенты второго курса ТГПУ направленности «Биология и География» получили практический опыт общения со школьниками и приобрели навыки составления и проведения занятий для учеников школы.

### **Литература**

1. Ершова, Т.В. Гидрология: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Т.В. Ершова. – Томск: Изд-во ТГПУ, 2016. – 136 с.
2. Классификация облаков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://900igr.net/prezentacija/geografija/oblaka-97255> (дата обращения : 1.03.2017)
3. ИД «Первое сентября» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://festival.1september.ru/articles/581313/> (дата обращения : 1.03.2017)
4. Биоуроки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biouroki.ru/crossword/okruzhayushhiy-mir/reki-rossii.html> (дата обращения : 1.03.2017)

5. Онлайн-центр для педагогов «Знанию» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://znanio.ru/media/veselaya\\_viktorina\\_po\\_geografii\\_8klass-40225/48458](https://znanio.ru/media/veselaya_viktorina_po_geografii_8klass-40225/48458) (дата обращения : 15.03.2017)
6. Социальная сеть работников образования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nsportal.ru/shkola/geografiya/library/2013/02/07/ledniki> (дата обращения : 15.03.2017)
7. Генератор ребусов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://rebus1.com/index.php?item=rebus\\_generator&slovo=%CE%C7%C5%D0%CE&skip=6&mode=1](http://rebus1.com/index.php?item=rebus_generator&slovo=%CE%C7%C5%D0%CE&skip=6&mode=1) (дата обращения : 22.03.2017)

УДК 373.1.02:372.8

ГРНТИ 14.25.09

## **РЕАЛИЗАЦИЯ ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ГЕОГРАФИИ В РАМКАХ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ШКОЛЬНИКОВ**

### **IMPLEMENTATION OF NON-ACTIVITIES IN GEOGRAPHY WITHIN THE FRAMEWORK OF ADDITIONAL EDUCATION OF SCHOOLCHILDREN**

*Карташова Наталья Вадимовна*

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

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

*Ключевые слова:* внеурочная деятельность, дополнительное образование школьников.

*Key words:* extracurricular activities, additional education of schoolchildren.

*Аннотация.* Внеурочная деятельность является составной частью учебно-воспитательного процесса и одной из форм организации свободного времени учащихся. В статье раскрывается результативность проведения внеурочной деятельности по предмету «География» в рамках дополнительного образования школьников.

Внеурочная деятельность учащихся объединяет все виды деятельности школьников (кроме учебной), в которых возможно и целесообразно решение задач их воспитания и социализации [1].

Внеурочная деятельность организуется для удовлетворения потребностей учащихся в содержательном досуге, их участия в самоуправлении и общественно полезной деятельности. Правильно организованная система внеурочной деятельности может максимально развить или сформировать познавательные потребности и способности каждого ученика, обеспечит воспитание свободной личности. Воспитание детей происходит в любой момент их деятельности.

Внеурочная деятельность осуществляется через:

- дополнительные образовательные программы (внутришкольная система дополнительного образования);
- классное руководство (экскурсии, часы общения, праздники, посещение краеведческого музея, школьной и поселковой библиотеки, выставок и т.д.);
- реализацию плана воспитательной работы общеобразовательного учреждения;
- деятельность педагога-психолога, библиотекаря в соответствии с должностными обязанностями квалификационных характеристик должностей данных работников образования.
- через учреждения дополнительного образования [2]

Одним из учреждений дополнительного образования детей в Томске, на базе которого осуществляется внеурочная деятельность, является Муниципальное Автономное Общеобразовательное Учреждение «Планирование карьеры».

Цель Программы развития МАОУ «Планирование карьеры» – обеспечение эффективной социализации и профессионального самоопределения обучающихся на основе информатизации образовательного процесса Центра планирования карьеры и развитие практики социального партнерства Центра с общеобразовательными организациями, ВУЗами, ССУЗами, представителями производственной среды и бизнеса [3].

Структурным подразделением Центра планирования карьеры является центр «Солнечный». Центр «Солнечный» – это детское образовательное учреждение лагерного типа, на базе которого в период школьных каникул организуется досуг для школьников с сочетанием игровой формы проведения занятий с программой внеурочной деятельности по школьным предметам. Данный вид занятий именуется профессиональными пробами (профпроба). Продолжительность профпробы составляет 45 минут – стандартизированное время школьного урока. Перед началом проведения профпроб детям предлагается посетить любую профпробу на выбор, исходя из их собственных интересов и предпочтений. В центре «Солнечный» реализуется три направления профессиональных проб:

- лингвистическое направление: изучение иностранных языков
- культурно-историческое направление: изучение культуры и туристического потенциала Томской области и других частей мира
- культурно-массовое направление: школа ведущих, актёрское мастерство
- естественно-научное направление: робототехника, WEB-дизайн, физика, химия, география.

В рамках реализации естественно-научного направления профессиональных проб во время весенних каникул в 2016–2017 учебном году, были проведены занятия по предмету «География» для школьников из различных учебных заведений г. Томска. Профпроба «Занимательная география» проходила в течение 3 дней и занятия за этот период посетили 148 школьников 5–7 классов из школ № 40, 53, 58. Программа профпробы «Занимательная география» включала:

1. Начальный мониторинг на определение остаточных знаний школьного курса географии.

2. Проведение занятий по темам «Солнечная система»; «Музыка народов мира»; «Строение вулкана».

3. Итоговый мониторинг.

В ходе начального мониторинга было проведено анкетирование всех участников профпробы на остаточные знания из школьного курса географии.

Задания оценивались по 5-й системе:

1–2 балла – низкий уровень знаний

3 – средний уровень знаний

4–5 – высокий уровень знаний

Задания начального мониторинга для учеников 5–6 классов:

1. В каком направлении от Ниагарского водопада расположено озеро Верхнее в Северной Америке? (1 балл)

2. Какой из городов на востоке Евразии – Якутск или Пекин – расположен восточнее? (2 балла)

3. Определите, в каких широтах находится южноамериканское государство Венесуэла. (2 балла)

Задания начального мониторинга для учеников 7 классов:

1. Какому азимуту соответствует направление на запад (1 балл)

1)  $0^\circ$

2)  $90^\circ$

3)  $180^\circ$

4)  $270^\circ$

2. Какую часть земной поверхности занимает Мировой океан (2 балла)

1)  $1/2$

2)  $2/5$

3)  $3/4$

4)  $2/6$

3. Укажите главные причины, от которых зависит количество высотных поясов в горах: (2 балла)

1) географическая широта;

2) удаленность от океана;

- 3) высота гор;
- 4) количество осадков.

По данным результатам можно сделать следующие выводы: из 148 человек 101 школьник (53 ученика 5-6 классов и 48 учеников 7 классов) получили от 1 до 2 баллов, что является результатом низкого уровня знаний учеников. 34 ученика (28 ученика 5-6 классов и 6 учеников 7 классов) показали результат в 3 балла, что показывает их средний уровень знаний. Лишь 13 учеников 5-6 классов набрали 4 балла, что показывает высокий уровень их знаний. 5 баллов ученики этого возраста не набрали. Среди учащихся 7 классов 5 баллов не набрал никто, 4 балла так же никто не набрал.

В ходе занятия по теме «Солнечная система» были рассмотрены планеты солнечной системы, ребятам были представлены научные, а также ранее неизвестные им факты, что показалось им довольно занимательным и поучительным. Была проведена игра «Парад планет», суть которой заключалась в закреплении полученных знаний, где учащимся нужно было в форме жребия выбрать себе карточку с названием планеты и по команде педагога занять правильное место в параде планет и начать двигаться вокруг игрока, выбравшего себе карточку «Солнце» в правильном направлении. Завершением занятия послужил мастер-класс «Космос в баночке» с демонстрацией в миниатюре строение галактики.

В ходе профпробы «Музыка народов мира» ребятам поочередно включались музыкальные треки из различных стран мира. Задача участников состояла в том, чтобы определить страну, для которой характерно данное музыкальное произведение, найти и правильно указать страну на карте, затем предположить, какие танцевальные движения могли исполняться под данную музыку. Далее, участники, просмотрев видеоролики с исполнением вида танца, повторяли те или иные танцевальные движения.

На занятии «Строение вулкана» участникам сначала демонстрировался видеоролик, в котором повествовалось о строении вулканов, причинах их образования, видах, причиняемом вреде. Далее, школьникам было предложено создать свою собственную модель извергающегося вулкана. Учащиеся модель вулкана создавали из ваты, пластилина, мягкой глины, с применением красок и цветной соли. Когда модель была изготовлена, педагогом в кратер вулкана, внутри которого была помещена химическая колба, засыпался специальный раствор. На основе химической реакции соды и лимонной кислоты из кратера стала «изливаться» импровизированная лава и учащиеся увидели извержение вулкана.

Итоговый мониторинг включал в себя вопросы, затрагивающие область приобретенных в ходе внеурочной деятельности знаний. Мониторинг состоял из 10 вопросов с открытым ответом. Например:

1. Перечислите планеты Земной группы.
2. Национальным инструментом какой страны является волынка?
3. Как называется комок или обрывок лавы, выброшенный во время извержения вулкана из жерла и получивший во время полёта и застывания на воздухе, специфическую форму.

Знания оценивались по 5-ти балльной системе и трём уровням (низкий, средний, высокий).

Низкий и средний уровни учащиеся не показали, полученные результаты соответствуют высокому уровню знаний по изученным темам. Проведённый мониторинг показал, что ведение внеурочной деятельности по предмету «География» в рамках дополнительного образования школьников является результативной, так как позволяет в непринуждённой игровой атмосфере приобретать предметные знания.

#### **Литература**

1. Министерство образования и науки Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ncods.ru> (дата обращения 04.04.2017).
2. Петрова, Е. Ю. Теория и методика обучения географии : учебное пособие / Е. Ю. Петрова. – Томск : Изд-во ТГПУ, 2017. – 208 с.
3. Центр «Планирование карьеры» г. Томск [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cpc.tomsk.ru/> (дата обращения 04.04.2017).

УДК 373.1.02:372.8

ГРНТИ 14.25.09

## **КРАЕВЕДЧЕСКИЙ ПОДХОД В ПРЕПОДАВАНИИ ГЕОГРАФИИ В СОВРЕМЕННОЙ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЕ**

## **LOCAL APPROACH IN TEACHING GEOGRAPHY IN MODERN SCHOOLS**

*Семенецев Юрий Сергеевич*

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

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

*Ключевые слова:* география, краеведение, урок, образование.

*Keywords:* geography, local geography, lesson, education.

*Аннотация.* Дано описание краеведческого подхода при изучении географии в общеобразовательной школе в Томске.

Изучение географии в школе наиболее эффективно при использовании краеведческого подхода на уроках. Практически на всем периоде обучения географии в школе, кроме 7-го класса [1], можно использовать элементы краеведения. Краеведение можно рассматривать как совокупность разнообразных знаний об отдельных местностях страны. Даже появилось деление краеведения на географическое, историческое, литературное и топонимическое. Именно на уроках географии можно связать воедино все эти составляющие краеведения.

Основными задачами при реализации краеведческого подхода на уроках географии являются:

- развитие потребности и интереса у обучающихся в изучении родного края;
- социализация личности;
- повышение духовно-нравственной культуры;
- воспитание патриотических чувств ученика.

Изучение географии в 5 классе начинают с ознакомления с историей географических открытий путешественников [2]. Эту тему можно расширить за счёт краеведческой составляющей, повествуя об освоении Сибири отрядами казаков под предводительством Ермака Тимофеевича, о служилых людях, путешественниках и ученых, проводивших разнообразные описания и исследования природы нашего края [3]. К первым географическим трудам XVII в. о нашем сибирском регионе можно отнести описания природы вдоль рек Обь и Кеть послов в Китай Н.Г. Спафария, Избранта Идеса и Адама Бранта, о «Чертежной книге» и «Хореографической чертежной книге» уроженца Тобольска С.У. Ремезова [3]. В XVIII в. в Сибирь были организованы академические экспедиции под руководством Д.Г. Мессершмидта, Г.Ф. Миллера, И. Г. Гмелина, П.С. Палласа и других ученых. В результате названных экспедиций были проведены комплексные географо-биологические описания рек, климата, растительности, животного мира и составлены карты. Изучение природы Томской губернии XIX в. было обусловлено проектированием и строительством Обь-Енисейского канала и Сибирской железной дороги. Основание Первого Сибирского Университета имени Его Императорского Величества Александра III в 1878 г. положило начало систематизированному научному изучению природы родного края. Важное значение в изучении природы Томской губернии внёс князь Н.А. Костров, которого можно назвать первым краеведом.

При изучении тем, связанных с изучением водных объектов и рельефа [4] необходимо ориентировать школьников на собственные натурные наблюдения, в окрестностях своей школы или своего места проживания. В этом случае, уроки могут проходить в нескольких ва-



риантах – это либо практические занятия на местности, например, определение высоты небольшого холма, измерение атмосферного давления, гидрометрические измерения на реке, либо занятия в форме беседы, с выявлением основных черт своей местности или с демонстрацией видеороликов и презентаций.

Реки, озера и другие водоемы могут служить важным источником краеведческих знаний. Полученные школьниками знания о водоемах должны нести практическую направленность – ученики должны иметь полное представление о хозяйственном значении водоема, о роли в природе, обитателях и др. В этом случае могут даваться задания на описание водоема по плану, а также на измерение ширины, глубины и скорости течения и др. Школьники могут подготовить сообщение об происхождении названия водоёма и об использовании водоёма в хозяйственных целях. В окрестностях города Томска гидрометрические работы со школьниками 6 класса можно провести на реках Ушайка и Басандайка. Учащиеся под руководством учителя географии могут померить ширину, глубину реки, рассчитать площадь поперечного сечения, скорость реки, расход воды [5]. По результатам измерений построить профиль поперечного сечения. Выезд на природу с целью проведения измерений на реке можно провести в начале осени в теплый день как внеурочное или элективное занятие. В качестве полезного труда можно предложить школьникам собрать мусор в пакеты на берегу реки.

Немаловажную роль в изучении родного края могут играть экскурсии [6], на которых учащиеся должны наглядно знакомиться с топографической поверхностью в окрестностях своей школы и с имеющимся в своей местности водным источником. В дальнейшем необходимо обращать внимание не только на характер рельефа, но и на слагающие его породы, процессы рельефообразования, процессы образования поверхностных и подземных вод.

При изучении географической оболочки, конкретные представления о взаимосвязи многих компонентов природы ученики смогут получить только на краеведческом материале окружающей местности. Поэтому, вся краеведческая деятельность на уроках географии должна иметь практическую направленность, особенно при изучении топографической карты и плана [2]. Немаловажным является развитие практических навыков составления плана небольшого участка местности даже в окрестностях школьного двора.

Большая роль краеведческому подходу отводится на уроках, посвященных географии России [7, 8]. Свой край должен восприниматься как составная часть России. Каждая изучаемая тема должна подкрепляться какой-либо практической работой из географии о родном крае.

Изучая экономическую географию России, учитель может сделать акцент на промышленные предприятия города Томска. Одним из самых эффективных являются экскурсии на предприятия и в музеи. В Томске можно посетить «Манотомь», «Томский инструмент», «Сибкабель», «Томсккабель»; «Томскнефтехим», «ГРЭС-2», «СХК»; «Томкейк», «Красную звезду», «Смайк», «Томское пиво», а также музей «Томской судоходной компании», ботанический сад и многочисленные музеи томских университетов [9].

В приобщении школьников к изучению родного края может помочь и топонимика [10, 11]. Большинство школьников каждый день встречаются с географическими названиями, при этом даже не знают происхождения местных топонимов. Поэтому, топонимике необходимо уделять пристальное внимание на уроках географии, особенно при изучении своего края.

Роль топонимики в изучении географии играет большую роль. Благодаря ей можно судить о миграциях населения в прошлом, о различных связях разных народов между собой и др. Использование таких сведений на уроках, особенно при изучении своего края, повышает у школьников интерес к географии, облегчает усвоение знаний и способствует более прочному запоминанию учебного материала. Топонимика – это не только средство, которое облегчает запоминание учебного материала, что делает его более занимательным, легко усвояемым, но и воспитательное средство, указывающее на изменения, произошедшие в стране, крае, отраженные в названиях [12].

Необходимо заметить, что в 8 и 9 классах во многих школах ведется факультатив по географии своего края. Этот факультатив является завершающим этапом в изучении географии России. При изучении всего курса географии, все полученные знания и умения закрепляются на факультативе, что позволяет выявить особенности области, развивает понимание единства всего природного комплекса в целом. Именно этот факультатив и обеспечивает развитие в школьниках знание истории и географии родного края и соответственно уважение и интерес к региону своего проживания. Таким образом, краеведческая основа должна проходить через весь курс школьной географии России.

Успех краеведческого подхода зависит от того, насколько сильно учитель может заинтересовать учеников. Для этого, в первую очередь, необходимо систематически изучать родной край, владеть навыками краеведческой работы с учениками. Если учитель заинтересован в предмете, то в этом случае краеведение приносит ему большую пользу – повышает педагогическое мастерство.

Таким образом, знание особенностей природы, истории и экономики своего края, особенностей его развития является одной из основных задач краеведческого подхода на уроках географии.

### **Литература**

1. Алексеев, А. И. География. 7 класс. Учебник для общеобразовательных учреждений / А. И. Алексеев, В. В. Николина, Е. К. Липкина. – Москва : Просвещение, 2015. – 256 с.
2. Домогацких, Е. М. География. Введение в географию: учебник для 5 класса общеобразовательных учреждений / Е. М. Домогацких, Э. Л. Введенский, А. А. Плешаков. – Изд. 2-е. – Москва : ООО «Русское слово – учебник», 2013. – 160 с.
3. Евсева, Н. С. География Томской области. Население. Экономика. Экология. 9 кл. : учебное пособие для общеобразовательных учреждений / Н. С. Евсева, [и др.]. – Изд. 3-е. – Томск, 2010. – 212 с.
4. Домогацких, Е. М. География: Физическая география: учебник для 6 класса общеобразовательных учреждений / Е. М. Домогацких, Н. И. Алексеевский. – Москва : ООО «Русское слово – учебник», 2013. – 232 с.
5. Учебная полевая практика по метеорологии, микроклиматологии и гидрологии Учебно-методическое пособие для студентов географических специальностей педагогических университетов / Сост.: Т.В. Ершова. – Томск: Изд-во Томского государственного педагогического университета, 2006. – 36 с.
6. Косова, Л. С. Краеведение : учебное пособие / Л. С. Косова. – Томск: Издательский дом «СКК-Пресс», 2006. – 316 с.
7. Домогацких, Е. М. География: учебник для 8 класса общеобразовательных учреждений / Е. М. Домогацких, Н. И. Алексеевский. – Изд. 5-е. – Москва : ООО «Русское слово – учебник», 2012. – 336 с.
8. Дронов, В. П. География России. Население и хозяйство. 9 класс : учебник для общеобразовательных учреждений / В. П. Дронов, В. Я. Ром. – Изд. 18-е. – Москва : Дрофа, 2011. – 285 с.
9. Ершова, Т.В. Экономическая и социальная география Западно-Сибирского района: Учебное пособие / Т.В. Ершова. – Томск: Изд-во ТГПУ, 2015. – 116 с.
10. Ершова, Т.В. Топонимика: учебное пособие / Т.В. Ершова. – Томск: Изд-во ТГПУ, 2015. – 108 с.
11. Ершова, Т. В. Географические названия в туристско-рекреационном кластере Томской области // Материалы Всероссийской научной конференции «Природа и экономика Кемеровской области и сопредельных территорий», Новокузнецк, 9–11 декабря, 2015. – С. 243–250.
12. Евсева, Н. С. География Томской области. Топонимический словарь / Н. С. Евсева, А.М. Малолетко. – Томск : Изд-во ТГУ, 2005. – 40 с.

## **МЕТОДЫ И ПРИЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ НА УРОКЕ ГЕОГРАФИИ**

## **METHODS OF FORMATION OF ECOLOGICAL CULTURE OF SCHOOLCHILDREN AT THE GEOGRAPHY LESSON**

*Слабая Наталья Игоревна*

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

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

*Ключевые слова:* обучение, школьники, средняя общеобразовательная школа, учитель, методы и приемы, экологическая культура.

*Key words:* education, school students, comprehensive school, teacher, methods and techniques, ecological culture.

*Аннотация.* В статье дается обоснование применения различных методов и приемов формирования экологической культуры обучающихся на уроках географии с учетом современных требований образовательного процесса. Помимо этого рассматриваются практические примеры применения информационно-коммуникационных технологий и дискуссии на уроках географии в рамках формирования экологической культуры обучающихся.

В настоящее время защита окружающей среды является приоритетной задачей многих стран. Это обуславливается тем, что деятельность человека за прошлый индустриальный век нанесла значительный ущерб экологии нашей планеты: усиление парникового эффекта, повлекшего изменения климата; кислотные осадки; разрушение озонового слоя; сокращение площади лесов и вымирание животных; снижение плодородия пахотных земель; голод, перенаселение, нехватка питьевой воды в отдельных регионах [1, 7].

Если рассматривать проблемы экологии на территории Казахстана, то помимо загрязненных промышленными предприятиями областей, необходимо особо выделить район, прилегающий к Аральскому морю, чья водная поверхность неумолимо сокращается, и территорию Семипалатинского испытательного ядерного полигона, на котором на протяжении 44 лет прошлого столетия проводились испытания ядерного оружия в воздухе, на земле и под землей [2].

Глобальные проблемы такого характера определяют важность формирования экологической культуры в современном мире не только у взрослых, но и у подрастающего поколения. Таким образом, экология, которая исследует проблемы взаимоотношений человека и природы, в настоящее время находится на стыке нескольких дисциплин: естественных, технических, социальных и гуманитарных дисциплин.

плин, формирует одну из важнейших задач современного образования [3, 73].

Несмотря на то, что исследование экологических проблем лежит в области нескольких наук, в рамках школьной программы именно уроки географии способствуют экологическому воспитанию школьников, формируя у них экологическую культуру: систему морально-этических норм, взглядов, установок и ценностей обучающихся.

Изменившиеся в настоящее время подходы в воспитании и образовании обозначили новые цели обучения: развитие навыков критического мышления, обучение тому, как учиться, обучение талантливых и одаренных.

Для достижения указанных целей требуется непрерывное изучение и внедрение новых методов и приемов обучения, что позволит учителю на уроке создать все необходимые условия для формирования и развития навыков саморегуляции, которые позволят обучающимся проводить самостоятельное изучение предмета в дальнейшем. При этом необходимо учитывать потенциал обучающегося, создавать условия, в которых он сможет адекватно оценить и развить имеющиеся у него творческие навыки [4].

В соответствии с требованиями новых подходов в образовании, важная роль отводится применению информационно-коммуникационных технологий на уроке. Материально-техническое оснащение современной школы позволяет не ограничивать, как раньше, применение ИКТ только просмотром видеофильмов и прослушиванием аудиотекстов, а открыть широкое поле деятельности обучающихся для создания и демонстрации презентаций, диаграмм, по поиску, оформлению и систематизации новой информации, которая выходит за пределы того материала, что предоставлен им в учебнике. Преимущества применения информационно-коммуникационных технологий на уроке очевидны: они позволяют значительно расширить объем изучаемого материала, повысить интерес обучающихся к предмету, сформировать у них навык самостоятельной научно-исследовательской деятельности.

Один из примеров заданий, которые требуют применения Интернета: найти информацию об экологической ситуации в различных регионах страны и создать экологическую карту. Необходимо отметить, что перед началом работы над таким заданием нужно подобрать ссылки на информационные и новостные сайты, для облегчения обучающимся поиска нужной информации, снижения времени поиска и сведения к минимуму риска столкнуться с вредным контентом.

В процессе работы с применением информационно-коммуникационных технологий необходимо учить обучающихся планировать свою работу, искать источники и обрабатывать полученную информацию,

критически относиться к найденным материалам, систематизировать их и оформлять полученные результаты.

Обучающимся помимо поиска информации в Интернете, необходимо уметь работать и с учебниками (не только с теми, которые они получают в школе). При работе с учебником возможно, как использование традиционных методов: конспектирование, составление плана, написание тезисов, цитирование, аннотирование, рецензирование, так и новых методов и приемов: ИНСЕРТ, «Мудрые совы», «Ключевые термины», «З-Х-У», взаимоопрос и многие другие.

Еще один эффективный метод обучения – дискуссия. Дискуссия, требующая обмена мнениями в рамках определенной проблемы, позволяет высказать собственное мнение, услышать мнение оппонентов и сделать общий вывод по итогам обсуждения. При этом, темами для дискуссии может быть любая проблема, например: научно-технический прогресс или сохранение природы.

В процессе дискуссии обучающиеся учатся аргументировать, доказывать, обосновывать свою точку зрения, слушать и слышать мнение других, уважать его, приходиться к компромиссу, воспринимать различные точки зрения на одну и ту же проблему, критически относиться не только к полученной в процессе дискуссии информации, но и к своим собственным знаниям.

Формирование экологической культуры необходимо, с учетом современного состояния окружающей среды. Для этого на уроках географии важно не только формировать знания по экологии, умения и навыки деятельности, направленной на бережное отношение и сохранение экологии, но и формирование интереса к исследовательской деятельности для расширения своих знаний путем использования традиционных и новых методов и приемов работы на уроке.

---

## Литература

1. Хизбуллина, Р. З. Формирование экологической культуры школьников при изучении проблем взаимоотношений человека и природы Специальность 13.00.01 – общая педагогика, история педагогики и образования. Диссертация на соискание ученой степени кандидата педагогических наук / Р.З. Хизбуллина. – Уфа, 2002. – 208 с.
2. Справка по вопросу «Об охране здоровья и социальной защите населения, проживающего в зоне влияния бывшего Семипалатинского ядерного полигона» для Парламентских слушаний Республики Казахстан 24 июня 2005 г. [Электронный ресурс] : Семипалатинский ядерный полигон. – Режим доступа: <http://www.poligon.org.kz/certificate.shtml> (дата обращения: 28.01.17 г.)
3. Рагулина, Л.В., Левченко Г.А. Влияние экологического образования на формирование личности специалиста высшей школы (из опыта работ) / Л.В. Рагулина, Г.А. Левченко // Вестник КАСУ. – 2005. – №1. – С. 73-76.
4. Бондарь, О. И. Экологическое воспитание и формирование экологической культуры школьников [Электронный ресурс] : Научно-культурологический журнал широкого профиля RELGA / О.И. Бондарь. – Режим доступа: <http://www.relga.ru/Environ/>

УДК 373.5.68:51  
ГРНТИ 14.25.19

## **ВНЕУРОЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПО ГЕОГРАФИИ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНЫХ УНИВЕРСАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ДЕЙСТВИЙ**

### **EXTRAORDINARY ACTIVITY ON GEOGRAPHY AS A MEANS OF FORMATION OF COGNITIVE UNIVERSAL ACADEMIC ACTIONS**

*Соломина Ирина Геннадьевна*

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

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

*Ключевые слова:* география, внеурочная деятельность, познавательные универсальные учебные действия.

*Key words:* geography, extraordinary activity, cognitive universal learning activities.

*Аннотация.* Внеурочная деятельность является неотъемлемой частью учебно-воспитательного процесса. Статья посвящена описанию процесса формирования познавательных универсальных учебных действий в школьном курсе географии через внеурочную деятельность на примере внеурочного занятия.

Внеурочная деятельность школьников объединяет все виды деятельности обучающихся (кроме учебной), в которых возможно и целесообразно решение задач их воспитания и социализации [1]. Внеурочная деятельность является составной частью учебно-воспитательного процесса и одной из форм организации свободного времени учащихся.

В настоящее время в материалах Федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования понятие «внеурочная деятельность», рассматривается как неотъемлемая часть образовательного процесса, и характеризуется как образовательная деятельность, осуществляемая в формах, отличных от классно-урочной системы обучения [4].

Целью внеурочной деятельности является создание условий для проявления и развития у детей своих интересов на основе свободного выбора, постижения духовно-нравственных ценностей и культурных традиций.

Как во время учебного процесса, так и во внеурочной деятельности осуществляется познавательная деятельность обучающихся. Вся

внеурочная работа направлена на расширение и углубление базовых знаний и умений, на развитие способностей, познавательного интереса, на приобщение школьников к исследовательской работе. Внеурочная работа имеет больше возможностей, чем урочная в осуществлении воспитательных функций каждой учебной дисциплины.

В школе важно заинтересовать учебным предметом обучающихся, тем самым повысить мотивацию к обучению. Этого достичь можно только лишь через продуманную систему внеурочной деятельности по предмету, в том числе и по географии. Вот поэтому внеклассная работа всегда была важным звеном учебно-воспитательного процесса и остается актуальной в наши дни.

География как учебная дисциплина имеет большие возможности для проведения внеурочной деятельности, так как ее содержание тесно связано с окружающей средой, хозяйственной деятельностью человека. Школьников интересуют многие географические проблемы, раскрыть которые не представляется возможным на уроке из-за недостатка времени. Главная задача внеурочных занятий по географии – удовлетворить интересы школьников, помочь им всесторонне познать многообразие и богатство родной природы.

Разнообразная внеурочная деятельность по географии способствует более разностороннему раскрытию индивидуальных способностей детей, которые не всегда удается рассмотреть на уроке. Включение в различные виды внеурочной работы обогащает личный опыт детей, их знания о разнообразии человеческой деятельности, дети приобретают нужные практические умения и навыки; разнообразная внеурочная воспитательная работа способствует развитию у детей интереса к различным видам деятельности.

Для проведения внеурочной деятельности в школе выделяют несколько направлений: научно-познавательное, историко-географическое, экологическое, социальное, эстетическое, туристско-краеведческое, страноведческое [2].

Неотъемлемой частью ядра нового стандарта основного общего образования являются универсальные учебные действия (УУД): личностные, познавательные, регулятивные, коммуникативные, которые должны быть сформированы у обучающихся в ходе урочной и внеурочной деятельности в период обучения в школе.

Познавательные УУД включают в себя три учебных действия [3]:

1. Общеучебные: самостоятельное выделение и формулирование познавательной цели; поиск и выделение необходимой информации; применение методов информационного поиска, в том числе с помощью компьютерных средств; структурирование знаний; осознанное и произвольное построение речевого высказывания в устной и письмен-



ной форме; выбор наиболее эффективных способов решения задач в зависимости от конкретных условий; рефлексия способов и условий действия, контроль и оценка процесса и результатов деятельности; смысловое чтение как осмысление цели чтения и выбор вида чтения в зависимости от цели; извлечение необходимой информации из прослушанных текстов различных жанров; определение основной и второстепенной информации; свободная ориентация и восприятие текстов художественного, научного, публицистического и официально-делового стилей; понимание и адекватная оценка языка средств массовой информации; постановка и формулирование проблемы, самостоятельное создание алгоритмов деятельности при решении проблем творческого и поискового характера.

Особую группу общеучебных универсальных действий составляют знаково-символические действия: моделирование – преобразование объекта из чувственной формы в модель, где выделены существенные характеристики объекта пространственно – графическая или знаково-символическая); преобразование модели с целью выявления общих законов, определяющих данную предметную область.

2. Логические: анализ объектов с целью выделения признаков (существенных, и несущественных); синтез – составление целого из частей, в том числе самостоятельное достраивание с восполнением недостающих компонентов; выбор оснований и критериев для сравнения, классификации объектов; подведение под понятие, выведение следствий; установление причинно-следственных связей; построение логической цепи рассуждений; доказательство; выдвижение гипотез и их обоснование.

3. Постановка и решение проблемы: формулирование проблемы; самостоятельное создание способов решения проблем творческого и поискового характера.

При формировании познавательных универсальных учебных действий на уроках географии и во внеурочной деятельности используются следующие географические методы исследования: метод наблюдения, географического описания, историко-географический метод, сравнительно-географический, картографический, статистический.

Рассмотрим формирование познавательных УУД в школьном курсе географии для седьмого класса в ходе внеурочного занятия на примере изучения темы «Южная Америка». Целью данной внеурочной деятельности была углубить и систематизировать знания учащихся о материке Южная Америка.

Внеурочное мероприятие проходило по теме: «Путешествие по Южной Америке» в 7 классе гимназии №55 г. Томска. Школьники делятся на команды по четыре человека и придумывают команде название на свободную тему. Внеурочное мероприятие начинается с повторения

пройденного материала по данной теме по типу игры «Своя игра». Учащимся предлагается на слайде выбрать одну из категорий (рельеф, климат, воды, флора/фауна) и ответить на один вопрос. Пример заданий из категории климат: «Почему Южную Америку называют самым влажным материком? Почему северная часть материка жарче, чем южная?». За каждый правильный ответ команда получает 1 балл.

Задания такого типа влияют на развитие познавательных универсальных учебных действий (овладение базовыми понятиями, используемыми при характеристике материка, установление аналогий и причинно-следственных связей при характеристике природных, климатических и географических особенностей материка). Также идет развитие коммуникативных УУД – умение слушать своих товарищей, учиться оформлять устную монологическую речь в виде последовательных и логически выстроенных предложений.

Второй этап заключался в изучении нового материала по теме «Население и страны Южной Америки». Командам предлагается подготовить небольшой доклад о населении и хозяйственной деятельности какой-либо страны Южной Америки на выбор, используя параграфы учебника §35–38 (И. В. Душина, Т. Л. Смоктунович «Материки, океаны, народы и страны. Страноведение»). Доклад необходимо составлять, используя краткий план описания страны: положение страны, особенности природы, население, хозяйственная деятельность. Затем каждая команда выступает перед классом с характеристикой страны, остальные учащиеся делают краткую запись в тетрадь.

Данные задания помогают формировать у школьников личностные (формирование всесторонне образованной, инициативной и успешной личности) и регулятивные (понимание того, в каких источниках можно найти необходимую информацию для решения учебной задачи) универсальные учебные действия. Так же присутствует формирование коммуникативных УУД – формирование умения выступать с сообщением перед классом.

В конце внеурочного мероприятия подводятся итоги, и подсчитывается количество баллов каждой команды.

На этапе рефлексии учащимся было предложено кратко высказаться по поводу пройденного урока и наклеить на дерево листочек определенного цвета (зеленый – понравилось, оранжевый – не определился, красный – не понравилось).

В результате проведения данного внеурочного мероприятия школьники закрепили и приобрели новые знания о материке Южная Америка. Приобрели опыт работы в группах, навык выступления перед аудиторией, навык смыслового чтения текста и тематических карт. Сформированы коммуникативная и социальная компетенции.

## **Литература**

1. Григорьев, Д.В. Методические рекомендации по организации внеучебной деятельности учащихся начальной и основной школы: пособие для учителя / Д.В. Григорьев, П.В. Степанов. – Москва : Просвещение, 2010. – 223 с.
2. Петрова, Е.Ю. Теория и методика обучения географии: учебное пособие / Е.Ю. Петрова. – Томск : Изд-во ТГПУ, 2017. – 208 с.
3. Родыгина, О.А. Формирование универсальных учебных действий в школьном курсе «География России» / О.А. Родыгина // Начальная школа. Плюс до и после. – 2011. №7. – С 134-135.
4. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.edu.ru/db/portal/obschee> (дата обращения : 27.03. 2017)

УДК 502.315 (571.15)  
ГРНТИ 87.53.02

## **ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ РЕШЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ**

### **POSSIBLE SOLUTIONS TO SOME PROBLEMS ENVIRONMENTAL OF TOMSK REGION**

*Шубкина Ирина Витальевна*

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

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

*Ключевые слова:* экология, окружающая среда, природа, сортировка мусора.

*Key words:* ecology, environment, nature, sorting of garbage.

*Аннотация.* Выявление текущего состояния и тенденций развития экологической обстановки в пределах Томской области, анализ основных экологических угроз, а так же возможные пути решения проблем окружающей среды.

Вопросы экологической безопасности приобретают все более острый характер. В окружающей среде появляется все больше опасных загрязнителей, с которыми природа не может справиться самостоятельно. Все негативные изменения, происходящие в биосфере, также влияют на жизнь и здоровье человека. В настоящее время не только природа не может справиться с негативными последствиями деятельности человека, но уже и сама адаптационная способность человека не справляется.

Для достижения поставленных целей были выполнены следующие задачи:

- изучение и классификация материала по экологии Томской области;
- анализ основных экологических угроз;

– выявление возможных путей решения некоторых экологических проблем Томской области.

На территории Томской области проживает около 1 млн. людей [1]. Из этого следует большое количество угроз для экологии области из разных источников и можно выделить следующие основные пункты:

*Проблемы, связанные с деятельностью Сибирского химического комбината (СХК)* – это крупнейший в области комплекс ядерного производства, расположенный в окрестностях г. Томска (г. Свевск). Согласно данным из Томского Эколого-правового центра, под руководством К. Лебедева, большинство жидких радиоактивных отходов сливается в р. Обь, что губительно для экологии, здоровья людей и биосистем реки и ее притоков [2].

*Проблемы добывающей промышленности.* Томская область занимает лидирующее место в России по добыче нефти и газа. Эта особенность влечет за собой специфические проблемы, связанные с хранением сопутствующих вод, загрязненных нефтепродуктами и химикатами. Значительную часть области занимают болота, а так как нефть транспортируется по трубопроводам, проложенным в болотистой местности, трубы быстро разрушаются и происходят разливы нефти на больших площадях. Это приводит уничтожению многих биосистем, поскольку в нефтяные пятна попадают многие популяции птиц, животных, насекомых и растений. Из-за этого возникают так называемые «мертвые пятна», которые без искусственного очищения остаются не пригодными для жизни флоры и фауны долгие годы [3].

*Загрязнение окружающей среды отходами жизнедеятельности людей.* Ежегодно в природу попадает около 100 млн тонн отходов, произведенных человеком [4]. Из этого числа лишь 30% подвергаются естественному разложению и уничтожению. Остальные 70% – это металл, стекло, целлофан и т.п. [5]. Попадая в окружающую среду эти загрязнители убивают птиц и животных, потому что они могут употребить их в пищу по ошибке, а также отравляют почвы, потому что при разложении выделяют большое количество вредных компонентов.

*Загрязнение воды.* Все экологические проблемы связаны с гидро-ресурсами Томской области. Бытовые и химические отходы попадают в реки из канализационных сливов и заводов. Из-за деятельности людей на дне рек находятся многочисленные «мусорные свалки», а так же в проточные воды попадает и разносится множество химикатов вместе с атмосферными осадками. В Томском районе проводятся исследования качества вод, с экологической и санитарно-эпидемиологической целью. В связи с ростом городов и распространением антропогенных ландшафтов, возникает проблема загрязнения малых рек [6]. Так, например, большая часть р Ушайки находится в пределах города,

где в нее попадают различного рода загрязнения. Основную часть из которых составляет мусор, который оставляют на берегу и в самой реке жители города. На данный момент верховье р. Ушайки имеет 4 класс загрязненности и является самой загрязненной рекой Томского района [6]. В случае с р. Басандайкой проблема экологических загрязнений стоит не так остро и это связано с относительной удаленностью реки от города [7].

На наш взгляд, в борьбе с этими экологическими проблемами, необходимо прибегнуть к следующим мерам:

Во-первых, необходимо придать огласке данные экологические проблемы, потому что многие жители области не достаточно осведомлены о настоящем состоянии экологии. Так же необходимо проводить как можно больше «экологических дней» и стараться сделать информацию такого характера массовой и общедоступной.

Во-вторых, в области необходимо ввести экологическую политику, в следствии которой будут налагаться возможные поощрения, штрафы льготы и тп. Это связано с так называемым «стимулом» для людей, что даст возможность начать действия по обеспечению экологической безопасности.

В-третьих, наладить систему водоочистки. Большая часть городских канализационных систем давно вышла из строя, и приборы водоочистки не справляются со своей функцией. Следовательно, большая часть сточных вод, со всеми загрязнениями попадает непосредственно в водоемы, что ведет к гибели водной флоры и фауны.

И в-четвертых, необходимо наладить систему переработки вторсырья и план сортировки мусора. Это позволит сократить угрозу загрязнения окружающей среды продуктами жизни человека, сократит угрозу вырубки лесов и даст возможность сохранению эко- и биосистем области.

Система переработки отходов в Томской области это молодое явление и оно заслуживает особого внимания, как один из наиболее действенных способов в борьбе с экологическими проблемами [8].

Переработка отходов – главным образом заключается в обращении с отходами с целью их безопасного для экологии уничтожения или обеспечения повторного их использования. На сегодняшний день в России основной способ утилизации бытовых отходов – это захоронение на полигонах, где мусор может разлагаться несколько сотен лет [9].

Как более безопасная и экологически приемлемая альтернатива захоронению, а именно вторичная переработка отходов, начала активно внедряться в Томской области относительно недавно. А также, томская фирма «Чистый мир» начала активное распространение на территории города так называемых «желтых сеток», которые подразумевают под

собой емкость для сбора отходов, пригодных для вторичной переработки, а затем вывозятся по разным городам на сортировку и переработку [9].

Параллельно с этим была создана народная организация «Зеленый луч», которая занимается просветительской работой в области раздельного сбора мусора, проводят мастер-классы, субботники, реализуют экологические проекты. Например, организаторы движения запустили в городе «экомобиль», задачей которого является мобильное отслеживание, контроль и сбор мусора по городу [10].

Как считают специалисты департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды, классический путь сбора и переработки отходов сейчас экологически и экономически не эффективен. Так, например, пластик разлагается до 200 лет, сжигать его нельзя, поскольку при этом выделяются токсины, которые крайне опасны как для экологии в целом, так и для здоровья человека. С экономической стороны в случае переработки 1 кг отсортированного пластика образуется 0,8 кг вторичного полиэтилена, что совершенно не уменьшает проблему дальнейшего движения этих отходов [11].

На данный момент в области были предприняты следующие экологические акции:

- Экология для малышей «Мусоринка». На занятиях детям рассказываются доступным языком проблемы, а так же учат их любить и беречь природу, посредством сокращения мусорных отходов;
- Экосумки. Проект для школьников, где на классных часах подростков учат разбираться в классах и типах мусора, как можно использовать бытовые отходы вторично и как правильно утилизировать их;
- Проект «Помочь может каждый». Его задачей является распространение и огласка экологических проблем области и методов борьбы с ними, а также наглядное представление загрязнений от руки человека [11] [12].

Проведенный анализ исследований в Томской области позволил выявить основные тенденции загрязнения окружающей среды. Очевидно, что многие экологические проблемы поддаются огласке, само собой, с целью безопасности жителей области. Но, не смотря на это, проблемы все же есть и их необходимо решать. А решать их мы сможем только сообща. Люди должны понимать всю опасность сложившейся ситуации, чтобы вместе с ней справиться.

## **Литература**

1. Достопримечательности мира [Электронный ресурс] : места в Томске : электрон. журн. 2015 г. Режим доступа URL: <http://www.openarium.ru> (дата обращения 02.03.2017 г.)

2. Мусорный этикет [Электронный ресурс] // Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области Режим доступа URL: <http://green.tsu.ru/dep/391.html> (дата обращения 27.02.2017 г.)
3. Экологические проблемы Томской области [Электронный ресурс] : Взгляд неформала : электрон. журн. 2014. Режим доступа URL: <http://ecoclub.nsu.ru> (дата обращения 02.03.2017 г.)
4. В Томской области появился пятый полигон сортировки бытовых отходов [Электронный ресурс] : портал «Твердые бытовые отходы». Режим доступа URL: <http://www.solidwaste.ru/news/view/13162.html> (дата обращения 02.03.2017 г.)
5. Мусорный бизнес [Электронный ресурс] : Информационный портал Тв2. Режим доступа URL: <http://tv2.today/Istorii/Musornyyu-biznes-pochem-lukavit-vlast> (дата обращения 02.03.2017 г.)
6. Пахомов Р.А. Мониторинг качества воды р. Ушайка за пределами города // 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. с. 142-145
7. Лапин М.А. Мониторинг состояния качества вод реки Басандайки // 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. с. 133-136
8. В Томской области заработал первый мусоросортировочный комплекс [Электронный ресурс] : Информационный портал НовоВести Режим доступа URL: <http://novovest.ru/tomsk/2017/01/27/270351-v-tomskoj-oblasti-zarabotal-pervyj-musorosortirovochnyj-kompleks.html> (дата обращения 02.03.2017 г.)
9. В Томске в сортировку мусора вложили 19 млн рублей [Электронный ресурс] : «Инвест-Форсайт» – деловой интернет-журнал. Режим доступа URL: <https://www.if24.ru/tomsk-sortirovka-musora/> (дата обращения 28.02.2017 г.)
10. Отходный бизнес [Электронный ресурс] : Портал vtomske.ru. Режим доступа URL: <https://news.vtomske.ru/details/118721-othodnyi-biznes>
11. Сбор и переработка вторсырья [Электронный ресурс] : Чистый мир. Томск. Режим доступа URL: <http://vk.com/pureworld.tomsk> (дата обращения 08.03.2017 г.)
12. Экологическая сеть «ЭКОДЕЛО» [Электронный ресурс] : Режим доступа URL: <http://ecodelo.org/info> (дата обращения 10.03.2017 г.)

УДК 373.5.694:91

ГРНТИ 373.1.02:372.8

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРАКТИВНОЙ ДОСКИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ШКОЛЬНЫХ КУРСОВ ГЕОГРАФИИ**

## **APPLICATION OF THE INTERACTIVE BOARD WHEN STUDYING SCHOOL COURSES OF GEOGRAPHY**

*Якоби Анастасия Владимировна*

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

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

*Ключевые слова: информационные технологии, интерактивная доска, география.*

*Key words:* information technology, interactive board, geography.

*Аннотация.* Информационные технологии в настоящее время являются мощным средством обучения, которые способны повысить эффективность и создать мотивацию ученика к учёбе. Среди информационных технологий обучения всё большую востребованность в педагогическом сообществе получают технологии работы с интерактивной доской. В статье описана история становления интерактивных досок, раскрыты образовательные возможности инструментария при изучении темы «Австралия» в курсе географии седьмого класса.

Современные технологические средства обучения значительно расширяют возможности преподавания [1]. Одним из наиболее эффективных современных технологических средств обучения, позволяющих реализовать интерактивные технологии взаимодействия между учителем и учеником, являются интерактивные доски. Применяя интерактивную доску на уроках, учитель имеет возможность отработать различные образовательные приемы по преподаваемому предмету. Одновременно у учащихся вырабатываются навыки освоения компьютерных технологий. На уроках интерактивная доска становится инструментом исследования, источником дополнительной информации по предмету.

Использование интерактивной доски имеет ряд преимуществ в образовательном процессе:

- визуальный ресурс урока с минимальными затратами времени;
- представление информации с помощью различных мультимедийных ресурсов;
- классификация и систематизация учебного материала, изучение его на повышенном уровне;
- упрощение объяснения схем, графиков и их наглядность;
- наглядное иллюстрирование при объяснении абстрактных идей и теорий;
- повышение мотивации учащихся к обучению;
- наглядное создание ярких схем, передвижение объектов, выделение информации электронными чернилами [2].

Современная интерактивная доска как средство обучения имеет длительную историю становления. Так, в начале XIX века в школьной практике широко применялись меловые доски. В то время у каждого школьника была своя собственная доска для записей, которая была сделана из гладкого серовато-чёрного аспидного сланца. Писали на них при помощи грифеля, а записи стирали тряпочкой. Позже появился мел. Учителю приходилось к каждому ученику подходить и проверять записи. После чего, стали применять большую доску на весь класс. Она применяется и в настоящее время.



В середине XIX века в школах стали использоваться белые доски, писать на них можно разноцветными маркерами. Белые доски изготовлены из металла, покрытые эмалью, а так же из стекла и пластика.

В 80-х годах XX века была создана первая копирующая доска. Главным плюсом является копирование написанной информации.

В начале 90-х годов XX века были созданы первые электронные интерактивные доски Soft Board, компанией Microfield Graphics в США. Эти доски имели вид обычной маркерной доски, но все записи, сделанные на электронной доске, появлялись на экране персонального компьютера. Записи можно сохранять в файл, распечатывать, посылать по факсу, по электронной почте. В это же время появляются доски, имитирующие работу компьютерного монитора, где за место компьютерной мыши используется электронный стилус. Такие доски стали называть интерактивными досками.

Электронная интерактивная доска представляет собой огромный сенсорный экран, на котором с помощью маркера можно вызывать различные функции пользовательского интерфейса [3]. Электронные интерактивные доски позволяют сочетать все преимущества классической презентации с возможностями высоких технологий. Мультимедиа-проектор, подключенный к электронной интерактивной доске, позволяет работать в мультимедийной среде, сочетая классическую презентацию с демонстрацией информации из Интернета, с компьютера или с флэш-памяти, с видеоплеера, видеомагнитофона или видеокамеры.

Рассмотрим образовательные возможности интерактивной доски при изучении темы «Австралия» в курсе географии седьмого класса. Обобщение изученного материала по данной теме проходило во время внеурочного занятия в 7 В классе МАОУ гимназия № 55 г. Томска по теме «Туристическое агентство «Welcome to Australia»». Цель данного мероприятия – повторить, закрепить, обобщить и систематизировать полученные знания по теме «Австралия» при работе с интерактивной доской.

Суть мероприятия заключалась в том, что учитель – это главный организатор туристического агентства и к себе в команду набирает историков, климатологов, биологов, зоологов (учащиеся делятся на 4 группы). Затем учащиеся вместе с учителем повторяют географическое положение материка. На интерактивной доске выведена контурная карта, где учитель записывает крайние точки материка. Учитель знакомит учащихся с флагом, гербом и денежной валютой материка.

Затем, учитель раздает учащимся карточки с заданиями. Для всех команд задания одинаковые. Первое задание – прочитать текст

и выделенные слова, характеризующие особенности материка, указать на интерактивной доске.

Задание команде историков: из прочитанного текста выбрать исторические факты и достопримечательности «Австралии». Учащимся при помощи инструмента «Выбор» переместить картинки на карте. Фрагмент текста: Австралия была освоена **аборигенами** за 50 тыс. лет до ее открытия европейскими мореплавателями. **Остров Кенгуру** – крошечное, мирное место в Австралии, прекрасное место, чтобы оторваться от мира и насладиться природной красотой.

Задание команде климатологов: ознакомиться с климатом «Австралии» и указать, в какой части материка отличается температура зимой и летом. Учащимся при помощи инструмента «Перо» записать на интерактивной доске температурные данные. Фрагмент текста: В самом населенном районе **юго-восточного** побережья, царит средиземноморский тип климата. В **Мельбурне** летом в январские деньки температура **+25° +27°**, а зимой опускается до **+10° +12°**, ночью до **+5°**.

Задание команде биологов: познакомиться с растительным миром «Австралии» и сопоставить картинки на слайде с их описанием. Используя инструмент «Выбор». Фрагмент текста: **Мангры** – высокие леса либо заросли высоких кустарников.

Задание команде зоологов: рассказать о животном мире «Австралии», сопоставляя изображения с их описанием. Используя инструмент «Выбор». Фрагмент текста: **Вомбат** – обитает в южных районах Австралии, роет себе глубокие разветвленные норы.

Второе задание – составить рекламный логотип на листе формата А4 цветными карандашами и подобрать к нему фразу, которая должна начинаться со слов «Welcome to Australia», она может быть в виде стихотворения, синквейна.

После прочитанного материала, два представителя от команды презентовали результаты выполненной работы. Один участник зачитывал карточку, а другой отмечал при помощи инструмента «Выбор» на интерактивной доске. После презентации команда продемонстрировала рекламный логотип.

На рекламном логотипе команды историков, была изображена семилучевая звезда, расположенная на золотаво-лазурном бурлете. Это звезда изображена на гербе Австралии и означает знак «Дружбы». Большую часть листа занимала надпись столицы Австралии «Канберра». Фраза: «Welcome to Australia, вам понравится город Канберра».

На рекламном логотипе команды климатологов, изображалась температура января в Мельбурне – **+10° +12°С** и большое яркое солнце, так как на материке большую часть времени занимает очень жаркая погода. Фраза: «Welcome to Australia, здесь очень жаркое солнце».

Рекламный логотип команды биологов был очень яркий, красочный, изображалось много цветов. Фраза: «Welcome to Australia, вы узнаете много необычных растений, этот материк вас покорит красотами природы».

На рекламном логотипе команды зоологов было изображено два животных – кенгуру и страус эму, так как они истинные хозяева на материке «Австралия». Эти два животных располагаются на гербе Австралии и существует миф, что эти зверьки были выбраны потому, что не умеют идти назад, а только прямо, поэтому символизируют движение вперед, развитие. Фраза: «Welcome to Australia, здесь большое разнообразие сумчатых, которых вы нигде, больше не увидите».

Таким образом, учащиеся повторили, обобщили пройденный материал по теме «Австралия». Определил тему урока, сумели слушать собеседника, вели диалог в группе, вступали в речевое общение. Получили дополнительную информацию, работая с инструментами интерактивной доски, «Выбор» и «Перо».

---

### **Литература**

1. Зимняя, И.А. Компетентностный подход / И. А. Зимняя // Высшее образование сегодня. – 2006. – № 6. – С. 20–26.
2. Галишникова, Е.М. Использование интерактивной Smart-доски в процессе обучения / Е. М. Галишникова // Учитель. – 2007. – №4. – С. 8–10.
3. Пьяных, Е. Г. Современные технические средства в учебном процессе: интерактивные доски / Е. Г. Пьяных – Томск: Изд-во ТГПУ, 2011. – 100 с.

# ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ И КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

---

УДК 796.022  
ГРНТИ 77.13.25

## ОСОБЕННОСТИ ФИЗИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ЛИЦ С АМПУТАЦИЯМИ ВЕРХНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

## PECULIARITIES OF PHYSICAL REHABILITATION OF PERSONS WITH AMPUTATION OF UPPER LIMBS

*Волчкова Зоя Алексеевна, Легостин Сергей Альфредович*

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

*Ключевые слова:* ампутация верхних конечностей, физическая реабилитация, компенсация утраченных функций, виды протезов, бионические протезы, реабилитация средствами физической культуры и спорта, паралимпийские игры.

*Key words:* amputation of upper extremities, physical rehabilitation, compensation of lost functions, types of prostheses, bionic prostheses, rehabilitation by means of physical culture and sports, Paralympic games.

*Аннотация.* Рассматриваются способы физической реабилитации лиц после ампутации верхних конечностей. Компенсация утраченных функций верхних конечностей. Использование различных видов протезов. Бионические протезы рук. Возможности физической реабилитации лиц с поражением верхних конечностей средствами физической культуры и спорта.

Физическая реабилитация лиц с ампутациями верхних конечностей исторически шла в двух направлениях. Первое подразумевало физическую адаптацию к новым условиям существования, когда ампутант приспособлялся выполнять различные движения с помощью того, что осталось от верхних конечностей. Второй способ реабилитации, связанный с достижениями научно-технической революции, достигался с помощью протезирования ампутированных конечностей.

В первый месяц после ампутации верхних конечностей занятия лечебной физической культурой рекомендуются уже с первых часов после операции для предупреждения осложнений. Больному необхо-

димо заново учиться элементарным бытовым движениям, таким как одевание, умывание и т. п. [1].

На 3–4 день можно уже включать упражнения с напряжением и расслаблением мышц сохранившихся сегментов ампутированной конечности и усеченных мышц

На 5–6 день безболезненные движения в суставах ампутированной конечности разрешается выполнять с предельной [2].

На следующем этапе физической реабилитации производится обучение пользованию протезом, сделанным по индивидуальному проекту [2].

При ампутациях верхних конечностей применяются косметические протезы, механические и бионические протезы [3]. Различают протезы пальца, кисти, предплечья и плеча (и при вычленении плечевого сустава).

**К косметическим протезам рук**, состоящим из культеприемника, каркаса кисти и косметической перчатки, относятся протезы, имитирующие внешний вид руки.

Для выполнения различных трудовых операций используются **рабочие протезы**. Такой протез с помощью специальных насадок позволяет использовать различные инструменты – молоток, ключ, ножницы и т. п.

**Механический протез** позволяет, например, контролировать усилие, которое пользователь прилагает при сжатии предмета. С таким механизмом можно даже плавать. К минусам такого протеза относится ограничение силы хвата возможностями самого человека. При длительной тренировке многим пользователям таких протезов удаётся научиться писать, пользоваться ножом и вилкой, играть в теннис, зажигать спички, переносить груз и т. п.

**Биоэлектрические (бионические, миоэлектрические протезы)** – это протезы, в которых управление осуществляется за счет сигналов, возникающих при сокращении мышц. Термин «бионический» происходит от названия «бионика»: так именуется прикладное направление науки о применении в технических устройствах принципов живой природы. Первая версия бионической руки была показана на Международном ортопедическом конгрессе в Германии в мае 2010 года [4]. Однако Touch Bionics стала производить такие руки ещё с 2007 года. Миоэлектрический протез i-Limb был первым, который считывал информацию с двух мышц с помощью специальных датчиков [5]. С помощью такого протеза пациент может брать и удерживать любые предметы. При этом возможно движение пальцев по отдельности. Принцип работы такого протеза основан на программировании ряда стандартных движений и захватов, регулировании силы сжатия [6].

При пользовании бионическими протезами пользователь выполняет действия не задумываясь, на инстинктивном уровне. Микропроцессор кисти считывает электрический потенциал, вырабатываемый мышцами культи в момент их сокращения и через компьютерные алгоритмы преобразуется в двигательные команды, и в результате протез выполняет определенный жест или хват. Бионические протезы дают возможность успешно пользоваться и такими вещами как ложка, вилка, шариковая ручка и т. д.

Биоэлектрические протезы на сегодня являются самым высокотехническим средством протезирования верхних конечностей из доступных на рынке. Однако пока главным недостатком бионических протезов является их высокая стоимость – до 2,5 млн рублей [6]. Не прекращаются исследования по управлению протезом с помощью нейронной активности, проводятся эксперименты с вживлением электродов в нервные окончания.

Сотрудники Технического университета американского г. Чалмерса в конце 2016 года сообщили о том, что им удалось создать протез, работающий с помощью нервной системы, куда имплантируются электроды. Пациент может управлять как всеми пальцами сразу, так и по отдельности.

Такой технический подход по уровню интуитивности управления превосходит все имеющиеся на рынке активные протезы [7].

Помимо внедрения новейших технических средств лица с ампутациями верхних конечностей могут заниматься физической реабилитацией средствами физической культуры и спорта.

Лица с ампутациями впервые присоединились к международному паралимпийскому движению на I зимних Паралимпийских играх, которые состоялись в шведском городе Эрншёльдсвике в начале 1976 года, в которых 198 спортсменов из 16 стран с ампутациями и нарушениями зрения соревновались в 2 видах (горнолыжный спорт и лыжные гонки). V летние Паралимпийские игры прошли в 1976 году в канадском городе Торонто. Впервые в паралимпийских соревнованиях участвовали 261 спортсмен с ампутированными конечностями. Всего был разыгран 447 комплектов медалей в 13 видах спорта. Из 1173 медалей 308 завоевали спортсмены с ампутациями и им приравненные (с врождёнными недоразвитиями) [8].

В 2008 году был принят Международный классификационный кодекс, согласно которому к спортсменам с ампутациями верхних конечностей относятся: 3 класса ампутантов и им приравненных (Т/Ф 45-47), [9]. Спортсмены с такими ампутациями соревнуются, например, в лёгкой атлетике в беге на различные дистанции, в метаниях и прыжках без использования технических средств. Программа их со-

резований аналогична программе олимпийских игр здоровых спортсменов за исключением прыжков с шестом и метания молота [10]. Мировые рекорды лучших представителей этих классов впечатляют: 100 метровку бегут быстрее 11 секунд, прыгают в длину под 8 м, в высоту под 220 см. Отдельные «talанты» умудряются компенсировать функции рук при помощи ног, вставляя нитку в ушко иголки, осваивая письмо и рисование при помощи ног [11].

Таким образом, можно заключить, что у лиц с ампутациями верхних конечностей имеются разнообразные возможности физической реабилитации для компенсации утраченных функций.

### **Литература**

1. Протезирование. Материал из Википедии – свободной энциклопедии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – <https://ru.m.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения : 10.04.2017)
2. ЛФК при ампутациях конечностей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – <http://www.mordovnik.ru/lfkamput2> (дата обращения : 10.04.2017)
3. Виды протезов рук [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.motorica.org/vidy-protezo-v-ruk> (дата обращения : 10.04.2017)
4. Рука-протез. Материал из Википедии – свободной энциклопедии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – <https://ru.wikipedia.org/wiki/Bebionic> (дата обращения : 15.04.2017)
5. Материалы международного конгресса педиатров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://geektimes.ru/post/277032/> (дата обращения : 11.04.2017)
6. Ампутация верхних конечностей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ottobock.ru/prosthetics/amputation/amputation-upper-limb> (дата обращения : 10.04.2017)
7. Бионические протезы рук [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://yvek.ru/%D0%BA%D0%B8%D0%B1%D0%B5/> (дата обращения : 10.04.2017)
8. Голощапов, Б. Р. История физической культуры и спорта: учебное пособие для вузов / Б. Р. Голощапов. – М.: Академия, 2009. – 308 с.;
9. Сладкова, Н. А. Функциональная классификация в паралимпийском спорте / Н. А. Сладкова. – М.: Советский спорт, 2011. – 160 с.;
10. Царик, А. В. Правила соревнований по паралимпийским видам спорта / А. В. Царик, П. А Рожков. – М.: Советский спорт, 2011. 240 с.;
11. Казахский психоневрологический диспансер [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nur.kz/884733-v-rudnom-podopechnaya-psikhonevrologich.html> (дата обращения : 10.04.2017)

**ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ САЛЬПИНГЭКТОМИИ  
ПЕРЕД ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ВРТ**

**EXPEDIENCY OF CARRYING OUT PREVENTIVE  
SALPINGECTOMY BEFORE USING ART TECHNOLOGIES**

*Воробьева Елена Вадимовна*

Научный руководитель: И.А. Петров, канд. мед. наук,  
ассистент кафедры акушерства и гинекологии

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

*Ключевые слова:* сальпингэктомия, овариальный резерв, вспомогательные репродуктивные технологии

*Key words:* Salpingectomy, ovarian reserve, assisted reproductive technologies

*Аннотация.* Современные женщины слишком часто планируют беременность, достигнув возраста 30–35 лет и состоявшись в профессиональном и социальном плане, к этому возрасту фертильность начинает снижаться, а как следствие возрастает количество женщин, прибегающих к помощи ВРТ [1]. Поэтому часто возникает вопрос об усовершенствовании и увеличении результативности программ ВРТ.

Фаллопиевы трубы соединяют матку с брюшной полостью и осуществляют функцию транспортировки половых клеток, создавая благоприятную среду для оплодотворения и раннего развития эмбриона [2]. Многочисленные и сложные функции маточных труб наиболее часто нарушаются воспалительными заболеваниями, приводящими к бесплодию [3]. Реконструктивно-пластические операции на маточных трубах являются традиционными методами восстановления фертильности при трубном бесплодии [4]. В настоящее время экстракорпоральное оплодотворение (ЭКО) и перенос эмбриона (ПЭ) исключают участие этого органа в репродуктивном процессе [5]. Хронический воспалительный процесс в маточных трубах может оказать негативное влияние на эффективность вспомогательных репродуктивных технологий (ВРТ) [6]. Вероятность успешного исхода ЭКО может быть повышена хирургической окклюзией маточных труб, дренированием гидросальпинкса и сальпингэктомией [7]. Удаление маточных труб с 1999 года после публикации многоцентрового проспективного рандомизированного исследования, выполненного в Скандинавии A. Strandell et al. [8] вошло в рутинную практику репродуктолога. Несмотря на более высокую частоту имплантации после сальпингэктомии, многие вопросы подлежат обсуждению [9]. Тесная анатомо-



функциональная взаимосвязь мезосальпинкса и кровоснабжения гонад обуславливает поиск механизмов положительного эффекта операции и ставит под сомнение необходимость шаблонного применения метода.

Большинство уже имеющихся исследований, посвященных вопросу профилактической сальпингэктомии перед ВРТ, не дает однозначного ответа о состоянии овариального резерва после данного вмешательства [10]. Проводя оценку, основываясь на краткосрочных эффектах после сапильпингэктомии исследователи предоставили данные об отсутствии статистически значимого изменения овариального резерва. Оценка проводилась по уровню АМГ на протяжении периода до 3-х месяцев у женщин после сальпингэктомии и контрольной группы соответственно 1,86 против 1,82 нг / мл [11]. В то же время данные результаты других исследований указывают на снижение АМГ у женщин после односторонней и двусторонней сальпингэктомии и увеличении дозировки стимуляции перед ВРТ [12].

В 2012–2016 гг. проведено ретроспективное сравнительное исследование 128 пациенток репродуктивного возраста, находившихся на лечении в отделении репродуктивных технологий Сибирского государственного медицинского университета в 2012–2016 гг.

В группу исследования вошли: пациентки с билатеральной сальпингэктомией (n=80), пациентки с окклюзией маточных труб (n=48) и условно здоровые (n=15). Также проводилась оценка овариального резерва и ответа на стимуляцию суперовуляции у различных возрастных групп.

Индукция суперовуляции проводилась по протоколу с антагонистами гонадотропин-рилизинг гормона (антаГнРГ).

Были оценены показатели овариального резерва: АМГ, ФСГ, ингибин В, эстрадиол, объем яичников, число антральных фолликулов. Значимость полученных результатов оценивалась по уровню критерия Манна-Уитни. Отмечалось статистически значимое снижение уровня ФСГ, ингибина В у группы с двусторонней сальпингэктомией и группы с окклюзией маточных труб (21–34 года). Снижение уровня эстрадиола в группах с двусторонней сальпингэктомией (21–34 года и 35–45 лет). Снижение объема яичников в группе с двусторонней сальпингэктомией (35–45 лет).

После стимуляции овуляции на наименьшую дозу ответ был получен в группе с двусторонней сальпингэктомией (21–34 года). Статистическая значимость оценивалась по данным U-критерия Манна-Уитни.

*По данным исследования было сделано следующее заключение:* «Трубное бесплодие не влияет на ультразвуковые параметры овариального резерва (АFC,  $\Sigma V$  яичников). Из гормональных маркёров

заслуживают внимание снижение ингибина В после удаления маточных труб (снижение гормона при билатеральной окклюзии имеет низкую мощность теста) и повышение ФСГ (высокая мощность обоих тестов при сравнении с контролем). После радикальной операции на маточных трубах отмечена тенденция (низкая мощность тестов) к большему повышению ФСГ и снижению ингибина В (по сравнению с пациентками без оперативного лечения), снижению эстрадиола (по сравнению с контролем и у женщин без операции). Возраст не влияет на продолжительность стимуляции, но является ведущим фактором снижения овариального резерва: значительно снижается АМГ, объём яичников (при сальпингэктомии), количество получаемых ооцитов и повышается частота «бедного ответа». В позднем репродуктивном возрасте (35–45 лет) требуются более высокие стартовые и курсовые дозы гонадотропинов. При удалении маточных труб в более молодом возрасте (21–35 лет) отмечается тенденция к более низким стартовым дозам ФСГ. Частота наступления беременности и её исходов не зависит от сальпингэктомии. Учитывая установленное ограничение овариального резерва можно предположить, что в долгосрочной перспективе сальпингэктомия ухудшает реакцию яичников».[13].

Таким образом, все результаты исследования на данную тему, имеющиеся в литературе и проведенные на базе СибГМУ, либо доказывают отсутствие статистически значимых различий, либо снижение овариального резерва после сальпингэктомии. Эти данные позволяют сделать вывод о том, что стоит более ответственно подходить к вопросу профилактической сальпингэктомии перед ВРТ. Возможно стоит сократить показания к данной процедуре, более персонально решать вопрос для каждой пациентки.

## Литература

1. Вайташевский К.В, Симоновская Х.Ю, Руднева О.Д, Маклецова С.А. Овариальный резерв и фертильность: сложности XXI века/Под ред. В.Е. Радзинского. – М.: Редакция журнала StatusPraesens, 2015.
2. Ezzati M., Djahanbakhch O., Arian S., Carr B.R. Tubal transport of gametes and embryos: a review of physiology and pathophysiology. *J. Assist. Reprod. Genet.* 2014; 31(10): 1337-47.
3. Dun E.C., Nezhat C.H. Tubal factor infertility: diagnosis and management in the era of assisted reproductive technology. *Obstet. Gynecol. Clin. North. Am.* 2012; 39(4): 551-66.
4. Gomel V. The place of reconstructive tubal surgery in the era of assisted reproductive techniques. *Reprod. Biomed. Online.* 2015; 31(6): 722-31
5. Grynnerup A.G., Lindhard A., Sorensen S. Anti-Müllerian hormone levels in salpingectomized compared with nonsalpingectomized women with tubal factor infertility and women with unexplained infertility. *Acta Obstet. Gynecol. Scand.* 2013; 92(11): 1297-303.
6. El-Mazny A., Ramadan W., Kamel A., Gad-Allah S. Effect of hydrosalpinx on uterine and ovarian hemodynamics in women with tubal factor infertility. *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.* 2016; 199: 55-9.

7. D'Arpe S., Franceschetti S., Caccetta J., Pietrangeli D., Muzii L., Panici P.B. Management of hydrosalpinx before IVF: a literature review. *J. Obstet. Gynaecol.* 2015; 35(6): 547-50.
8. Fan M., Ma L. Effect of salpingectomy on ovarian response to hyperstimulation during in vitro fertilization: a meta-analysis. *Fertil. Steril.* 2016. pii: S0015-0282(16)61060-9.
9. Ozmen B., Diedrich K., Al-Hasani S. Hydrosalpinx and IVF: assessment of treatments implemented prior to IVF. *Reprod. Biomed. Online.* 2007; 14(2): 235-41.
10. *J Ovarian Res.* 2016 Nov 3;9(1):74
11. *Fertil Steril.* 2013 Dec;100(6):1704-8. doi: 10.1016/j.fertnstert.2013.07.1997. Epub 2013 Aug 29.
12. *Am J Obstet Gynecol.* 2015 Jan;212(1):53.e1-10. doi: 10.1016/j.ajog.2014.07.027. Epub 2014 Jul 18
13. Петров И.А., Тихоновская О.А., Огороков А.О., Куприянова И.И., Фатеева А.С., Петрова М.С., Логвинов С.В. Профилактическая сальпингэктомия. *Акушерство и гинекология.* 2016; 2: 36-42. <http://dx.doi.org/10.18565/aig.2016.2.36-42>.

УДК 630.59  
ГРНТИ 83.33.47

## **ОТКРЫТАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА ТГПУ**

## **OPEN EDUCATIONAL ENVIRONMENT OF TSPU**

*Попова Дарья Викторовна, Иванова Юлия Олеговна*

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

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

*Ключевые слова:* образовательная среда, дистанционное обучение, электронное обучение, e-Learning.

*Key words:* educational environment, distance learning, electronic education, e-Learning.

*Аннотация.* С формированием инновационной экономики во всём мире стратегической целью является повышение доступности качественного образования, а также изучение мотивации студентов в образовательной среде. В настоящее время появилось много новых возможностей обучения, которые способствуют самоорганизации и развитию определённых качеств за счёт обучения в дистанционной среде.

На основании вопросов, заданных студентам, работающим в открытой образовательной среде ТГПУ была предпринята попытка изучить их мотивации использования данной среды на примере дисциплины «Анатомия, физиология и патология органов слуха, речи и зрения». Таким образом, студентами были отмечены при работе в открытой образовательной среде: 1) удобство самоорганизации труда, 2) высокая эффективность и усвоение знаний; 3) более эффективное запоминание по сравнению с традиционной формой обучения, 4) помощь в размышлении. Студентами было выделено как наиболее понравившиеся формы заданий – это лекции и тесты. В качестве неудобства ими было отмечено техническое сбой в системе, а также желание получать больший объём творческих заданий в дистанционной среде.

С формированием инновационной экономики, которая соответствует изменениям различных структур и положений нашей страны, требуется модернизация системы образования, которая является основой экономического роста и социального развития общества. Возможность получения качественного и доступного образования, соответствующего современным потребностям общества остаётся важнейшей задачей и ценностью России, а также каждого гражданина в целом. В связи с вышесказанным была предложена дистанционная форма получения знаний, которая должна повысить доступность образования [1].

Первопроходцем в дистанционном методе обучения принято считать Исаака Питмана, начавший в 1840 году с помощью почтовых отправок обучать стенографии студентов в Объединенном Королевстве.

В России первые шаги в разработке дистанционного обучения были предприняты с завершением революции 1917 году. В Советском Союзе была разработана модель дистанционного образования, названная заочной. Но масштабное развитие в России система дистанционного образования получила с 1992 года, где ее стали внедрять как часть государственной политики.

Использование термина "дистанционное обучение" на сегодняшний день находится в обсуждении. Возможны такие различные вариации как "дистантное образование", "дистантное обучение", "телеобучение", "электронное обучение". Под вышперечисленным понимают специальную форму организации учебной деятельности, при которой студент имеет возможность изучать курс специализации как самостоятельно, так и с помощью преподавателей и интернета [2].

С 1 сентября 2013 года вступил в силу **Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»**, который отменяет практически всю существовавшую нормативно-правовую базу, касающуюся таких понятий, как «дистанционные образовательные технологии» и «дистанционное обучение», и отсылает к подзаконным актам, как например, аналог знаменитого приказа № 137 от 6 мая 2005 года. Так же в законе введено и четко определяется достаточно новое для России понятие «электронное обучение».

Электронное обучение – это система обучения, которая предполагает использование интернет-технологий, электронных библиотек, учебно-методических мультимедиа материалов [3].

Термин e-Learning (электронное обучение) появился в 1999 году в Лос-Анжелесе на семинаре CBT Systems (ComputerBasedTraining). Несмотря на это, до сих пор не существует единого определения понятия

e-Learning. В результате одни понимают дистанционное обучение, как аналог понятия e-learning, а другие считают, дистанционное обучение более узким понятием, чем e-Learning, другие же наоборот, более широким. Чаще всего под e-Learning понимают обучение, построенное с использованием Интернет-технологий. E-Learning базируется на двух главных принципах: 1) работа осуществляется по сети; 2) доставка учебного контента конечному пользователю осуществляется посредством компьютера с использованием стандартных Интернет-технологий. Существует определение, которое дали специалисты ЮНЕСКО: «e-Learning – обучение с помощью Интернет и мультимедиа».

Для российской системы образования «*Electronic Learning*» (*e-learning*) – сравнительно новый термин. В отечественных публикациях, посвященных вопросам электронного обучения, это понятие отождествляется с термином «дистанционное обучение».

*Ключевой характеристикой дистанционного обучения является взаимодействие между преподавателем и обучающимися на расстоянии.* При этом участники процесса обучения разделены не только в пространстве, но и во времени. В статье 17 федерального закона «Об образовании в РФ» говорится: «Обучение в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, осуществляется в очной, очно-заочной или заочной форме, а вне организаций, осуществляющих образовательную деятельность – в форме семейного образования и самообразования». Поэтому в случае, когда в дистанционном обучении используются информационно-коммуникационные технологии, речь должна идти о дистанционных образовательных технологиях, которые в соответствии с законом могут использоваться во всех формах получения образования, описанных в данном законе.

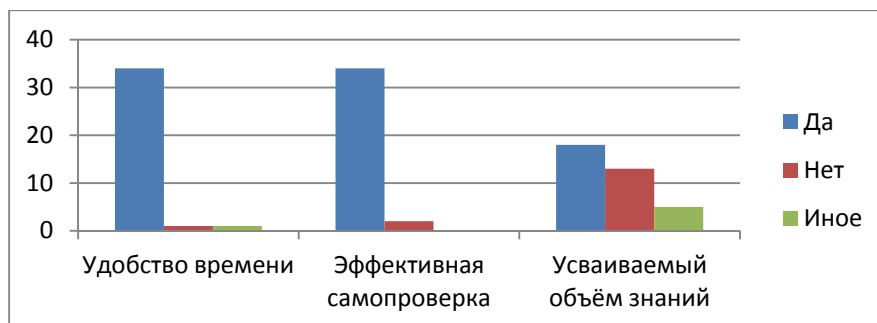
*Ключевой характеристикой электронного обучения является наличие виртуальной обучающей среды.* Целевая аудитория этого обучения не имеет ограничений ни по возрасту, ни по уровню образования [4].

При дистанционном обучении субъектами в интерактивном взаимодействии будут выступать преподаватели и студенты, а средствами осуществления подобного взаимодействия – электронная почта, форум (в режиме off-line), телеконференции, диалоги в режиме реального времени (в режиме on-line) и т.д. [5]

Возможности при дистанционном образовании многообразны и имеют как положительные, так и отрицательные черты. К положительным моментам относят: 1) возможность обучения в любое время; 2) возможность обучения в своем темпе; 3) возможность обучения в любом месте; 4) учеба без отрыва от основной деятельности; 5) высокие результаты обучения; 6) мобильность; 7) доступность учебных

материалов; 8) дистанционное образование дешевле; 9) обучение в спокойной обстановке. К отрицательным моментам относят: 1) необходима сильная мотивация; 2) дистанционное образование не подходит для развития коммуникабельности; 3) недостаток практических знаний; 4) проблема идентификации пользователя; 5) недостаточная компьютерная грамотность

Рисунок 1

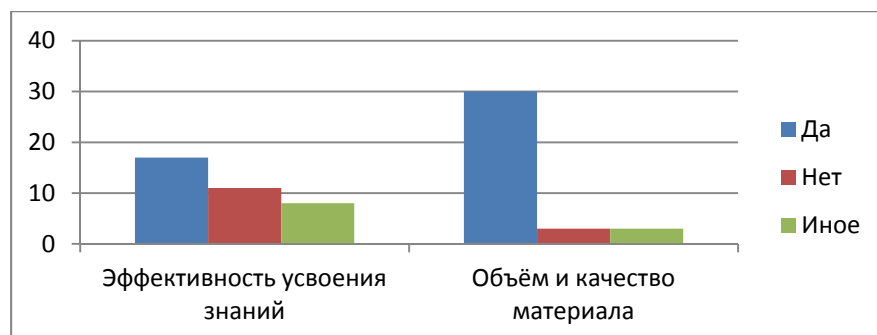


Удобство времени: (34) 94.44%

Эффективная самопроверка: (34) 94.44%

Усваиваемый объем знаний: (18) 50%

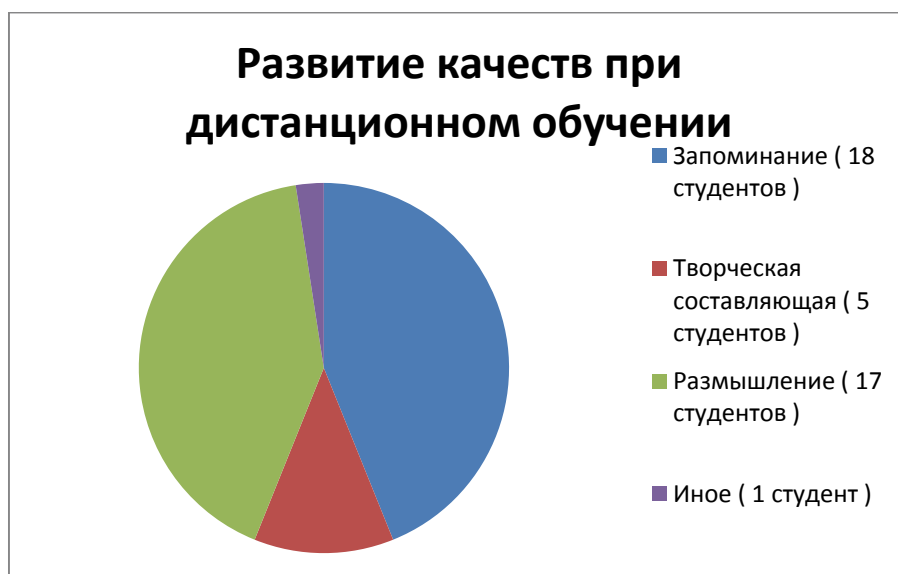
Рисунок 2



Эффективность усвоения знаний: (17) 47.22%

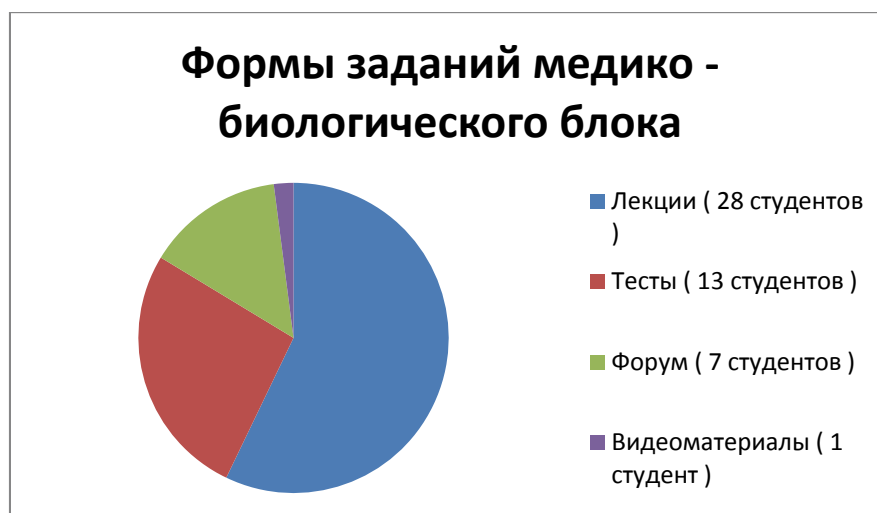
Объем и качество материала: (30) 83.33%

Рисунок 3

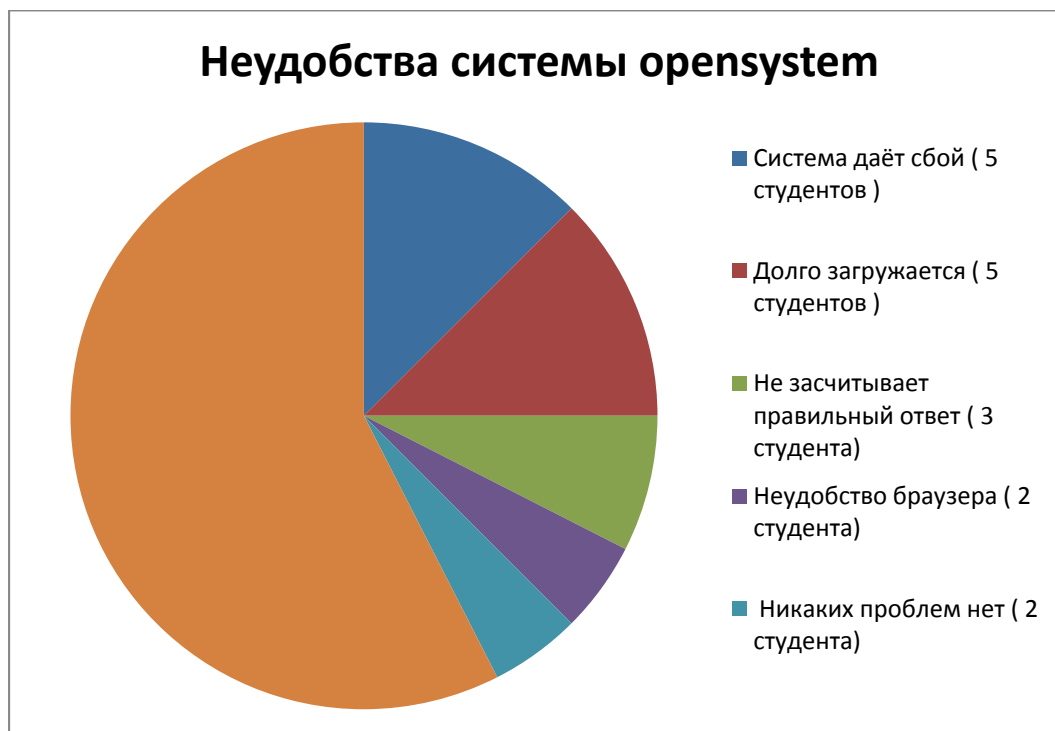


Запоминание: (18) 50%  
Размышление: (17) 47,22%  
Творческое составляющее: (5) 13,89%  
Иное мнение: (1) 2,78%

Рисунок 4



Лекции: (28) 77.78%  
Тесты: (13) 36.11%  
Форум: (7) 19.44%  
Видеоматериалы: (1) 2,78%



Система даёт сбой: (5) 13.89%  
 Долго загружается: (5) 13.89%  
 Не засчитывает правильный ответ: (3) 8.33%  
 Неудобство браузера: (2) 5.56%  
 Никаких проблем нет: (2) 5.56%  
 Воздержались от ответа: (23) 63.89%

Таким образом, студентами была отмечена удобность и эффективность использования opensystem. Однако неудобством, по мнению студентов является техническое несовершенство системы, и единственным пожеланием было: больший объём творческих заданий в дистанционной среде.

### **Литература**

1. И.А. Лысых, Т.Ю.Салаева. Проблемы и перспективы дистанционного образования / Статья / И.А. Лысых, Т.Ю.Салаева // Статья о дистанционном образовании.
2. Дистанционное обучение [ Электронный ресурс ] : – Режим доступа <http://www.kakprosto.ru/kak-895014-kak-provoditsya-distancionnoe-obuchenie>
3. Электронное обучение [ Электронный ресурс ] : – Режим доступа [https://ru.wikipedia.org/wiki/ Электронное\\_обучение](https://ru.wikipedia.org/wiki/Электронное_обучение)
4. Михеева С.А., Свит Е.П. / Статья / "Опыт и перспективы использования электронного обучения в образовательной среде Педагогического университета".
5. Понятие дистанционное обучение [ Электронный ресурс ] : – Режим доступа [http://studbooks.net/1275522/pedagogika/ponyatie\\_distantsionnogo\\_obucheniya](http://studbooks.net/1275522/pedagogika/ponyatie_distantsionnogo_obucheniya)  
<http://g-sv.ru/drupal-7.33/node/32>



УДК 612.179.2  
ГРНТИ 76.29.30

## ИССЛЕДОВАНИЕ КАРДИОТРОПНОЙ АКТИВНОСТИ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ ТОРФА

### INVESTIGATION OF CARDIOTROPIC ACTIVITY OF HUMIC ACIDS OF PEAT

*Калашникова Елена Валерьевна, Логвинова Людмила Анатольевна,  
Бочарова Кристина Валерьевна, Слезко Ирина Павловна,  
Братишко Кристина Александровна*

Научные руководители: М.В. Зыкова, канд. фармацевт. наук, доц. кафедры химии СибГМУ;  
Т.В. Ласукова, проф. кафедры медико-биологических дисциплин ТГПУ, д-р биол. наук

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

*Ключевые слова:* гуминовые кислоты, торф, сердце, ишемия, реперфузия, кардиопротекция, NO-синтаза, антирадикальная активность.

*Key words:* active substance, humic substances, peat, heart, ischemia, reperfusion, cardioprotection, NO-synthase, antiradical activity.

*Аннотация.* Высокомолекулярные соединения гуминовой природы обладают кардиотропной активностью (кардиопротекторной и инотропной), механизм действия которых заключается в активации NO-синтазы (NOS). Такой механизм действия подтверждается в эксперименте, в ходе которого был введен блокатор NO-синтазы L-NAME (устранение кардиопротекторного эффекта). Предполагается, что повышение устойчивости кардиомиоцитов к действию ишемии/реперфузии после применения препарата связано с его антиоксидантным действием.

#### ***Введение***

Тематической проблемой современной кардиологии является сбережение сердца от различных травм. Главными симптомами таких повреждений являются: некроз кардиомиоцитов, реперфузионная сократительная дисфункция и аритмии. Сегодня интенсивно исследуется кардиотропная активность препаратов природного происхождения, обладающих более низкой токсичностью, в том числе большой интерес проявляется к исследованию биологических эффектов такой группы природных высокомолекулярных соединений как гуминовые кислоты (ГК).

Гуминовые кислоты представляют собой сложную смесь макромолекулярных органических соединений, содежащих большое количество различных кислород- и азотсодержащих функциональных групп, как ароматической, так и алифатической природы, в следствие чего ГК могут адсорбироваться на клеточной мембране клетки. А также они способны повышать устойчивость нейронов головного мозга и нефронов почек к действию ишемии и реперфузии, предотвращать

повреждение мышечных клеток сердца, обладать сосудорасширяющими свойствами. Эти факты позволили предположить, что ГК торфа могут проявлять кардиотропную активность при ишемии и реперфузии сердца [1].

Цель работы – исследование кардиотропной активности ГК торфа.

### **Методика**

Для исследования ГК отбирали низинный древесный торф с торфяного месторождения «Таган» Томской области. Гуминовые кислоты были получены экстракцией из воздушно-сухого измельченного торфа 0,1 М раствором гидроксида натрия. Из раствора ГК осаждали хлороводородной кислотой при pH 1-2, и отмывали на фильтре водой до pH 7, высушивали при комнатной температуре. Антирадикальная активность (АРА) ГК была исследована спектрофотометрическим методом на спектрофотометре Unicо 2800 по реакции взаимодействия с дифенилпикрилгидразином (ДФПГ). Как препарат сравнения был использован дигидрокверцетин. Регистрацию ЭПР спектров осуществляли в атмосфере воздуха на Bruker EMX EPR спектрометре X-частотного диапазона. Количество парамагнитных центров (ПМЦ) представляет собой интенсивность сигнала  $I_{\text{абс}}$ ,  $10^{16}$  спин/грамм. Для изучения миокардиальных эффектов ГК были использованы крысы-самцы линии Вистар весом 250–300 г. Все болезненные процедуры проводили на животных, наркотизированных этиловым эфиром. После торакотомии сердце извлекали и переносили в охлажденный (+4°C) раствор Кребса-Ханзелайта до прекращения спонтанных сокращений. Перфузию сердца проводили по методу Лангендорфа по открытому контуру. Регистрацию модификации давления в левом желудочке проводили с помощью устройства для электрофизиологических исследований MP35. Запись степени сократимости осуществляли 20 мин промежутка адаптации к условиям перфузии, на 10-й минуте перфузии раствором Кребса, включающий в себя ГК, а также на 5-й, 15-й и 30-й мин реперфузии. Проверкой были отдельные сердца крыс, которые подвергались перфузии по сходному плану раствором Кребса, не имеющим ГК. Исследование функции NOS в осуществлении действия ГК на миокард проводилось с помощью блокатора NOS L-NAME. Его прибавили в перфузионный раствор в итоговой концентрации 0,1 ммоль/л.

Статистика данных производилась с помощью пакетов программы STATISTICA 6.0.

### **Результаты**

Значение оксида азота как модулятора сократимости сердечной мышцы на сегодняшний день сводится к образованию негативного инотропного эффекта [2], поэтому уменьшение силы сокращений и

итогового нижнего давления изолированного сердца в случае интродукции в перфузионный раствор исследуемых ГК осуществляется с помощью оповестительного пути. В постишемическом интервале показатели давления, которое вырабатывает левый желудочек, превысили итоговые показатели при совместном понижении постишемической контрактуры. Можно предположить, что кардиотропный эффект ГК мог быть исходом интенсификации синтеза NO и цГМФ в сердечной мышце. Известно, что большое значение в обеспечении выносливости сердца к губительному влиянию коронароокклюзии и дальнейшей реперфузии играет система, связанная с цГМФ. Многие данные литературы указывают о позитивном значении оксида азота при ишемии сердца. Поэтому, понижение некротической гибели мышечных клеток сердца, развитие сократимости и понижение реперфузионной контрактуры при предварительном введении ГК может являться является возможным исходом возбуждения NO-синтазного оповестительного режима. Не исключается также антиоксидантный эффект кардиотропного действия ГК, т.к. одним из главных частей патогенеза сердечных повреждений мембран мышечных клеток сердца является окислительный стресс. Замедление липоперекисных воздействий приводит к снижению числа невозвратно травмированных кардиомиоцитов при аноксии-реоксигенации. В связи с этим стоит обратить внимание, что ГК обладают ярковыраженными антиоксидантными свойствами, на основании результатов определения антирадикальной активности спектрофотометрическими методами. Кинетические кривые (рис. 1) исследуемых ГК (в концентрации 0,1 мг/мл) показывают выраженную антирадикальную активность, поскольку интенсивность их радикалсвязывающей активности приближается к препарату сравнения (дигидродрокверцетину). К тому же время, за котороеДФП прореагирует с веществом на 50%, для ГК составило 2 минуты, также как и для дигидродрокверцетина. Результаты подтверждаются также данными ЭПР-спектроскопии: концентрация парамагнитных центров составила  $5.42 \cdot 10^{16}$  спин/г, что достаточно много.

### **Выводы**

1. Экспериментальное применение ГК оказывает кардиотоническое действие, выражающееся в снижении степени постишемической деструкции кардиомиоцитов.

2. В осуществлении миокардиальных эффектов ГК содержится предупредительный режим, сопряженный с возбуждением NO-синтазы и антиоксидантной активностью.

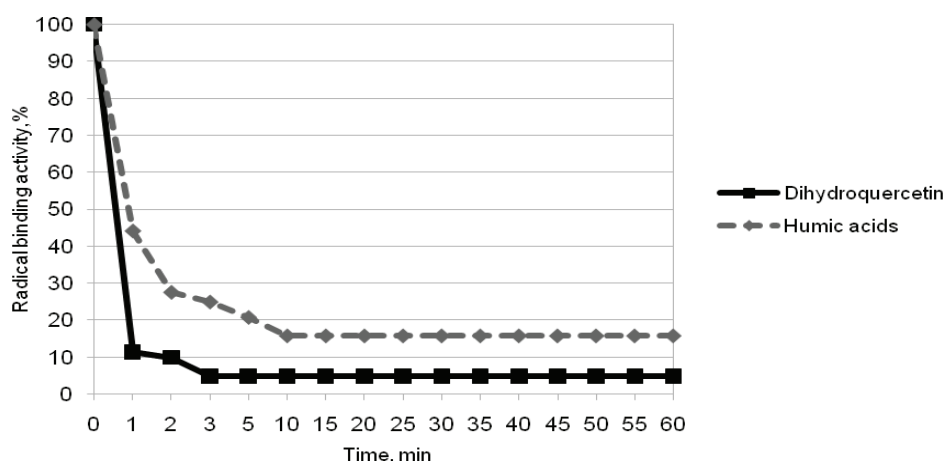


Рис. 1. Кинетические кривые для реакции ДФПГ с гуминовыми кислотами и дигидрокверцетином

## Литература

1. Ласукова, Т.В. Кардиопротективная активность *Ganoderma lucidum* при тотальной ишемии и реперфузии изолированного сердца / Т.В. Ласукова, Л.Н. Маслов, А.Г. Арбузов и др. // Бюллетень экспериментальной фармакологии и медицины. – 2014. – Т.158. – № 12. – С. 700-703.
2. Маслов, Л.Н. Аритмогенное действие лекарственных средств / Л.Н. Маслов, Ю.Н. Конковская, В.И. Метелица // Экспериментальная и клиническая фармакология. – 2005. – Т. 68. – №2. – С. 68-77.

УДК 616-06  
ГРНТИ 76.29.55

## ПАРОДОНТОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА ПАЦИЕНТОВ НА ФОНЕ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ

## EVALUATION OF PERIODONTAL STATUS OF PATIENTS WITH ARTERIAL HYPERTENSION

*Кузнецова Дарья Олеговна*

Научный руководитель: Ю.М. Падеров, канд. мед. наук, доцент

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

**Ключевые слова:** стоматология, пародонт, артериальная гипертензия, пародонтит.

**Key words:** dentistry, periodontal, periodontitis, arterial hypertension.

**Аннотация.** В данной статье обосновывается наличие взаимосвязи заболеваний пародонта с артериальной гипертензией. На сегодняшний день не существует единой теории возникновения заболеваний пародонта. С увеличением численности людей, страдающих артериальной гипертензией, увеличивается число пациентов с патологией пародонта. Врач-пародонтолог должен уделять особое внима-

ние не только общей гигиене полости рта, но и общему состоянию организма, выясняя наличие соматических патологий. Только комплексный подход к лечению заболеваний пародонта, может способствовать стабилизации данного процесса.

Заболевание пародонта является полиэтиологической патологией. Основную роль в развитие воспалительного процесса играет патогенная микрофлора полости рта. Влияние общесоматических заболеваний на развитие патологии пародонта до конца не изучено, но зачастую, при удовлетворительном гигиеническом статусе пациентов, в полости рта развиваются тяжелые воспалительные процессы сопровождающиеся образованием пародонтальных карманов с врастанием эпителия и грануляционной ткани, и как итог, приводящие к деструкции костной ткани альвеолярного отростка.

Патологические процессы в тканях пародонта и заболевания слизистой оболочки полости рта при артериальной гипертензии объясняются нарушением системы микроциркуляторного русла (МЦР), в частности, в регионе головы и шеи, что влияет на трофику тканей зубочелюстной системы, способствуя более активному протеканию патологических процессов в периодонте и твёрдых тканях зубов [1,2].

Степень нарушения микроциркуляции при первичной артериальной гипертензии в значительной степени зависит от морфологических и структурных особенностей регионального сосудистого русла реологических свойств крови, и, безусловно, от состояния физиологических систем регуляции артериального давления [2].

Сосуды зубных сплетений оказываются уязвимы в силу своих анатомических особенностей. Нарушение в микроциркуляторном русле тканей пародонта становится основой воспалительно-деструктивных заболеваний слизистой оболочки полости рта и тканей пародонта [3,4].

Для установления связи между возникновением воспалительного процесса в тканях пародонта при гипертонической болезни, был проведен стоматологический осмотр 166 пациентов с артериальной гипертензией. В группу контроля вошли 40 пациентов без соматических заболеваний в анамнезе.

Целью нашего исследования являлось:

1. Изучение особенностей клинического и функционального состояния слизистой оболочки полости рта и тканей пародонта у больных с гипертонической болезнью;
2. Наличие корреляционной связи между выраженностью заболеваний пародонта и степенью артериальной гипертензии;
3. Обоснование целесообразности комплексного подхода к лечению заболеваний пародонта.

В ходе исследования, выяснялись жалобы пациента, анамнез жизни, анамнез заболевания, наличие ассоциированных, сопутствующих патологий. Пациентам было проведено измерение массы тела и уровень артериального давления. С целью определения наличия ассоциированных заболеваний, пациентам предлагалось пройти анонимное анкетирование.

В ходе стоматологического обследования был проведен общий осмотр полости рта, определение подвижности зубов, зондирование пародонтальных карманов и измерение их глубины с использованием пародонтологического зонда. Для изучения состояния пародонта проводилась клиническая оценка с использованием индексов: Мюллера-Саксера, СРITN, Рассела, РМА.

Анализ субъективных и объективных методов исследования показал, что 84% пациентов с установленной артериальной гипертензией страдают заболеваниями пародонта. Из них, у 56% наблюдается артериальная гипертензия 1 степени, 29% – 2 степени, у 15% – 3 степени.

При анализе стоматологического обследования, были получены следующие результаты: у пациентов, страдающих артериальной гипертензией 1 степени, наблюдалась значительная отечность, синюшность десневого края, рыхлость десневых сосочков, ретракция десны, подвижность зубов 1 и 2 ст., обильные над- и поддесневые зубные отложения, пародонтальные карманы глубиной до 3,5 мм, РМА-27-54%.

Пациентка Р. Диагноз: хронический генерализованный пародонтит легкой степени тяжести в стадии обострения. Определяются значительные над- и поддесневые отложения, межзубные сосочки отечны, десна гиперемирована, кровоточит при зондировании, глубина карманов до 4 мм.

У пациентов со 2 степенью артериальной гипертензии наблюдались схожие клинические проявления. Индекс кровоточивости составил 2-3 ст., наблюдалась подвижность зубов 2 степени, размер пародонтальных карманов варьировал от 4 до 6 мм, РМА-30-50%.

Пациент Б. 54 года. Диагноз: хронический генерализованный пародонтит средней степени тяжести в стадии обострения. Десна гиперемирована, отечна, кровоточит при зондировании, глубина карманов до 5,3 мм. Индекс кровоточивости-3, индекс подвижности-2, РМА-4,7.

При артериальной гипертензии 3 степени наблюдались выраженные изменения в тканях пародонта, размер пародонтальных карманов более 4,5-6,0 мм. местами с гнойным отделяемым. Наблюдался выраженный отек, индекс кровоточивости варьировал в пределах 2-3 степени, РМА-в пределах 6,3.

Пациент Е. 32 года. Диагноз: хронический генерализованный пародонтит тяжелой степени в стадии обострения. Десна гиперемирова-

на, отечна, кровоточит при зондировании, глубина карманов более 6 мм. Индекс кровоточивости-3, индекс подвижности-3, РМА-6,7.

Анализ субъективных и объективных методов обследования показал, что у больных хроническим генерализованным пародонтитом на фоне артериальной гипертензии состояние пародонта существенно хуже, чем в группе сравнения. Жалобы на кровоточивость и болезненность десен, подвижность зубов и повышенную чувствительность шеек к различным раздражителям, чаще предъявляли больные хроническим генерализованным пародонтитом на фоне гипертонической болезни.

Анализ показал, что зубы с подвижностью первой и второй степеней в основной группе встречаются в 2 раза чаще, чем в группе сравнения. Зубы с третьей степенью подвижности встречались только в основной группе. Серозное отделяемое из пародонтальных карманов регистрировалось у больных основной группы (60%).

Определяется прямая корреляционная связь между артериальной гипертензией и поражением пародонта (0,6).

Поражение сосудов микроциркуляторного русла, играет ключевую роль в развитии воспалительно-деструктивных заболеваний тканей пародонта. Повешение активации симпатического отдела вегетативной нервной системы вызывает микроциркуляторные расстройства и дисфункцию центров, регулирующих сосудистый тонус и артериальное давление, что, в свою очередь, приводит к развитию артериальной гипертензии. Гипоксия тканей пародонта, возникающая на фоне артериальной гипертензии, способствует ухудшению окислительно-восстановительных процессов, влекущих за собой атрофию мягких тканей.

По результатам исследования, 76 % пациентов с артериальной гипертензией страдают ожирением, что отягощает развитие и течение заболеваний пародонта. Наблюдается выраженная корреляционная связь между повышенным артериальным давлением и ожирением (0,59).

Данные клинических и экспериментальных исследований позволяют утверждать о том, что висцеральное ожирение на артериальной гипертензии, индуцирует состояние подобное хроническому воспалению. Компонентами этого процесса являются выделение жировой тканью провоспалительных медиаторов, оксидативный стресс, повышение симпатической активности, что способствуют развитию эпителиальной дисфункции, и влечет за собой повышенную склонность к тромбообразованию и развитию гипертензии.

Корреляционная связь заболеваний пародонта с ожирением составляет 0,56.

На сегодняшний день недостаточно изучена взаимосвязь заболеваний пародонта с общесоматическими расстройствами, возникшими на фоне артериальной гипертензии. С увеличением численности людей, страдающих артериальной гипертензией, увеличивается численность пациентов с хроническими заболеваниями пародонта, не способными входить в состояние полной ремиссии. Комплексный подход к лечению пародонтита, своевременное лечение и контроль артериального давления повысит эффективность в борьбе с заболеваниями пародонта.

### **Литература**

1. Официальный сайт Всемирной организации здравоохранения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.who.int/ru> (дата обращения: 25.03.17).
2. Зеленова, Е. Г. Микрофлора полости рта: норма и патология / Е. Г. Зеленова, М. И. Заславская, Е. В. Салина, С. П. Рассанов. – Нижний Новгород, 2004. – 158 с.
3. Цепов, Л. М. Практическая терапевтическая стоматология / Л. М. Цепов, А. И. Николаев. – Москва, 2014. – С. 815-840.
4. Грудянов, А. И. Диагностика в пародонтологии / А. И. Грудянов, А. С. Григорьян, О. А. Фролова. – Москва, 2004. – 104 с.

УДК 616.9  
ГРНТИ 76.03.55

## **СЛУЧАЙ ПЕРИНАТАЛЬНОЙ ПЕРЕДАЧИ ВИЧ-ИНФЕКЦИИ В ТОМСКЕ**

### **A CASE OF PERINATAL TRANSMISSION OF HIV INFECTION IN TOMSK**

*Кунгурова Елена Александровна*

Научный руководитель: Ю.В. Минакова, канд. мед. наук, ассистент

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

**Ключевые слова:** Вич-инфекция, беременность, перинатальная смертность, новорождённый.

**Key words:** Hiv-infection, pregnancy, perinatal mortality, newborn.

**Аннотация.** ВИЧ-инфекция – инфекция, вызванная вирусом иммунодефицита человека. ВИЧ-инфекция распространена во всем мире. Согласно статистике Всемирной организации здравоохранения, каждый год диагноз ВИЧ-инфицированного ставится 2 млн. человек. ВИЧ-инфекция в России, как и в мире в целом, продолжает набирать темпы. Наиболее частым и тяжёлым осложнением гестации является перинатальное инфицирование плода ВИЧ. Риск вертикальной передачи ВИЧ колеблется в различных регионах от 13 до 52%. В период беременности (если не проводилась программа противовирусной защиты) возбудитель передается плоду в 20-25% случаев; при проведении названной программы риск можно сни-



зить до 7,5%. У 10-20% родившихся детей инфицирование может происходить во время грудного вскармливания.

**Цель работы:** на примере конкретного клинического случая показать вероятность летального исхода жизни новорожденного от ВИЧ-инфицированной матери при отсутствии антиретровирусной терапии.

По данным истории болезни пациент Г., 4 мес., поступил в ДИБ им. Г.Е. Сибирцева по направлению врача приемного покоя Детской больницы №1, доставлен бригадой скорой помощи. Со следующими жалобами: жидкий стул 3-5 раз в сутки, влажный кашель, насморк, лихорадка ( $t=38^{\circ}\text{C}$ ), вялость, недомогание. Диагноз при поступлении: 1. Вирусный гепатит, неуточнённый, безжелтушная форма, соп.: ОРЗ, фаринготонзилит, бронхит. 2. Инфекционный мононуклеоз, типичный, соп.: кандидозный стоматит, дисбактериоз кишечника. Из акушерского анамнеза: ребёнок от 4-ой беременности, 2-х родов. На учете по беременности не наблюдалась. Роды в 38 недель. Вес при рождении 3255 г, рост 50 см, выписаны на 5 день. Период новорожденности протекал без особенностей. Ребёнок с рождения находился на грудном вскармливании. Мать ребенка в прошлом употребляла инъекционные наркотические средства с 15 до 19 лет, в настоящее время употребление наркотиков отрицала. В 2010 г. был выявлен хронический вирусный гепатит С, противовирусную терапию не получала. На учете на педиатрическом участке ребенок не находился, т.к. мать с ребенком постоянно меняла место жительства.

При поступлении состояние пациента средней тяжести,  $t=36^{\circ}\text{C}$ . Тонзиллярные л/у 0,5-0,7 см., подвижные, безболезненные. Кашель влажный, редкий. Стоматит. Печень выстоит из-под края реберной дуги +3, +3 см., 1/3, край эластичный. Селезёнка + 1 см. По данным клинического обследования и учитывая социальный статус матери, дежурный врач назначил обследование ребенка на ВИЧ инфекцию, было получено письменное разрешение матери ребенка. По данным клинико-лабораторных исследований: ПЦР на ДНК ВИЧ – обнаружено, более 1500000 копий/мл; CD4+ лимфоциты клеток/мл 163, CD8+ лимфоциты 342, CD3+ лимфоциты 524, CD4+/CD8+ 0,48. Клиника во время госпитализации: лихорадка до  $38,5^{\circ}\text{C}$ , изменения по органам и системам сохранялись. Далее состояние ухудшилось, появились признаки дыхательной недостаточности, сохранялась выраженная интоксикация, диагностирована левосторонняя нижнедолевая пневмония. Консультация инфекциониста центра Анти-СПИД диагноз: R 75 (перинатальный контакт по ВИЧ-инфекции). Нарастали признаки ДН, нарушение гемодинамики, гепатоспленомегалия. На 12 день госпитализации

больной переведен на ИВЛ, повторно консультация инфекциониста центра Анти-СПИД диагноз: ВИЧ-инфекция 2 В стадия (острая, молниеносная), в сочетании с пневмоцистной пневмонией двусторонней. С 12 по 26 день госпитализации ребенок находился в ОРИТ, состояние прогрессивно ухудшалось, нарастали признаки дыхательной недостаточности ДН<sub>3</sub>, полиорганной недостаточности. На 26 день госпитализации произошла остановка кровообращения, проводились реанимационные мероприятия, зафиксирована смерть.

**Выводы.** На современном этапе прогрессирование ВИЧ-инфекции зависит в основном от эффективности антиретровирусной терапии. Мать ребенка во время беременности антиретровирусную терапию не получала, в этом случае риск передачи инфекции новорожденному возрос до 70%, В дальнейшем ребенок находился более 4 мес на грудном вскармливании, что повысило риск инфицирования еще на 50%. Данный ребенок антиретровирусную терапию не получал, в основном этим и изложенными выше фактами был предопределен летальный исход. Также высокая концентрация вирусной ДНК в крови (более 1 500 000 копий/мл) и низкий уровень CD<sup>4+</sup>- лимфоцитов (163 клеток/мл) являлись неблагоприятными прогностическими факторами скорости прогрессирования ВИЧ-инфекции. Спасти жизнь ребенка не представлялось возможным, учитывая основное заболевание.

УДК 618.3-06  
ГРНТИ 76.29.48

## **ЦЕНТРАЛЬНОЕ ПРЕДЛЕЖАНИЕ ПЛАЦЕНТЫ: МОЖНО ЛИ КОНТРОЛИРОВАТЬ СИТУАЦИЮ?**

### **CENTRAL PLACENTA PREVIA: IS IT POSSIBLE TO CONTROL THE SITUATION?**

*Кунгурова Елена Александровна*

Научный руководитель: Т.В. Иванова, канд. мед. наук, ассистент

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

*Ключевые слова:* беременность, материнская смертность, центральное предлежание плаценты.

*Keywords:* pregnancy, maternal mortality, central placenta previa.

*Аннотация.* В мире отмечается рост центрального предлежания (ЦП) плаценты. Частота возникновения предлежания составляет в среднем от 0,1% до 1% от общего числа родов. ЦП плаценты является причиной материнской смертности в 0,9% случаев, перинатальной смертности в 17-26%, а также причиной потери репродуктивной функции.

Цель работы: определить частоту центрального предлежания плаценты и истинного приращения у жительниц Томска и Томской области, а также выявить факторы риска формирования центрального предлежания плаценты.

Проведено ретроспективное исследование историй родов 52 беременных с диагнозом центрального предлежания плаценты, родоразрешенных в 2015–2016 гг. и их новорождённых. Проведен анализ особенностей акушерского и гинекологического анамнеза, сопутствующих заболеваний, срока постановки диагноза, наличия истинного приращения, срока родоразрешения, объёма проводимой операции, продолжительности операции, интраоперационных осложнений, объёма кровопотери и длительности госпитализации. После рождения у новорожденного оценивался пол, вес, оценка по шкале Апгар в конце первой минуты и через 5 мин.

В структуре всех родов за 2015-2016 года центральное предлежание плаценты в 0,8% случаев. В структуре показаний к кесареву сечению ЦП составило 1,8%. Средний возраст женщин  $32,9 \pm 0,9$  года.

Среди женщин группы исследования 2(3,9%) были первобеременные, 50(96,1%) – повторнобеременные.

У повторнобеременных -50(96,1%) в гинекологическом анамнезе: эктопия шейки матки – 21 (42%), воспалительные заболевания женских половых органов -8 (16%), инфекции, передающиеся половым путём – 6 (12%) , состояние после келифэктомии – 3 (6%), эндометриоз – 2 (4%), аномалии развития внутренних половых органов – 1 (2%).

Диагноз ЦП плаценты был поставлен 47 (90,4%) беременным, срок постановки  $22 \pm 1,3$  неделя.

У 25 женщин (48%) анамнез отягощен искусственным абортom. Один аборт у 12 (48%) женщин, 2 аборта у 5 (20%) рожениц, 3 аборта у 7 (28%), 6 абортов у 1 беременной (4%). Самопроизвольный выкидыш в анамнезе у 7 (%) рожениц, замершая беременность в 6 (11,5%) случаях.

У 27 (52 %) женщин в анамнезе имеется кесарево сечение, из них 1 кесарево сечение было проведено в 13( 48,1%) случаев, 2 операции имеются у 11 (40,7%) женщин, 3 операции кесарева сечения в анамнезе имели 2 (7,4%) женщины и 4 операции – 1(3,7%) женщина.

В структуре показаний к кесареву сечению были материнские факторы – 11(42,3%): тяжелые формы гестоза – 4(36,4%), несостоятельность рубца на матке – 5(45,5%), преждевременная отслойка плаценты; плодовые факторы, требующие немедленного оперативного вмешательства в 6(23%) случаев: неправильное положение плода – 4(66,7%), дистресс плода – 2(33,3%); а также относительные показания – 15(57,7%): клинически узкий таз – 2(13,3%), слабость родовой

деятельности – 6(40%), симфизит – 2(13,3%), крупный плод – 3(20%), ДИОВ – 2(13,3%).

Из группы исследуемых женщин с наличием в анамнезе кесарева сечения рубец на матке имеется у 26 (96,3%) женщин. Из них рубец после одного кесарева сечения имели 12 (46,1%) женщин, после двух операций – 11(42,3%), 3 рубца в анамнезе у 2(7,7%) беременных и 4 рубца у 1 (3,9%).

Все женщины были родоразрешены путем кесарева сечения. Из них в экстренном порядке 11(21,2%): при доношенном сроке 1(9,1%), при недоношенном 10(90,9%). В плановом порядке 41(78,8%): при доношенном сроке 19(46,3%), при недоношенном сроке 22(53,7%). Досрочное родоразрешение в срок 35,1±0,5 недель (61,5%).

Объем оперативного вмешательства был следующим: лапаротомия по Пфанненштилю, большое кесарево сечение (БКС) в нижнем маточном сегменте поперечным разрезом в 20(38,5%) случаев; нижнесрединная лапаротомия, БКС в нижнем маточном сегменте поперечным разрезом у 15(28,9%) женщин; лапаротомия по Пфанненштилю с иссечением старого рубца на коже, БКС в нижнем маточном сегменте поперечным разрезом у 11(21,2%); нижнесрединная лапаротомия с иссечением старого рубца на коже, БКС корпоральным разрезом, лапаротомия по Джоел-Кохен с иссечением старого операционного рубца, БКС в нижнем маточном сегменте и нижнесрединная лапаротомия с обхождением пупка слева, БКС корпоральным разрезом были выполнены по 2(3,8%) роженицам.

При анализе интраоперационных осложнений в 32(61,5%) случаях были наложены многочисленные гемостатические узловые швы на кровоточащие участки плаценты с эффектом. Среди 52 женщин с диагнозом центральное предлежание плаценты у 20 (38,5%) выявлено истинное приращение плаценты, что послужило поводом для выполнения тотальной гистерэктомии без придатков.

Патологическая кровопотеря зарегистрирована в 100% случаев. Средний объем кровопотери у женщин составил 2263,5±43,5 мл (от 500 до 9000 мл). Средняя продолжительность операции составила 66±5,6 минут (от 25 до 161 минуты).

Средний вес детей 2612,5±12,8 г. Средняя оценка по шкале Апгар (сразу после рождения и через 5 минут) составила 7,75± 0,3, 8,35±0,3 соответственно. Длительность госпитализации женщин в среднем составила 13,6±1,54 дней (от 4 до 29).

Заключение результатов патоморфологического исследования плаценты имелось у 52(100%) рожениц, из них у 20(38,5%) картина истинного приращения плаценты и у всех 52(100%) хроническая плацентарная недостаточность.

**Выводы:** Частота центрального предлежания плаценты у жительниц Томска и Томской области в 2015–2016 гг. составила 0,8% случаев.

Частота истинного приращения плаценты в группе женщин с центральным предлежанием составило 38,5%.

Основными причинами предлежания плаценты в группе исследования были рубец на матке (50%) и искусственный аборт (48%), воспалительные заболевания женских половых органов (16%).

В целях предотвращения абортов важную роль играют планирование семьи и надежная контрацепция.

Необходим строгий подход к выбору показаний к оперативному родоразрешению, особенно в случаях повторного кесарева сечения, соблюдение техники операции.

С целью профилактики патологической кровопотери при оперативном родоразрешении по поводу ЦП необходима ранняя диагностика, прогнозирование осложнений и выполнение операции кесарева сечения высококвалифицированной бригадой анестезиологов и акушер-гинекологов.

---

#### Литература

1. Айламазян Э.К., Кулаков В.И., Радзинский В.Е., Савельева Г.М. Акушерство: национальное руководство / Э.К. Айламазян [и др.]- Москва: Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа», 2014 г.1047-1052 с.
2. Медяникова И.В. Акушерские и перинатальные аспекты аномальной плацентации: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Пермь, 2007. [Medjannikova IV. Akusherskie i perinatal'nye aspekty anomal'noj placentacii. [dissertation]. Perm'; 2007. (In Russ.)]
3. Bennich G. Placenta percreta treated using anew surgical. Euro J Obstetric Gynecology Reproduce Biol. 2005;(1):122-125.
4. Farine D, Peisner DV. Placenta previa – is the traditional diagnostic approach satisfactory. Clin Ultrasound. 2005;(1):328-330.
5. Балмагамбетова Г.Н., Айдымбекова А.Б. Операционные исходы при предлежании плаценты//Вестник КазНМУ,2016,№1,с.18-19.
6. Зверко В.Л., Авер Ж.К., Федин А.В. Варианты остановки и профилактики маточного кровотечения при центральном предлежании плаценты// Журнал Гродненского государственного медицинского университета, 2013, №1, с.98-99.
7. Фадеева Н.И., Бельницкая О.А., Мяделец И.А., Сердюк Г.В., Николаева М.Г. Факторы риска формирования предлежания плаценты // Журнал акушерства и женских болезней, 2016, №3, с.25-31.

## **ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ У СПОРТСМЕНОВ РАЗЛИЧНЫХ СПЕЦИАЛИЗАЦИЙ**

## **OTSENKA FIZICHESKOY RABOTOSPOSOBNOSTI U SPORTSMENOV RAZLICHNYKH SPETSIALIZATSIY**

*Матвеева Варвара Константиновна*

Научный руководитель: А. В. Кулемзин, канд. мед. наук, доцент

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

*Ключевые слова:* физическая работоспособность, спортсмены различных специализаций, физические нагрузки.

*Key words:* Physical performance, athletes of various specializations, physical activity.

*Аннотация.* Оценка физической работоспособности имеет довольно большое значение, как при построении тренировочного процесса, так и при определении тактики в соревновательном выступлении. С одной стороны она позволяет избежать физических перегрузок, с другой – обеспечить такие физические нагрузки, которые способны формировать тренировочные эффекты [1].

Нами были обследованы представители циклических видов спорта – легкоатлеты и ациклических видов спорта – футболисты.

Оценка физической работоспособности проводилась методом общепринятых стандартных нагрузок – Гарвардский степ-тест [2] и тест PWC<sub>170</sub> (Physical Working Capacity) [2].

Во время выполнения физических нагрузок в организме происходят функциональные сдвиги – повышается артериальное давление (АД), повышается частота сердечных сокращений (ЧСС), и чем выше эти сдвиги, тем ниже уровень подготовленности спортсмена.

Первую группу составили легкоатлеты (12 человек), вторую – футболисты (11 человек). В группы вошли студенты факультета физической культуры и спорта, сопоставимые по возрасту.

Оценка работоспособности с помощью Гарвардского степ-теста осуществлялась на основании скорости восстановительных процессов после выполненной нагрузки.

Методика проведения теста. Физическая нагрузка задается в виде восхождений на ступеньку. Высота ступеньки составляла 50 см и время выполнения мышечной работы – 5 мин. Во время тестирования испытуемому предлагается совершать подъемы на ступеньку в заданном темпе – с частотой 30 раз в 1 мин. Темп движений задается метрономом, частоту которого устанавливают на 120 уд/мин. Подъем и спуск

состоят из четырех движений, каждому из которых будет соответствовать один удар метронома: 1 – испытуемый ставит на ступеньку одну ногу, 2 – ставит на ступеньку другую ногу, 3 – ставит назад на пол ногу, с которой начал восхождение, 4 – ставит на пол другую ногу.

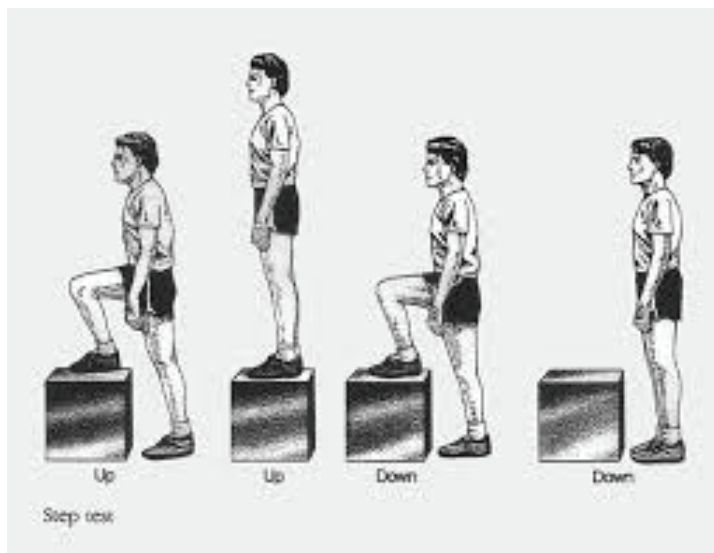


Рис. 1. Гарвардский степ-тест

В положении стоя на ступеньке ноги должны быть прямыми, туловище должно находиться в строго вертикальном положении. При подъеме и спуске руки выполняют обычные для ходьбы движения. Во время выполнения теста можно несколько раз сменить ногу, с которой начинается подъем.

После окончания физической нагрузки испытуемый отдыхает сидя 1 минуту. Начиная со 2-й мин., у него 3 раза по 30-секундным отрезкам времени подсчитывается число пульсовых ударов: с 61-й до 90-й секунды восстановительного периода, со 121-й до 150-й со 181-й до 210-й секунды.

Результаты тестирования выражаются в условных единицах в виде индекса Гарвардского степ-теста (ИГСТ), отражающего уровень общей физической работоспособности. Эту величину рассчитывают из следующего уравнения:

$$\text{ИГСТ} = \frac{t \cdot 100}{(p1+p2+p3) \cdot 2}$$

где  $t$  – время выполнения физической нагрузки в секундах;  $p1+p2+p3$  – сумма пульсовых ударов за первые 30 секунд каждой минуты, (начиная со 2-й) восстановительного периода. Величина 100 необходима для выражения ИГСТ в целых числах; цифра 2 – для перевода суммы пульса за 30-секундные промежутки времени в число сердцебиений за минуту.

Результаты данного теста представлены на графике.

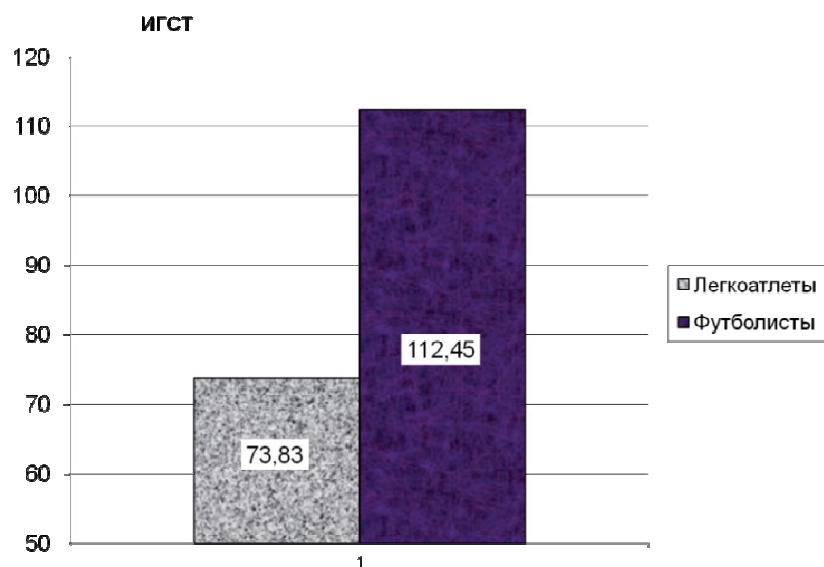


Рис. 2. Индекс Гарвардского степ-теста

Достоверность различий результатов между группами оценивалась с использованием  $t$  – критерия Стьюдента ( $p < 0.05$ ) [3].

Второй тест  $PWC_{170}$  выполнялся на безинерционном велоэргометре Tunturi.  $PWC_{170}$  – двухнагрузочный 5-ти минутный тест с 3-х минутным интервалом отдыха.



Рис. 3. Тест  $PWC_{170}$



Методика проведения теста. Нагрузки составили 80 Вт и 160 Вт, частота педалирования – 60 оборотов в минуту. На пике 1-й 2-й нагрузок измеряли систолическое артериальное давление (САД) и (ЧСС).

В довольно большом диапазоне мощностей физических нагрузок взаимоотношения между ЧСС и мощностью нагрузки оказываются практически линейными, что говорит о возможности линейной экстраполяции при расчете  $PWC_{170}$  по двум относительно небольшим нагрузкам.

Анализ многочисленных результатов исследования спортсменов различных специализаций в возрасте от 18 до 30 лет показал, что линейный участок кривой зависимости ЧСС от интенсивности нагрузки находится в пределах от 120 до 170 уд/мин. Этот важный с методической точки зрения факт объясняет, почему именно эта ЧСС, а не более высокая, выбрана для пробы  $PWC_{170}$ . [2].

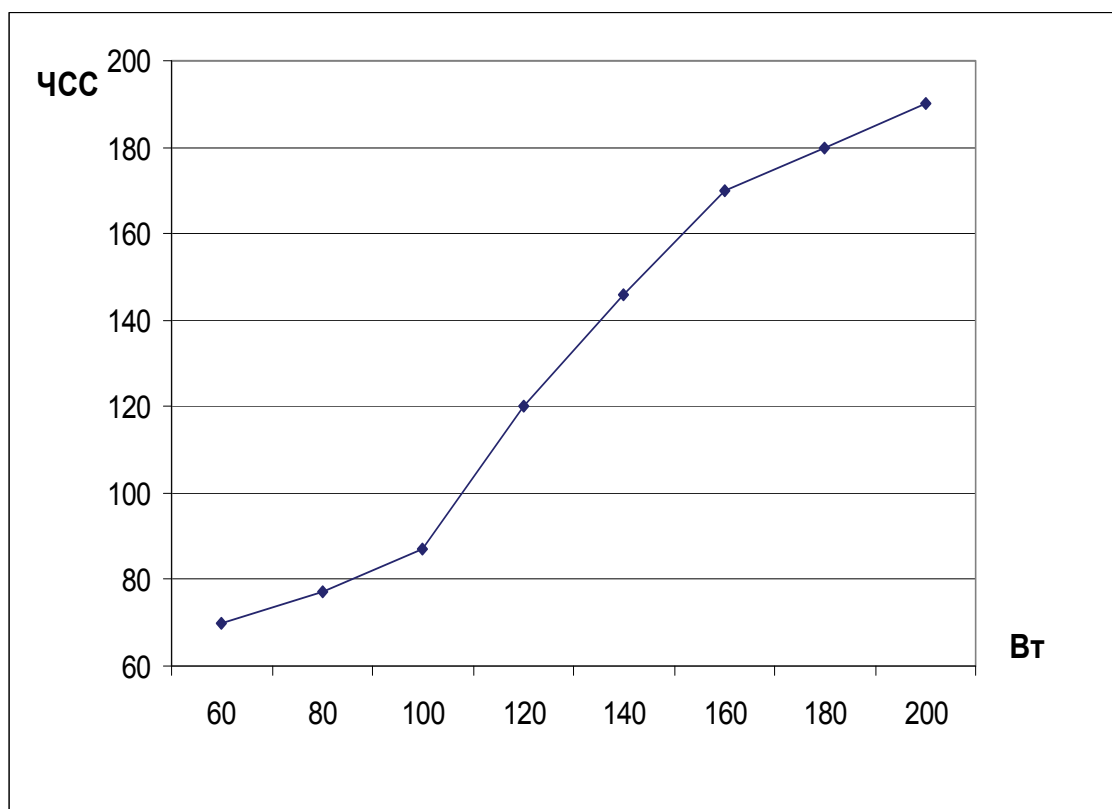


Рис. 4. Зависимость ЧСС от мощности нагрузки

Мышечная работа, характеризующаяся тахикардией порядка 170 уд/мин, вызывает весьма значительные сдвиги в деятельности систем дыхания и кровообращения у спортсменов. Эти сдвиги обычно составляют в среднем 75–80% от максимально эффективных изменений при мышечных нагрузках.

$$PWC_{170} = 1n + \frac{(2n - 1n)(170 - ЧСС_1)}{ЧСС_2 - ЧСС_1}$$

где 1н – 1-я нагрузка (80 Вт);

2н – 2-я нагрузка (160 Вт);

ЧСС1 – частота сердечных сокращений на пике 1-й нагрузки;

ЧСС2 – частота сердечных сокращений на пике 2-й нагрузки;

Существенное влияние на эту величину оказывают особенности физического развития. Абсолютные значения  $PWC_{170}$  находятся в прямой зависимости от размеров тела. Поэтому для нивелирования индивидуальных различий в весе определяют относительные величины  $PWC_{170}$ , рассчитанные на 1 кг веса тела [2].

Результаты данного исследования представлены на графике:

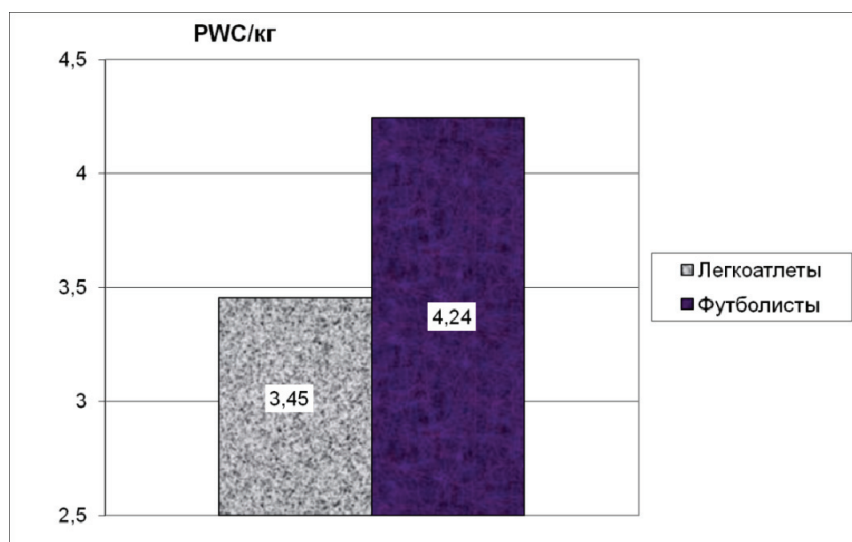


Рис. 5. Показатели теста  $PWC_{170}$

Нами был также определен на пике 2-й нагрузки такой показатель – двойное произведение (ДП), отражающий мощностные затраты сердечной мышцы на выполненную нагрузку [4].

$$ДП = \frac{САД \cdot ЧСС}{100}$$

где САД – систолическое артериальное давление;

ЧСС – частота сердечных сокращений;

100 – коэффициент для удобства расчетов;

Таким образом, мы видим, что физическая работоспособность у футболистов достоверно выше, чем у легкоатлетов, что подтверждается показателем «ДП». Цена выполненной нагрузки у футболистов достоверно ниже в сравнении с легкоатлетами.

Это можно объяснить тем, что у легкоатлетов довольно постоянный и рисунок нагрузки, и ее мощность; в то время, как у футболистов

нестандартным образом и резко меняется и рисунок нагрузки, и ее мощность в зависимости от ситуации на поле.

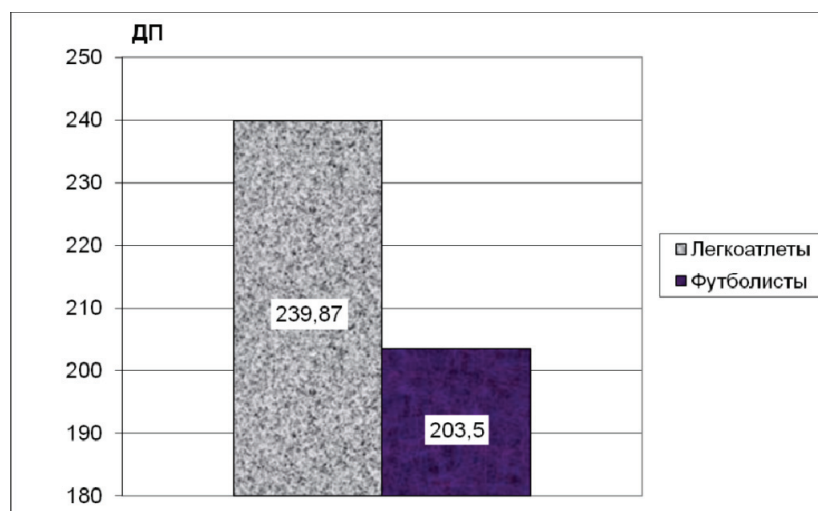


Рис. 6. «Стоимость» выполненной нагрузки у обследуемых групп

### Литература

1. Спортивная физиология: Учеб. для ин-тов физ. культ. / Под ред. Я. М. Коца. – Москва: Физкультура и спорт, 1986. – 240 с.
2. Тестирование в спортивной медицине / В. Л. Карпман, З. Б. Белоцерковский, И. А. Гудков. – Москва: Физкультура и спорт, 1988. – 208 с.
3. Каминский Л.С. Статистическая обработка лабораторных и клинических данных. – Москва: Медицина, – 1964, – 252 с.
4. Аронов Д.М., Лупанов В.П., Шарфнадель М.Г. и др. Классификация функционального состояния больных ишемической болезнью сердца по результатам пробы с физической нагрузкой// Тер. Арх. – 1980. – №1. – С.19–22.

УДК 376.37  
ГРНТИ 14.29.01

## НЕТРАДИЦИОННЫЕ МЕТОДЫ КОРРЕКЦИИ НАРУШЕНИЙ РЕЧИ У ДЕТЕЙ

## NON-TRADITIONAL METHODS OF CORRECTION OF SPEECH IN CHILDREN

*Мисник Полина Александровна*

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

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

*Ключевые слова:* логопедия, нетрадиционные методы, коррекция речи, биоэнергопластика, су-джок терапия, музыкотерапия, сказкотерапия, нарушение речи.

*Key words:* speech therapy, non-traditional methods, speech correction, bioenergo-plastics, su-jok therapy, musictherapy, skazkoterapiya, speech impairment.

*Аннотация.* Современная логопедия находится в постоянном активном поиске путей совершенствования и оптимизации в преодолении речевых нарушений.

В настоящее время особенно актуально стоит вопрос о владении каждым логопедом современными коррекционными технологиями и методиками, применении их в практической деятельности. Цель данной работы состоит в изучении современных нетрадиционных методик коррекции нарушений речи у детей и их эффективности. В статье освещаются современные методики по коррекции нарушений речи, приводятся описания причин нарушения речевых функций и видов нарушений речи. Эти методики оптимизируют процесс коррекции речи и помогают достижению максимально возможных результатов в преодолении речевых нарушений.

Современная логопедия находится в постоянном активном поиске путей совершенствования и оптимизации в преодолении речевых нарушений.

В настоящее время особенно актуально рассматривается вопрос о овладении каждым логопедом современными коррекционными технологиями и методиками и применении их в практической деятельности. Применение современных технологий в деятельности логопеда сегодня является новой ступенью в образовательном процессе.

*Цель работы:* изучить современные нетрадиционные методы коррекции нарушений речи у детей и их эффективность.

Причиной нарушения речи считается такое воздействие внешних и внутренних неблагоприятных факторов или их совокупности, при которых возникают речевые нарушения различного рода. Однако причинами можно считать только те факторы, без воздействия которых нарушения не происходят [1].

Среди причин, вызывающих нарушения речи, выделяют биологические и социальные факторы. Биологические причины являют собой вредоносные факторы, которые воздействуют главным образом в период внутриутробного развития и родов (гипоксия плода, родовые травмы и т.п.), а также в первые месяцы жизни (мозговые инфекции, травмы и т.п.). Речевые нарушения, которые возникли под влиянием какого-либо вредоносного фактора, сами не исчезают и без специально коррекционной логопедической работы могут отрицательно сказаться на всем дальнейшем развитии ребенка.

Социально-психологические факторы связаны с психической депривацией детей. Отрицательное влияние на речевой онтогенез могут оказывать необходимость усвоения ребенком одновременно двух языковых систем, излишняя стимуляция речевого развития ребенка, неадекватный тип воспитания ребенка, педагогическая запущенность, отсутствие должного внимания к развитию речи ребенка, дефекты речи окружающих. В результате действия этих причин у ребенка могут наблюдаться нарушения развития различных сторон речи.

К основным видам нарушения речи можно отнести:

- дисфония/афония – изменения на патологическом уровне строения аппарата, отвечающего за формирование голоса, которые приводят к тому, что происходят его изменения;
- брадилалия – патологически замедленный темп речи;
- тахилалия – патологически ускоренный темп речи;
- заикание – сокращения мышц речевого аппарата в виде судорог, которые не позволяют ребенку правильно организовать свою речь;
- дислалия – нарушение звукопроизношения при сохранном слухе и сохранной иннервации мышц речевого аппарата;
- дизартрия – нарушение произношения вследствие нарушения иннервации речевого аппарата, возникающее в результате поражения нервной системы;
- ринолалия – нарушение тембра голоса и звукопроизношения, обусловленное анатомо-физиологическими дефектами речевого аппарата;
- алалия – отсутствие или недоразвитие речи у детей при нормальном слухе и первично сохранном интеллекте;
- фонетико-фонематическое недоразвитие речи (ФФНР) – неправильное звукопроизношение, обусловленное неправильным звуковосприятием;
- общее недоразвитие речи (ОНР) – сложное расстройство речи, сопровождающееся нарушением не только произношения, но и лексической стороны речи, и грамматической, в том числе.

Логопедия, находясь на границе соприкосновения педагогики, психологии и медицины, адаптирует к своим потребностям наиболее эффективные, нетрадиционные для неё методы и приёмы, помогающие оптимизировать работу учителя-логопеда. Нетрадиционные коррекционно-развивающие образовательные технологии, направлены на своевременную диагностику и максимально возможную коррекцию речевых нарушений.

*Нетрадиционные методы коррекции.*

*Биоэнергопластика* – это соединение движений артикуляционного аппарата с движениями кисти руки и пальцев.

Использование биоэнергопластики существенно ускоряет исправление неправильно произносимых звуков у детей благодаря тому, что работающая ладонь во много раз усиливает импульсы, идущие к коре головного мозга от языка. Движение руки подбирается под любое артикуляционное упражнение. Важно не то, что делает ребенок, а то, как он это делает. Каждому ребенку нужно объяснить, что его язычок и ладонь при выполнении артикуляционных упражнений должны работать одновременно, ритмично.

Соединение движений речевого аппарата и кистей рук помогают активизировать естественное распределение биоэнергии в организме. Это оказывает чрезвычайно благотворное влияние на активизацию интеллектуальной деятельности детей с ОВЗ, развивает координацию движений и мелкую моторику, усиливает кровообращение, укрепляет мышцы лица, развивает гибкость отдельных частей речевого аппарата, создает предпосылки к произвольности поведения, повышает внимание, память и других психические процессы, необходимые для становления полноценной учебной деятельности. [2].

*Су-джок терапия* (в переводе с корейского: «су» – кисть, «джок» – стопа). За основу этого метода взято взаимовлияние отдельных участков нашего тела по принципу сходства руки с телом человека. Поэтому, определив нужные точки в системах соответствия можно развивать речевую сферу ребенка.

Приемами Су-Джок терапии являются массаж кистей специальными шариками и эластичными металлическими кольцами. Регулярное стимулирование систем соответствия по методу Су-Джок терапии, особенно большого пальца (система соответствия голове), кончиков пальцев и ногтевых пластин кистей и стоп (участки соответствия головному мозгу), способствуют созреванию нервных клеток и активному функционированию коры головного мозга. Методы данной терапии оказывают лечебное и профилактическое воздействие на речевые зоны коры головного мозга и положительно сказываются на исправлении речи детей.

Актуальность использования метода Су-джок терапии в коррекционной работе с детьми, имеющими речевые нарушения, состоит в следующем: массажер Су-джок повышает интерес к занятию; оказывает благоприятное влияние на мелкую моторику пальцев рук, что способствует развитию речи; Су-джок терапию можно применять, как на логопедических занятиях, так и в домашних условиях.

*Музыкотерапия* – это музыкальное воздействие на человека с терапевтическими целями. Эмоции, вызванные спокойной, расслабляющей музыкой, успокаивают нервную систему, улучшают обмен веществ, стимулируют дыхание и кровообращение, что положительно влияет на тонус коры головного мозга и психологическое состояние детей.

Музыкотерапия применяется для развития у детей слухового внимания, чувства темпа, ритма и времени, мыслительных способностей и фантазии, коммуникативных навыков, тренировки общей и артикуляционной моторики. Музыкальная ритмика – помогает в устранении заикания, расторможенности, развитии речевого дыхания. Исцеление мелодией улучшает общее эмоциональное состояние ребёнка, повы-

шает мотивацию к учебе и приносит удовлетворение от неё, а также стимулирует речевую функцию.

*Сказкотерапия* – метод, использующий сказочную форму для интеграции личности, развития творческих способностей, коммуникативных навыков, расширения сознания, совершенствования взаимодействий с окружающим миром.

Сказкотерапия развивает в детях с нарушением речи активность, самостоятельность, творчество, эмоциональность, выразительность, плавность и связность речь.

В атмосфере сказки дети быстрее раскрепощаются, становятся открытыми к восприятию мира, проявляют заинтересованность в выполнении различных заданий. При включении метода сказкотерапии в занятия, решаются задачи развития просодической стороны речи: развития речевого дыхания; плавности речи; дикции; развитие различной силы выдыхания, развитие голоса с постепенной сменой силы голоса, развитие темпа, ритма и интонации голоса. [3].

#### *Заключение*

Использование в коррекционной работе разнообразных нетрадиционных методов и приемов поддерживает у детей с различной речевой патологией познавательную активность, предотвращает утомление детей, повышает мотивацию детей к занятиям и эффективность логопедической работы в целом.

Эти технологии, несомненно, оптимизируют процесс коррекции речи детей и помогают достижению максимально возможных результатов в преодолении речевых нарушений.

---

#### **Литература**

1. Файловый архив студентов. [Электронный ресурс]- Режим доступа <http://www.studfiles.ru/preview/6013752/page:3/>
2. Журнал «Логопед» [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://logoped-sfera.ru>
3. Ступак Л. А., Огородова И. С., Чельшева А. А., Кимяева С. А. Использование нетрадиционных методов коррекции речевых нарушений в логопедической работе // Актуальные задачи педагогики: материалы VII Междунар. науч. конф. (г. Чита, апрель 2016 г.). – Чита: Издательство Молодой ученый, 2016. – С. 120-123.

УДК 616:612.017.1  
ГРНТИ 76.03.55

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ИММУНОТРОПНОЙ АКТИВНОСТИ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ ТОРФА**

### **THE RESEARCH OF IMMUNOTROPIC ACTIVITY OF THE GUMIC ACIDS OF THE PEAT**

***Слезко Ирина Павловна, Логвинова Людмила Анатольевна,  
Бочарова Кристина Валерьевна, Братишко Кристина Александровна,  
Калашишникова Елена Валерьевна***

Научный руководитель: М.В. Зыкова, канд. фармацевт. наук, доц. кафедры химии

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

*Ключевые слова:* гуминовые кислоты, торф, макрофаги, оксид азота.

*Key words:* gumic acids, peat, macrophages, nitric oxide.

*Аннотация.* В последние годы в экспериментальной медицине наблюдается повышение интереса к использованию природных соединений, называемых гуминовыми веществами. В работе приводятся результаты исследования свойств макрофагов при активации их гуминовыми кислотами (ГК), которые были выделены из торфов Васюганского болота Томской области двумя способами: щелочной и пирофосфатной экстракцией. Показано, что ГК низинного вида торфа, не зависимо от способа выделения включают примесь липополисахарида, что и обуславливает их активирующие свойства. При этом ГК полученные пирофосфатной экстракцией из верхового вида торфа вызывают специфическую, независимую от примеси эндотоксина стимуляцию антигенпрезентирующих клеток.

Актуальность. Гуминовые вещества – это группа природных биополимеров, содержащихся главным образом в объектах растительного происхождения – торфе, буром угле и представленные в основном (на 80-90%) гуминовыми кислотами (ГК). Гуминовые кислоты – это темноокрашенные азотсодержащие органические соединения циклического строения, имеющие в своем составе разнообразные функциональные группы (гидроксильные, карбонильные, карбоксильные, алифатические и ароматические и др), и обладающие высокой биологической активностью [1]. Известно, что ГК способствуют усилению секреции интерлейкина-2, антител и снижают проявления ЛПС-индуцированной гепатотоксичности, участвуют в процессах ранозаживления (на модели клеток HaCat) [2]. В результате чего, ГК являются перспективными соединениями, способными оказывать влияние на клетки системы иммунитета и, прежде всего, на антиген-презентирующие клетки – макрофаги. Одним из характерных признаков классической активации макрофагов в сторону усиления провоспалитель-



ных свойств, помимо продукции интерлейкинов 1, 6, 12 является стимуляция индуцибельной NO-синтазы [3].

Цель. Исследование иммуотропной активности ГК торфа различного генеза, оцениваемой по их способности влиять на продукцию оксида азота перитонеальными макрофагами мышей *in vitro*.

Материалы и методы. Для исследования ГК отобраны два вида торфа – верховой магелланикум и низинный травяной с Васюганского болота Томской области. Гуминовые кислоты (4 образца ГК) были получены экстракцией из воздушно-сухого измельчённого торфа 0,1 М раствором пиррофосфата натрия – ГКп (пиррофосфатные) или 0,1 М раствором гидроксида натрия – ГКщ (щелочные). Из раствора ГК осаждали хлороводородной кислотой при рН 1-2, и отмывали на фильтре водой до рН 7, высушивали при комнатной температуре. Биологическую активность ГК оценивали *in vitro* на модели перитонеальных макрофагов интактных мышей, которые инкубировали в присутствии эффективных концентраций ГК, подобранных в предварительных экспериментах, или 1 мкг/мл ЛПС (серотип O111:B4, «Sigma», США). Продукцию оксида азота (NO) оценивали по содержанию нитритов в супернатантах клеток при помощи реактива Грейса [3]. Для определения примеси ЛПС (эндотоксина) в культуру клеток с ГК или митогеном добавляли антибиотик полимиксин В («InvivoGen», Германия; 50 мкг/мл). Статистическую обработку проводили с помощью программного обеспечения Statistica 6.0, используя однофакторный дисперсионный анализ и t-критерий Даннета.

Результаты. Ранее [4] все образцы ГК были протестированы на NO-стимулирующую способность при их культивировании с макрофагами мышей в концентрациях 0,1, 1, 10, 50 и 100 мкг/мл. На основании чего были определены наиболее активные концентрации для исследуемых ГК, которые составили: для ГК верхового торфа – ГК п 10 мкг/мл и ГК щ 50 мкг/мл, для ГК низинного торфа ГК п 50 мкг/мл и ГК щ 10 мкг/мл.

Изучение NO-активирующих свойств ГК проводили в двух сериях экспериментов, результаты представлены в табл. 1. ЛПС – стандартный активатор макрофагов (контроль 1) – вызывал усиление продукции оксида азота клетками в 14,2 и 35,5 раз. Инкубация макрофагов с ЛПС, обработанным полимиксином В, приводила к значительному снижению концентрации нитритов в супернатанте на 65 и 43% соответственно сериям эксперимента.

Инкубирование клеток с ГК (контроль 2), выделенными при экстракции гидроксидом натрия из всех видов торфа, приводило к увеличению показателя относительно интактного контроля. Наибольшие значения стимуляции в 20,4 раз выявлено у образцов ГК щ низинного

торфа (50 мкг/мл), инкубация с ГК щ-4 верхового торфа (10 мкг/мл) приводила к увеличению концентрации оксида азота в культуре макрофагов всего в 5,7 раз. При этом необходимо отметить, что активирующее действие ГК щ низинного торфа в 1,4 раза выше значения ЛПС-стимулированного контроля. Культивирование клеток с образцами ГК п верхового торфа (10 мкг/мл), усиливало синтез нитритов макрофагов в 36,2 раз, а ГК п низинного торфа (50 мкг/мл) – в 20,4 раз. Активация продукции NO образцами ГК п верхового и низинного торфов относительно ЛПС-стимулированного контроля, превышала этот показатель в 1,02-1,4 раза.

Таблица 1

Влияние гуминовых кислот на активность NO-синтазы перитонеальных макрофагов интактных мышей линии C57BL/6, ( $X \pm m$ )

Исследуемое вещество	Концентрация, мкг/мл	Концентрация нитритов, мкМ	
		инкубация без полимиксина В (контроль 2)	инкубация с полимиксином В
Среда	–	1,08±0,04	1,10±0,08
ЛПС (контроль 1)	1	38,40±0,62*	21,91±0,41*♦
Верховой магелланикум (ГК щ)	50	6,20±0,59*•★	3,07±0,30*♦▲
Верховой магелланикум (ГК п)	10	39,10±0,70*•	32,67±0,16*♦▲
Среда	–	1,56±0,02	1,28±0,10
ЛПС (контроль 1)	1	22,08±2,77*	7,74±0,28*♦
Низинный травяной (ГК щ)	10	29,97±0,50*•	12,82±0,33*♦▲
Низинный травяной (ГК п)	50	31,87±0,53*•	19,26±0,37*♦▲

*Примечание:* \* – различия показателя со средой достоверны, • – различия показателя по сравнению с инкубацией с ЛПС (контроль 1) без полимиксина В достоверны  $p < 0,05$ , ★ – различия NO-стимулирующей активности ГКп по сравнению с ГКг; ♦ – различия показателя по сравнению с инкубацией МФ с действующими веществами (контроль 2) без полимиксина В достоверны  $p < 0,05$ ; ▲ – различия показателя по сравнению с инкубацией МФ с ЛПС (контроль 1) в присутствии полимиксина В достоверны  $p < 0,05$ ,  $n=5$ .

Добавление в культуру полимиксина В показало, что все образцы щелочных ГК содержали примесь эндотоксина: их активность после инкубации с полимиксином В снижалась на 50,4-57,3 %. У ГК верхового торфа этот показатель был в 1,2 раз ниже аналогично обработанного ЛПС-стимулированного контроля, а образец ГК низинного торфа наоборот превышал показатель в 1,6 раза. Добавление ингибитора

ЛПС в культуру клеток с пирозинатными ГК выявило, что стимулирующие свойства ГК верхового торфа несколько снижали NO-продуцирующую активность макрофагов относительно контроля 2 на 16,4%, что свидетельствует о слабой степени засорения образцов. У ГК низинного торфа выявлено наиболее выраженное снижение концентрации нитритов в супернатанте клеток – на 39,4 %.

Выводы: Таким образом, изучение функциональных характеристик макрофагов при активации гуминовыми кислотами, выделенными из различных видов торфа двумя способами экстракции, показало, что ГК низинного торфа независимо от способа выделения включают примесь ЛПС, что и обуславливает их активирующие свойства. Гуминовые кислоты верхового торфа индуцируют активацию клеток по классическому пути, усиливая продукцию оксида азота, изменять функциональное состояние макрофагов в сторону усиления ими провоспалительных свойств и, как следствие, регулировать иммунный ответ Th1 и Th2 типов. Полученные результаты позволяют рассматривать ГК в качестве перспективных источников получения лекарственных средств – фармакологических корректоров иммунного ответа при хронических, вялотекущих инфекционно-воспалительных процессах.

#### **Литература**

1. Белоусов М.В., Ахмеджанов Р.Р., Зыкова М.В., Гурьев А.М., Юсубов М.С. Исследование гепатозащитных свойств нативных гуминовых кислот низинного торфа Томской области // Хим.-фарм. журн. 2014. Т. 48, № 4. С. 28-31.
2. Rivera A., Siracusa M.C., Yap G.S., Gause W.C. Innate cell communication kick-starts pathogen-specific immunity // *Nature Immunology*. 2016, Vol. 17. Is. 4. P.356-363.
3. Данилец М.Г., Гурьев А.М., Бельская Н.В., Белоусов М.В., Бельский Ю.П., Учасова Е.Г., Трофимова Е.С., Лигачева А.А., Ахмеджанов Р.Р., Юсубов М.С., Агафонов В.И. Макрофаги как фармакологическая мишень для регуляции баланса Th1/Th2. // Бюлл. эксперим. биол. и медицины. 2008. Приложение № 2. С. 63-68.
4. Трофимова Е.С., Зыкова М.В., Лигачёва А.А., Е.Ю. Шерстобоев, В.В. Жданов, М.В. Белоусов, М.С. Юсубов, С.В. Кривошеков, М.Г. Данилец, А.М. Дыгай Влияние гуминовых кислот торфа различного генеза на продукцию оксида азота *in vitro* (скрининговое исследование) // Бюлл. эксперим. биол. и медицины. 2016. № 5. С. 626-636.

# МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

---

УДК 517.28  
ГРНТИ 27.29.15

## ПРИЛОЖЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ К РЕШЕНИЮ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ

## APPLICATION OF DIFFERENTIAL EQUATIONS TO SOLVING APPLIED PROBLEMS

*Горохова Ксения Игоревна*

Научный руководитель: О.В. Зырянова, канд. физ.-мат. наук, доцент

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

*Ключевые слова:* математический анализ, дифференциальные уравнения, решение прикладных задач.

*Key words:* mathematical analysis, differential equations, solution of applied problems.

*Аннотация.* В данной статье показана важность дифференциальных уравнений, которая имеет место не только в курсе изучения математического анализа, но и в прикладных задачах разных наук, таких, как биология, экономика, медицина и другие. Возможность встретиться с дифференциальными уравнениями и их решением может возникнуть не только при изучении курса «Математический анализ» или «Дифференциальные уравнения» в частности. Увидеть их можно и в других науках, с которыми мы знакомы. Это такие науки, как биология, медицина, физика и экономика.

В физике с помощью дифференциальных уравнений можно решать задачи на движение, на реактивное движение, на радиоактивный распад, на смеси, на охлаждение и нагревание, на давление и др.

Рассмотрим, например, применение дифференциальных уравнений в решении задачи на давление.

**Задача 1.** Найти атмосферное давление на высоте 500 м над уровнем моря, пренебрегая изменениями температуры воздуха на этой высоте.

*Решение.* Пусть  $p(h)$  – это атмосферное давление на высоте  $h$  над уровнем моря. Рассмотрим две одинаковые горизонтальные площадки

площадью  $1 \text{ м}^2$ , расположенные на высотах  $h$  и  $h + \Delta h$ , и столбы воздуха, опирающиеся на эти площадки (рис. 1). Тогда разность давлений на этих площадках

$$\Delta p = p(h + \Delta h) - p(h) = -mg,$$

где  $m$  – масса воздуха, заключенного между данными площадками (заштрихованная область на рис. 1).

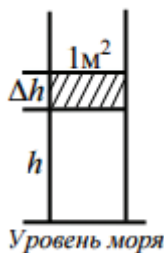


Рис. 1

Объем этой области численно равен ее высоте  $\Delta h$  (так как ее основание имеет единичную площадь). Следовательно,

$$\rho(h + \Delta h)\Delta h < m < \rho(h)\Delta h,$$

где  $\rho(h)$  – плотность воздуха на высоте  $h$ .

Тогда для разности давлений верно неравенство:

$$\rho(h + \Delta h)g\Delta h < -\Delta p < \rho(h)g\Delta h.$$

Если же теперь воспользоваться законом Бойля–Мариотта:

$$\rho = kp$$

и перейти к пределу при  $\Delta h \rightarrow 0$ , то получим дифференциальное уравнение:

$$kpg = -p'$$

Разделим переменные:

$$\frac{dp}{p} = -kgdh,$$

и проинтегрируем

$$\ln p = -kgh, \text{ или } p = ce^{-kgh}.$$

Значения величин  $k$  и  $c$  выразим из начальных условий:

$$p(0) = 101320 \text{ и } \rho(0) = 1.225.$$

Имеем  $c = p(0) = 101325$  и  $k = \frac{\rho}{p} = \frac{1.225}{101325} \approx 0.000012$ .

Подставим эти значения и  $g \approx 9.8$  в найденную формулу давления:

$$p = 101325e^{-0.00012h}.$$

Для окончательного ответа осталось взять  $h=500$  и вычислить:

$$p = 101325e^{-0.06} \approx 95424 \text{ Па}.$$

Ответ:  $\approx 95424 \text{ Па}$ .

В экономике с помощью дифференциальных уравнений можно решать задачи на проценты, на выпуск продукции, на ценообразование, на издержки, на расчет отклонения в объемах продаж и др.

Рассмотрим, например, применение дифференциальных уравнений в решении задачи на проценты.

**Задача 2.** Через сколько лет произойдет удвоение уровня цен при ежегодной инфляции в 7 %?

Так как во время инфляции увеличение цен происходит постоянно, то в данной задаче можно пользоваться моделью непрерывного начисления процентов. Если  $a(t)$  – это уровень цен в момент времени  $t$ , то

$$a' = 0.07a \text{ и } a = ce^{0.07t},$$

где константа  $c$  совпадает с начальным уровнем цен.

В момент удвоения цен  $a = 2c$ , и значит,  $2c = ce^{0.07t}$ , или  $e^{0.07t} = 2$ . Выразим отсюда время, округлив его в большую сторону:

$$t = \frac{\ln 2}{0.07} \approx 10 \text{ лет.}$$

*Ответ:* 10 лет.

Рассмотрим, например, применение дифференциальных уравнений в биологии в решении задачи на размножение бактерий.

**Задача 3.** Скорость размножения некоторых бактерий пропорциональна количеству бактерий в данный момент. Найти зависимость изменения количества бактерий от времени.

Обозначим количество бактерий, имеющих в данный момент, через  $x$ . Тогда

$$\frac{dx}{dt} = kx,$$

где  $k$  – коэффициент пропорциональности.

В этом уравнении разделим переменные и проинтегрируем его:

$$\frac{dx}{x} = k dt,$$

$$\int \frac{dx}{x} = k \int dt,$$

$$\ln x = kt + \ln C,$$

$$\ln x = \ln e^{kt} + \ln C.$$

Решая данное выражение, получаем:

$$x = Ce^{kt}.$$

Полагая, что при  $t=0$   $x=x_0$ , получим  $C=x_0$ . Следовательно:

$$x = x_0 e^{kt}.$$

В медицине, например, можно увидеть составление и решение дифференциальных уравнений в теории эпидемий. Рассмотрим одну из таких задач.

**Задача 4.** Рассмотрим составление и решение дифференциальных уравнений в теории эпидемий при условии, что изучаемое заболева-

ние носит длительный характер. При этом процесс передачи инфекции значительно более быстрый, чем течение самой болезни, и зараженные особи не удаляются из колонии и передают при встречах инфекцию незаряженным особям.

Пусть в начальный момент  $t=0$   $a$  – число зараженных,  $b$  – число незараженных особей,  $x(t)$  – число зараженных особей в момент времени  $t$ , а  $y(t)$  – число незараженных особей к моменту времени  $t$ . В любой момент времени  $t$  для промежутка  $[0, T]$ , меньшего времени жизни одного поколения, имеет место равенство:

$$x + y = a + b \quad (*).$$

При этих условиях нужно найти закон изменения числа незараженных особей с течением времени, то есть, найти  $y=f(t)$ .

Так как инфекция передается при встречах зараженных особей с незараженными, то число незараженных особей будет убывать с течением времени пропорционально количеству встреч между зараженными и незараженными особями. Для промежутка времени  $dt$

$$dy = -\beta xy dt, \text{ откуда } \frac{dy}{dt} = -\beta xy,$$

где  $\beta$  – коэффициент пропорциональности.

Подставив в это уравнение  $x$  из равенства (\*), получим дифференциальное уравнение с разделяющимися переменными:

$$\frac{dy}{dt} = -\beta y(a + b - y).$$

После разделения дифференциалов и переменных в последнем уравнении получим

$$\frac{dy}{y(a+b-y)} = -\beta dt.$$

Преобразуем левую часть уравнения и проинтегрируем его:

$$\frac{1}{a+b} \left( \frac{1}{y} + \frac{1}{a+b-y} \right) dy = -\beta dt,$$

$$\int \frac{1}{a+b} \left( \frac{1}{y} + \frac{1}{a+b-y} \right) dy = -\int \beta dt,$$

$$\frac{1}{a+b} \int \frac{dy}{y} + \frac{1}{a+b} \int \frac{dy}{a+b-y} = -\beta t + C,$$

$$[\ln y - \ln(a + b - y)] = -(a + b)\beta t + \ln C.$$

Или

$$\ln \frac{y}{a+b-y} = \ln e^{-\beta(a+b)t} + \ln C.$$

Прологарифмировав, получим:

$$\frac{y}{a+b-y} = C e^{-\beta(a+b)t}.$$

По начальным условиям: при  $t=0$ ,  $y=b$  найдем постоянную интегрирования  $C$ :

$$\frac{b}{a+b-b} = C e^0, C = \frac{b}{a}.$$

Подставим значение  $C = \frac{b}{a}$  в последнее равенство:

$$\frac{y}{a+b-y} = \frac{b}{a} e^{-\beta(a+b)t}.$$

Разрешая это уравнение относительно  $y$ , окончательно получим

$$y(t) = \frac{b(a+b)}{b+ae^{\beta(a+b)t}}.$$

Данная формула дает закон убывания числа незараженных особей с течением времени.

Таким образом, можно сказать, что дифференциальные уравнения тесно связаны и с другими науками, помимо математики и играют большую роль в решении задач различных областей науки.

### Литература

1. Единая коллекция цифровых электронных ресурсов [Электронный ресурс] : Дифференциальные уравнения. – Электрон. дан. – Москва : Ед. кол. цифр. эл. рес., 2011. – Режим доступа : <http://school-collection.edu.ru/> (дата обращения : 05.04.2017).
2. Кастрица, О.А. Высшая математика для экономистов / О.А. Кастрица. – Минск: ООО Новое знание, 2006. – 320 с.
3. Юмашев, Д. В. Интегралы и производные в физике / Д. В. Юмашев. // Учебно-методическое пособие для старшеклассников и студентов I-го курса ФАЛТ МФТИ. ФАЛТ МФТИ, 2006.
4. Пигменов В. Г. Функционально-дифференциальные уравнения в биологии и медицине / В. Г. Пигменов. // Учебное пособие. Екатеринбург, 2008.

УДК 517.31  
ГРНТИ 27.23.17

## ТЕСТ ПО ТЕМЕ «НЕОПРЕДЕЛЕННЫЙ ИНТЕГРАЛ» ДЛЯ НЕПРОФИЛЬНЫХ ФАКУЛЬТЕТОВ

## TEST ON THE THEME “INDEFINITE INTEGRAL” FOR NON-PROFESSIONAL FACULTIES

*Зубцова Анастасия Сергеевна, Карпенко Анастасия Игоревна*

Научный руководитель: Л. Л. Рыскина, канд. физ.-мат. наук, доцент

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

*Ключевые слова:* тестовое задание, неопределенный интеграл, математический анализ.

*Key words:* test tasks, indefinite integral, mathematical analysis.

*Аннотация.* В рамках проведения текущего контроля успеваемости и проверки усвоения темы «Неопределенный интеграл», был разработан тестовый материал. Были сформулированы критерии оценки и показатели усвоения учебного материала, определено время, отведенное на тестирование. Результаты, полученные в ходе апробации теста для студентов непрофильного факультета, приведены в форме диаграммы. Сделаны выводы об эффективности тестового материала в целом и каждого задания в частности.



Целью нашей работы является разработка средств оценивания знаний студентов нематематических отделений вузов. Для достижения данной цели мы поставили перед собой следующие задачи: разработать тестовые задания, определить предполагаемое время тестирования и систему оценки, провести апробацию тестов, проверить и проанализировать результаты тестирования, сделать выводы о качестве тестовых заданий.

Данный тест (см. приложение 1 к статье) направлен на проверку знаний по теме «Неопределенный интеграл» студентов, у которых в соответствии с программой обучения, определяющей содержание теста, математический анализ не изучается углубленно.

Тестовый материал состоит из 13 вопросов и содержит 4 типа тестовых заданий, а именно:

- 3 тестовых (альтернативных) задания «верно/неверно» – в данном типе заданий предлагается утверждение, а учащимся предоставляется возможность согласиться или опровергнуть его.
- 2 тестовых задания с «выбором одного правильного ответа» – тип заданий, в котором студентам предлагается выбрать единственное верное утверждение из предложенного списка ответов.
- 5 тестовых заданий с «множественным выбором» – тип заданий, в котором студентам предлагается выбрать верные (по крайней мере одно) утверждения из предложенного списка ответов.
- 3 тестовых задания «на соответствие» – тип заданий, в которых предлагается найти связь между явлением (формулой) и его описанием или определением.

Представленный тест включает в себя элементы темы «Неопределенный интеграл», которые перечислены в таблице 1 с указанием номера и типа соответствующих заданий.

Таблица 1

Элемент темы	№ задания	Тип задания
Понятие первообразной функции и неопределенного интеграла	1, 4	с выбором 1 верного ответа
Свойства неопределенного интеграла	2, 7, 9	с множественным выбором
	6	альтернативное задание (верно/неверно)
	8	на соответствие
Таблица основных интегралов	3	альтернативное задание (верно/неверно)
	5, 13	на соответствие
	9	с множественным выбором
	11	с выбором 1 верного ответа

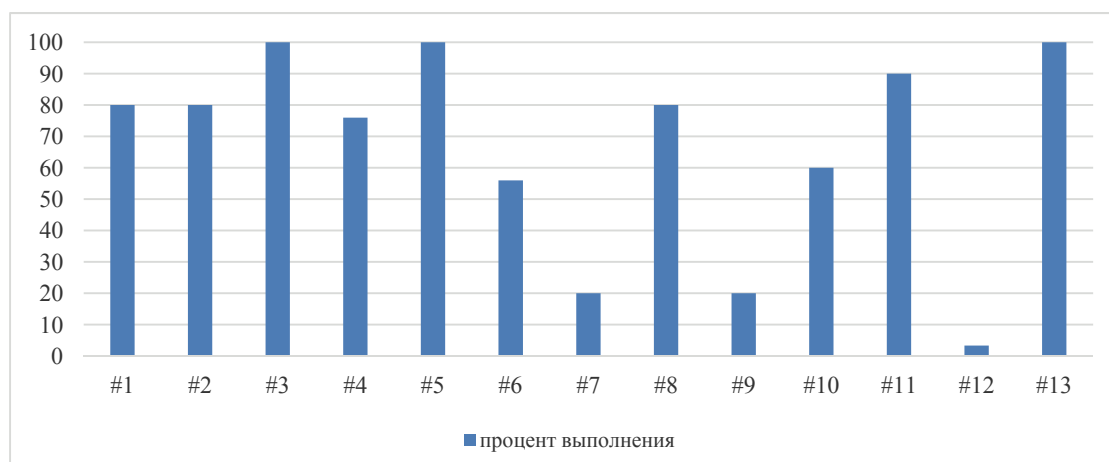
Метод замены переменной интегрирования	10	альтернативное задание (верно/неверно)
	12	с множественным выбором
Метод интегрирования по частям	7	с множественным выбором

На каждое альтернативное задание отводится 1 мин, на задание с выбором одного или по крайней мере одного варианта ответа – 2 мин, на задание на установление соответствия – 3 мин. На выполнение всего теста отводится 30 мин. За верное выполнение одного задания ставится 1 балл. За верно выполненный тест ставится 13 баллов. Перевод баллов в оценку по пятибалльной шкале представлен в таблице 2.

Таблица 2

Результат, балл	Оценка
0–6	2
7–8	3
9–11	4
12–13	5

Была проведена апробация теста. В тестировании участвовали студенты очной формы обучения, направления подготовки – 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям), направленности – Декоративно-прикладное искусство и дизайн. ФИО студентов были заменены номерами в целях сохранения конфиденциальности и объективности результатов. Также это способствовало объективному оцениванию качества разработанного теста. Результаты тестирования в процентном соотношении приведены в следующей диаграмме.



По данным апробации задания распределены по уровню сложности на основании вычисления коэффициента  $k$  решаемости задания, который соответствует доли тестируемых, справившихся с данным заданием. К сложным заданиям ( $k \leq 0,3$ ) относятся задания 7, 9, 12, к заданиям средней трудности ( $0,3 < k \leq 0,8$ ) – задания 1, 2, 4, 6, 8, 10, 11; к легким заданиям ( $0,8 < k \leq 1$ ) – задания 3, 5, 11, 13.

У студентов значительные трудности вызвало задание 12. Сложно судить однозначно о причинах, по которым с данным заданием не справились тестируемые. Возможно, задание не подходит для непрофильных факультетов в рамках контроля темы «Неопределенный интеграл», его лучше включить в итоговое тестирование по теме «Определенный и неопределенный интеграл».

Дисперсия тестовых баллов играет важную роль в оценке качества теста, так как характеризует меру рассеивания индивидуальных баллов испытуемых относительно среднего значения  $x_{cp}$ . В качестве меры рассеивания берут среднее квадратическое отклонение – квадратный

корень из дисперсии:  $\sigma_x = \sqrt{D_x} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$ , где  $\bar{x}$  – среднее значение индивидуальных баллов, рассчитываемое как среднее арифметическое всех баллов,  $n$  – число тестируемых. В данном случае  $\sigma_x = 1,62$ . Средняя вариация результатов показывает, тест осуществляет достаточную дифференциацию учащихся по уровню подготовки.

В сбалансированном по трудности тестовом материале распределение индивидуальных баллов имеет вид нормальной кривой. Нормальному распределению соответствуют значения асимметрии  $A=0$  и эксцесса  $E=0$ .  $A = \frac{1}{n \cdot \sigma_x^3} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3$ ;  $E = \frac{1}{n \cdot \sigma_x^4} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4 - 3$ . Для данного тестирования  $A = -0,26$  и  $E = 1,0$ . Этот результат показывает, что разработанный тест оказался излишне трудным, но при этом задания средней трудности представлены в достаточном количестве. Также была проведена проверка значимости найденных значений  $A$  и  $E$  по способу, описанному в [2]. Проверка показала, что отклонения от 0 незначительны в данной выборке. Значит, тест составлен уравновешенным по сложности заданий.

Учащимся легче всего было выполнять задания на соответствие, а также альтернативные задания, поскольку при анализе результатов каждого студента можно заметить, что некоторые из них могли логически выбрать верный ответ, а затем в задании с «множественным выбором», проверяющего знания этого же элемента, допустить ошибку. Можно сделать вывод, что задания с «множественным выбором» наиболее эффективно проверяют знания учащихся.

Тест по теме «Неопределенный интеграл»

1. Отметьте верные утверждения.

Неопределенный интеграл – это

- a. Операция обратная дифференцированию.
- b. Переход от заданной функции к ее первообразной.
- c. Совокупность всех первообразных данной функции.
- d. Площадь криволинейной трапеции.
- e. Восстановление функции по известной производной этой функции.

2. Выберите верные утверждения.

- a.  $(\int f(x)dx)' = f(x)$
- b.  $d(\int f(x)dx) = dx$
- c.  $\int dF(x) = F(x) + C$
- d.  $\int af(x)dx = \int f(x)dx$
- e.  $\int g(x) \cdot f(x)dx = \int f(x) \cdot \int g(x)$

3. Верно ли что  $\int udu = \frac{u^{-1}}{-1} + C$ ?

Верно / Неверно

4. Функция  $F(x)$  называется первообразной для  $f(x)$  функции, если

- a. на заданном промежутке хотя бы в одной точке выполняется равенство  $(f(x))'=F(x)$
- b. на заданном промежутке в любой точке этого промежутка справедливо равенство  $(F(x))'=f(x)$
- c. на заданном промежутке в любой точке этого промежутка выполняется равенство  $(f(x))'=F(x)$
- d. на заданном промежутке хотя бы в одной точке этого промежутка справедливо равенство  $(F(x))'=f(x)$

5. Установите соответствие:

- |    |                           |    |  |
|----|---------------------------|----|--|
| A. | $\int \frac{du}{1-u^2}$   | 1. | $\frac{1}{2a} (\ln u-a  - \ln u+a ) + C$             |
| B. | $\int \frac{du}{u^2-1}$   | 2. | $\frac{1}{2} \ln \left  \frac{u-1}{u+1} \right  + C$ |
| C. | $\int \frac{du}{a^2-u^2}$ | 3. | $\frac{1}{2} \ln \left  \frac{1+u}{1-u} \right  + C$ |
| D. | $\int \frac{du}{u^2-a^2}$ | 4. | $\frac{1}{2a} (\ln a+u  - \ln a-u ) + C$             |

6. Верно ли, что  $\int f(u)g(u) = \int f(u)du \cdot \int g(u)du$ ?

Верно / Неверно

**7. Выберите по крайней мере один верный ответ.**

- a. У любой функции существует первообразная.
- b. Постоянный множитель можно вынести из-под знака интеграла.
- c. Неопределенный интеграл от произведения дифференциалов равен произведению интегралов от каждого дифференциала в отдельности.
- d. На правиле вычисления производной от произведения основан метод интегрирования по частям.

**8. Установите соответствие:**

A.	$d\left(\int f(x)dx\right)$	1.	$\frac{x^2}{2} + ax + C$
B.	$\int dx$	2.	$f(x)$
C.	$\left(\int f(x)dx\right)'$	3.	$f(x)dx$
D.	$\int (x + a)dx$	4.	$x + C$

**9. Выберите по крайней мере один вариант ответа.**

- a.  $\sin v dv = d \cos v$
- b.  $a \int g(x)dx = \int ag(x)dx$
- c.  $\int u(x)dx + \int v(x)dx = \int (u(x) + v(x)) dx$
- d.  $\int dF(x) = F(x)$
- e.  $\int \frac{dx}{x^a} = \int x^{-a} dx$

**10. Верно ли, что  $\int f(x)dx = \int f[g(u)]g'(u)du$ ?**

Верно / Неверно

**11. Выберите верное утверждение**

- a.  $\int e^x dx = xe^x + C$
- b.  $\int a^x dx = \frac{a^x}{\ln x} + C$
- c.  $\int x^n dx = \frac{x^{n-1}}{n-1} + C$
- d.  $\int a^x dx = \frac{a^x}{\ln a} + C$

**12. Выберите по крайней мере одно верное утверждение.**

- a. Формула замены переменной в неопределенном интеграле следует из правила вычисления производной от сложной функции.
- b. Используя замену переменной в неопределенном интеграле, необходимо изменить пределы интегрирования.
- c. Если под знаком интеграла находится некоторая функция и ее производная, то удобно использовать замену переменной или подведение под знак дифференциала.

d. При замене переменной в неопределенном интеграле возвращаться к исходной переменной необязательно.

**13. Установите соответствие:**

A	$\int \frac{dx}{\cos x}$	1	$\ln \left  \operatorname{tg} \frac{x}{2} \right  + C$
B	$\int \frac{dx}{\cos^2 x}$	2	$-\operatorname{ctgx} + C$
C	$\int \frac{dx}{\sin^2 x}$	3	$\ln \left  \operatorname{tg} \frac{x}{2} + \frac{\pi}{4} \right  + C$
D	$\int \frac{dx}{\sin x}$	4	$\operatorname{tgx} + C$

**Литература**

1. Жидкова, Е.В. Спецификация тестов. <http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/e/ELENA/docs/Tab/doc-04.pdf>
2. Карданова, Е.Ю. Концепция истинного балла. <https://www.hse.ru/data/2010/12/08/1209641782/%D0%9E%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%BA%D0%B0%20%D0%9A%D0%A2%D0%A2%2008.12.2010.doc>
3. Письменный, Д.Т. Конспект лекций по высшей математике: полный курс / Д. Т. Письменный. – Москва: Айрис-пресс, 2014. – 602 с.
4. Стурикова, М.В. Тест как оценочное средство развития коммуникативной компетенции школьников и студентов // Инновационные проекты и программы в образовании. 2014. №1 С.76 -78.
5. Фихтенгольц, Г.М. Основы математического анализа: учебник для вузов: в 2 частях / Г.М. Фихтенгольц. – Санкт-Петербург: Лань, 2002. – Ч.1. – 440 с.

УДК 517.31  
ГРНТИ 27.23.17

**ТЕСТ ПО ТЕМЕ «НЕОПРЕДЕЛЕННЫЙ ИНТЕГРАЛ»  
ДЛЯ ПРОФИЛЬНЫХ ФАКУЛЬТЕТОВ**

**TEST ON THE THEME “INDEFINITE INTEGRAL”  
FOR PROFESSIONAL FACULTIES**

*Зубцова Анастасия Сергеевна, Карпенко Анастасия Игоревна*

Научный руководитель: Л. Л. Рыскина, канд. физ.-мат. наук, доцент

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

*Ключевые слова:* тестовое задание, неопределенный интеграл, математический анализ.

*Key words:* test tasks, indefinite integral, mathematical analysis.

*Аннотация.* С целью проведения среза знаний у студентов очного отделения профильного факультета был разработан тест по теме «Неопределенный инте-»

грал». Тестовые материалы были размещены в электронной среде ТГПУ (<http://opensystem.tspu.ru/>), где и прошли апробацию. Полученные результаты представлены в тексте статьи в виде диаграммы. Далее приводится анализ результатов с точки зрения качества разработанных тестовых заданий и эффективности применения тестирования как формы контроля.

Знание математического анализа позволяет применять различные математические модели и решать широкий круг теоретических и практических проблем. В этом смысле одним важнейших разделов математического анализа является интегральное исчисление. Этот раздел традиционно вызывает трудности у студентов. А поскольку проверка знаний и умений учащихся позволяет связать методы обучения и качество усвоения пройденного материала, то необходимо контролировать качество усвоения данной темы студентами для выявления возможных пробелов в знаниях. Этот контроль можно осуществить тестированием, так как с его помощью можно проверить больший объем пройденного материала, чем стандартными методами проверки знаний в виде контрольных работ при той же затрате времени. По сравнению с устной формой контроля тестовая форма имеет ряд достоинств. Тест позволяет объективно оценить знания. Тестирование в основном осуществляется через программированный контроль, при котором никто не имеет преимуществ, все отвечают на одни и те же вопросы в одних и тех же условиях. Оценка результатов тестирования производится по заранее созданной шкале, что сокращает время проверки. Можно определить уровень самостоятельной работы учащихся. Тестовые задания развивают мышление обучаемых, так как от них требуется проанализировать варианты ответа, чтобы выбрать верный. Тестовый контроль позволяет также определить, насколько усвоен каждый вопрос изученной темы, обратить внимание студентов на типичные ошибки и затруднительные моменты. В результате выявляются и впоследствии заполняются пробелы в знаниях, стимулируется деятельность учащихся. Как следствие повышается качество обучения.

Целью нашей работы является разработка средств оценивания знаний студентов математических отделений вузов по теме «Неопределенный интеграл». В соответствии с поставленной целью требуется решить следующие задачи: разработать тестовый материал, определить предполагаемое время тестирования и систему оценки, провести апробацию тестов, проверить результаты тестирования и проанализировать их, сделать выводы о качестве тестовых заданий.

Созданный тест направлен на проверку знаний студентов первого курса математических отделений университетов по теме «Неопределенный интеграл». Содержание теста определяется официальной

программой обучения студентов первого курса по дисциплине «Математический анализ».

Тестовый материал состоит из 32 вопросов и содержит 5 типов тестовых заданий, а именно:

- 10 тестовых (альтернативных) заданий «верно/неверно»- в данном типе заданий предлагается утверждение, а учащимся предоставляется возможность согласиться или опровергнуть его.
- 6 тестовых заданий с «выбором одного правильного ответа» – тип заданий, в котором студентам предлагается выбрать единственное верное утверждение из предложенных вариантов ответа.
- 10 тестовых заданий с «множественным выбором» – тип заданий, в котором студентам предлагается выбрать верные (по крайней мере одно) утверждения из предложенного списка ответов.
- 5 тестовых заданий «на соответствие» – тип заданий, в которых предлагается найти связь между явлением (формулой) и его описанием или определением.
- 1 тестовое задание «на последовательность» – в данном типе заданий студентам предлагается установить верную последовательность действий.

Представленный тест включает в себя элементы темы «Неопределенный интеграл», которые перечислены в таблице 1 с указанием номера и типа соответствующих заданий.

Таблица 1

Элемент темы	№ задания	Тип задания
Понятие первообразной функции и неопределенного интеграла	1, 5	с выбором 1 верного ответа
Геометрический и физический смысл неопределенного интеграла	16	с множественным выбором
Свойства неопределенного интеграла	2, 9, 12, 15	с множественным выбором
	8, 11, 13	альтернативное задание (верно/неверно)
	14	на соответствие
Таблица основных интегралов	3, 23	альтернативное задание (верно/неверно)
	7, 14, 28	на соответствие
	15	с множественным выбором
	20	с выбором 1 верного ответа
Метод замены переменной интегрирования	17	альтернативное задание (верно/неверно)
	24	с множественным выбором
Метод интегрирования по частям; типы интегралов, вычисляемых интегрированием по частям	4, 6	с выбором 1 верного ответа
	10, 18	на соответствие
	12	с множественным выбором



Интегрирование рациональных дробей	21, 29	альтернативное задание (верно/неверно)
	26	на последовательность
	31	с множественным выбором
Интегрирование квадратичных иррациональностей	27	альтернативное задание (верно/неверно)
	32	с множественным выбором
Интегрирование выражений, содержащих тригонометрические функции	19	альтернативное задание (верно/неверно)
	22	с множественным выбором
	25, 30	с выбором 1 верного ответа
	28	на соответствие

На каждое альтернативное задание отводится 1 мин, на задание с выбором одного или по крайней мере одного варианта ответа – 2 мин, на задание по установлению соответствия или верной последовательности – 3 мин. На выполнение всего теста отводится 60 мин. За верное выполнение одного задания ставится 1 балл. За верно выполненный тест ставится 32 балла. Перевод результата теста в оценку по пятибалльной шкале представлена в таблице 2.

Таблица 2

Доля верных ответов, %	Результат, баллы	Оценка
90–100	29–32	5
71–89	23–28	4
51–70	17–22	3
31–50	10–16	2
0–30	0–9	1

Приведем примеры составленных тестовых заданий.

**Пример 1. Отметьте верное утверждение.**

- $\int e^x dx = xe^x + C$
- $\int a^x dx = \frac{a^x}{\ln x} + C$
- $\int x^n dx = \frac{x^{n-1}}{n-1} + C$
- $\int a^x dx = \frac{a^x}{\ln a} + C$

Представленное задание проверяет знание таблицы основных интегралов. Задание закрытой формы с выбором одного верного ответа. На выполнение данного задания отводится 2 минуты. Тестовое задание направлено на закрепление знаний учащихся по данной теме.

**Пример 2. Верно ли, что при интегрировании рациональных дробей  $\frac{P(x)}{Q(x)}$ , необходимо выделить целую часть дроби, если степень многочлена  $P(x)$  меньше степени многочлена  $Q(x)$ ? Верно/Неверно**

Данное задание проверяет знание правил интегрирования рациональных дробей. Это альтернативное задание закрытой формы. На выполнение задания дана 1 минута. Представленное задание направлено на установление истинности или ложности утверждения. При данном типе задания велика вероятность угадывания, поэтому в тест включены задания другой конструкции, проверяющие данный элемент темы.

**Пример 3. Выберите хотя бы одно верное утверждение.**

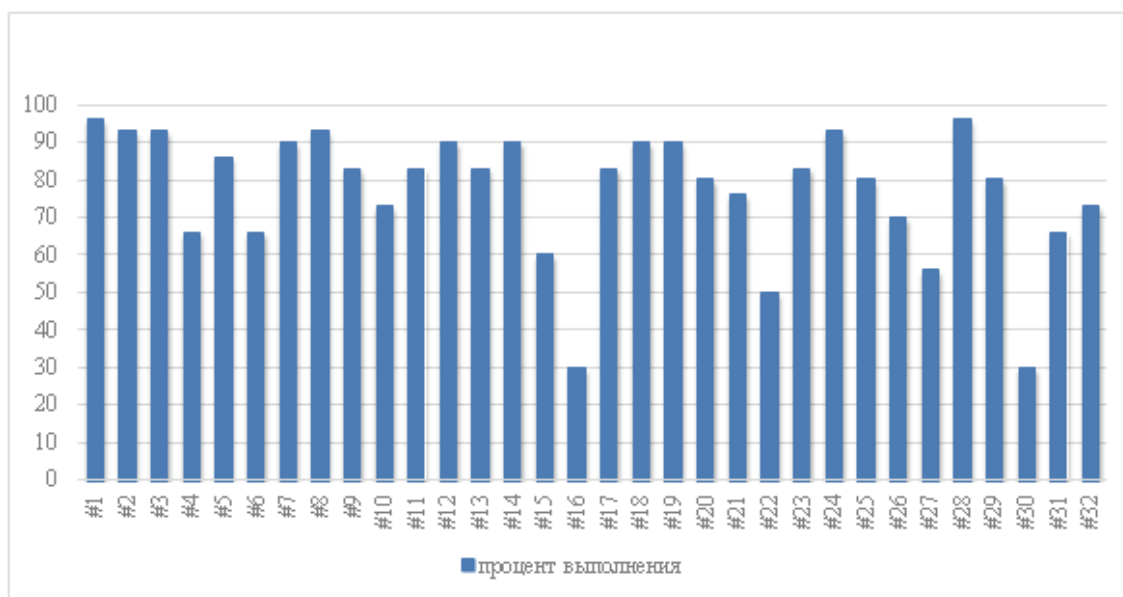
- Для нахождения интеграла вида  $\int \sin^m x \cdot \cos^n x dx$  ( $m, n \in \mathbb{N}$  или 0)  $\cos x$  ( $\sin x$ ) подводят под знак дифференциала, если  $n$  ( $m$ ) – четное.
- Если функция нечетная относительно  $\cos x$ , то используют подстановку  $\cos x$ .
- Интегралы вида  $\int \sin ax \cdot \sin bx dx$  вычисляются с помощью формулы  $\sin \alpha \sin \beta = \frac{1}{2}(\sin(\alpha + \beta) - \sin(\alpha - \beta))$ .
- Формулы понижения порядка применяются, если в подынтегральной функции  $\cos x$  и  $\sin x$  находятся в четной степени.
- Если подынтегральная функция  $R(\cos x, \sin x)$  нечетная относительно  $\cos x$  и  $\sin x$ , то используют подстановку  $t = \tan x$ .

Для верного выполнения данного задания необходимо освоить интегрирование тригонометрических функций. Время выполнения – 2 минуты. Задание закрытой формы «с множественным выбором». Задания данного типа уменьшают вероятность угадывания.

С целью проверки функционирования заданий и тестового материала в целом была проведена апробация. Тестирование проходили студенты очной формы обучения направления подготовки 44.03.05 Педагогическое образование, профилей Математика и Физика, Математика и Информатика. Тестирование было проведено в электронной форме в системе MOODLE на сайте системы дистанционного обучения ТГПУ <http://opensystem.tspu.ru/>. ФИО студентов были заменены номерами в целях сохранения конфиденциальности и объективности результатов. Это способствовало также объективному оцениванию качества разработанного теста. Результаты тестирования в процентном соотношении приведены в диаграмме 1.

По результатам тестирования задания распределены по уровню сложности на основании коэффициента  $k$  решаемости задания, который равен доли тестируемых, справившихся с данным заданием. К сложным заданиям ( $k \leq 0,3$ ) относятся задания 16, 30; к заданиям средней трудности ( $0,3 < k \leq 0,8$ ) – задания 4, 10, 15, 20-22, 25-27, 29, 31, 32; к легким заданиям ( $0,8 < k \leq 1$ ) – задания 1-3, 5, 7-9, 11-14, 17-19, 23, 24, 28.

Диаграмма 1



Дисперсия тестовых баллов имеет важное значение в оценке качества теста, поскольку определяет меру рассеивания индивидуальных баллов тестируемых относительно среднего значения  $x_{cp}$ . В качестве меры рассеивания используют среднее квадратическое отклонение:

$$\sigma_x = \sqrt{D_x} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$
, где  $\bar{x}$  – среднее значение индивидуальных баллов (среднее арифметическое всех баллов),  $n$  – число тестируемых. В рассматриваемом случае  $\sigma_x=5,9$ . Средняя вариация результатов показывает, тест осуществляет достаточную дифференциацию учащихся по уровню подготовки.

В сбалансированном по трудности тестовом материале распределение индивидуальных баллов имеет вид нормальной кривой. Нормальному распределению соответствуют значения асимметрии  $A=0$  и эксцесса  $E=0$ .  $A = \frac{1}{n \cdot \sigma_x^3} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3$ ;  $E = \frac{1}{n \cdot \sigma_x^4} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4 - 3$ . Для данного тестирования  $A=-0,82$  и  $E=-0,37$ . Этот результат показывает, что часть учащихся справилась с большинством легких заданий, другая - с большинством трудных, при этом задания средней трудности представлены в достаточном количестве. Чтобы проверить справедливость этих выводов, была проведена проверка значимости найденных значений  $A$  и  $E$  по способу, описанному в [2]. В результате проверки установлено, что отклонения от 0 незначительны в данной выборке. Следовательно, тест составлен сбалансированным, качественно проверяет знания испытуемых.

По результатам апробации можно утверждать, что в целом тест составлен корректно и правильно функционирует. Учащимся легче всего было выполнять задания на соответствие, а также альтернативные задания, поскольку, анализируя ответы каждого студента, заметно, что некоторые студенты могли логически выбрать правильный ответ, а затем допустить ошибку в задании с «множественным выбором», проверяющего знания этой же подтемы. Можно сделать вывод, что задания с «множественным выбором» наиболее эффективно проверяют знания учащихся.

### **Литература**

1. Жидкова, Е.В. Спецификация тестов. <http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/e/ELENA/docs/Tab/doc-04.pdf>
2. Карданова, Е.Ю. Концепция истинного балла. <https://www.hse.ru/data/2010/12/08/1209641782/%D0%9E%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%BA%D0%B0%20%D0%9A%D0%A2%D0%A2%2008.12.2010.doc>
3. Стурикова, М.В. Тест как оценочное средство развития коммуникативной компетенции школьников и студентов // Инновационные проекты и программы в образовании. 2014. №1 С.76-78.
4. Фихтенгольц, Г.М. Основы математического анализа: учебник для вузов: в 2 частях / Г.М. Фихтенгольц. – Санкт-Петербург: Лань, 2002. – Ч.1. – 440 с.

УДК 517.3  
ГРНТИ 27.23.17

## **ИНТЕГРАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ: ЗАДАЧИ СТУДЕНЧЕСКИХ ОЛИМПИАД**

### **INTEGRAL CALCULUS: THE PROBLEM OF STUDENT OLYMPIADS**

*Краснова Полина Павловна*

Научный руководитель: О.В. Зырянова, канд. физ.-мат. наук, доцент

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

*Ключевые слова:* математическая олимпиада, интеграл.

*Key words:* mathematical olympiad, integral.

*Аннотация.* В статье представлен краткий обзор истории олимпиадного движения в России. Представлены и разобраны олимпиадные задачи. Выявлено отличие данных задач от задач, решаемых в стандартном курсе математического анализа.

Результат высокого уровня изучения креативных компетенций в обстоятельствах высшего профессионального образования делается доступным при организации внутренне мотивационного креативного

саморазвития, обучающегося в рамках олимпиадной творческой образовательной среды. Накопленные авторами факты, данные отечественных и зарубежных исследователей доказывают, что систематическое участие студента в творческой деятельности в олимпиадном движении (при подготовке к олимпиадам и в ходе решения творческих профессиональных задач в олимпиадных микрогруппах) благотворно сказывается на развитии как интеллектуальных способностей, так и узкопрофессиональной подготовки. Ни один другой вид специально организованной познавательной деятельности не имеет таких естественных и многогранных связей с повседневной производственной деятельностью специалиста.

Применение в образовательном процессе олимпиадного движения побуждает формирование творческих и умственных возможностей, отражающихся на успешности дальнейшей научно-производственной деятельности выпускника университета. Олимпиадное движение, интернируясь в жизнь обучающихся, формирует произвольное и концентрированное внимание, ассоциативное мышление, умение общения, внешнюю и внутреннюю собранность, помогает преодолеть психологические барьеры при вступлении в новый коллектив, повысить уровень управленческих умений.

Олимпиадное движение, включаемое в образовательный процесс университета, основывается на следующих принципах:

1. взаимного увязывания абсолютно всех частей компонентов олимпиадного движения с решением задач интеграции образования, науки и производства;

2. строгого следования научности при планировании работы в олимпиадной микрогруппе и самостоятельно;

3. сочетания коллективных и личных форм воздействия и выбор средств самообразования на основе учёта креативных потребностей человека;

4. ориентирования в формировании готовности личности к самообразованию на основе внутренней мотивации и осознанности деятельности;

5. установления предельно оптимальных соотношений между компонентами системы на основе мотивационной готовности аудитории [1].

Рассмотрим несколько задач предлагавшихся на студенческих олимпиадах по математике.

**Задача 1.** Доказать равенство:  $\int_0^{\infty} f\left(x + \frac{a}{x}\right) dx = \int_0^{\infty} f\left(\sqrt{x^2 + 4a}\right) dx, a > 0.$

**Решение.** Пусть функция  $f(x)$  определена на интервале  $(0; \infty)$ , интегрируема по любому отрезку  $[0; \varepsilon; +\infty)$ ,  $(\varepsilon > 0)$ . Будем считать, что интегралы левой и правой части существуют. Заменяя  $x + \frac{a}{x} = \sqrt{y^2 + 4a}$ ,

$$\text{то есть } y^2 = \left(x - \frac{a}{x}\right)^2; \quad y = x - \frac{a}{x}; \quad dx = \frac{dy}{1 + \frac{a}{x^2}}; \quad x = \frac{y + \sqrt{y^2 + 4a}}{2};$$

$$\begin{aligned} \int_0^{\infty} f\left(x + \frac{a}{x}\right) dx &= \int_{-\infty}^{\infty} f\left(\sqrt{y^2 + 4a}\right) \frac{dy}{1 + \frac{2a}{y^2 + 2a + y\sqrt{y^2 + 4a}}} = \\ &= \int_{-\infty}^0 f\left(\sqrt{y^2 + 4a}\right) \frac{dy}{1 + \frac{2a}{y^2 + 2a + y\sqrt{y^2 + 4a}}} + \int_0^{\infty} f\left(\sqrt{y^2 + 4a}\right) \frac{dy}{1 + \frac{2a}{y^2 + 2a + y\sqrt{y^2 + 4a}}} = \end{aligned}$$

Заменяя  $y$  на  $-y$  в первом слагаемом, получим

$$\begin{aligned} &= \int_0^{\infty} f\left(\sqrt{y^2 + 4a}\right) \frac{d(-y)}{1 + \frac{2a}{y^2 + 2a - y\sqrt{y^2 + 4a}}} + \int_0^{\infty} f\left(\sqrt{y^2 + 4a}\right) \frac{dy}{1 + \frac{2a}{y^2 + 2a + y\sqrt{y^2 + 4a}}} = \\ &= \int_{\infty}^0 f\left(\sqrt{y^2 + 4a}\right) \left( \frac{y^2 + 2a + y\sqrt{y^2 + 4a}}{y^2 + 4a + y\sqrt{y^2 + 4a}} + \frac{y^2 + 2a - y\sqrt{y^2 + 4a}}{y^2 + 4a - y\sqrt{y^2 + 4a}} \right) dy = \int_0^{\infty} f\left(\sqrt{y^2 + 4a}\right) dy. \end{aligned}$$

Таким образом,

$$\int_0^{\infty} f\left(x + \frac{a}{x}\right) dx = \int_0^{\infty} f\left(\sqrt{x^2 + 4a}\right) dx.$$

Что и требовалось доказать.

**Задача 2.** Доказать, что интеграл  $\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{dx}{1 + \operatorname{tg}^k x}$  не зависит от  $k$ .

**Решение.** Если выражение не зависит от  $k$ , то производная от него по  $k$  должна быть равна нулю. Продифференцируем выражением по  $k$ .

Для доказательства необходимо показать, что

$$\begin{aligned} \frac{d}{dk} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{dx}{1 + \operatorname{tg}^k x} &= \int_0^{\frac{\pi}{2}} \left( \frac{d}{dk} \right) \frac{dx}{1 + \operatorname{tg}^k x} = 0 \quad \text{или} \\ \frac{d}{dk} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{dx}{1 + \operatorname{tg}^k x} &= \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\operatorname{tg}^2 x \ln \operatorname{tg} x}{(1 + \operatorname{tg}^k x)^2} dx = 0 \Leftrightarrow \int_0^{\frac{\pi}{4}} \frac{\operatorname{tg}^k x \ln \operatorname{tg} x}{(1 + \operatorname{tg}^k x)^2} dx + \int_{\frac{\pi}{4}}^{\frac{\pi}{2}} \frac{\operatorname{tg}^k x \ln \operatorname{tg} x}{(1 + \operatorname{tg}^k x)^2} dx = 0; \end{aligned}$$

Для этого достаточно показать, что

$$\int_{\frac{\pi}{4}}^{\frac{\pi}{2}} \frac{tg^k x \ln tgx}{(1+tg^k x)^2} dx = -\int_0^{\frac{\pi}{4}} \frac{tg^k x \ln tgx}{(1+tg^k x)^2} dx$$

Действительно,

$$\int_{\frac{\pi}{4}}^{\frac{\pi}{2}} \frac{tg^k x \ln tgx}{(1+tg^k x)^2} dx = [сделаем замену tgx = ctgy] = \int_{\frac{\pi}{4}}^0 \frac{ctg^k y \ln tgy}{(1+ctg^k y)^2} dy = \int_{\frac{\pi}{4}}^0 \frac{\ln tgy}{tg^k y \left(1 + \frac{1}{tg^k y}\right)^2} dy =$$

$$= \int_{\frac{\pi}{4}}^0 \frac{tg^k y \ln tgy}{(tg^k y + 1)^2} dy = -\int_0^{\frac{\pi}{4}} \frac{tg^k y \ln tgy}{(1+tg^k y)^2} dy.$$

Таким образом, мы доказали, что интеграл  $\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{dx}{1+tg^k x}$  не зависит от k

[2].

Данные задачи отличаются от стандартных задач в силу того, что для их решения студент помимо практических навыков вычисления интегралов свободно должен владеть теоретическими знаниями, а именно: свойствами интегралов, условие существования интегралов, теоремой о среднем и т.д., и уметь их применять для решения конкретных задач [3].

### Литература

1. Официальный сайт Единое окно доступа к образовательным ресурсам [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://windows.edu.ru/catalog/pdf2txt/380/68380/41930?p\\_page=4/](http://windows.edu.ru/catalog/pdf2txt/380/68380/41930?p_page=4/) (дата обращения 09.04.2017).
2. И. Ю. Попов, Задачи повышенной трудности в курсе высшей математики: учебное пособие / Попов И. Ю. СПб: СПбГУ ИТМО, 2008. 214 с. (дата обращения 09.04.2017).
3. Г. М. Фихтенгольц, Основы математического анализа Том 1: учебное пособие / Фихтенгольц Г. М. Москва: Издательство «Наука», 1968. 434 с. (дата обращения 09.04.2017)

УДК 372.851  
ГРНТИ 14.25.09

**СПЕЦКУРС ДЛЯ СТУДЕНТОВ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ  
ФАКУЛЬТЕТОВ «ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ  
КЛЕРО С ЧАСТНЫМИ ПРОИЗВОДНЫМИ»**

**SPECIAL COURSE FOR STUDENTS OF PHYSICAL AND  
MATHEMATICAL FACULTIES “THE DIFFERENTIAL  
EQUATIONS OF CLAIRAUT WITH PARTIAL DERIVATIVES”**

**Фирдавси Холмухаммад**

Научный руководитель: П. М. Лавров, д-р физ.-мат. наук, проф.

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

*Ключевые слова:* обучение математике, дифференциальные уравнения, методика изучения дифференциальных уравнений Клеро с частными производными.

*Key words:* the teaching of mathematics, the differential equations, methods of studying differential equations, with partial derivatives Clairaut.

*Аннотация.* В ходе преподавания такой дисциплины, как «Дифференциальные уравнения» или «Дифференциальные уравнения с частными производными», уделяется мало внимания прикладной составляющей дифференциальных уравнений. Разные науки (химия, биология, физика) имеют задачи, основным способом решения которых является составление и решение дифференциального уравнения.

При изучении тех или иных физических, биологических процессов, механических явлений ученые могут составить дифференциальное уравнение этого процесса или явления. А затем, решая это уравнение, удастся вывести функциональный закон описания изучаемого вопроса [1].

Существует много процессов в природе, которые описываются дифференциальными уравнениями [2]. Например, процесс размножения бактерий, явление органического роста, изменение давления при подъеме над уровнем моря, ток самоиндукции, протекающий в катушке после выключения постоянного напряжения. Можно также написать дифференциальные уравнения движения планеты вокруг Солнца, искусственного спутника вокруг Земли.

Рассмотрим, например, модель Мальтуса о росте населения.

Скорость роста пропорциональна текущему размеру популяции. Она описывается дифференциальным уравнением.

$$y' = ky \quad (*)$$

где  $k$  – параметр, отражающий рост населения с постоянной скоростью, которая не меняется в последующих поколениях. Этот параметр называется коэффициентом роста населения.



Решением этого уравнения является экспоненциальная функция  $y(t) = y_0 e^{rt}$  (\*\*)

$y_0$  – численность популяции в начальный момент времени ( $t = t_0$ ).

График функции (\*\*) при положительных (размножение) и отрицательных (вымирание) значениях константы скорости роста представлен на рисунке 1.

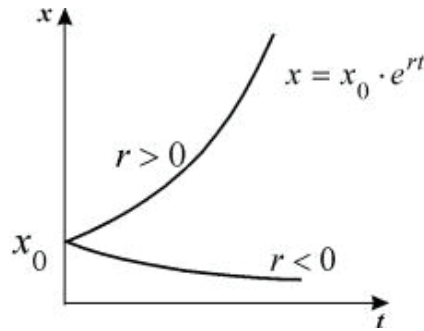


Рис. 1

Цели спецкурса мы видим в следующем:

- актуализировать и обобщить знания студентов по составлению и решению простейших дифференциальных уравнений несколькими способами;
- получить некоторые новые результаты в теории дифференциальных уравнений с частными производными.

Достижение данных целей окажется возможным только при решении следующих задач:

1. Развивать у студентов навыки решения простейших дифференциальных уравнений.
2. Рассмотреть решение некоторых простейших дифференциальных уравнений с частными производными.

После окончания данного спецкурса студенты физико-математических факультетов получают более широкое представление о дифференциальных уравнениях и способах их решения.

В данном курсе мы больше внимания уделяем рассмотрению важного класса дифференциальных уравнений, известных в литературе как уравнения типа Клеро.

В теории уравнений в частных производных рассматриваются дифференциальные уравнения вида

$$y - y'_i x_i = \psi(y'_1, y'_2, \dots, y'_n) \quad (1)$$

где неизвестная функция  $y$  является функцией переменных  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , а  $\psi(z_1, z_2, \dots, z_n)$  где  $y'_i = z_i$  представляет собой заданную функцию переменных  $z_1, z_2, \dots, z_n$ . Уравнения вида (1) известны в теории уравнений



$$\begin{aligned}
 z_1 &= \left(-\frac{x_1}{\alpha\beta_1}\right)^{\frac{\beta_2+\beta_3+\dots+\beta_n-1}{\beta_1+\dots+\beta_{n-1}}} \left(-\frac{x_2}{\alpha\beta_2}\right)^{\frac{\beta_3}{\beta_2+\dots+\beta_{n-1}}} \dots \left(-\frac{x_n}{\alpha\beta_n}\right)^{\frac{\beta_n}{\beta_1+\dots+\beta_{n-1}}} \\
 \dots\dots\dots \\
 z_n &= \left(-\frac{x_1}{\alpha\beta_1}\right)^{\frac{\beta_2}{\beta_1+\dots+\beta_{n-1}}} \left(-\frac{x_2}{\alpha\beta_2}\right)^{\frac{\beta_3}{\beta_1+\dots+\beta_{n-1}}} \dots \left(-\frac{x_n}{\alpha\beta_n}\right)^{\frac{\beta_1+\beta_2+\dots+\beta_{(n-1)}}{\beta_1+\dots+\beta_{n-1}}}
 \end{aligned}
 \tag{12}$$

Тогда особым решением для уравнения Клеро, когда правая часть зависит от (10), является равенство:

$$y = -\alpha(\beta_1 + \dots + \beta_n - 1) \left(-\frac{x_1}{\alpha\beta_1}\right)^{\frac{\beta_1}{\beta_1+\dots+\beta_{n-1}}} \dots \left(-\frac{x_n}{\alpha\beta_n}\right)^{\frac{\beta_n}{\beta_1+\dots+\beta_{n-1}}}, \tag{13}$$

где  $\beta_1 + \dots + \beta_n - 1 \neq 0, \alpha \neq 0, \beta_i \neq 0, (i = 1, 2, \dots, n)$

Найденное в данной работе решение (9) уравнения типа Клеро со специальной правой частью (5) и решение (13) со специальной правой частью (10) мы рассматриваем как новый результат в теории дифференциальных уравнений в частных производных.

Курс дифференциальных уравнений играет большую роль в понимании сущности прикладной и практической направленности обучения математике, овладение методом математического моделирования, умение осуществлять в обучении межпредметные связи. Курс дифференциальных уравнений имеет наибольшие возможности для реализации профессионально-педагогической направленности обучения.

### Литература

1. Письменный, Д. Т. Конспект лекций по высшей математике. – М. : Айрис-пресс, 2013. – 608 с.
2. Давыдов, Н. А., Коровкин, П. П. и др. Сборник задач по математическому анализу. – М. : Просвещение, 1973. – 256 с.
3. Камке, Э. Справочник по дифференциальным уравнениям в частных производных первого порядка / Э. Камке. – М. : Наука, 1966. – 260 с.
4. Рафаэль Лаос-Бельтра. Мир математики : Т. 28. Москва, 2016. – 67 с.

УДК 517.52  
ГРНТИ 27.23.23

## ОСНОВЫ ТЕОРИИ ЧИСЛОВЫХ РЯДОВ В КЛАССАХ С УГЛУБЛЕННЫМ ИЗУЧЕНИЕМ МАТЕМАТИКИ

## BASICS NUMERICAL SERIES IN CLASSES WITH IN-DEPTH STUDY OF MATHEMATICS

*Хоменко Ксения Сергеевна*

Научный руководитель: О.В. Зырянова, канд. физ.-мат. наук, доцент

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

*Ключевые слова:* числовые ряды, суммы рядов, сходимость рядов.

*Key words:* numerical series, the sum of a numerical series, convergence of the numerical series.

*Аннотация.* Проведён анализ введения основ теории числовых рядов в школьном курсе математики.

Как известно, теория рядов включает в себя изучение числовых и функциональных рядов. По моему мнению, изучение числовых рядов можно начать уже с 10 класса, потому что в 9 классе обучающиеся знакомятся с числовыми последовательностями, прогрессиями и суммами их членов, а также понятием предела.

Актуальность темы обусловлена значимостью теории классического анализа в формировании математического мышления у школьников. Для продолжения развития математических способностей были разработаны элективные занятия для десятиклассников. Эти математические знания помогут им в их дальнейшей учебной и профессиональной деятельности.

Рассмотрим структуру первого занятия, которое рассчитано на два академических часа.

**План:**

1. организационный момент;
2. актуализация знаний;
3. изучение нового материала:
  - a) введение терминов: «числовые ряды», « $n$ -ая частичная сумма числового ряда»;
  - b) рассмотрение простейших задач из теории числовых рядов относительно введённых понятий;
  - c) знакомство с понятием сходимости числового ряда.
  - d) разбор заданий на сходимость числового ряда;
  - e) практическая часть (работа в микрогруппах);
  - f) теорема (необходимый признак сходимости числового ряда), следствие из теоремы;
4. итоги урока;
5. домашнее задание.

В актуализации знаний происходит мотивация к дальнейшему изучению темы. А именно, приводится высказывание канадского поэта, типографа, литератора Роберта Брингхерста о значении науки математики. Акцентируется внимание на том, что введение нового математического аппарата позволит рассмотреть ряд задач, которые нельзя решить элементарным методом. Обучающимся задаются следующие вопросы на повторение ранее изученного материала.

1) Что мы понимаем под числовой последовательностью? Дайте определение суммы  $n$  первых членов последовательностей.

2) Вспомните частные случаи числовой последовательности, которые изучались в 9 классе.

3) Продолжите: «число называется пределом последовательности, если...».

Далее идёт теоретическая часть, которая плавно переплетается с практическим её применением, по ходу изложения подробно рассматриваются задачи, взятые из сборника задач по математическому анализу Г.Н. Бермана [1]:

Пример 1. (Работа с понятием общего члена числового ряда) Дан ряд  $\frac{1}{1 \cdot 2} + \frac{1}{2 \cdot 3} + \frac{1}{3 \cdot 4} + \dots$ . Найдите  $a_{45}, a_{101}$

Ответ:  $a_{45} = \frac{1}{2070}, a_{101} = \frac{1}{10302}$ .

Пример 2. (Работа с понятием частичных сумм числового ряда) Вычислите частичные суммы числового ряда:  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(2n-1)(2n+1)}$ . Чему равны:  $S_1, S_2, S_3, S_n$ ?

Ответ:  $S_1 = \frac{1}{3}, S_2 = \frac{6}{15}, S_3 = \frac{3}{7}, S_n = \frac{1}{3} + \frac{1}{15} + \dots + \frac{1}{(2n-1)(2n+1)}$ .

Для самостоятельной работы представлены следующие аналогичные задания: дан ряд:  $\frac{1}{1 \cdot 4} + \frac{1}{2 \cdot 5} + \frac{1}{3 \cdot 6} + \dots$ . Выпишите формулу общего члена ряда; найдите: 9-й, 37-й, 86-й члены ряда; найдите частичные суммы:  $S_1, S_3, S_n$ .

Пример 3. (Работа с понятием сходимости числового ряда, применение знаний о геометрической прогрессии и её свойствах) Найдите сумму ряда  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{3^n}$  и исследовать на сходимость.

Ответ:  $S = \frac{1}{2}$ , ряд сходится.

Пример 4. (Работа с понятием сходимости числового ряда, использование приёма представления дроби в виде разности двух дробей) Докажите сходимость ряда:  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(2n-1)(2n+1)}$ .

Ответ: ряд  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(2n-1)(2n+1)}$  сходится.

Для работы в группах обучающимся предложены следующие задания: докажите сходимость следующих числовых рядов:  $\frac{1}{4^0} + \frac{1}{4^1} + \frac{1}{4^2} + \dots + \frac{1}{4^n} + \dots$ ;  $\frac{1}{1 \cdot 4} + \frac{1}{4 \cdot 7} + \dots + \frac{1}{(3n-2)(3n+1)} + \dots$ .

На применение необходимого признака сходимости числового ряда: пример 5. Исследуйте на сходимость ряд:  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n-1}{n+1}$ .

Ответ: ряд  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n-1}{n+1}$  расходится.

Итог занятия подводится следующим образом: каждый обучающийся друг за другом формулирует по одному результату из нашей темы: «Числовые ряды, понятие сходимости ряда». А потом каждый придумывает вопрос и задаёт его классу.

Домашнее задание: десятиклассникам необходимо самостоятельно составить задание, которое должно включать понятие общего члена числового ряда, частичной суммы числового ряда и вопрос о сходимости числового ряда.

Идея для разработки элективного занятия возникла при рассмотрении книги «Математический анализ в 57-й школе. Четырёхгодичный курс», опубликованной в 2008 году авторами Давидович Б. М., Пушкарь П. Е., Чеканов Ю. В. г. Москва. [3] Эта книга предназначена для учителей математики, работающих в математических классах.

---

### Литература

1. Берман Г.Н. Сборник задач по курсу математического анализа: учебное пособие для вузов / Г.М. Берман. – 20-е изд. Москва.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1985. – 384 с.
2. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Т. 2 / Г.М. Фихтенгольц. – Москва.: Наука, 1987. – 856 с.
3. Давидович Б. М., Пушкарь П. Е., Чеканов Ю. В. Математический анализ в 57-й школе. Четырёхгодичный курс. / Б. М. Давидович, П. Е. Пушкарь, Ю. В. Чеканов. – Москва.: МЦНМО, 2008. – 176 с.

# МАТЕМАТИКА

---

УДК 512  
ГРНТИ 27.17.27

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ СИММЕТРИЧЕСКИХ МНОГОЧЛЕНОВ К РЕШЕНИЮ СИСТЕМ УРАВНЕНИЙ

### THE APPLICATION OF THE THEORY OF SYMMETRIC POLYNOMIALS TO THE SOLUTION OF SYSTEMS OF EQUATIONS

*Дикова Юлия Владимировна*

Научный руководитель: Е. А. Фомина, канд. физ.-мат. наук, доцент

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

*Ключевые слова:* лексикографический порядок, симметрические многочлены, элементарные симметрические многочлены, теорема Виета.

*Keywords:* lexicographic order, symmetric polynomials, elementary symmetric polynomials, Vieta's theorem.

*Аннотация.* Одним из сложных разделов школьной алгебры является решение систем уравнений высших степеней. В данной статье рассмотрен метод решения систем уравнений высших степеней с помощью симметрических многочленов.

Напомним [1–3], что

*Одночленом от  $x_1, x_2, \dots, x_n$*  называется выражение вида:

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = ax_1^{k_1} x_2^{k_2} \dots x_n^{k_n}. \quad (1)$$

*Многочленом* называется сумма всех одночленов входящих в данный многочлен.

*Степенью ненулевого одночлена  $ax_1^{k_1} x_2^{k_2} \dots x_n^{k_n}$*  называется число  $k = k_1 + k_2 + \dots + k_n$ . *Степенью ненулевого многочлена* называется наивысшая из степеней его членов. Например, степень многочлена  $x_1^2 x_2^2 x_3 + 5x_1 x_2^2 + x_1^3 x_2^2 + 2x_2^4$  равна 5.

Многочлен называется *однородным*, если все его члены имеют одинаковую степень. Например, многочлен  $x_1^5 + 4x_1 x_2 x_3^3 - 3x_1^2 x_3^3$  является однородным степени 5.

Для упорядочивания членов многочлена от любого числа переменных используется *лексикографический порядок* ненулевых одночленов. Говорят, что

$$ax_1^{k_1}x_2^{k_2}\dots x_n^{k_n} < bx_1^{s_1}x_2^{s_2}\dots x_n^{s_n},$$

если

$$k_1 < s_1$$

или

если  $k_1 = s_1$ , то  $k_2 < s_2$  и т. д.

Например, расположив в порядке лексикографического убывания члены многочлена

$$f(x_1, x_2, x_3) = x_2^4 + x_1x_2x_3 + 5x_1x_2 - x_2x_3 + 3x_2x_3^2,$$

получим:

$$f(x_1, x_2, x_3) = x_1x_2x_3 + 5x_1x_2 + x_2^4 + 3x_2x_3^2 - x_2x_3.$$

Среди многочленов от нескольких переменных немало важную роль играют симметрические многочлены.

Многочлен  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  называется *симметрическим*, если он не меняется при любой перестановке переменных, т.е. если

$$f(x_{i_1}, x_{i_2}, \dots, x_{i_n}) = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (2)$$

для любой перестановки  $(i_1, i_2, \dots, i_n)$  чисел  $1, 2, \dots, n$ .

Например, многочлен  $x_1^2x_2^2 + x_2^2x_3^2 + x_1^2x_3^2 + 2x_1 + 2x_2 + 2x_3$  является симметрическим. Многочлен  $f(x_1, x_2, x_3) = x_1^2x_2 + x_2^2x_3 + x_3^2x_1$  не является симметрическим, так как

$$f(x_1, x_2, x_3) = x_1^2x_3 + x_3^2x_2 + x_2^2x_1 \neq f(x_1, x_2, x_3).$$

Существуют ещё основные симметрические, или, как мы их будем называть, *элементарные симметрические* многочлены:

$$\sigma_1 = x_1 + x_2 + \dots + x_n, \sigma_2 = x_1x_2 + x_1x_3 + \dots + x_{n-1}x_n, \dots, \sigma_n = x_1x_2\dots x_{n-1}x_n.$$

Например, для двух переменных  $x$  и  $y$  элементарные симметрические многочлены выглядят следующим образом:

$$\sigma_1 = x + y, \sigma_2 = xy \quad (3)$$

Для трёх переменных  $x, y$  и  $z$  так:

$$\sigma_1 = x + y + z, \sigma_2 = xy + xz + yz, \sigma_3 = xyz. \quad (4)$$

Существует взаимосвязь между элементарными симметрическими многочленами и формулами Виета.

Рассмотрим, например, многочлен  $f(x) = x^3 + c_1x^2 + c_2x + c_3$ . Пусть  $a_1, a_2, a_3$  – корни уравнения  $f(x)$ , тогда, согласно теореме Безу, многочлен  $f(x)$  можно записать в виде:

$$\begin{aligned} f(x) &= (x - a_1)(x - a_2)(x - a_3) = \\ &= x^3 - (a_1 + a_2 + a_3)x^2 + (a_1a_2 + a_1a_3 + a_2a_3)x - a_1a_2a_3 \end{aligned}$$

По теореме Виета имеем:

$$\begin{aligned} c_1 &= -(a_1 + a_2 + a_3), \\ c_2 &= a_1a_2 + a_1a_3 + a_2a_3, \\ c_3 &= -a_1a_2a_3. \end{aligned} \quad (5)$$



В данном случае  $c_1 = -\sigma_1$ ,  $c_2 = \sigma_2$  и  $c_3 = -\sigma_3$ .

Имеет место следующая

**Теорема.** *Всякий симметрический многочлен  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  может быть представлен в виде многочлена от элементарных симметрических многочленов:*

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = F(\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n). \quad (6)$$

Опишем на примере многочлена от трёх переменных алгоритм, позволяющий любой однородный симметрический многочлен выразить через элементарные симметрические многочлены. Если симметрический многочлен не является однородным, его надо разбить на однородные компоненты. Каждую такую компоненту надо выражать через элементарные симметрические многочлены по отдельности.

**Алгоритм выражения симметрического однородного многочлена через элементарные симметрические многочлены**

Пусть  $f(x, y, z)$  – симметрический однородный многочлен.

1) Выделение старшего члена многочлена  $f(x, y, z)$  относительно лексикографического порядка –  $ax^{k_1}y^{k_2}z^{k_3}$ . Его показатели удовлетворяют следующим условиям:

- a)  $k_1 + k_2 + k_3 = n$ ,
- b)  $k_1 \geq k_2 \geq k_3$ .

2) Составление всех возможных троек  $(s_1, s_2, s_3)$ , удовлетворяющих условиям:

- a)  $s_1 + s_2 + s_3 = n$ ,
- b)  $s_1 \geq s_2 \geq s_3$ .

Количество слагаемых в разложении исходного многочлена  $f(x, y, z)$  через элементарные симметрические многочлены будет равно количеству таких троек, включая тройку  $(k_1, k_2, k_3)$ . Пусть их будет  $m$  штук.

3) Нахождение показателей  $\delta_1, \delta_2, \delta_3$  элементарных симметрических многочленов  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$  в выражении исходного симметрического многочлена  $f(x, y, z)$ . Они находятся по формулам:

$$\delta_1 = k_1 - k_2 \text{ [или } s_1 - s_2]; \quad \delta_2 = k_2 - k_3 \text{ [или } s_2 - s_3]; \quad \delta_3 = k_3 \text{ [или } s_3].$$

Показатели  $\delta_1, \delta_2, \delta_3$  нужно найти для тройки  $(k_1, k_2, k_3)$  и каждой тройки  $(s_1, s_2, s_3)$ .

После этого шага можно записать такое выражение:

$$f(x, y, z) = A_1 \sigma_1^{\delta_{11}} \sigma_2^{\delta_{12}} \sigma_3^{\delta_{13}} + A_2 \sigma_1^{\delta_{21}} \sigma_2^{\delta_{22}} \sigma_3^{\delta_{23}} + \dots + A_m \sigma_1^{\delta_{m1}} \sigma_2^{\delta_{m2}} \sigma_3^{\delta_{m3}} \quad (7)$$

4) Нахождение коэффициентов  $A_1, A_2, \dots, A_m$ .

Для нахождения этих коэффициентов берут  $m$  штук различных троек  $(\alpha_{11}, \alpha_{12}, \alpha_{13}), \dots, (\alpha_{m1}, \alpha_{m2}, \alpha_{m3})$  и вычисляют значение левой и правой частей уравнения (7):

$$f(\alpha_{i1}, \alpha_{i2}, \alpha_{i3}) = A_1 \sigma_1^{\delta_{11}}(\alpha_{i1}, \alpha_{i2}, \alpha_{i3}) \sigma_2^{\delta_{12}}(\alpha_{i1}, \alpha_{i2}, \alpha_{i3}) \sigma_3^{\delta_{13}}(\alpha_{i1}, \alpha_{i2}, \alpha_{i3}) + \dots + A_m \sigma_1^{\delta_{m1}}(\alpha_{i1}, \alpha_{i2}, \alpha_{i3}) \sigma_2^{\delta_{m2}}(\alpha_{i1}, \alpha_{i2}, \alpha_{i3}) \sigma_3^{\delta_{m3}}(\alpha_{i1}, \alpha_{i2}, \alpha_{i3})$$

Получают систему из  $m$  линейных уравнений, решая которую, находят коэффициенты  $A_1, A_2, \dots, A_m$ .

Теперь рассмотрим на примере симметрического однородного многочлена 3-й степени  $g(x, y, z) = x^2y + x^2z + xy^2 + xz^2 + y^2z + yz^2$  работу выше указанного алгоритма.

1) Старший член:  $x^2y$ . Ему соответствует система показателей:

$$k_1 = 2, k_2 = 1, k_3 = 0.$$

2) В данном случае мы можем составить еще одну систему показателей, удовлетворяющую условиям а) и б):  $s_1 = 1, s_2 = 1, s_3 = 1$ .

3) Найдем показатели элементарных многочленов:

$$\begin{array}{l} 2 \ 1 \ 0: \quad \delta_{11} = 2 - 1 = 1, \quad \delta_{12} = 1 - 0 = 1, \quad \delta_{13} = 0; \\ 1 \ 1 \ 1: \quad \delta_{21} = 1 - 1 = 0, \quad \delta_{22} = 1 - 1 = 0, \quad \delta_{23} = 1. \end{array}$$

Имеем:

$$g(x, y, z) = A_1 \sigma_1^{\delta_{11}} \sigma_2^{\delta_{12}} \sigma_3^{\delta_{13}} + A_2 \sigma_1^{\delta_{21}} \sigma_2^{\delta_{22}} \sigma_3^{\delta_{23}} = A_1 \sigma_1 \sigma_2 + A_2 \sigma_3$$

4) Теперь остается лишь найти значения коэффициентов  $A_1, A_2$  в данном разложении.

Заметим, что в данном случае коэффициент  $A_1 = 1$ , так как коэффициент при старшем члене тоже равен 1. Получаем выражение:

$$g(x, y, z) = \sigma_1 \sigma_2 + A_2 \sigma_3.$$

Для вычисления значения  $A_2$  будем подставлять в тождество различные значения  $x, y$  и  $z$ . Так, при  $x = 1, y = 1$  и  $z = 1$  имеем:

$$\sigma_1(1, 1, 1) = 3, \sigma_2(1, 1, 1) = 3, \sigma_3(1, 1, 1) = 1, f(1, 1, 1) = 6.$$

Тогда

$$6 = 9 + A_2 \cdot 1.$$

Отсюда,  $A_2 = -3$  и  $g(x, y, z) = \sigma_1 \sigma_2 - 3\sigma_3$ .

*Ответ:*  $g(x, y, z) = \sigma_1 \sigma_2 - 3\sigma_3$ .

**Задание 1.** Выразите через элементарные симметрические многочлены многочлен  $x^3 + y^3$ .

*Решение.*

**I способ.**

Используя формулы суммы кубов и суммы квадратов, разложим многочлен:

$$\begin{aligned} x^3 + y^3 &= (x + y)(x^2 - xy + y^2) = (x + y)((x^2 + y^2) - xy) = \\ &= (x + y)((x + y)^2 - 2xy - xy) = (x + y)((x + y)^2 - 3xy). \end{aligned}$$

Далее, используя симметрические многочлены от двух переменных (3), представим данное выражение в виде:

$$(x + y)((x + y)^2 - 3xy) = \sigma_1(\sigma_1^2 - 3\sigma_2) = \sigma_1^3 - 3\sigma_1\sigma_2.$$

**II способ.**

Многочлен  $f(x, y)$  является однородным симметрическим многочленом степени 3.

1) Старший член —  $x^3$ . Ему соответствует система показателей  $k_1 = 3, k_2 = 0$ .

2) В данном случае мы можем составить еще одну систему показателей, удовлетворяющую условиям а) и б):  $s_1 = 2, s_2 = 1$ .

3) Найдем показатели элементарных многочленов:

$$\begin{array}{l} 3 \ 0: \quad \delta_1 = 3 - 0 = 3, \quad \delta_2 = 0; \\ 2 \ 1: \quad \delta_1 = 2 - 1 = 1, \quad \delta_2 = 1. \end{array}$$

Имеем:

$$g(x, y) = A_1 \sigma_1^3 + A_2 \sigma_1 \sigma_2.$$

4) Теперь остается лишь найти значения коэффициента  $A_1, A_2$  в данном разложении.

Заметим, что в данном случае коэффициент  $A_1 = 1$ , так как коэффициент при старшем члене тоже равен 1. Получаем выражение:

$$g(x, y) = \sigma_1^3 + A_2 \sigma_1 \sigma_2.$$

Для вычисления значения  $A_2$  будем подставлять в тождество различные значения  $x$  и  $y$ . Так, при  $x = 1, y = 1$  имеем:

$$\sigma_1(1, 1) = 2, \sigma_2(1, 1) = 2, f(1, 1) = 2.$$

Тогда

$$2 = 2^3 + A_2 \cdot 2 \cdot 1.$$

Отсюда,  $A_2 = -3$  и  $g(x, y) = \sigma_1^3 - 3\sigma_1\sigma_2$ .

Ответ:  $g(x, y) = \sigma_1^3 - 3\sigma_1\sigma_2$ .

**Задание 2** [4]. Числа  $x, y, z$  удовлетворяют системе

$$\begin{cases} x + y + z = a, \\ \frac{1}{x} + \frac{1}{y} + \frac{1}{z} = \frac{1}{a}. \end{cases}$$

Докажите, что хотя бы одно из этих чисел равно  $a$ .

*Решение.*

Рассмотрим второе уравнение системы:

$$\begin{aligned} \frac{1}{x} + \frac{1}{y} + \frac{1}{z} &= \frac{1}{a} \\ \frac{xy + xz + yx}{xyz} &= \frac{1}{a}. \end{aligned}$$

Теперь нужно решить систему:

$$\begin{cases} x + y + z = a \\ \frac{xy + xz + yz}{xyz} = \frac{1}{a}. \end{cases}$$

Сделаем замену, пусть  $xy + xz + yz = b$ , тогда  $xyz = ab$ . Отсюда имеем следующую систему:

$$\begin{cases} xy + xz + yz = b \\ xyz = ab \\ x + y + z = a \end{cases}.$$

Тогда, используя формулы 1.6, видим что  $x$ ,  $y$  и  $z$  являются корнями уравнения:

$$g(x) = t^3 - at^2 + bt - ab.$$

$$g(x) = t^3 - at^2 + bt - ab = t^2(t - a) + b(t - a) = (t - a)(t^2 + b),$$

Тогда, если  $t = a$ , то  $g(a) = 0$ . Следовательно, число  $a$  является одним из корней уравнения.

**Задание 3** [5]. Решите систему уравнений

$$\begin{cases} x^3 + y^3 = 35 \\ x + y = 6 \end{cases}.$$

*Решение.*

Обе части уравнений зависят от переменных  $x$  и  $y$ , в данном случае удобно применить элементарные симметрические многочлены или симметрические многочлены, которые через них выражаются.

Левую часть первого уравнения мы выразили через элементарные симметрические многочлены в задаче 1:

$$x^3 + y^3 = f(x, y) = \sigma_1^3 - 3\sigma_1\sigma_2.$$

А вот левая часть второго уравнения это и есть элементарный симметрический многочлен:

$$x + y = \sigma_1.$$

Тогда данная система примет вид:

$$\begin{cases} \sigma_1^3 - 3\sigma_1\sigma_2 = 35, \\ \sigma_1 = 5, \end{cases}$$

решением которой будет  $\sigma_1 = 5$ ,  $\sigma_2 = 6$ .

Для переменных  $x$  и  $y$  получим систему:

$$\begin{cases} x + y = 5, \\ xy = 6, \end{cases}$$

имеющую два решения:  $x = 2$ ,  $y = 3$  и  $x = 3$ ,  $y = 2$ .

**Замечание.**

Используя формулы Виета, систему уравнений

$$\begin{cases} x + y = 5, \\ xy = 6, \end{cases}$$

можно свести к квадратному уравнению

$$t^2 - 5t + 6 = 0.$$

Корнями данного уравнения являются  $t_1 = 2$ ,  $t_2 = 3$ . Возвращаемся к системе уравнений и получаемся, что система имеет два решения:  $x_1 = t_1 = 2$ ,  $y_1 = t_2 = 3$  или  $x_2 = t_2 = 3$ ,  $y_2 = t_1 = 2$ .

*Ответ:*  $x = 2$ ,  $y = 3$  или  $x = 3$ ,  $y = 2$ .

## Литература

1. Курош, А. Г. Курс высшей алгебры / А. Г. Курош. – Москва : Наука, 1968. – 431 с.
2. Винберг, Э. Б. Алгебра многочленов / Э. А. Винберг. – Москва : Просвещение, 1980. – 175 с.
3. Фаддеев, Д. К. Лекции по алгебре / Д. К. Фаддеев. – Москва : Наука, 1984. – 416 с.
4. Задача 61032 [Электронный ресурс] // Задачи : официальный сайт. – URL: <http://www.problems.ru> (дата обращения : 20.02.2017)
5. Солодовников, А. С. Задачник – практикум по алгебре / А. С. Солодовников, М. А. Родина. – Москва : Просвещение, 1985. – 126 с.

УДК 373.1.02  
ГРНТИ 27.17.29

## НЕКОТОРЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ С ПАРАМЕТРОМ SOME METHODS FOR SOLVING TASK'S WITH A PARAMETER

*Кириченко Татьяна Евгеньевна*

Научный руководитель: В.Н. Ксенева, канд. пед. наук, доц. кафедры математики, теории и методики обучения математике

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

*Ключевые слова:* уравнения, параметр, неравенства, школьная математика, промежутки, графики.

*Key words:* equation, parameter, inequality, school mathematics, interval, graphics.

*Аннотация.* В статье рассмотрены идеи и методы, которые широко используются при решении задач с параметрами. Задачи с параметрами играют важную роль в формировании математической культуры и логического мышления учащихся, но часто их решение вызывает у школьников значительные затруднения. Связано это, в большей степени, с тем, что изучение такого рода заданий не является отдельной составляющей школьного курса математики, и наиболее подробно рассматривается в основном во время внеурочных занятий. Именно по этой причине для большинства учеников средней школы они являются непривычными и даже сложными.

При решении задач с параметром недостаточно простого знания правил и применения формул, здесь необходимо понимание закономерностей, навыки анализа конкретного случая на основе известных общих свойств объекта, системность и последовательность в решении.

Что значит решить уравнение с параметром? Это значит показать, каким образом для любого значения параметра можно найти соответствующие значения корней, если они существуют, или установить, что при этом значении параметра корней нет.

Решение каждой задачи своеобразно и требует к себе индивидуального, нестандартного подхода, поскольку не существует единого

способа решения таких задач. Сегодня мы рассмотрим идеи и методы, которые широко используются при решении задач с параметрами.

Выделяют три основных метода для решения заданий с параметром:

1. **Аналитический метод.** Это способ прямого решения, повторяющий стандартные процедуры нахождения ответа в задачах без параметра.

2. **Графический метод** В зависимости от задачи (с переменной  $x$  и параметром  $a$ ) рассматриваются графики в координатной плоскости  $(x; y)$  или в плоскости  $(x; a)$ .

3. **Метод решения относительно параметра.** При решении этим способом переменные  $x$  и  $a$  принимаются равноправными, и выбирается та переменная, относительно которой аналитическое решение становится более простым. После упрощений нужно вернуться к исходному смыслу переменных  $x$  и  $a$  и закончить решение.

Рассмотрим методы на примерах.

### *Аналитический метод*

Найдите корни многочлена, а так же  $a$  и  $b$ , если каждый из корней  $f(x) = x^2 + (3a + 10)x + 5b - 14$  и  $f(1)$  являются простыми числами.

Так как многочлен имеет корни  $x_1$  и  $x_2$ , то удовлетворяют  $(x - x_1)(x - x_2)$ . Подставим в  $(x - x_1)(x - x_2)$  единицу:  $f(1) = (1 - x_1)(1 - x_2)$  простое число, согласно условию задачи, следует, что один из множителей равен 1 или  $-1$ , пусть  $(1 - x_1) = 1$  или  $(1 - x_1) = -1$ .

Если  $1 - x_1 = 1$ , то  $x_1 = 0$ , но 0 не является простым числом;

Если  $1 - x_1 = -1$ , то  $x_1 = 2$  – простое число, тогда  $f(1) = -(1 - x_2) = (x_2 - 1)$  – простое число, не равное 1, значит  $x_2 \neq 2$ . Так как  $x_2$  – простое, то  $(x_2 - 1)$  – четное число, но существует единственное простое четное число 2, следовательно,  $x_2 - 1 = 2$ ,  $x_2 = 3$ .

Итак, многочлен имеет два корня: 2, 3, то есть

$$\begin{cases} 2^2 + 2(3a + 10) + 5b - 14 = 0 \\ 3^2 + 3(3a + 10) + 5b - 14 = 0 \end{cases}$$

Решив систему уравнений, найдем  $a$  и  $b$ .

Ответ:  $x_1 = 2$ ,  $x_2 = 3$ ,  $a = -5$ ,  $b = 4$ .

### *Графический метод*

Найти все  $a$ , для которых система имеет 2 решения.

$$\begin{cases} (y - 2x)(2y - x) \leq 0, \\ \sqrt{(x + a)^2 + (y - a)^2} = \frac{|a + 1|}{\sqrt{5}}. \end{cases}$$

Рассмотрим первое неравенство  $(y - 2x)(2y - x) \leq 0$ . Найдем множество точек плоскости, удовлетворяющее неравенству. Данное неравенство равносильно совокупности двух систем неравенств.

$$1) \begin{cases} y - 2x \leq 0; \\ 2y - x \geq 0. \end{cases} \quad 2) \begin{cases} y - 2x \geq 0; \\ 2y - x \leq 0. \end{cases}$$

Множество точек плоскости, удовлетворяющее совокупности неравенств, изобразим на плоскости (рис. 1).

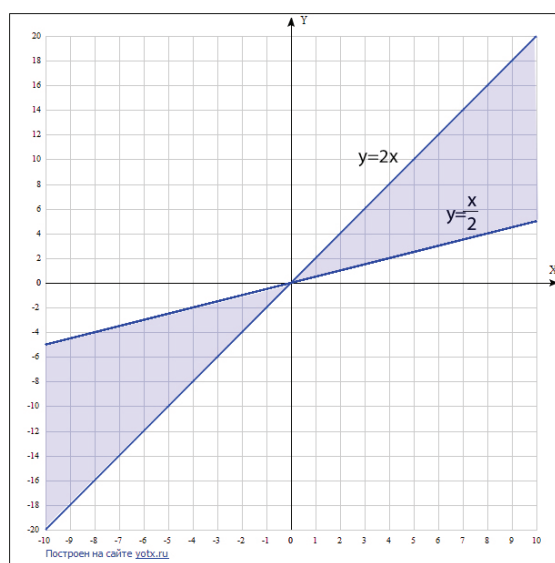


Рис. 1

Уравнение  $\sqrt{(x+a)^2 + (y-a)^2} = \frac{|a+1|}{\sqrt{5}}$  является уравнением окружности в точке  $(-a; a)$  и радиусом  $R^2 = \frac{(a+1)^2}{5}$ . Возведем обе части

уравнения в квадрат и получим  $(x+a)^2 + (y-a)^2 = \frac{(a+1)^2}{5}$

- При  $a > 0$ , тт центр  $O$  находится во II ч,
- При  $a < 0$ , тт центр  $O_1$  находится во IV ч,
- При  $a = 0$ , центр совпадает с началом координат.

Система будет иметь два решения в том и только в том случае, когда окружность будет касаться прямых  $y = 2x$  и  $y = \frac{x}{2}$  (рис. 2).

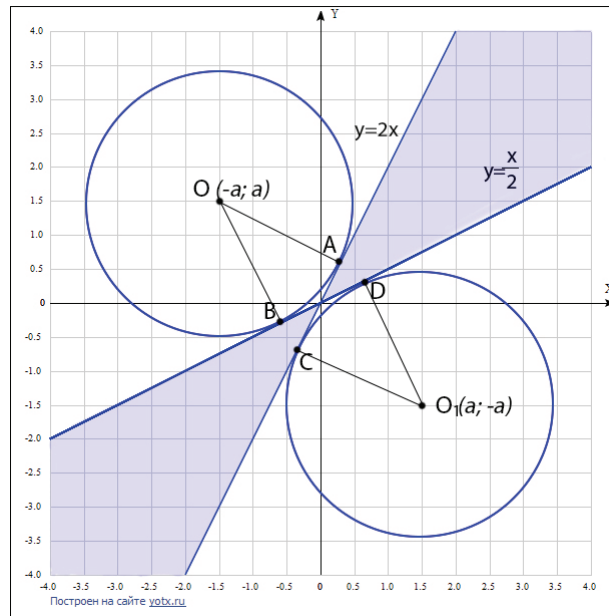


Рис. 2

Перечислим координаты точек:

$$a > 0, O(-a; a); \quad a < 0, O_1(a; -a);$$

$$A(x; 2x), \quad B(-2x, -x), \quad C(-x; -2x), \quad D(2x; x).$$

Пусть окружность касается прямой  $y = 2x$  в точке  $A(x; 2x)$ , тогда прямой  $y = \frac{x}{2}$  она будет касаться в точке  $B(-2x, -x)$ .

$$\text{Очевидно, } OC = a\sqrt{2}; \text{ тогда } OA^2 = (a\sqrt{2})^2 - \frac{(a+1)^2}{5} = 5x^2,$$

$$\text{следовательно, } 2a^2 - \frac{(a+1)^2}{5} = 5x.$$

Уравнение прямой, проходящей через точку  $A$ , перпендикулярно прямой  $y = 2x$  имеет вид:  $y = -\frac{1}{2}x + \frac{a}{2}$ ; Подставим в уравнение координаты точки  $A(x; 2x)$ , получим:  $2x = -\frac{1}{2}x + \frac{a}{2}$ , откуда следует, что  $a = 5x$ .

Получаем систему уравнений:

$$\begin{cases} 2a^2 - \frac{(a+1)^2}{5} = 5x^2; \\ a = 5x. \end{cases}$$

Решив которую найдем  $x$ , а зная  $x$ , найдем  $a$ :



$$a_1 = \frac{1}{2}, \quad a_2 = -\frac{1}{4}.$$

$$\text{Ответ: } a_1 = \frac{1}{2} \text{ или } a_2 = -\frac{1}{4}.$$

### Метод решения относительно параметра

Найдите все  $a$ , при которых уравнение  $|x^2 - 6x + 8| + |x^2 - 6x + 5| = a$  имеет 3 корня. Так как левая часть уравнения представляет собой сумму двух модулей, то  $a \geq 0$ .

Раскроем модули. Для этого определим нули квадратных трехчленов

$x^2 - 6x + 8 = 0$  и  $x^2 - 6x + 5 = 0$ : отметим нули на числовой оси и определим знаки левой части равенства.

Так как графиком функции будут параболы с ветвями вверх, то промежутки будут следующими

Получим следующие промежутки (рис. 3):

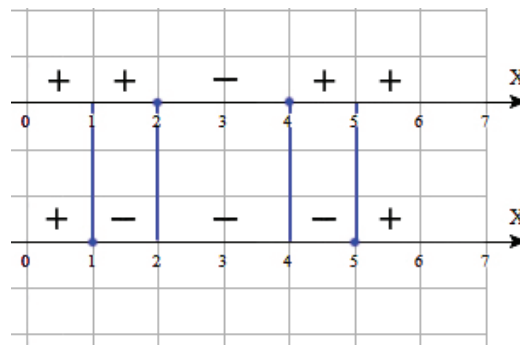


Рис. 3

$$x \leq 1 \quad y = 3$$

$$1 < x \leq 2 \quad y = 3$$

$$2 < x \leq 4 \quad y = 5$$

$$4 < x \leq 5 \quad y = 3$$

$$5 \leq x \quad y = 3$$

Получаем, что при

1)  $a < 3$  нет решений;

2)  $a = 3$  бесконечно много решений;

3)  $3 < a < 5$  четыре решения;

4)  $a = 5$  три решения;

5)  $a > 3$  два решения;

Построим график (рис. 4)

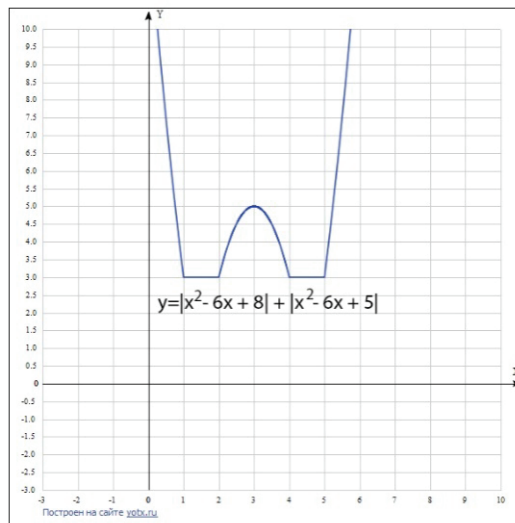


Рис. 4

Ответ: уравнение имеет три корня при  $a = 5$

### Литература

1. Построение графиков функций онлайн [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://yotx.ru/> (дата обращения : 10.04.2016).
2. А.А. Егоров, Ж.М. Раббот, В.А. Тихомирова, И.Ф. Шарыгин. Материалы вступительных экзаменов. Задачи по математике и физике / Н.Х. Розова и А.Л. Стасенко // Приложение к журналу 'Квант'. – 1993 – Выпуск 1. – С. 198–202.

УДК 372.851  
ГРНТИ 14.35.09

## МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НА ПОСТРОЕНИЕ

## METHODS FOR SOLVING PROBLEMS ON CONSTRUCTION

*Пряхина Екатерина Геннадьевна*

Научный руководитель: В. Н. Ксенева, канд. пед. наук, доцент

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

*Ключевые слова:* геометрическая задача, задача, точка, прямая, окружность, построение, фигура.

*Key words:* geometric problem, task, point, line, circle, construction, figure.

*Аннотация.* В статье рассмотрены различные методы решения задач на построение на примере решения простых геометрических задач: построение треугольника по известным трём сторонам, построение треугольника по двум сторонам  $a$ ,  $b$  и медиане  $m_c$ , проведённой к третьей стороне, построение треугольника по двум данным углам  $\alpha$  и  $\beta$  и по биссектрисе третьего угла.

## Методы решения задач на построение

Существует множество различных методов решения геометрических задач на построение (метод центральной симметрии, метод осевой симметрии, метод параллельного переноса и т.д.).

У Джорджа Пойа выделено 4 основных метода на построение: метод двух геометрических мест, метод «предположим, что задача решена», метод подобия, метод вспомогательных фигур. Эти методы описаны в его книге «Математическое открытие».

Читая эту книгу, я столкнулась с некоторыми не понятными для меня вещами: описание методов, решение примеров. Это показалось очень сложным, но интересным. Возник вопрос: как можно эти методы описать понятным языком для школьников и студентов, ведь эти методы очень помогут при решении задач геометрии.

### Метод двух геометрических мест

Для начала определимся, что именно мы имеем в виду, когда говорим «геометрическое место». Геометрическое место точек – это множество точек, удовлетворяющих некоторому условию, как правило, геометрического характера. Например, окружность является геометрическим местом точек, расстояние от некоторой точки (центра окружности) до которых остаётся неизменным.

Теперь приступим к самому методу. Его будет проще объяснять уже на самом примере. Итак, возьмём самую заурядную задачу: построить треугольник по известным трём сторонам. В этой задаче нам известны лишь длины сторон треугольника, и требуется найти расположение трёх его вершин. Положим эти длины равными  $a$ ,  $b$  и  $c$  (рис. 1).

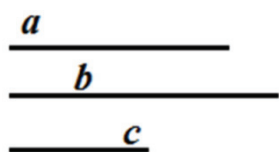


Рис. 1

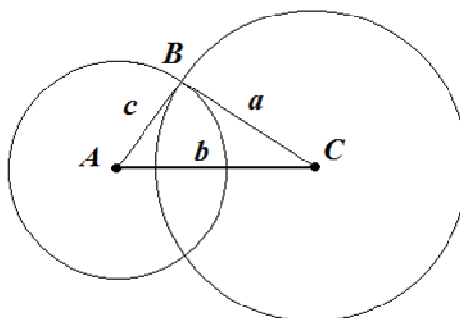


Рис. 2

Первым делом, мы откладываем любой из данных отрезков, пусть это будет отрезок  $b$  (рис. 2), тем самым преобразовав нашу задачу в новую задачу, в которой уже будет известно расположение двух точек  $A$  и  $C$  и расстояние между ними –  $b$ . Известны ещё длины  $a$  и  $c$ , а неизвестным является расположение третьей точки  $B$  (третьей вершины треугольника). Условие новой задачи, относительно искомой требует

найти расположение третьей вершины треугольника. Это условие состоит из двух частей, одна из которых относится к одной известной вершине  $A$  и одной данной длине  $c$ , вторая – ко второй известной вершине  $C$  и ко второй данной длине  $a$ .

Положение третьей вершины  $B$  треугольника будет ограничено «геометрическим местом», а именно эта точка будет располагаться на окружности радиусом  $c$  с центром в точке  $A$ . Эта точка будет принадлежать двум таким «геометрическим местам» (второе «геометрическое место» представляет собой окружность радиуса  $a$  с центром в точке  $C$ ) и определяется как их пересечение.

Таким образом, мы решили задачу по следующему алгоритму:

- сводим задачу к построению одной точки;
- разбиваем условие на две части, каждая из которых приводит к геометрическому месту для неизвестной точки. Каждое из этих геометрических мест должно быть либо прямой линией, либо окружностью.

*Метод «предположим, что задача решена»*

Для того, чтобы решать задачу на построение, иногда просто необходимо представить себе как именно будет выглядеть результат. Это своего рода мечтание.

Допустим, дана такая задача: построить треугольник по двум сторонам  $a$ ,  $b$  и медиане  $m_c$ , проведённой к третьей стороне. Для начала нужно представить, как бы выглядел треугольник, если бы мы его уже построили при данных условиях. Пусть  $BC=a$ ,  $AC=b$ ,  $CM=m_c$ . Продлим медиану  $CM$  и отложим на луче  $CM$  отрезок  $MD=m_c$ . Соединив точки  $D$  и  $A$ ,  $D$  и  $B$ , получим параллелограмм  $ACBD$  (рис. 3), поскольку у четырехугольника  $ACBD$  диагонали точкой пересечения делятся пополам.

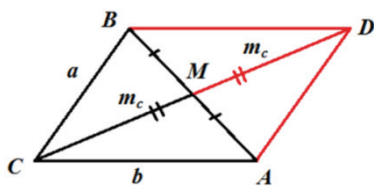


Рис. 3

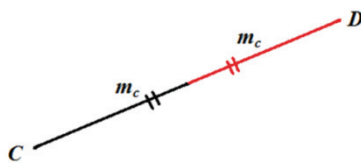


Рис. 4

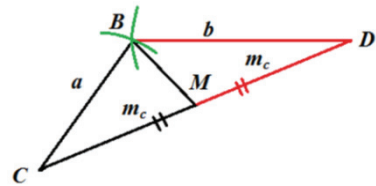


Рис. 5

Следовательно, нам необходимо получить для начала параллелограмм, а из него вывести наш треугольник. Для этого мы на прямой откладываем медиану, увеличенную в 2 раза (рис. 4). Это будет одна диагональ параллелограмма. Обозначим её  $CD$ . Затем проводим окружности: радиусом  $a$  с центром в точке  $C$ , с радиусом  $b$  и центром в

точке  $D$ . Находим их пересечение лишь с одной стороны прямой  $CD$ . Обозначим эту точку  $B$  (рис. 5).

Далее, мы проводим окружность с радиусом  $b$  и центром в точке  $C$ . Затем проводим окружность радиусом  $a$  с центром в точке  $D$ . Находим пересечение этих окружностей с другой стороны прямой  $CD$ . Обозначим эту точку  $A$  (рис. 6).

Соединим точки  $A$  и  $C$ ,  $A$  и  $D$ ,  $B$  и  $C$ ,  $B$  и  $D$ . У нас получился параллелограмм  $ACBD$ . Рассмотрим отдельно треугольник  $ACB$ :  $BC=a$ ,  $AC=b$ ,  $CM=m_c$ , отсюда следует, что задача решена (рис. 7).

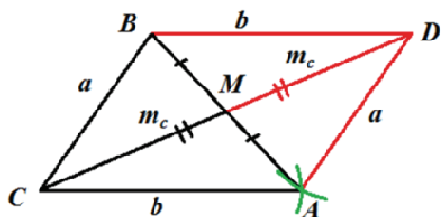


Рис. 6

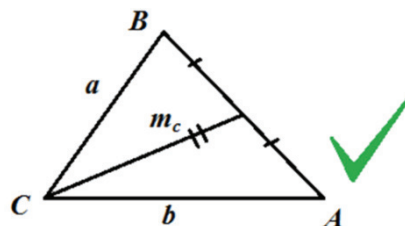


Рис. 7

Данный пример иллюстрирует еще один метод – метод вспомогательных фигур.

#### *Метод подобия*

Если вы не можете построить требуемую фигуру сразу, подумайте над возможностью построения фигуры, ей подобной. Иными словами, мы строим уже готовую фигуру таким образом, чтобы из условий, которые даны в задаче, выполнялись все, кроме одного. Затем строим уже искомую фигуру как фигуру, подобную первой и удовлетворяющей опущенному требованию.

Разберём этот метод на задаче: построить треугольник по двум данным углам  $\alpha$  и  $\beta$  и по биссектрисе третьего угла (рис. 8).

Нам даны два угла и длина биссектрисы третьего. Будем строить треугольник по двум известным углам, опуская третье условие. Получается треугольник  $A_1B_1C$ , где  $\alpha=A_1$  и  $\beta=B_1$  (рис. 9). Этот треугольник будет подобен нашему искомому треугольнику по двум углам. А значит, точка  $C$  есть одна из вершин искомого треугольника. Теперь строим биссектрису угла  $C$ . Она пересекает сторону  $A_1B_1$  в некоторой точке  $D_1$ . Откладываем известную длину биссектрисы искомого треугольника от точки  $C$  через  $D_1$  и получаем отрезок  $CD$  (рис. 10). С помощью линейки и циркуля строим прямую параллельную  $A_1B_1$ , проходящую через точку  $D$  и пересекающую лучи  $CA_1$  и  $CB_1$  в точках  $A$  и  $B$  (рис. 11).

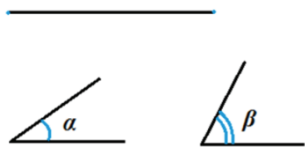


Рис. 8

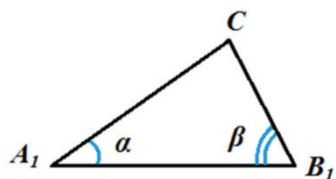


Рис. 9

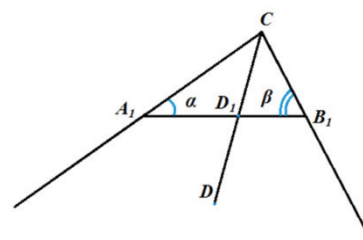


Рис. 10

Таким образом, у нас получился искомый треугольник, благодаря подобному ему треугольнику (рис. 12).

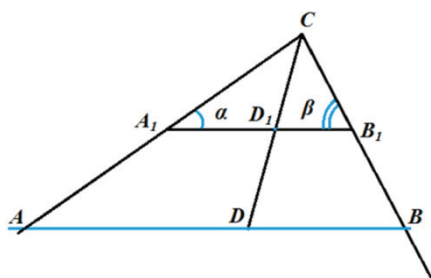


Рис. 11

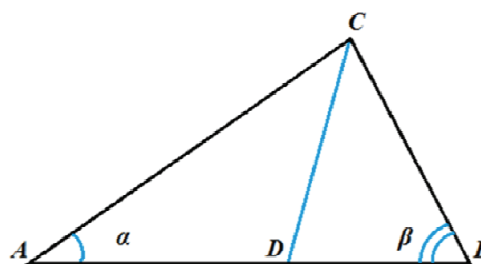


Рис. 12

### *Метод вспомогательных фигур*

Вспомним все три задачи:

- а) построить треугольник по известным трём сторонам;
- б) построить треугольник по двум сторонам  $a$ ,  $b$  и медиане  $m_c$ , проведённой к третьей стороне;
- с) построить треугольник по двум данным углам  $\alpha$  и  $\beta$  и по биссектрисе третьего угла.

Все эти три задачи объединяет последний метод, он как раз и является обобщающим. Ведь действительно, во всех трёх задачах используются построения вспомогательных фигур: в первой строятся окружности, во второй – параллелограмм, в третьей – подобный треугольник. Используя данные задачи во всех случаях, мы смогли построить вспомогательную фигуру, а затем, на её основе, и требуемую фигуру. В этом и заключается суть данного метода: попытайтесь отыскать какую-нибудь часть искомой фигуры или какую-нибудь близко лежащую «родственную фигуру», которую вы можете построить и которую можно использовать для получения заданной фигуры.

Бóльшая общность метода вспомогательных фигур неизбежно делает его менее конкретным, менее осязаемым: он не даёт определённого совета относительно построения вспомогательной фигуры. Наш опыт даёт нам некоторые указания в построении этой фигуры: мы должны искать фигуры, которые легко «вырезать» из искомой – «про-

стве» фигуры (например, треугольник) и т.д. Кроме того, мы можем изменять данные, или использовать аналогии. Т.е. этот метод не основывается на трёх предыдущих, а наоборот, три метода, описанные выше, основываются на четвёртом, обобщающем методе. Этот метод не ставит условия при построении в отличие от других, он помогает увидеть дополнительную фигуру, с помощью которой и можно решить геометрическую задачу.

### **Литература**

1. Пойа, Дж. Математическое открытие / перевод с англ. В. С. Бермана. – 2-е изд., стереотип. – Москва : Наука, 1976. – 449 с.

УДК 512.58  
ГРНТИ 27.17.25

## **ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ КАК ФУНКТОРНЫЙ МОРФИЗМ**

### **DETERMINANT AS FUNKTORNY MORPHISM**

*Смирнов Дмитрий Петрович*

Научный руководитель: А. И. Забарина, канд. физ.-мат. наук, доцент

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

*Ключевые слова:* теория категорий, естественное преобразование, определитель.

*Key words:* category theory, natural transformation, determinant.

*Аннотация.* Категории, функторы, естественные преобразования и принцип двойственности были представлены в начале 40-х гг. XX века Эйленбергом и МакЛейном. Изучение этих понятий привело к появлению теории категорий, развитию гомологической алгебры и быстрому проникновению категорных методов во все области математики. В первом параграфе настоящей статьи определены основные категорные конструкции и приведен ряд примеров. Во втором параграфе показано, что определитель можно рассматривать как морфизм между парой функторов из категории коммутативных колец в категорию групп.

### **§1. Основные понятия теории категорий.**

**Определение 1.** Категория  $\mathcal{C}$  задана, если задан класс  $\text{Ob } \mathcal{C}$ , элементы которого называются «объекты», и причем:

1. Для каждой упорядоченной пары объектов  $A$  и  $B$  задано множество  $\text{Hom}_{\mathcal{C}}(A, B)$ , элементы которого называются морфизмами  $A$  в  $B$ ; запись  $f : A \rightarrow B$  или  $A \xrightarrow{f} B$  означает, что  $f$  является элементом  $\text{Hom}_{\mathcal{C}}(A, B)$ , причем  $A$  называется областью  $f$ ,  $B$  – кообластью  $f$ .

2. Для каждой упорядоченной тройки объектов  $A, B, C$  задано отображение  $m : \text{Hom}_{\mathcal{C}}(A, B) \times \text{Hom}_{\mathcal{C}}(B, C) \rightarrow \text{Hom}_{\mathcal{C}}(A, C)$ , называемое

композицией морфизмов. При этом  $m$ -образ пары морфизмов  $(f, g)$  обозначается как  $g \circ f$  или просто  $gf$  и называется композицией морфизмов  $f$  и  $g$ .

3. Для каждого объекта  $X$  задан морфизм  $\text{id}_X : X \rightarrow X$ , называемый тождественным морфизмом  $X$ .

4. Класс объектов и множества морфизмов удовлетворяют следующим аксиомам:

- a. Для любой конфигурации объектов и морфизмов  $A \xrightarrow{f} B \xrightarrow{g} C \xrightarrow{h} D$  верно равенство  $h \circ (g \circ f) = (h \circ g) \circ f$  – т.е. композиция ассоциативна.
- b. Для любой конфигурации объектов и морфизмов  $A \xrightarrow{f} B \xrightarrow{g} C$  верно, что  $\text{id}_B \circ f = f$  и  $g \circ \text{id}_B = g$ .
- c. Множества  $\text{Hom}_C(X, Y)$  и  $\text{Hom}_C(X', Y')$  не пересекаются, если упорядоченные пары  $(X, Y)$  и  $(X', Y')$  не равны.

**Пример 1.** Категория  $\text{Set}$ . Класс объектов – класс всех множеств. Для любых двух объектов  $X, Y \in \text{Set}$   $\text{Hom}_{\text{Set}}(X, Y)$  есть множество всех отображений  $X$  в  $Y$ . Композиция морфизмов – обычная композиция отображений, тождественный морфизм – тождественное отображение множества в себя.

**Пример 2.** Категория  $\text{Grp}$ . Класс объектов – класс всех групп. Для любых двух объектов  $X, Y \in \text{Grp}$   $\text{Hom}_{\text{Grp}}(X, Y)$  есть множество всех гомоморфизмов  $X$  в  $Y$ .

**Пример 3.** Категория  $\text{CRng}$ . Класс объектов – класс всех коммутативных колец с единицей. Для любых двух объектов  $X, Y \in \text{CRng}$   $\text{Hom}_{\text{CRng}}(X, Y)$  есть множество всех сохраняющих единицу гомоморфизмов  $X$  в  $Y$ .

**Пример 4.** Пусть  $K$  – коммутативное кольцо. Категория  $\text{Matr}K$  – это категория, множество объектов которой есть множество всех натуральных чисел, и для любых двух чисел  $m$  и  $n$  множество  $\text{Hom}_{\text{Matr}K}(m, n)$  есть множество матриц размера  $m \times n$  с элементами из кольца  $K$ . Композиция морфизмов – умножение матриц. Тождественный морфизм для числа  $n$  – единичная матрица порядка  $n$ .

**Определение 2.** Морфизм  $f : A \rightarrow B$  называется мономорфизмом, если для любого объекта  $P$  и любых двух морфизмов  $g_1, g_2 : P \rightarrow A$  из того, что  $f \circ g_1 = f \circ g_2$ , следует, что  $g_1 = g_2$ ; эпиморфизмом, если для любого объекта  $Q$  и любых двух морфизмов  $g_1, g_2 : B \rightarrow Q$  из того, что  $g_1 \circ f = g_2 \circ f$ , следует, что  $g_1 = g_2$ ; биморфизмом, если является одновременно мономорфизмом и эпиморфизмом; изоморфизмом, если существует морфизм  $g : B \rightarrow A$  такой, что  $g \circ f = \text{id}_A$  и  $f \circ g = \text{id}_B$ . Морфизм, у которого область и кообласть равны, называется эндоморфизмом. Изоморфизм, являющийся эндоморфизмом, называется автоморфизмом.



мом. Два объекта называются изоморфными, если между ними есть изоморфизм.

**Предложение 1.** В категории множеств эпиморфизмами являются сюръекции, мономорфизмами – инъекции, изоморфизмами – биекции, и каждый биморфизм является изоморфизмом.

Доказательство. Пусть  $f$  и  $g$  – отображения  $B \rightarrow C$ . Пусть  $h$  – сюръекция  $A \rightarrow B$  и для любого  $a$  из  $A$  верно, что  $f(h(a))=g(h(a))$ . Предположим, что существует точка  $b$  из  $B$  такая, что  $f(b) \neq g(b)$ . Поскольку  $h$  – сюръекция, существует точка  $a_0$  из  $A$  такая, что  $b = h(a_0)$ . Значит,  $f(h(a_0)) \neq g(h(a_0))$ , и наше предположение неверно. Поэтому для любой точки  $b$  из  $B$  верно, что  $f(b) = g(b)$ . Поэтому  $f=g$ . Значит, каждая сюръекция является эпиморфизмом. Обратное, пусть отображение  $h$  – эпиморфизм  $A \rightarrow B$ . Пусть функция  $f : B \rightarrow \{0,1\}$  – характеристическая функция множества  $h(A)$ , функция  $g : B \rightarrow \{0,1\}$  – тождественное отображение в 1. Значения композиций  $f \circ h$  и  $g \circ h$  равны для всех точек множества  $A$ . Поскольку  $h$  – эпиморфизм, по определению 2 имеем  $f=g$ . Т.к. область  $g$  равна  $B$ , то  $h(A)=B$ , т.е.  $h$  – сюръекция.

Пусть теперь  $h$  – инъекция  $C \rightarrow D$  и для любого  $b$  из  $B$  верно, что  $h(f(b)) = h(g(b))$ . Предположим, что существует точка  $b_0$  из  $B$  такая, что  $f(b_0) \neq g(b_0)$ . Тогда  $h(f(b_0)) \neq h(g(b_0))$  – значит, наше предположение неверно. Поэтому значения отображений  $f$  и  $g$  совпадают во всех точках и, следовательно,  $f=g$ . Значит, каждая инъекция – мономорфизм. Обратное, пусть отображение  $h : C \rightarrow D$  – мономорфизм, пусть  $a$  и  $b$  – два элемента множества  $C$ . Рассмотрим два отображения  $f, g : C \rightarrow C$ , первое из которых переводит каждую точку множества  $C$  в  $a$ , второе – в  $b$ . Если  $h(a)=h(b)$ , то композиции  $h \circ f$  и  $h \circ g$  равны, откуда, так как  $h$  – мономорфизм, по определению 2  $f=g$  и  $a=b$ , что означает инъективность отображения  $h$ .

Биекцией называется инъективное и сюръективное отображение, таким образом в категории множеств всякая биекция – биморфизм. В силу известного критерия биекции [1], всякая биекция – изоморфизм.

**Замечание 1.** Для т.н. «конкретных» категорий любой морфизм может быть рассмотрен как отображение. В конкретных категориях инъективные морфизмы обязательно мономорфизмы [2]. Set, Grp, CRng – конкретные.

**Предложение 2.** В категории CRng тождественное вложение  $i: Z \rightarrow Q$  является биморфизмом, но не является изоморфизмом.

Доказательство. Пусть  $K$  – произвольное кольцо,  $f$  и  $g$  – некоторые гомоморфизмы  $Q \rightarrow K$ . Очевидно, что гомоморфизмы  $f$  и  $g$  однозначно определяются своими значениями на целых числах. Пусть для любого целого числа  $z$  верно, что  $f(i(z)) = g(i(z))$ . Тогда  $f(z) = g(z)$  и  $f=g$ . Значит,  $i$  – эпиморфизм. Поскольку вложение  $i$  инъективно,  $i$  является

мономорфизмом (замечание 1). Таким образом,  $i$  – биморфизм. Однако  $i$  не является биекцией и поэтому не может являться изоморфизмом колец.

**Определение 3.** Категория, класс объектов которой состоит лишь из одного элемента, а каждый морфизм – изоморфизм, называется «группа».

**Предложение 3.** Между категориями, являющимися «группами», и группами в смысле общей алгебры имеется естественно возникающее взаимно однозначное соответствие.

Доказательство. Пусть категория  $C$  – «группа». Тогда её класс объектов состоит из единственного элемента  $X$ . По определению категории, на множестве  $G := \text{Hom}_C(X, X)$  введена ассоциативная операция композиции морфизмов  $m : G \times G \rightarrow G$ . Из аксиомы 4b следует, что  $\text{id}_X$  – нейтральный элемент операции  $m$ . Поскольку каждый морфизм категории  $C$  является изоморфизмом, для каждого элемента  $g$  из  $G$  существует морфизм  $g^{-1}$  из  $G$  такой, что их композиция равна  $\text{id}_X$ . Поэтому множество  $G$  является группой относительно операции  $m$ . Пусть теперь  $G$  – произвольное множество, на котором задана структура группы. Зададим категорию  $C : \text{Ob}_C := \{G\}$ ,  $\text{Hom}_C(G, G) := G$ . В качестве композиции рассмотрим операцию в группе, в качестве тождественного морфизма – нейтральный элемент группы. Поскольку у каждого элемента группы существует симметричный, каждый морфизм окажется изоморфизмом, ч.т.д.

**Принцип двойственности:** если утверждение  $P$  является теоремой, то и утверждение  $P^{\text{op}}$  является теоремой [2].

**Теорема 1.** Композиция двух мономорфизмов – мономорфизм.

Доказательство. Пусть  $f$  и  $g$  – мономорфизмы,  $p$  и  $q$  – два произвольных морфизма. Пусть  $(gf)p = (gf)q$ . Тогда, по аксиоме 4a,  $g(fp) = g(fq)$ . Так как  $g$  – мономорфизм,  $fp = fq$ . Так как  $f$  – мономорфизм,  $p = q$ . Значит,  $gf$  – мономорфизм.

**Следствие.** Композиция двух эпиморфизмов – эпиморфизм.

Доказательство. Достаточно использовать теорему 1 и принцип двойственности.

**Определение 4.** Объект  $X$  категории  $C$  называется начальным (соответственно терминальным), если для любого объекта  $Y$  категории  $C$  мощность множества  $\text{Hom}_C(X, Y)$  (соответственно  $\text{Hom}_C(Y, X)$ ) равна 1. Объект, который является и начальным, и терминальным, называется нулевым.

**Теорема 2.** В любой категории все начальные объекты изоморфны.

Доказательство. Пусть  $X$  – начальный объект в категории  $C$ . Из определения 4 следует, что существует один и только один эндоморфизм  $X$ . Но, согласно опр.1 (п.3), для объекта  $X$  существует морфизм

$\text{id}_X : X \rightarrow X$ . Значит, любой эндоморфизм начального объекта является тождественным морфизмом этого объекта. Пусть теперь  $A$  и  $B$  – два начальных объекта категории  $\mathcal{C}$ . Тогда существует один и только один морфизм  $f : A \rightarrow B$ , один и только один морфизм  $g : B \rightarrow A$ . Композиция  $gf$  этих морфизмов является эндоморфизмом  $A$  и потому тождественным морфизмом  $A$ . Аналогично, композиция  $fg$  является тождественным морфизмом  $B$ . Следовательно,  $f$  и  $g$  являются изоморфизмами.

**Следствие.** В любой категории все терминальные объекты изоморфны.

**Доказательство.** Достаточно использовать теорему 2 и принцип двойственности.

**Предложение 4.** В категории множеств пустое множество является начальным объектом, одноэлементные множества и только они являются терминальными объектами, нулевых объектов нет.

**Доказательство.** Существует одна и только одна функция из пустого множества в произвольное множество  $X$  – пустая функция, поэтому пустое множество – начальный объект. Далее, пусть множество  $M$  содержит ровно один элемент; существует одна и только одна функция из произвольного множества  $X$  во множество  $M$ , поэтому  $M$  – терминальный объект. Поскольку все терминальные объекты изоморфны и в категории множеств изоморфизмами являются в точности биекции, терминальные объекты  $\text{Set}$  суть в точности одноэлементные множества. Наконец, если бы в  $\text{Set}$  был нулевой объект, то он, как начальный объект, был бы биективен пустому множеству, а как терминальный – одноэлементному множеству, что невозможно.

## §2. Определитель как естественное преобразование.

**Определение 5.** Пусть  $\mathcal{C}$  и  $\mathcal{D}$  – категории. Функтором из  $\mathcal{C}$  в  $\mathcal{D}$  называется функция  $S$ , которая каждому объекту  $X$  категории  $\mathcal{C}$  сопоставляет объект  $SX$  категории  $\mathcal{D}$ , каждому морфизму  $f : A \rightarrow B$  из  $\mathcal{C}$  сопоставляет морфизм  $Sf : SA \rightarrow SB$  из  $\mathcal{D}$ , и притом  $S(gf) = S(g)S(f)$  и для любого объекта  $X$  верно, что  $S(\text{id}_X) = \text{id}_{SX}$ .

**Пример 5.** Функция, которая каждому объекту категории сопоставляет этот же объект, каждому морфизму – этот же морфизм, является функтором. Этот функтор называется тождественным.

**Пример 6.** Функция, которая каждому множеству сопоставляет его булеан  $2^X$  и каждому отображению  $f$  с областью  $X$  сопоставляет функцию на  $2^X$ , сопоставляющую подмножествам  $X$  их  $f$ -образы, является [2] функтором  $\text{Set} \rightarrow \text{Set}$ .

**Определение 6.** Пусть  $S$  и  $T$  – два функтора из категории  $\mathcal{C}$  в категорию  $\mathcal{D}$ . Функторным морфизмом  $S$  в  $T$ , или, синоним, естественным преобразованием  $S$  в  $T$  называется функция  $\tau$ , которая

$$\begin{array}{ccc} A & SA & \xrightarrow{\tau_A} & TA \\ f \downarrow & Sf \downarrow & & Tf \downarrow \\ B & SB & \xrightarrow{\tau_B} & TB \end{array}$$

каждому объекту  $X$  категории  $C$  сопоставляет морфизм  $\tau_x : SX \rightarrow TX$  категории  $D$  так, что для любого морфизма  $f : A \rightarrow B$  категории  $C$  коммутативна изображенная справа диаграмма.

**Определение 7.** Пусть  $n$  – целое положительное число. Определим функцию  $GL_n : CRng \rightarrow Grp$ . Каждому коммутативному кольцу  $K$  сопоставим группу  $GL_n K$  обратимых матриц порядка  $n$  с элементами из кольца  $K$ , а каждому гомоморфизму коммутативных колец  $f : K_1 \rightarrow K_2$  сопоставим отображение  $f_G : GL_n K_1 \rightarrow GL_n K_2$ , переводящее каждую матрицу  $M = (m_{ij})$  в матрицу  $M_f = (f(m_{ij}))$ , полученную покомпонентным применением функции  $f$  к элементам матрицы  $M$ .

**Теорема 3.**  $GL_n$  является функтором из  $CRng$  в  $Grp$ .

Доказательство. Пусть  $A$  и  $B$  – две матрицы с элементами из  $K_1$  и  $C = AB$ , где  $c_{ij} = \sum_r a_{ir} b_{rj}$ . Тогда  $f(c_{ij}) = f\left(\sum_r a_{ir} b_{rj}\right) = \sum_r f(a_{ir}) f(b_{rj})$ , откуда  $f_G(AB) = f_G(A) f_G(B)$ , поэтому  $f_G$  отображает произведение матриц в произведение. Если матрицы  $A$  и  $B$  обратимы, то имеем  $E = f_G(E_{K_1}) = f_G(AB B^{-1} A^{-1}) = f_G(AB) f_G(B^{-1} A^{-1})$ , т.е. матрица  $f_G(AB)$  обратима. Поэтому  $f_G$  является гомоморфизмом групп  $GL_n K_1 \rightarrow GL_n K_2$ . Область и кообласть сохраняются по определению. Тожественный гомоморфизм  $f$  кольца  $K$  в себя, очевидно, соответствует тождественному отображению множества матриц  $GL_n K$  в себя. Наконец, пусть  $K_1 \xrightarrow{f} K_2 \xrightarrow{g} K_3$  – конфигурация в  $CRng$ ,  $GL_n K_1 \xrightarrow{f_G} GL_n K_2 \xrightarrow{g_G} GL_n K_3$  – соответствующая конфигурация в  $Grp$ . Тогда для всякой матрицы  $M$  имеем  $(gf)(m_{ij}) = g(f(m_{ij}))$  и поэтому  $(g \circ f)_G(M) = g_G(f_G(M))$ , что означает  $(g \circ f)_G = g_G \circ f_G$ .

**Определение 8.** Определим функцию  $\square^*$  из  $CRng$  в  $Grp$ , сопоставив каждому коммутативному кольцу  $K$  группу  $K^*$  его единиц (обратимых элементов), каждому морфизму коммутативных колец  $f : K_1 \rightarrow K_2$  – его сужение  $f_U$  на  $K_1^*$ .

**Теорема 4.**  $\square^*$  является функтором из  $CRng$  в  $Grp$ .

Доказательство. Пусть  $f : K_1 \rightarrow K_2$  – морфизм коммутативных колец. Пусть  $K_1^*$  – группа единиц кольца  $K_1$ ,  $K_2^*$  – группа единиц кольца  $K_2$ . Тогда  $f_U(K_1^*) \subset K_2^*$ , поскольку гомоморфизм колец переводит обратимый элемент в обратимый элемент, и  $f_U(xy) = f_U(x) f_U(y)$ , поскольку  $f_U$  – сужение гомоморфизма. Таким образом,  $f_U$  – гомоморфизм, и морфизму  $CRng$  действительно сопоставлен морфизм  $Grp$ . Область и кообласть сохраняются по определению. Тожественный морфизм кольца  $K$  в себя соответствует тождественному морфизму группы единиц. Пусть  $K_1 \xrightarrow{f} K_2 \xrightarrow{g} K_3$  – конфигурация в  $CRng$ ,

$K_1^* \xrightarrow{f_u} K_2^* \xrightarrow{g_u} K_3^*$  – соответствующая конфигурация в Grp. Тогда для любого обратимого элемента  $x$  из  $K_1$  имеем  $(gf)(x) = g(f(x)) = g_U(f_U(x)) = (g_U f_U)(x)$ .

**Определение 9.** Определим функцию  $\det$ , которая каждому коммутативному кольцу  $K$  сопоставляет отображение  $\det_K$  из  $GL_n K$  в  $K^*$ , отображающее каждую матрицу в её определитель, вычисляемый как обычно (см. [1]).

**Теорема 5.** Функция  $\det$  является естественным преобразованием функторов  $GL_n$  и  $\square^*$ .

Доказательство. Матрица  $M$  с элементами из  $K$  не вырождена т. и т.т.к.  $\det_K M$  обратим, – то есть сужение определителя на группу обратимых матриц является отображением в группу обратимых элементов. Определитель произведения матриц равен произведению их определителей, поэтому функция  $\det_K$  вдобавок сохраняет композицию. Поэтому  $\det_K$  является гомоморфизмом из группы невырожденных матриц с элементами из  $K$  в группу обратимых элементов кольца  $K$ . Причем для любого гомоморфизма  $f : K_1 \rightarrow K_2$  коммутативных колец и любой матрицы  $M$  с элементами из  $K_1$  верно, что  $\det_{K_2}(GL_n f(M)) = f^*(\det_{K_1}(M))$  – по свойствам гомоморфизмов[1]. Т.е. диаграмма слева коммутативна. Значит,  $\det$  – естественное преобразование.

### Литература

1. Ленг, С. Алгебра / С. Ленг. – Москва : Мир, 1968. – 564 с.
2. Маклейн С. Категории для работающего математика / С. Маклейн – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 352 с.

# МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

---

УДК 372.851  
ГРНТИ 14.25.09

## ПРИЛОЖЕНИЕ КВАДРАТИЧНОЙ ФУНКЦИИ В ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУКАХ

### APPLICATION OF SQUARE FUNCTION IN NATURAL SCIENCES

*Васильева Татьяна Владимировна*

Научный руководитель: Е. А. Фомина, канд. физ.-мат. наук, доцент

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

*Ключевые слова:* квадратичная функция, квадратное уравнение.

*Key words:* quadratic function, quadratic equation.

*Аннотация.* Квадратичная функция – это одна из самых важных тем, связанная со многими разделами школьного курса алгебры, высшей математики, но кроме того с отдельными понятиями, рассматриваемыми в других науках. Важную роль в понимании значимости квадратичной функции в различных приложениях математики, определении связей этого понятия с другими математическими понятиями и понятиями, рассматриваемыми в смежных учебных дисциплинах, принадлежит задачам. Материал данной статьи направлен на рассмотрение связи с другими областями науки.

Квадратичная функция находит широкое применение в различных областях науки. Перечислим некоторые из них: применение квадратичной функции в физике (для описания таких процессов как равноускоренное движение, свободное падение, описание глубины шахт, колодцев и т.д., мощность электрического тока, тормозной путь), радиолокации, баллистике, в строении осветительных приборов, оптике (параболические зеркала используются при конструировании телескопов).

Бывают такие ситуации, которые нельзя описать линейной зависимостью. При рассмотрении некоторых физических процессов извест-

но, что они задаются с помощью формул вида:  $y = ax^2 + bx + c$  ( $a \neq 0$ ), т.е. является квадратичной функцией. [1]

Например, если мы говорим о свободном падении в вакууме, то имеем дело со следующим отношением:

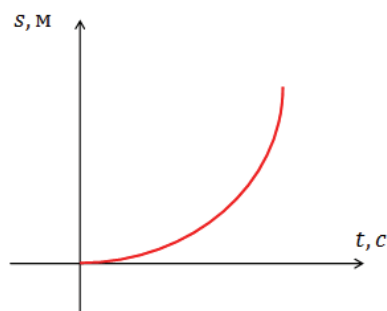
$$S = \frac{1}{2}gt^2, g \approx 10 \text{ М/с}^2,$$

т.е. с квадратичной функцией вида  $y = ax^2$ .

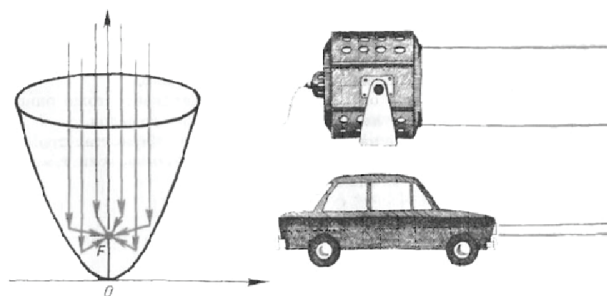
Равноускоренное движение можно описать формулой:

$$S(t) = v_0t + \frac{at^2}{2}.$$

Зависимость перемещения от времени при равноускоренном движении можно представить графически: [2]



Как известно, графиком квадратичной функции является парабола. Рассмотрим так называемое оптическое свойство параболы. Оно используется в строении осветительных приборов. При вращении параболы вокруг оси ординат, получится что-то вроде чаши, только, чтобы она не была бесконечной, отрезем часть ее плоскостью, перпендикулярной оси ординат. Образуется фигура, которая называется **параболоидом**. Если теперь сделать внутреннюю поверхность параболоида зеркальной и направить поток света по направлению оси ординат, то все лучи света соберутся в одной точке, которую, называют фокусом. А если в фокус поставить источник света, например электрическую лампочку, то получится самая обыкновенная фара, или прожектор, или деталь карманного фонарика. [3]



Приведём несколько примеров задач, где требуется решить квадратное уравнение.

**Задача 1.** Маленький шарик брошен вертикально вверх с начальной скоростью  $v_0 = 10 \text{ м/с}$ . Через какое время его высота над точкой бросания будет равна  $h = 3,2 \text{ м}$ ? Ускорение свободного падения принять равным  $g = 10 \text{ м/с}^2$ , сопротивлением воздуха пренебречь.

Стоит помнить, что при решении физических задач не все корни квадратного уравнения могут удовлетворять условию задачи.

При решении задачи 1 находим, что искомое время равно:  $t_1 = 1,6 \text{ с}$ ,  $t_2 = 0,4 \text{ с}$ . Оба полученных корня удовлетворяют поставленному вопросу в связи с тем, что на высоте  $h$  побывает дважды: при движении вверх и при движении вниз [4].

**Задача 2.** Для определения глубины шахты бросили камень, звук от падения которого был услышан через 6 с. Какова глубина шахты, считая, что скорость звука равна  $330 \text{ м/с}$ ?

На Земле высота падения камня связана со временем падения зависимостью  $H = \frac{gt^2}{2}$ , где  $g$  – ускорение свободного падения ( $g \approx 9,8 \text{ м/с}^2$ ),  $H$  – глубина (м),  $t$  – время падения (с).

Для решения данной задачи нужно составить следующее уравнение:

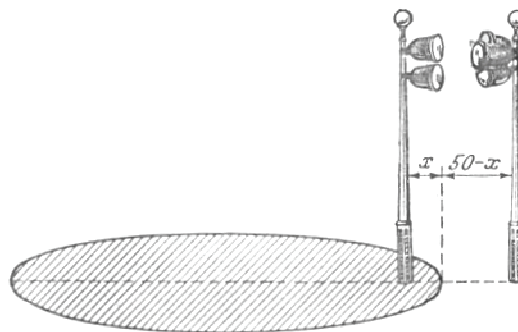
$$\sqrt{\frac{2h}{9,8}} + \frac{h}{330} = 6$$
$$0,45\sqrt{h} + 0,003h - 6 = 0.$$

Вводим новые обозначения:  $\sqrt{h} = x$ .

Получаем два корня:  $x_1 \approx -162$  (но,  $\sqrt{h} = x \geq 0$ ) и  $x_2 \approx 12,3$ .

В связи с этим получаем ответ, что глубина шахты примерно равна  $h \approx 12,3^2 \approx 150 \text{ м}$  [5].

**Задача 3.** На площади установлено 5 громкоговорителей, разбитых на две группы: в одной 2, в другой 3 аппарата. Расстояние между группами 50 м. Где надо встать, чтобы звуки обеих групп доносились с одинаковой силой?





Для нахождения ответа на вопрос задачи, необходимо решить уравнение:  $\frac{2}{3} = \frac{x^2}{(50-x)^2}$ .

При решении данного уравнения получаем, что один корень положительный ( $x_1 = 22,5$ ), другой отрицательный ( $x_2 = -222,5$ ). Положительный корень прямо отвечает на вопрос задачи, но что означает отрицательный корень уравнения? Имеет ли он смысл?

Отрицательный корень показывает, что вторая точка слышимости лежит в направлении, противоположном тому, которое принято было за положительное при составлении уравнения. Поэтому, чтобы найти место, где нужно стоять в отрицательном направлении, необходимо от местонахождения двух аппаратов в требуемом направлении отложить 222,5 м, куда звуки обеих групп громкоговорителей доносятся с одинаковой силой. Получим, что искомая точка находится на расстоянии:  $222,5 + 50 = 272,5$  (м).

Обратим внимание, что при решении задачи 3, полученный отрицательный корень не отбрасывался, а ему придавалась новая интерпретация. В случае если величина меняет направление (влево, вправо), отрицательный корень показывает направление, противоположное тому, что было выбрано изначально.

Если же мы говорим о задаче 2, то здесь нельзя уже говорить об интерпретации направления, так как объект был брошен строго вниз.

Таким же способом, каким находили точки равной слышимости двух систем громкоговорителей, можно найти точки равного притяжения космической ракеты двумя небесными телами – Землей и Луной.

$$\frac{Mk}{x^2} = \frac{mk}{(l-x)^2} \Rightarrow \frac{M}{m} = \frac{x^2}{l^2 - 2lx + x^2}$$

Отношение  $\frac{M}{m} \approx 81,5$ , отсюда следует следующее уравнение:

$$80,5x^2 - 136,0lx + 81,5l^2 = 0,$$

где  $l$  – расстояние от Земли (ракета предполагается находящейся между Землей и Луной, на прямой линии, соединяющей центры),  $k$  – сила взаимного притяжения одного грамма одним граммом на расстоянии в  $1 \text{ см}^2$ ,  $m$  – масса Луны.

Решив последнее уравнение относительно  $x$ , получаем:

$$x_1 = 0,9l; x_2 = 1,12l.$$

Приходим к выводу, что на линии Земля – Луна существуют две искомые точки, где ракета должна одинаково притягиваться обеими светилами. Так как  $l \approx 384 \text{ 000 км}$ , то одна из искомых точек отстоит от центра Земли на 346 000 км, другая – на 430 000 км [6].

Приведем пример задачи на составление квадратного уравнения из другой области.

**Задача 4.** Участники заседания обменялись рукопожатиями, и кто-то подсчитал, что всех рукопожатий было 66. Сколько человек явилось на заседание? [6]

Для решения данной задачи, необходимо найти корни следующего уравнения:  $\frac{x(x-1)}{2} = 66$ .

Рассмотрим задачу с геометрическим содержанием, для решения которой применяется квадратное уравнение.

**Задача 5.** Найдите катеты прямоугольного треугольника, если известно, что один из них на 7 см больше другого, а площадь этого треугольника равна 30 см<sup>2</sup>. [7]

Чтобы ответить на вопрос задачи, надо решить уравнение:

$$\frac{x(x+7)}{2} = 30$$

Данные зависимости можно рассматривать на этапе мотивации изучения квадратичной функции. На этапе составления уравнений к данным задачам, обучающиеся приходят к выводу, что не умеют решать подобные уравнения. Кроме того, предложенные задачи помогут выявить значимость изучаемых понятий в различных приложениях математики.

### Литература

1. УМК МПИ «Математика 5–9» / Э. Г. Гельфман [и др.] – Москва : Бином, Лаборатория знаний, 2013.
2. Равноускоренное движение [Электронный ресурс] // SolverBook. – URL : <http://ru.solverbook.com/spravochnik/mexanika/kinematika/ravnouskorennoe-dvizhenie/>, дата обращения: 12.02.2017
3. Элементарные функции и их практическое применение [Электронный ресурс] // Uztest.ru. – URL : <http://uztest.ru/abstracts/?idabstract=368175>, дата обращения: 31.02.2017
4. Маринчук, М. Квадратное уравнение в задачах по физике [Электронный ресурс] // Архив номеров Кванта. – URL : [http://kvant.mccme.ru/1982/08/kvadratnoe\\_uravnenie\\_v\\_zadacha.htm](http://kvant.mccme.ru/1982/08/kvadratnoe_uravnenie_v_zadacha.htm), дата обращения: 1.03.2017
5. Задача № 165 [Электронный ресурс] // Пятёрка.com. – URL : <http://5terka.com/node/4877>, дата обращения: 28.02.2017
6. Перельман, Я. И. Занимательная алгебра / Я. И. Перельман. – Москва : Наука, 1967. – 200 с.
7. Урок алгебры в 8-м классе «Решение задач с помощью квадратных уравнений» [Электронный ресурс] // Открытый урок. Первое сентября. – URL : <http://festival.1september.ru/articles/571537/> дата обращения: 5.03.2017

## О НЕКОТОРЫХ СПОСОБАХ ДОКАЗАТЕЛЬСТВА НЕРАВЕНСТВ

### ABOUT SOME WAYS OF THE PROOF OF INEQUALITIES

*Мартынова Жанна Евгеньевна*

Научный руководитель: А. Г. Подстригич, канд. пед. наук, доцент

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

*Ключевые слова:* обучение математике, доказательство неравенств, методика использования неравенств при изучении математики.

*Keywords:* the teaching of mathematics, the proof of the inequalities, the method of using inequalities in the study of mathematics.

*Аннотация.* Не каждое неравенство в результате преобразований или с помощью удачной замены переменной может быть сведено к неравенству того или иного стандартного вида, для которого существует определенный метод решения. В подобных случаях эффективнее использовать другие способы решения, некоторые из которых рассматриваются в данной работе.

Как показывает практическая деятельность, при доказательстве неравенств обучающиеся ощущают ряд основательных затруднений, которые обусловлены как объективными, так и субъективными факторами. Субъективные факторы заключены в том, что основной массе обучающихся, тяжело даётся:

1. понимание связей, существующих между условием и заключением;
2. осмысление всего процесса доказательства неравенств.

Конкретные причины отмеченных затруднений заключаются в том, что этому вопросу необоснованно уделяется недостаточно внимания.

Задачи на доказательство неравенств особые. Доказательство неравенств находит использование:

1. в самой математике, задачах олимпиадного уровня;
2. в решении задач на оптимизацию, прикладных задачах.

Определенно специальных методов здесь нет. Одни и те же неравенства возможно доказать разными методами. Необходимо рассмотреть более часто встречающиеся приемы определения истинности неравенств с переменными, показав соответствующие идеи и методы на определенных примерах. В последующем привести примеры неравенств, справедливость которых требуется доказать на некотором множестве значений переменных. В случае если такое множество не указано, то имеют в виду, то, что эти переменные могут принимать всевозможные действительные значения.

Доказать неравенство, которое содержит переменную (переменные) – это означает определить, что при указанных значениях переменной (переменных), такое неравенство обращается в верное числовое неравенство.

Существует достаточно много методов доказательства неравенств: рассуждение от «противного», метод использования очевидных неравенств, метод оценивания, метод введения новых переменных (метод подстановки) и др.

Например, метод использования очевидных неравенств также носит название «метод синтеза». Главная идея данного метода состоит в синтезировании неравенства, которое требует аргументов из основных (базисных) неравенств «законными» средствами, проистекающими из свойств числовых неравенств и методов их установления.

При решении многочисленных задач, в частности, при анализе разных функций особенную значимость представляет оценка значения выражения сверху или снизу, т.е. указание верхней или нижней границы выражения. Универсальных методов решения для нахождения такой оценки не существует, таким образом, поиск необходимой оценки считается творческой работой. Оценка зачастую нужна не только для доказательства «готового», заданного неравенства, но и для сравнения числовых выражений, когда истинное неравенство требуется установить самостоятельно.

Указания к использованию метода оценки такие:

1) Часто внешним показателем, побуждающим применить метод оценки, считается присутствие в одном уравнении разных видов функций: алгебраических, тригонометрических, показательных, логарифмических и т.п., что усложняет либо делает невозможным применение стандартных методов;

2) Оценка одной из частей уравнения может быть сделана, отталкиваясь из очевидных суждений, или диктуется непосредственным видом этой части; тогда необходимо получить противоположную оценку для другой части уравнения, используя базовые неравенства.

Эта оценка дает возможность определить единственное значение, при котором истинно равенство двух частей уравнения, выбрать более простую часть уравнения, приравнять её найденному числу и решить стандартным способом.

В курсе математики понятие неравенства непосредственно связано с такими основными темами, как развитие определения числа и операций над числами, тождественные преобразования выражений с переменной, функции и др., именно поэтому необходима разработка методики использования неравенств, при раскрытии таких вопросов. Этот подход даст возможность сознательно исследовать такую тему,

как «Неравенства» и предоставить обучающимся некоторые приёмы изучения ряда вопросов, так как аппарат неравенств может быть применён:

- к решению прикладных задач;
- к исследованию свойств функций и др.

Доказательство неравенств рассматривается на базовом уровне в начале изучения темы «Неравенство». В последующем неравенства можно доказывать на некоторых занятиях, таких как математические кружки, факультативы, т.е. во внеурочной работе по предмету.

На страницах учебников, согласно которым изучается базовый курс математики, из классических неравенств попадают лишь соотношения между средним арифметическим и средним геометрическим двух неотрицательных действительных чисел (неравенство Коши).

Задачи, решение которых проходит достаточно трудно без применения классических неравенств, часто встречаются на математических олимпиадах школьников. Решение задач подобного вида, как правило, представляют собой последовательность довольно простых размышлений. Однако закономерность и идеи цепочки таких элементарных звеньев – размышлений выходят за границы методов и приемов школьного курса. По этой причине данную тему, возможно, включить в программу элективного курса.

Актуальность темы «Разнообразные приемы и методы решения неравенств» несомненна, так как неравенства представляют важную значимость в большинстве разделов современной математики, без них не способна обойтись ни физика, ни астрономия, ни химия. Теория вероятностей, математическая статистика, финансовая математика, экономика – все эти взаимопроникающие и обобщающие друг друга науки и в формулировках основных своих законов, и в методах их получения, и в приложениях, постоянно используют неравенства.

Доказательство неравенств более сложная задача, чем владение алгоритмами решения несложных неравенств. Доказательство, как правило, базируется на эвристике, а не на алгоритмах. Именно по этой причине в основной школе установлено рассматривать лишь неравенство Коши между средними арифметическим и геометрическим, и следствие о сумме взаимно обратных чисел. Однако в профильном курсе знакомство обучающихся с самой задачей доказательства неравенств и с применяемыми методами рассуждений представляется в настоящее время совершенно необходимым. Это дает возможность обучающимся при решении задач переключиться с уровня формально-оперативных умений, на более высокий уровень, который позволяет строить логические цели рассуждения, делать выводы о выборе решения, анализировать и оценивать полученные результаты.

## Литература

1. Арбит, А. В. Элементарная математика : неравенства и основные способы их доказательства. – Томск : Издательство Томского государственного педагогического университета, 2012. – 176 с.

УДК 373.51  
ГРНТИ 14.07.07

## ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ В ИЗУЧЕНИИ МАТЕМАТИКИ И ТЕОРИИ ШАШЕЧНОЙ ИГРЫ

## GENERAL REGULARITIES IN THE STUDY OF MATHEMATICS AND THEORY CHECKERS GAME

*Обчинников Алексей Леонидович*

Научный руководитель: Е. А. Фомина, канд. физ.-мат. наук, доцент

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

*Ключевые слова:* математика, русские шашки, дебют.

*Key words:* mathematics, Russian checkers, debut.

*Аннотация.* В данной статье проведены «параллели» между изучением математики и освоением игры в русские шашки. Рассмотрены некоторые закономерности игры, связанные с геометрией доски и комбинационные приёмы, позволяющие добиться победы в партии.

Интеллектуальная игра «шашки» является одной из наиболее распространённых видов спорта в нашей стране и в мире. Этой старинной, народной игре посвящают свой досуг люди различных возрастов и профессий. «Шашечная игра – мать шахматной, и достойная мать» – сказал известный шахматист, второй чемпион мира, доктор Эммануил Ласкер, который неплохо играл и в шашки.

Игра в шашки вырабатывает объективность мышления, тренирует память, воспитывает настойчивость, смекалку, трудолюбие, целеустремленность, точный расчёт, формирует характер, зарождает в человеке творческое начало. Игра в шашки развивает усидчивость, способность сосредоточиться, способность предвидеть и находить нестандартные решения.

В соответствии с Федеральным образовательным государственным Стандартом при получении начального и среднего общего образования обучение логическим играм, в частности шашкам, позволяет осуществлять [1]:

- формирование основ умения учиться и способности к организации своей деятельности, а также умение принимать, сохранять цели и

следовать им в учебной деятельности, планировать свою деятельность, осуществлять её контроль и оценку, взаимодействовать с педагогом и сверстниками в учебной деятельности;

- духовно-нравственное развитие и воспитание обучающихся, предусматривающее принятие ими моральных норм, нравственных установок, национальных ценностей;
- укрепление физического и духовного здоровья обучающихся.

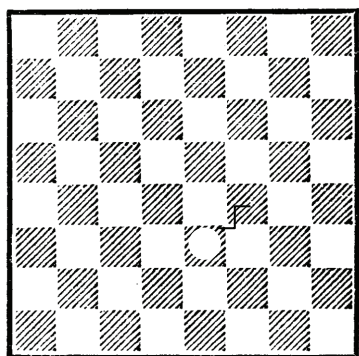
Известно, что в игре содержатся значительные и во многом не использованные резервы для целенаправленного формирования творчества и воображения школьников. Игра в школьном возрасте, отмечал Л. С. Выготский, «не умирает, а проникает в отношение к действительности. Она имеет своё внутреннее продолжение в школьном обучении и труде» [2].

### Аксиомы шашечной игры

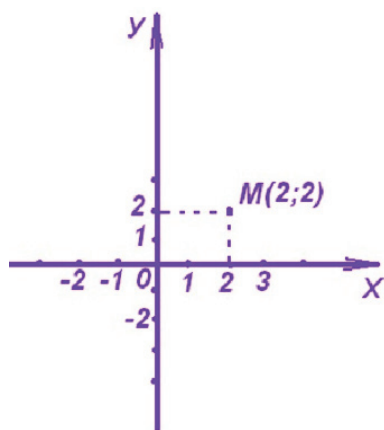
Шашки можно считать абстрактной логической системой. Если провести аналогию с геометрией, то можно сказать, что сами шашки (простые и дамки) – основные понятия, а совокупность правил игры – аксиомы. Есть важное математическое понятие: «необходимо и достаточно». Именно таким должно быть количество аксиом. Не больше и не меньше. Из этого следует независимость аксиом и их полнота. Из независимости аксиом в свою очередь следует их непротиворечивость. Те, кто всерьёз будет изучать математику и логику, смогут использовать шашки как модель для серьёзных научных размышлений. Пока же можем считать, что на основании принятых правил (аксиом) играющие ищут решение главной теоремы – выигрыш партии. Естественно решение такой задачи сразу и целиком не под силу ни одному человеку, а поэтому приходится ограничиваться доказательством множества вспомогательных теорем (лемм), другими словами искать лучший, с точки зрения играющего ход.

### Арифметика шашечной игры

Для того чтобы иметь возможность описывать позиции, ходы и поля доски введём систему обозначений.



Горизонтальные строки пронумеруем снизу вверх цифрами от 1 до 8, вертикальные столбцы латинскими буквами от a до h слева направо. Таким образом каждая клетка доски имеет буквенно-цифровое обозначение. Например шашка белых, изображенная на диаграмме находится на поле «e3». Если же она совершает ход на поле f4, то такой ход записывается как 1.e3-f4.



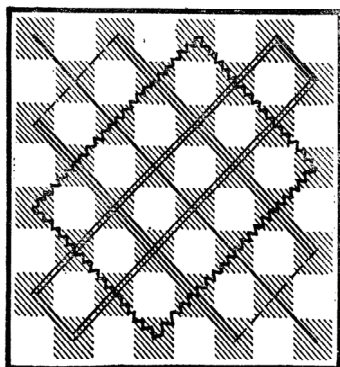
Точно таким же образом определяются координаты точек на плоскости в декартовой системе координат.

В дальнейшем, для сокращения записи ходов (а иногда требуется весьма внушительный объём текста) вводим упрощение. Ход белых 1.e3-f4 можем записывать сокращенно в виде 1.ef4., так как белые, никакой другой шашкой с вертикали «e» на поле f4 попасть не могут. Аналогичные сокращения приняты и в математике. Например выражение

$4y \times (4z+5)$  записывается в виде  $4y(4z+5)$ . Знак умножения « $\times$ » при этом опускается, как само собой разумеющееся.

Для возможности описания введем ещё ряд условных обозначений.

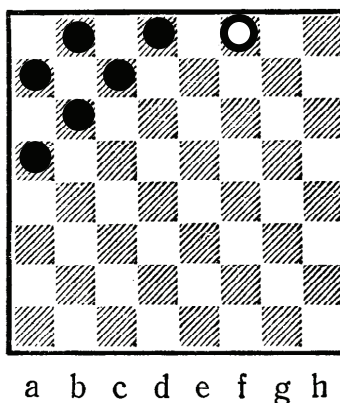
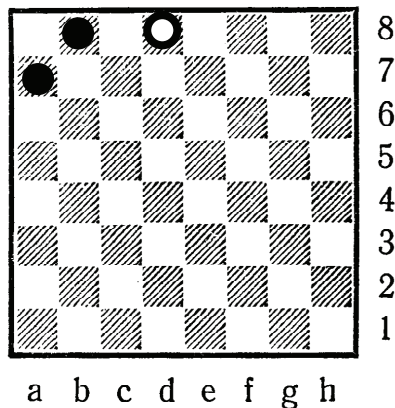
1. ....fe5 – ход чёрных, 1.ef4! – хороший ход, 1.ef4? – плохой ход, 1.c:e5 – шашка с поля c бьёт на e5.



На диаграмме изображены различные диагонали, имеющие специальные названия. Диагональ, обозначенная одной чертой, называется *большой дорогой*, двойной чертой – *двойники*, тройной чертой – *тройники*, и наконец, диагонали, обозначенные волнистой линией, образуют *косяк*.

Рассмотрим некоторые закономерности игры, связанные с геометрией доски.

Одна дамка белых на поле d8 выигрывает в случае, если у противника остались две простые, находящиеся на полях a7 и b8, так как они «отрезаны» по косяку и перейти через него не могут.

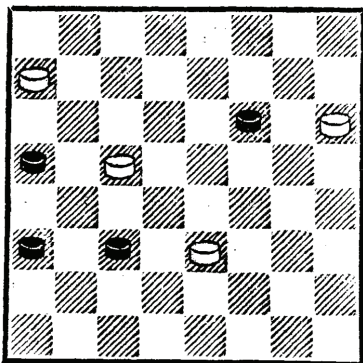


Пусть теперь шашки чёрных занимают поля a5, a7, b6, b8, c7 и d8, а у белых дамка на f8. В этом случае чёрные могут спастись, пожертвовав несколько шашек и прорвавшись через тройник. Подобные приёмы, связанные с геометрией шашечной доски называются *заставой*. Застава по тройнику может задержать до пяти шашек противника,



застава по большой дороге – не более двух (за исключением случая, когда простые расположены крайне неудачно на полях a3, a5 и b4).

Рассмотренные примеры наглядно показывают, что арифметика шашечной игры не исчерпывается подсчётом соотношения сил, а зависит не только от материального соотношения, но и от геометрического расположения шашек на доске. Например,



несмотря на значительный материальный перевес, который возникает после жертв, белые, используя ранее рассмотренный приём, заставы выигрывают.

1. ed4 c:e5
2. cd6 e:c7
3. hq7 f:h8
4. ba7 bc5
5. a:d4

и прорваться через заставу чёрные не могут.

Белые выиграли.

### Алгебра шашечной игры

Теория шашечной игры – обобщение богатой практики и исследований аналитиков.

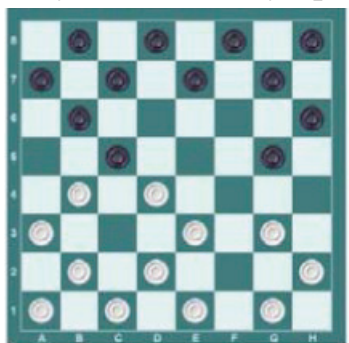
Если рассматривать алгебру как раздел математики, посвящённый изучению операций над элементами множеств, просматривается аналогия между теорией шашечной игры, как совокупностью знаний, тактических, комбинационных и других приёмов и алгеброй, как наукой, позволяющей найти решение в поставленной задаче.

Шашечная партия разделяется на три этапа: дебют (начало), миттельшпиль (середина игры) и эндшпиль (окончание).

Рассмотрим дебют партии, как стадию партии, имеющую наиболее весомое значение и наиболее ответственную часть всей партии.

Каждому этапу свойственны специфические приёмы и цели борьбы. В дебюте идет мобилизация сил для предстоящего сражения. Это задача главная. Очень важно на данном этапе активизировать отсталые шашки.

Но, как и всякая прописная истина, она имеет огромное количество исключений. Эти исключения вызваны большим количеством угроз и ловушек, поэтому приходится думать не только об атаке, но и о защите.



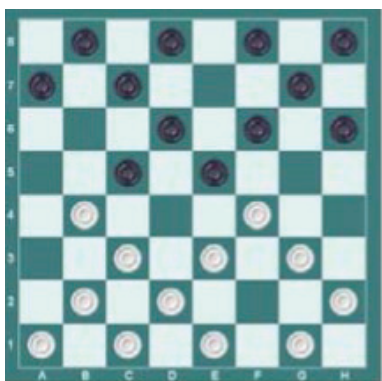
Рассмотрим несколько примеров.

Позиция на диаграмме возникает после третьего хода белых:

1. ed4 dc5
2. fe3 fg5
3. cb4??

При помощи комбинации чёрные добиваются полного разгрома сил белых

3. ...gh4!
  4. b:d6 h:f2
  5. e:g3 c7:h4
- с выигрышем.



1. gf4 fe5
2. fg3 ef6
3. ab4 bc5?

Последний ход чёрных ошибочен и поспешен. На первый взгляд он ведёт к выигрышу шашки как после 4.ba3 (ba5) ed4! 5. c:e5 f:h4 с выигрышем двух шашек.

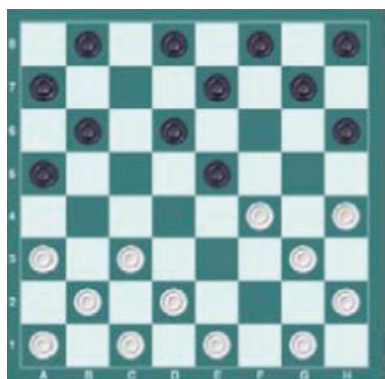
Однако белые первыми наносят на первый взгляд невидимый удар

4. gh4!!!c:a3 (4. ....e:g3 не меняет исхода

5.h:f4 c:a3 6. fg5)

5. fg5 h:f4

6. e:c5 с материальным перевесом и выигрышем.



1. gh4 ba5

2. fg3 cb6

3. ef4 fe5?? Последний ход чёрных является ошибочным. Он позволяет, пользуясь неудачным расположением сил противника, провести комбинационный удар.

4. fg5! h:f6

5. cd4 e:c3

6. d:b4 a:c3

7. g3:a5 с разгромом.

Проанализируем рассмотренные выше комбинационные приёмы, позволившие добиться победы в партии практически сразу.

В математике, ученик знакомый с формулой  $(a - b)(a^2 + ab + b^2)$  может сразу же и безошибочно записать окончательный ответ, решение  $a^3 - b^3$ .

Учащийся же, не выучивший формул сокращённого умножения вынужден будет длительно и трудоёмко перемножать многочлены «фонтанчиком», приводить подобные слагаемые и ещё не факт, что получит выше приведённый правильный ответ, так как может ошибиться при выполнении упрощений, особенно если в качестве переменных  $a$  и  $b$  будут выступать сложные выражения.

Резюмируя сказанное, можно утверждать, что, как и в математике, знание тактических и комбинационных приёмов борьбы в шашках является наглядным примером необходимости изучения теории.

### **Литература**

1. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (5–9 кл.) [Электронный ресурс] // Министерство образования и науки Российской Федерации : официальный сайт. – Режим доступа : <http://минобрнауки.рф/документы/938> (дата обращения: 17.02.17).
2. Выготский, Л. С. Культурное развитие ребенка / Л. С. Выготский. – Москва : Эксмо. – 2005. – 27 с.
3. Виндерман, А. И. Программы для внешкольных учреждений. Спортивные кружки / А. И. Виндерман, – Москва : Просвещение, 1977. – 116 с.
4. Вирный, А. Я. Немного о шашках, но по существу / А. Я. Вирный, – Москва : ФАИР-ПРЕСС, 2013. – 324 с.
5. Городецкий, В. Б. Книга о шашках / В. Б. Городецкий. – Москва : Физкультура и спорт, 1990. – 320 с.
6. Авторская образовательная программа дополнительного образования детей «Русские шашки» [Электронный ресурс] // БЕСПЛАТНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА (Авторефераты, диссертации, методички, учебные программы, монографии). – Режим доступа : <http://diss.seluk.ru/pr-kulturologiya/1122895-1-avtorskaya-obrazovatel'naya-programma-dopolnitelnogo-obrazovaniya-detey-russkie-shashki-programma-rasschitana-obucha.php> (дата обращения: 24.02.17).

УДК 372.851  
ГРНТИ 14.25.09

## **ЛОГИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ УНИВЕРСАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ДЕЙСТВИЙ У ОБУЧАЮЩИХСЯ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ**

### **LOGICAL TASKS AS A MEANS OF FORMING UNIVERSAL TRAINING ACTIVITIES AT MATHEMATICAL LEARNING ON LESSONS**

*Подолькина Ирина Владимировна*

Научный руководитель: А. Г. Подстригич, канд. пед. наук, доцент

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

*Ключевые слова:* логика, логическое мышление, логические задачи, решение задач, знание, опыт, развитие логики, методы решения.

*Key words:* logic, logical thinking, logical tasks, problem solving, knowledge, experience, development of logic, methods of solution.

*Аннотация.* В данной статье рассматриваются понятие «логическая задача» и для чего она необходима, значимость логики и логических заданий, выбраны задания и подобраны методы решения таких заданий.

*Логика* – наука о правильном и верном мышлении. Люди мыслящие логически, способны к поочередному и связанному мышлению, с внедрением доказательств и выявлением закономерностей. Логическое мышление – это мыслительный процесс, в котором человек использует конкретные понятия. Мышление с использованием логики применяется при решении каких-либо задач или ситуаций, а так же в случае, когда необходимо проанализировать ситуацию и полученные ранее знания.

Мы говорим о логических задачах, но ведь задач, которые не действуют при решении логику, в принципе не существует. Для решения всякой задачи свойственны очередность в решении, учет всех взаимосвязей прецедентов, присутствие аргументов. *Что же мы привыкли называть логическими задачами?* Логические задачи – это те задачи, при решении которых определяющим моментом считается обнаружение связей между данными задачи и их анализ, при этом итогом считается формирование поочередных суждений, а все возможные вычисления и возведения играют дополнительную роль или отсутствуют. *Зачем в школьном курсе по математике нужны задачи на развитие логики?* Логические задачи, как ясно из названия, развивают логику (необходимость возможности рассуждать логически в обычной жизни не требует объяснений), но по какой причине такие задачи должны решаться на уроках математики? По многим причинам. Для начала, большая доля всей информации, которую дают учебные материалы по математике, связана исключительно с логикой (доказательства большого количества теорем по геометрии и алгебре). Далее большинство задач по математике предполагают внедрение навыков логического мышления. В-третьих, говоря о решении всякой задачи, невозможно не напомнить о логике. Но во всяком школьном курсе математики не большое количество логических задач, а это означает, что изучению такой важной науки, выделяется очень мало времени.

Рассмотрим некоторые *методы решения логических задач*.

*Метод рассуждения.* Этим способом решаются простые задачи, но одновременно на нем базируются и остальные задачи. Суть данного метода – очередность рассуждений и выводы их утверждений, находящихся в условиях задачи. Рассмотрим пример.

Известно, что на одной двери надпись истина, а на другой ложь. Если надпись на первой двери – «за этой дверью имеется сюрприз», а на второй двери – «сюрприз за обеими дверьми», то:

- 1) сюрприз за обеими дверьми;
- 2) сюрприз только за второй дверью;
- 3) сюрприз нет ни за одной дверью;
- 4) сюрприз только за первой дверью;
- 5) определенно место сюрприза установить нельзя.

Рассуждать в данном случае можно следующим образом. Посмотрим такой вариант – если выражение написанное на второй двери истинно, то на первой стало быть ложно, но тогда не выполняется условие, что сюрприз находится за двумя дверьми одновременно. Значит выражение на первой двери истинно, а на второй ложно. Далее внимательно прочитаем условия, с учетом сделанных выводов. За данной дверью имеется сюрприз – истина, за двумя дверьми имеется сюрприз – ложь. Следовательно делаем вывод, что сюрприз находится за одной дверью и эта дверь первая. При помощи данного метода решаются задачи о правде, а еще задачи на последовательность.

Так же есть такие методы, как *метод таблиц* и *метод блок-схем*. *Метод таблиц* удобный при решении задач на соотношение. Его удобство в наглядности логических рассуждений, возможности контролировать цепочку размышлений, а еще в возможности формализовать некие новые логические суждения. *Метод блок-схем* хорошо подходит для задач, в которых необходимо перелить жидкость из одного сосуда в другой. Данный метод основан на составлении элементарных алгоритмов. Превосходство метода в том, что он может помочь проследить очередность выполнения операций, квалифицировать порядок их выполнения и закреплять состояния.

Отмечается следующая закономерность: те учащиеся, которые больше времени уделяют логике, логическому мышлению, и решению логических задач, показывают более лучшие результаты в учебе, а в частности на контрольных работах, чем те учащиеся, которые либо не развивают логику при помощи решения логических задач, либо относятся к этому занятию не серьезно.

УДК 372.851  
ГРНТИ 14.25.09

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАДАЧ С ИСТОРИЧЕСКИМ СОДЕРЖАНИЕМ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ В 5-Х КЛАССАХ**

### **USING TASKS WITH HISTORICAL CONTENT IN MATHEMATICS LESSONS IN 5<sup>TH</sup> CLASSES**

*Скоробогатова Ирина Викторовна*

Научный руководитель: Е. А. Фомина, канд. физ.-мат. наук, доцент

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

*Ключевые слова:* патриотизм, история России, математика.

*Key words:* patriotism, Russian history, mathematics.

*Аннотация.* Развитие у обучающихся патриотического воспитания, уважения к Отечеству, формирования представлений об исторических факторах развития России всегда являлось одной из целей образовательной системы. На уроках математики достигнуть этой цели можно посредством проведения уроков, посвященных решению задач, основанных на исторических фактах; вычислительных задач, привязанных к историческому материалу; задач, решаемых совместно с классом из школьных учебников прошлых лет; задач, решаемых различными способами с акцентированием внимания на способах, используемых много лет назад. В статье приведены задания указанного типа.

Изменяется и совершенствуется сейчас абсолютно всё, исключением не стала и образовательная система в России. Согласно ФГОС, личностные результаты освоения основной образовательной программы основного общего образования должны отражать воспитание российской гражданской идентичности: патриотизма, уважения к Отечеству; осознание своей этнической принадлежности, знание истории своего народа, своего края, основ культурного наследия народов России и человечества; воспитание чувства ответственности и долга перед Родиной. А изучение математики должно обеспечить формирование представлений об исторических факторах становления математической науки. [1, с.2]

Введение элементов истории России и истории математики на уроках, реализующих данные нормы, можно рассмотреть с различных позиций.

#### I. Решение задач на материале по истории России

Такие задачи предоставляют обучающимся возможность быть в центре исторических событий и, произведя определённые вычислительные действия, узнавать значимые в истории факты. Таким образом, в ходе решения задач у обучающихся повышается вычислительный навык и расширяется кругозор.

К таким задачам можно отнести следующие задания.

1) Начало русскому освоению Сибири было положено сибирским походом Ермака в 1581–1585 годах. Известно, что для этого похода, был сформирован отряд, численностью в 840 человек. Так как поход был в основном по водным путям, были созданы 80 стругов (парусно-гребное судно). Один струг вмещал 10 человек, однако переправить необходимо было всё войско и, атаманами было принято решение – оставшихся воинов расформировать по одному человеку на каждый струг. Сколько стругов транспортировалось с перегрузкой?

2) Начало XVII века было особо значимым для России, так как к власти пришла династия Романовых. На протяжении 304 лет Романовы правили великой державой. В 1721 г. Романовы были признаны Императорами Всероссийскими, на тот момент их царствование со-

ставляло 108 лет. В каком году Романовы зашли на русский трон, а в каком году вынуждены были его оставить?

К данной позиции следует отнести и задачи на отработку вычислений, привязанных к историческому материалу.

3) После одного из своих боев Великий князь Руси Александр Ярославович за победу и личную храбрость в бою получил почётное прозвище. Оно зашифровано примерами, ответ на каждый пример соответствует букве алфавита русского языка. Какое было это прозвище?

1.  $4320 : 288 =$

2.  $(4106 + 28) : 689 =$

3.  $69 \cdot 58 : 1334 =$

4.  $1501 : 79 =$

5.  $1440 : 120 =$

6.  $78 \cdot 100 : 780 =$

7.  $(2443 - 1464) : 89 =$

4) Долгие годы, многие люди на Руси принадлежали к такой форме сословия, как «крестьянство». Крестьянин – сельский житель, занимающийся возделыванием сельскохозяйственных культур и разведением сельскохозяйственных животных, как своей основной работой. По одной из версий, слово "крестьянин" произошло от слова «христианин», так как каждый крестьянин, да и любой другой человек на Руси, придерживался такой религиозной веры, как христианство. Известно, что на сегодняшний день христианство считается русской верой уже более одной тысячи лет. Дата Крещения Руси относится к первому тысячелетию. Какова дата Крещения Руси? Ответить на этот вопрос можно, решив следующие примеры:

1.  $1485 - 738 \cdot 2 =$

2.  $(15 \cdot 15 + 9 \cdot 9) : 3 : 2 - 43 =$

3.  $64 \cdot (4 \cdot 19 - 13 \cdot 3 - 14 \cdot 2) : 72 =$

5) Император Александр I вступил на престол 12-го марта 1801-го года и скончался 19-го ноября 1825-го года. Сколько времени царствовал Император Александр I? [2, с.98]

Вышеприведенные задания в учебнике относятся к теме «Задачи на вычисление времени». В задачах отражены актуальные исторические факты – правление Александра I.

6) На железной дороге работала 3 артели рабочих; в первой артели было 27 рабочих, во второй – 32, в третьей – 15; первая артель работала 20 дней, вторая – 18, третья – 16; все три артели получили за работу 4068 руб. Сколько рублей придется получить каждой артели? [2, с.229]

Артель – добровольное объединение людей для совместной работы или иной коллективной деятельности, часто с участием в общих доходах и общей ответственностью на основе круговой поруки. Артели известны с древности, в документах около XIV века.

Следует отметить, что данные задачи можно использовать и на совместных уроках истории и математики.

## II. Решение заданий из «старых» учебников

Это позволяет сравнить существующий опыт с уже отошедшим далеко в прошлое опытом.

7) Прочитайте числа: Чтобы оторваться от Земли и удалиться в мировое пространство, ракета должна лететь со скоростью не менее 11200 м в секунду. [3, с. 3]

Стоит отметить, что учебник за 1964 год, а известно, что первый полет человека в космос отмечен датой 12 апреля 1961 года.

8) Прочитайте числа: Наша страна протянулась с запада на восток на 11000 км и с севера на юг на 4500 км. Длина границ нашей Родины 60000 км. [3, с.2]

В задаче показано прямое отражение патриотического воспитания, формирование уважения к Родине.

9) Прочитайте числа: Советский лётчик на самолёте «Т-431» достиг высоты 28760 км. [3, с.2]

В 1950–1960-х годах на самолете Т-431 был установлен ряд мировых рекордов (в том числе высоты – 28852 м, и скорости на базе 500 км – 2337 км/ч).

10) Первый искусственный спутник Земли просуществовал 92 дня, второй – 162 дня, третий – 689 дней. На сколько дней больше существовал второй спутник, чем первый? Третий спутник, чем второй? [3, с.8]

11) Первый советский искусственный спутник Земли достигал высоты 947 км, второй – 1671 км, третий – 1880 км. Составьте по этим данным задачи на вычитание и решите их. [3, с.9]

Две последние задачи составлены на основе известных сведений, все данные сейчас можно с легкостью проверить. Однако во времена использования этого учебника учитель был практически единственным источником подобных научных данных (кроме, возможно, родителей), учителю верили.

## III. Рассмотрение «старых» способов решения задач

Проводить занятия с данными задачами можно, в том числе, и на всевозможных кружках или же внеурочных занятиях, что сейчас весьма актуально.

12) Сложение чисел удобно выполнять на счетах. Сложить 23 и 45. Первое слагаемое (23) откладывается так: на второй проволоке складываем 2 косточки (два десятка) и на первой проволоке складываем



3 косточки (три единицы). Второе слагаемое откладываем подобным же образом: на второй проволоке 4 косточки (четыре десятка) и на первой – 5 косточек (пять единиц). В левой сторонке счетов у нас получилось: на второй проволоке 6 косточек (шесть десятков) и на первой проволоке 8 косточек (восемь единиц). Значит, искомая сумма будет 68, т.е.  $23+45=68$ .

Таким же образом сложите 135 и 252; 52314 и 5362. [4, с.23]

В соответствии с современными способами решения подобных примеров уже не используются счёты. Поэтому для решения такой задачи с классом, учителю необходимо принести счёты для наглядности, а также придумать альтернативный способ самостоятельного решения данной задачи обучающимися (например, использовать бусины, либо рисовать карандашом и стирать в правой части, параллельно пририсовывать в левую часть и наоборот).

В рассказе А. П. Чехова «Репетитор» приводится пример решения задачи арифметическим способом. Сейчас, к сожалению, школьников этому способу уже почти не обучают. На факультативных занятиях по математике можно рассмотреть с классом примеры решения заданий данным методом. Приведём решение задачи арифметическим и алгебраическим способом.

13) Купец купил 138 аршин чёрного и синего сукна за 540 руб. Спрашивается, сколько аршин купил он и того, и другого, если синее стоило 5 руб. за аршин, а чёрное – 3 руб.?

Алгебраический способ.

Пусть  $x$  – аршин чёрного сукна, тогда  $(138 - x)$  – аршин синего сукна. Известно, что купец заплатил 540 руб. за всё сукно. Следовательно,  $3x$  – руб. цена чёрного сукна, а  $5 \cdot (138 - x)$  – руб. цена синего сукна. Составляем уравнение.

$$3x + 5 \cdot (138 - x) = 540$$

$$3x + 690 - 5x = 540$$

$$-2x = -150$$

$$x = 75 \text{ – аршин чёрного сукна;}$$

$$138 - 75 = 63 \text{ – аршин синего сукна.}$$

Ответ: купец купил 75 аршин чёрного и 63 аршины синего сукна.

Арифметический способ.

1)  $138 \cdot 5 = 690$  руб. – заплатил бы купец, если бы купил все 138 аршин по 5 рублей.

2)  $690 - 540 = 150$  руб. – разница между 138 аршин по 5 рублей и заплаченной суммой.

Если заменить один аршин сукна по 5 рублей на сукно по 3 рубля.

3)  $5 - 3 = 2$  руб. – на столько сократятся затраты, если заменить один аршин по 5 рублей на сукно по 3 рубля.

4)  $150 : 2 = 75$  – число замен, которые нужно сделать, чтобы ликвидировать переплату в 150 рублей.

5) 75 аршин сукна по 3 рубля.

6)  $138 - 75 = 63$  аршин по 5 рублей.

Ответ: купец купил 75 аршин чёрного и 63 аршины синего сукна.

В заключение, хотелось бы отметить, что каждая вышеперечисленная позиция идеально подходит для применения в современных условиях. Невозможно не обратить внимание и на советские учебники, в которых практически на каждой странице, в каждой задаче вложена частичка страны, Родины, гордости за себя и товарищей. В настоящее время подобного рода задачи так же можно использовать, например, на внеурочных занятиях для любознательных обучающихся или выделить отдельный урок для произведения особого яркого впечатления на школьников.

### **Литература**

1. Приказ Минобрнауки России от 17 декабря 2010 г. № 1897 «Об утверждении и введении в действие федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования» (в ред. Приказа Минобрнаука России от 29.12.2014 г. № 1644).
2. Киселев, А.П. Систематический курс арифметики. / А. П. Киселёв. – Орел : Издательство Орловского государственного университета, 2002. – 264 с.
3. Пчелко, А. С. Арифметика для 4 класса / А.С. Пчёлко, Г.Б. Поляк. – Москва : Учпедгиз, 1964. – 191 с.
4. Шевченко, И. Н. Арифметика. Учебник для 5 и 6 классов восьмилетней и средней школы / И. Н. Шевченко. – Москва : Просвещение, 1966. – 216 с.

УДК 372.851

ГРНТИ 14.25.09

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ КАК СРЕДСТВО АКТИВИЗАЦИИ УЧЕБНО-ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКИ**

## **APPLICATION OF RESEARCH TASKS AS A MEANS OF ACTIVATING THE EDUCATIONAL AND COGNITIVE ACTIVITY OF STUDENTS IN THE PROCESS OF STUDYING MATHEMATICS**

***Солодова Наталья Владимировна***

Научный руководитель: А. Г. Подстригич, канд. пед. наук, доцент

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

*Ключевые слова:* обучение математике, исследовательская задача, исследовательская деятельность, универсальные учебные действия.

*Key words:* learning math, research problem, research, universal educational actions.

*Аннотация.* В данной статье идет речь о роли исследовательской задачи на уроках математики в основной школе, как исследовательская задача привлекает учащихся к познавательной деятельности.

Деятельность является незаменимым компонентом для полноценной жизни человека. Именно деятельность стала основой для становления личности. Человек и деятельность не могут существовать друг без друга: не существует человека, находящегося вне деятельности, так же, как не существует деятельности вне человека.

Деятельность классифицируется на умственную и физическую деятельность. Для физической деятельности характерно увеличение мышечной активности, а также высокие уровень энергетических затрат.

Умственная деятельность – это деятельность, в результате которой происходит прием и передача информации, которая требует внимания и активизации процесса мышления.

Деятельность делится на учебную, трудовую и игровую. Учебная и игровая деятельность осуществляется разными методами, но общим в процессе такой деятельности является познание. С помощью трудовой деятельности достигаются материальные и духовные блага.

Все три вида деятельности взаимосвязаны, так как являются друг для друга подготовительными этапами. Чтобы подойти к процессу обучения, человек проходит подготовку в виде игры, а учеба дает толчок к трудовой деятельности.

Поговорим об учебной деятельности. Учебная деятельность – это процесс приобретения новых знаний, умений и навыков. Учебная деятельность формируется в процессе обучения. Именно школа закладывает в человеке основы учебной деятельности.

В настоящее время образование направлено на формирование у учеников универсальных учебных действий, обеспечивающих компетенцию «научить учиться». Все чаще в методах обучения возникает такой термин, как исследовательская деятельность.

Под исследовательской деятельностью понимается деятельность, направленная на поисковый характер решения поставленной задачи. Суть такого метода заключается в самостоятельном поиске учащимся ответа на вопрос, что побуждает в дальнейшем к самостоятельной постановке целей и задач.

Исследовательский метод является имитацией творческого поиска исследователя. Ученик открывает что-то “новое”, что известно только науке, но не известно ученику. При этом он проходит те же этапы творческого поиска, что и настоящий исследователь:

1. анализирует ситуацию, принимает во внимание все решения или предположения;
2. осознает затруднения и формулирует проблему, которую надо решить;
3. использует предположения как гипотезы, определяющие наблюдения и сбор фактов;
4. проводится аргументация и приведение в порядок обнаруженных фактов;
5. проводится практическая или воображаемая проверка правильности выдвинутых гипотез.

Так, на уроках математики используются задачи исследовательского характера. Ответ на такие задачи не может быть найден простым путем, решением по шаблону. Поиск ответа связан с глубоким мыслительным процессом, требующим выдвижения различных гипотез, идей, постановкой экспериментов. Такие задачи развивают умственные способности, мышление. Навыки самостоятельной и исследовательской работы позволяют лучше понять математику.

Таким образом, внедряя в процесс обучения исследовательские задачи, на уроках математики у учащихся формируются практически все виды универсальных учебных действий (УУД).

Решение задачи само по себе предполагает постановку цели, решения, но так как мы используем исследовательскую деятельность, которая предполагает самостоятельные действия учащихся, то в данной ситуации ученик самостоятельно учится ставить цели, прогнозировать результаты своей деятельности, выдвигать гипотезы, планировать решение. Так у ученика формируются регулятивные универсальные учебные действия.

Логические УУД формируются у учащихся в результате анализа поставленной задачи, составления целого из частей, выбора оснований и критериев для сравнения, классификации объектов, выведения следствий, установления причинно-следственных связей, построения логической цепи рассуждений, выдвижения гипотез и их обоснование.

Познавательные универсальные действия, которые представляют собой общеучебные действия, формируются у учащихся при самостоятельном выделении и формулировании познавательной цели, при поиске и выделении необходимой информации, при структурировании знаний. Иногда решение исследовательской задачи может потребовать привлечения компьютерных средств. Так, работая на компьютере, учащийся осваивает познавательные УУД, так как ему приходится осуществлять информационный поиск.

Таким образом, решение исследовательских задач на уроках математики играет важную роль в формировании универсальных учебных

действий у учащихся. При решении исследовательских задач ученики отыскивают не только способы решения поставленных проблем, но и побуждаются к самостоятельной их постановке, к выдвижению целей своей деятельности.

### **Литература**

1. Деятельность человека и ее виды : сознание и познание человеком мира [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nado5.ru/e-book/dejatelnost-cheloveka-ee-vidy-i-soznanie-roznanie-chelovekom-mira> (дата обращения : 05.02.2017).
2. Леонтьев Н. Л. Категория деятельности в современной психологии // Вопросы психологии, 1979, № 3.

УДК 373  
ГРНТИ 14.25.09

## **ПРОЕКТНЫЕ ЗАДАЧИ ВОРОНЦОВА ПО ТЕМЕ «ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ ЧИСЛА»**

## **VORONTSOV'S PROJECT TASKS ON THE TOPIC "NEGATIVE NUMBERS"**

*Шустка Анна Анатольевна*

Научный руководитель: Е. А. Фомина, канд. физ.-мат. наук, доцент

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

*Ключевые слова:* проектная задача, Воронцов, проектная деятельность.

*Key word:* design task, Vorontsov, project activity.

*Аннотация.* ФГОС ориентирует педагога на воспитание творческой личности, социально активной, способной мыслить разносторонне. Одним из способов достижения этой цели в основной школе служат проектные задачи. В статье обсуждаются требования, предъявляемые к проектным задачам, и приведён пример проектной задачи.

При работе с 5–6-ми классами, которые обучаются по программе федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС), мы сталкиваемся с задачей, которая ориентирована на воспитание не исполнителей, а людей социально активных, способных разносторонне мыслить, творческих, способных самостоятельно находить и обрабатывать информацию, принимать решения в нестандартных ситуациях, делать выбор.

В связи с этим возникают потребности в развитии творческой и самостоятельной личности. Но обучение само по себе не даёт таких результатов, теряется интерес к предмету, обучающийся не воспринимает, то, что ему необходимы эти знания для дальнейшей взрослой жизни.

Развитию умения самостоятельно добывать новые знания, собирать необходимую информацию, выдвигать гипотезы, делать выводы и умозаключения в образовательном процессе помогает метод проектных задач. Так же проектные задачи – одна из форм организации учебного процесса при реализации ФГОС.

С некоторыми составляющими проектной деятельности обучающиеся знакомы с начальной школы, например, с творческими заданиями. Однако основную позицию проектная деятельность занимает именно в основной школе. Поэтому необходимо продолжать обучение этим методом и в старших классах.

Под проектной задачей А. Б. Воронцов понимает систему заданий (действий), направленных на поиск лучшего пути достижения результата в виде реального «продукта». Фактически проектная задача задаёт общий способ проектирования с целью получения нового (до этого неизвестного) результата. [1]

Проектная задача по своему содержанию приближена к реальной жизни. Итогом такой задачи должен быть реальный продукт, (схема, текст, таблица, график и так далее) который в дальнейшем может применяться отдельно от самой проектной задачи.

Проектная задача может состоять из разного количества заданий, которые связаны между собой сюжетом, и используются для решения общей проблемы. Перед тем как поставить задачу, нужно описать конкретно-практическую проблемную ситуацию. Задания выстраиваются разными способами. Можно выстраивать задание таким образом, чтобы выполнение их было последовательно, одно вытекало из другого, раскрывая последовательно все стороны задачи. Но возможно и такое построение заданий, когда можно будет начать с любого понравившегося задания, а в итоге прийти к решению всей задачи. Также последовательность заданий можно скрыть, и она будет выявляться постепенно, по ходу продвижения обучающимися по решению и т. п.

Получается, что проектная задача устроена так, чтобы через набор или систему выполняемых заданий была возможность выбора стратегии решения проектной задачи.

С точки зрения обучающихся проектная задача – это система действий, которая:

- имеет только групповой характер деятельности;
- приближена к реальной жизни;
- может быть предметной и межпредметной;
- включает в себя задания, ориентированные на разные группы возрастов;
- целью решения является совместный продукт (схема, таблица, график и т. п.). [2]

Отличие проектной задачи от проекта заключается в том, что для решения этой задачи обучающимся предлагаются все необходимые средства и материалы в виде набора (или системы) заданий, требуемых для их выполнения данных. [3]

Проектные задачи помогают организовать обучающихся между собой, при решении конкретной поставленной ими же цели. Они также подготавливают их для более серьезного шага, проекта, который включает в себя уже более осознанную работу. Проектные задачи служат показателем усвояемости знаний группы обучающихся и умение переносить их, свои знания на модельную ситуацию, которая представлена для них не в обычной форме.

Таким образом, при решении проектных задач обучающиеся 5–6 классов научатся:

- ✓ планированию;
- ✓ целеполаганию;
- ✓ умению брать ответственность за принятые решения;
- ✓ взаимодействию со своей группой (находить общие решения задач, внимательно слушать друг друга и выделять из полученной информации существенную);
- ✓ моделированию (умение представить своё решение в виде схемы, рисунка и т.п.);
- ✓ рефлексии (анализировать полученный результат, видеть свои ошибки, возникающие трудности).

Приведём пример конкретной проектной задачи.

### **Проектная задача по теме «Отрицательные числа»**

Сегодня на занятии к нам пришел любопытный Енот. Как вы помните, он приходит к нам, чтобы узнать непонятные ему вопросы, или обращается к нам за помощью. Вот и в этот раз, он обратился к нам с просьбой помочь ему выполнить задания из конверта и обобщить информацию об отрицательных числах, правилах их сложения и вычитания.

Давайте расскажем Еноту, что интересного мы знаем об отрицательных числах! И поможем ему выполнить задания из конверта. К концу урока каждая команда представит свой конспект по этой теме в виде плаката, схемы или рисунка, для того чтобы Енот мог объяснить своей семье о своём интересном путешествии, и что он узнал нового и интересного придя к нам в класс.

Делим класс на команды по 5–6 человек. У каждой команды одинаковые задания, но результат (в нашем случае плакат или схема) будет у каждой команды свой.

Откроем конверт.

### Задание № 1

В конверте лежат сказочные герои и необходимо их распределить на группы.



Группа 1	Группа 2

По какому признаку вы разделили этих героев? (на положительных и отрицательных) Это очень хорошо.

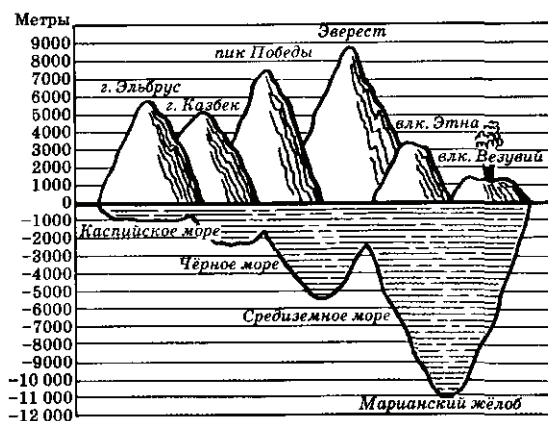
Что ещё бывает положительным и отрицательным? (возможные ответы: отрицательные числа, температура и т. д.)

Хорошо, посмотрим на следующее наше задание.

### Задание № 2

Помогите по данной шкале определить высоту гор и глубину морей. Еноту очень хочется отправиться на самую высокую гору, которая есть на данном рисунке, и побывать на дне самого глубокого водоёма.

Ещё он слышал, что самая высокая гора – Джомолунгма. Подскажите ему, побывает ли он на ней? (ребята должны вспомнить что Эверест и Джомолунгма – это название одной и той же горы).





### Задание № 3

На поверхности земли около вертикального колодца, ведущего в пещеру, установлена лебёдка. С её помощью опускают Крота для исследования пещеры. Сначала Крота опустили на 75 м, потом подняли на 14 м, потом опустили на 12 м, потом еще раз подняли на 69 м. Оказался ли Крот в результате этих подъёмов и спусков на поверхности земли? Или придется ещё сделать подъём или спуск для того чтобы Крот оказался на поверхности?

Предполагается, что ребята сделают запись типа:

$$0 - 75 + 14 - 12 + 69 = -4$$

или

$$\downarrow 75 \uparrow 14 \downarrow 12 \uparrow 69 = \downarrow 4$$

и сделают вывод, что кроту придётся сделать ещё один подъем в 4 м, чтобы оказаться на поверхности.

### Задание № 4

Напишите для Енота и его семьи, мини сказку о числах 5 и –5.

Я думаю, все должны были справиться с последним заданием, давайте прочитаем придуманные сказки вслух.

Я вам прочитаю вот такую сказку: «В числовом царстве, в точечном государстве, на берегу большого озера «Нуль» проживали числа-близнецы. Дома этих близнецов были расположены на одинаковом расстоянии от озера. Только одни из них проживали по правую сторону от озера, а другие – на левом берегу, ему противоположном. Так и получилось что 2 и –2, 7 и –7 и т. д. стали называть противоположными. Эти числа любили ходить друг к другу в гости, но каждое число имело свой уникальный домик. Единственное правило, которое было в это государстве, это то, что противоположные числа не должны были встречаться у озера, потому что они там пропадали».

У вас очень хорошо получилось, но мы это делали не просто так, а чтобы помочь Еноту разобраться с отрицательными числами. Для этого у вас на столах имеются все необходимые материалы для создания памятки Еноту по теме отрицательные числа.

Давайте по нашим памяткам ответим на вопросы:

- 1) Для чего нужны отрицательные числа?
- 2) Какие действия с ними мы научились выполнять?
- 3) Какие правила для выполнения действий с отрицательными числами вы знаете?
- 4) Какие числа являются противоположными?

Представим свои работы.

От каждой группы выступает 1–2 человека с защитой памятки. Им необходимо кратко представить свою работу. После защиты всех

групп, обсуждаем в целом работу класса, что полезного они сегодня сделали, и что узнали.

Далее с обучающимися проводится рефлексия деятельности.

**Оцените по 10 бальной шкале**

\* "Я" 0 \_\_\_\_\_ 10

\* "Мы" 0 \_\_\_\_\_ 10

\* "Дело" 0 \_\_\_\_\_ 10

Для этого каждому ученику выдается карточка, где необходимо оценить свою работу и работу группы. С таким видом рефлексии обучающиеся уже работали.

Использование на своих занятиях проектных задач плодотворно сказывается на всём процессе обучения, так как стимулирует интерес к обучению и развивает учебную самостоятельность обучающегося.

---

### Литература

1. Воронцов, А. Б. Проектные задачи в начальной школе : пособие для учителя / А. Б. Воронцов, В. М. Заславский, С. В. Егоркина. – Москва : Просвещение, 2011. –176 с.
2. Макаренко, Е. В. Формирование учебно-познавательной компетенции младшего школьника в образовательном пространстве школы на основе системы проектных задач. : дис... канд. пед. наук : 13.00.01 [Электронный ресурс] // ННГАСУ : официальный сайт. – Режим доступа : [http://nngasu.ru/science/dissertation\\_advice/information\\_of\\_defense/dm\\_212\\_162\\_05/29\\_06\\_15\\_Makarenko/DISSERTATION\\_MAKARENKO.pdf](http://nngasu.ru/science/dissertation_advice/information_of_defense/dm_212_162_05/29_06_15_Makarenko/DISSERTATION_MAKARENKO.pdf) (дата обращения 14.03.2017)
3. Землянская, Е. Н. Учебные проекты младших школьников / Е. Н. Землянская // Начальная школа. – 2005. – № 9. – С. 55–58.

# ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

---

УДК 524.3  
ГРНТИ 29.05.09

## ЭФФЕКТИВНАЯ ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ ЧАСТИЦ В ПОЛЕ ВРАЩАЮЩЕГОСЯ НАМАГНИЧЕННОГО НЕБЕСНОГО ТЕЛА

## EFFECTIVE POTENTIAL ENERGY OF THE PARTICLES IN THE FIELD OF ROTATING MAGNETIZED CELESTIAL BODY

*Первухина Олеся Николаевна*

Научный руководитель: В. Я. Эпп, д-р физ.-мат. наук, профессор

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

*Ключевые слова:* релятивистские частицы, электромагнитное поле, радиационный пояс, полярное сияние, функция Лагранжа, эффективная потенциальная энергия.

*Key words:* relativistic particles, electromagnetic field, radiation belt, aurora polaris, Lagrangian, effective potential energy.

*Аннотация.* Изучена возможность существования разрешенных и запрещенных областей для движения релятивистских частиц с заданной энергией в электромагнитном поле тела, вращающегося вокруг собственной магнитной оси.

Движение заряженных частиц в магнитном поле небесного тела, магнитная ось которого совпадает с осью вращения, хорошо изучено на примере магнитного поля Земли. Это, так называемая, задача Штёрмера. Известно, что в таком поле существуют замкнутые области пространства, в пределах которых движутся заряженные частицы с энергией, меньшей некоторого определённого значения. Такие области получили название радиационных поясов [1]. Другое название – «радиационный пояс Ван Аллена».

Радиационные пояса проявляют себя в полярных сияниях. Карл Штёрмер и Кристиан Биркеланд выяснили, что это явление вызвано потоками заряженных частиц, которые окружают Землю в виде пояса. Штёрмер впервые изучил это явление теоретически, нашел границы этих разрешенных и запрещенных областей. Так же полярные сияния обнаружены вблизи других планет (см., например, [2]) и звезд. Так

в 2015 году зарегистрировано полярное сияние в атмосфере коричневого карлика LSR J1835+3259 [3]. Но существующая в настоящее время теория разработана только для не проводящих тел.

Электромагнитное поле вращающегося намагниченного тела существенно зависит от того, является оно проводящим или нет. В случае проводящего небесного тела на его поверхности индуцируется распределённый заряд, создающий собственное квадрупольное поле. Большинство небесных тел являются проводящими, поэтому теория Штёрмера требует уточнения, если речь идет о проводящем намагниченном теле.

Цель данной работы – изучить возможность существования областей, разрешенных и запрещенных для движения релятивистских частиц с заданной энергией в электромагнитном поле тела, вращающегося вокруг собственной магнитной оси. Если такие области есть, то исследовать их геометрию.

### 1. Эффективная потенциальная энергия

Исследуем движение релятивистской заряженной частицы в поле вращающегося намагниченного тела. Пусть тело представляет собой однородно намагниченный шар, является проводящим и ось вращения параллельна вектору индукции магнитного поля внутри тела. Магнитное поле вне тела является дипольным.

Для описания движения частиц в таком поле будем исходить из релятивистской функции Лагранжа

$$L = \frac{1}{2} u_\nu u^\nu + \frac{e}{c} u_\nu A^\nu,$$

в которой  $u^\nu = \dot{x}^\nu$  – четырехмерный вектор скорости,  $x^\nu = (ct, r, \theta, \psi)$  – четырехмерный радиус-вектор частицы в сферической системе координат, точка означает производную по собственному времени,  $u_\nu = (c\dot{t}, -\dot{r}, -r^2\dot{\theta}, -r^2\dot{\psi}\sin^2\theta)$  – ковариантные компоненты четырехмерной скорости,  $e$  – заряд частицы,  $A^\nu = (\varphi, \mathbf{A})$  – четырехмерный потенциал электромагнитного поля. Векторный потенциал определяется выражением

$$\mathbf{A} = \frac{[\boldsymbol{\mu}r]}{r^3}, \quad (1)$$

где  $\boldsymbol{\mu}$  – вектор магнитного момента. В сферической системе координат компоненты четырехмерного потенциала равны  $A^\nu = \left(\varphi, 0, 0, \frac{\mu}{r^3}\right)$ .

Вращение проводящего тела в собственном магнитном поле индуцирует разделение свободных зарядов в теле. Образованное таким образом распределение зарядов создает вне тела квадрупольное электрическое поле, потенциал которого находится как решение уравнения Лапласа и в сферической системе координат  $r, \theta, \psi$  определяется формулой (см., например, [4])

$$\varphi = \frac{a^2 \mu \omega}{3cr^3} (1 - 3 \cos^2 \theta) \quad (2)$$

где  $\mu$  – вектор магнитного момента шара,  $\omega$  – угловая скорость вращения шара,  $a$  – радиус шара.

Направим ось  $z$  по вектору магнитного момента, поэтому  $\mu > 0$ . Направление вращения определяется знаком  $\omega$ .

Запишем функцию Лагранжа в явном виде

$$L = \frac{1}{2} m \left( c^2 \dot{t}^2 - \dot{r}^2 - r^2 \dot{\theta}^2 - \dot{\psi}^2 r^2 \sin^2 \theta \right) - e \frac{\mu a^2 \omega}{3cr^3} t (1 - 3 \cos^2 \theta) - \frac{e \mu \dot{\psi} \sin^2 \theta}{c r}$$

Поскольку это выражение не зависит явно от времени, полная энергия сохраняется. Момент импульса также сохраняется, потому что функция Лагранжа не зависит от координаты  $\psi$ .

$$\varepsilon = mc^2 + \frac{e \mu a^2 \omega}{3c^2 r^3} (1 - 3 \cos^2 \theta) \quad (3)$$

$$M = \left( mr^2 \dot{\psi} + \frac{e \mu}{cr} \right) \sin^2 \theta \quad (4)$$

Интегралы движения позволяют исключить две координаты и свести задачу к движению в двумерном пространстве. Для этого выразим  $\dot{t}$  из тождества  $c_\nu u^\nu = c^2$ , а из (4)  $\dot{\psi}$  и подставим в формулу (3).

Получим выражение для полной энергии

$$\varepsilon - \frac{e \mu a^2}{3cr^2} (1 - 3 \cos^2 \theta) = \pm \sqrt{m^2 c^4 + m^2 c^2 (\dot{r}^2 + r^2 \dot{\theta}^2) + \frac{c^2}{r^2 \sin^2 \theta} \left( M - \frac{e \mu}{cr} \sin^2 \theta \right)^2}$$

Перед корнем выбираем знак плюс, чтобы в отсутствие полей получить  $\varepsilon = mc^2$ . В полученном выражении отделяем члены, которые содержат скорости и члены, которые содержат только координаты. Члены, содержащие только координаты, имеют смысл эффективной потенциальной энергии

$$U = \sqrt{m^2 c^4 + \frac{c^2}{r^2 \sin^2 \theta} \left( M - \frac{e \mu}{cr} \sin^2 \theta \right)^2} + \frac{e \mu a^2 \omega}{3cr^3} (1 - 3 \cos^2 \theta)$$

Преобразуем её к удобному для анализа виду. Для этого введем безразмерную координату  $R = |\Gamma| r$ , где  $\Gamma$  является интегралом движения и имеет размерность обратной длины  $\Gamma = Mc/e\mu$  и безразмерную потенциальную энергию  $V = (U - mc^2)/mc^2$

$$V = \sqrt{1 + P \left( \frac{1}{R \sin \theta} - \frac{\epsilon \sin \theta}{R^2} \right)^2} - 1 + \frac{\epsilon \Phi}{3R^3} (1 - 3 \cos^2 \theta) \quad (5)$$

где  $\epsilon = \text{sign} \Gamma$  – знак  $\Gamma$ , зависящий от сочетания знаков  $\mu$  и  $M$ ,

$$P = \frac{M^4}{m^2 e^2 \mu^2}, \Phi = \frac{a^2 \omega m}{M}$$

Мы вычли из потенциальной энергии  $mc^2$  чтобы на бесконечности  $V \rightarrow 0$ . Величины  $P$  и  $\Phi$  безразмерны.  $\Phi$  характеризует величину потенциала квадрупольного электрического поля, а  $P$  – величину обобщенного импульса. Функция  $V(R, \theta)$  является основным выражением, которое мы исследуем.

## 2. Стационарные точки эффективной потенциальной энергии

Найдем разрешенные и запрещенные области для движения релятивистских заряженных частиц. Стандартный подход заключается в том, что мы находим экстремумы и замкнутые области для движения заряженных частиц. Найдем уравнения на стационарные точки функции  $V(R, \theta)$ .

Уравнение  $\frac{\partial V}{\partial R} = 0$  имеет вид

$$R(R - \epsilon \sin^2 \theta)(2\epsilon \sin^2 \theta - R) = \epsilon \Phi \sin \theta (3 \sin^2 \theta - 2) \sqrt{R^4 \sin^2 \theta + P(R - \epsilon \sin^2 \theta)^2} \quad (6)$$

Производная  $\frac{\partial V}{\partial \theta} = 0$  обращается в ноль, если

$$R(R^2 - \sin^4 \theta) = 2\epsilon \Phi \sin^3 \theta \sqrt{R^4 \sin^2 \theta + P(R - \epsilon \sin^2 \theta)^2} \quad (7)$$

а также на линиях  $\theta = \frac{\pi}{2}$ . Получили два алгебраических уравнения шестой и выше степени. Их решения нельзя представить в аналитической форме. Но можно проделать следующий анализ.

В экваториальной плоскости  $\theta = \frac{\pi}{2}$  координаты стационарных точек находятся непосредственно из уравнения (6), которое в этом случае принимает вид

$$R(R - \epsilon)(2\epsilon - R) = \epsilon \Phi \sqrt{R^4 + P(R - \epsilon)^2} \quad (8)$$

Получили уравнение шестой степени, но это уравнение можно проанализировать, используя комбинацию численных и аналитических методов.

Начнем со случая  $\epsilon=1$ . Левая часть этого уравнения представляет собой кубический трехчлен, который положителен на интервале  $1 < R < 2$  и отрицателен при других  $R$  (кривая  $a$  на рис. 1). Правая часть уравнения (8) имеет знак, равный знаку  $\Phi$ .

Как видно из рис. 1, при  $\Phi > 0$  уравнение (8) имеет два корня в интервале  $1 < R < 2$  если кривые  $a$  и  $b$  пересекаются. Эти корни соответствуют максимуму и минимуму функции  $V(R)$ . Если кривые  $a$  и  $b$  касаются друг друга, то имеется один корень, соответствующий точке перегиба функции  $V(R)$ . Если кривые  $a$  и  $b$  не пересекаются, то функция  $V(R)$  не имеет стационарных точек.

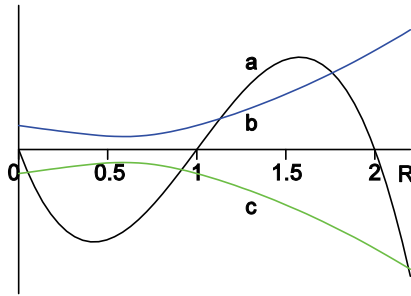


Рис. 1. Стационарные точки в экваториальной плоскости. Схематические графики: *a* – левой части уравнения (8), *b* – правой части при  $\Phi > 0$ , *c* – правой части при  $\Phi < 0$ . Все графики представлены для  $\epsilon = 1$

Если  $\Phi < 0$ , то стационарные точки определяются точками пересечения кривых *a* и *c*. В области  $R < 1$  уравнение (8) имеет либо два корня, либо один если кривые *a* и *c* касаются друг друга, либо ни одного в зависимости от величин  $\Phi$  и  $R$ . В области  $R > 2$  существует один корень при любых не нулевых  $\Phi$  и  $R$ .

В случае  $\epsilon = -1$  левая часть уравнения (8) отрицательна и монотонно спадает с ростом  $R$ . Следовательно, это уравнение имеет один корень при  $\Phi > 0$  и не имеет корней при отрицательных  $\Phi$ .

Из этого анализа можно сделать вывод, что существует четыре типа графиков эффективной потенциальной энергии. Примерные графики функции  $V(R)$  показаны на рис. 2.

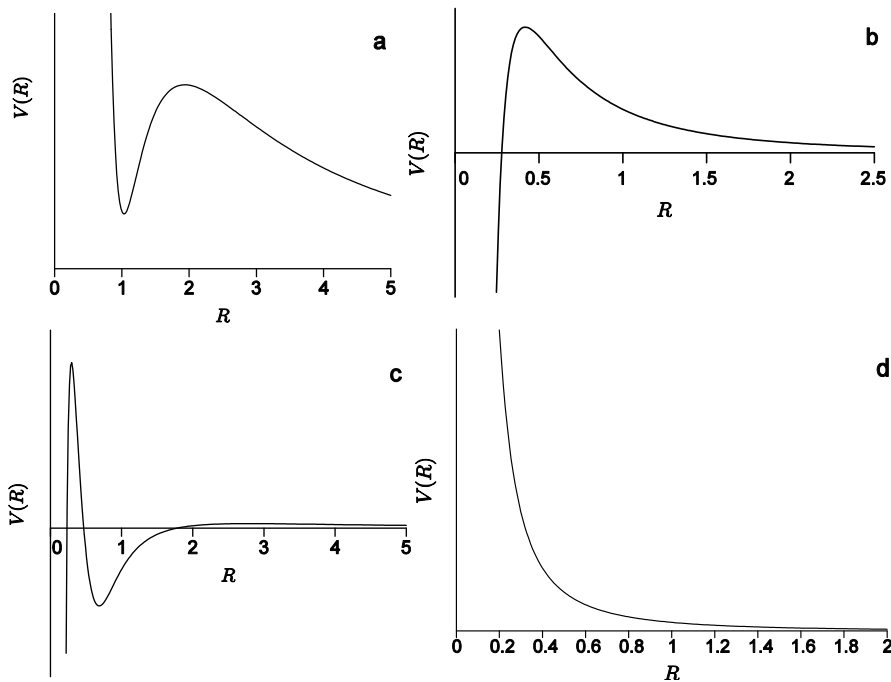


Рис. 2. Примерный вид графиков потенциала  $V(R)$  в экваториальной плоскости при:  $\epsilon = 1, \Phi > 0$  (*a*);  $\epsilon = -1, \Phi > 0$  (*b*);  $\epsilon = 1, \Phi < 0$  (*c*);  $\epsilon = -1, \Phi < 0$  (*d*). В каждом случае показаны графики с наибольшим из возможных количеством стационарных точек

Приведем пример линий уровня потенциальной энергии для  $\epsilon=1$ ,  $\Phi>0$  (2 экстремума) показаны на рис. 3 в цилиндрической системе координат.

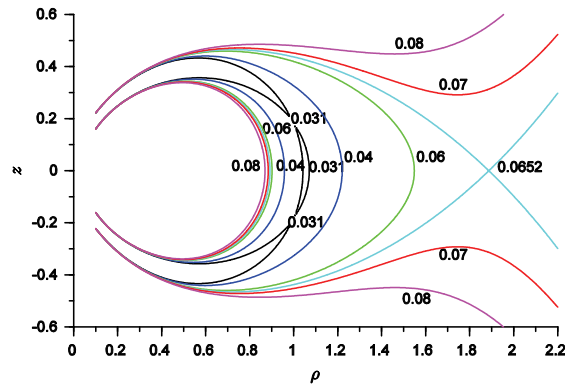


Рис. 3. Линии уровней потенциала  $V$  при  $\epsilon=1, \Phi = 0.1, P = 2$

Рассмотрим, например, частицы с энергией  $\epsilon < 0.04$ . Они могут двигаться между линиями, обозначенными числом 0.04. Для их движения имеется внутренняя долина, которая замыкается на полюсах и расширяется на экваторе. Частицы с энергией  $\epsilon < 0.06$  будут двигаться во внутренней долине, ограниченной соответствующими линиями. Частицы, которые имеют энергию  $\epsilon < 0.0652$  будут также во внутренней потенциальной долине, которая соединяется с внешней открытой областью через перевал в точке  $z=0, \rho \approx 1.9$ . Если энергия частицы будет чуть больше, то через этот перевал они будут перетекать во внешнюю открытую область.

Оценим какой вклад вносит последнее слагаемое в формуле 5 (оно пропорционально  $\omega$ : если  $\omega = 0$ , то тело не вращается и остаётся просто дипольное магнитное поле). Это слагаемое необходимо сравнить с  $mc^2$ . Если оно сравнимо с  $mc^2$ , то электрическое поле может разгонять частицы до релятивистских энергий. Положим  $r=2a$ . Тогда безразмерная величина  $\eta = \frac{e\mu\omega}{24mac^3}$  будет характеризовать влияние электрического поля.

Значение  $\eta$  составляет: для Земли  $\approx 7 \cdot 10^{-3}$ , для Юпитера  $\approx 4.20 \cdot 10^1$  для Коричневого карлика LSR J1835+3259  $\approx 1.58 \cdot 10^4$ . Поэтому предлагаемая теория может быть не актуальна для Земли, но актуальна для карликов, которые имеют сильное магнитно поле и довольно быстро вращаются.

### Литература

1. Størmer C. *The polar aurora*. International monographs on radio. Clarendon Press, 1955.



2. Bagenal F. Giant planet magnetospheres // Annual Review of Earth and Planetary Sciences. – 1992. – Vol. 20. – P. 289–328.
3. Magnetospherically driven optical and radio aurorae at the end of the stellar main sequence. / G. Hallinan, S. P. Littlefair, G. Cotter et al. // Nature. – 2015. – Vol. 523, no. 7562. – P. 568–71.
4. Тамм И. Е. Основы теории электричества. – Москва, Физмалит, 2003. – С. 616.

УДК 537.8  
ГРНТИ 29.05.09

## МОМЕНТ ИМПУЛЬСА, ПЕРЕНОСИМЫЙ ИЗЛУЧЕНИЕМ ЗАРЯЖЕННОЙ ЧАСТИЦЫ, ДВИЖУЩЕЙСЯ ПО СПИРАЛИ

## THE ANGULAR MOMENTUM TRANSFERRED BY RADIATION OF A CHARGED PARTICLE MOVING ALONG A SPIRAL

*Юркова Татьяна Дмитриевна*

Научный руководитель В. Я. Эпп, д-р физ.-мат. наук, профессор

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

*Ключевые слова:* заряженная частица, закрученный свет, момент импульса, орбитальный момент, угловое распределение, излучение, спираль.

*Key words:* charged particle, twisted light, angular momentum, angular distribution, radiation, spiral.

*Аннотация.* Статья посвящена расчету момента импульса, переносимого излучением заряженной частицы, движущейся по спирали. Получено угловое распределение момента импульса излучения частицы. Показано, что полный момент импульса, излученный зарядом, совпадает с моментом импульса, который он теряет. Построена диаграмма направленности момента импульса в излучении заряда.

### **Введение**

Как известно свет представляет собой волну электромагнитного поля, и как у любой волны, у света есть волновой фронт. У «обычного» света волновой фронт плоский, и такой волновой фронт перпендикулярен направлению распространения света. Существует разновидность световой волны, у которой волновой фронт не плоский, а спиральный, такой свет называют закрученным. Такой световой луч несет не только энергию, импульс и поляризацию, но еще и определенный орбитальный угловой момент.

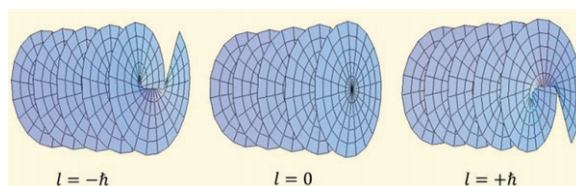


Рис. 1. Волновой фронт для плосковолнового и закрученного света

В 1995 году закрученный свет был получен экспериментально. Точнее, экспериментаторы убедились, что специальным образом приготовленная мода лазерного света, которую умели создавать и раньше, действительно отвечает закрученному свету. Позднее была разработана еще одна методика получения фотонов с орбитальным угловым моментом. Для этого через центр дифракционной решетки с дислокацией (в сильно уменьшенном масштабе) пропускают лазерный луч. После прохождения решетки один луч расщепится на несколько – как и должно быть для всякой дифракционной решетки, – но только каждый луч теперь будет нести свой определенный орбитальный угловой момент [1].

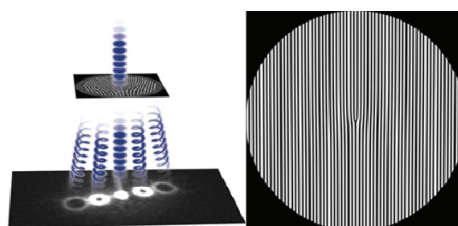


Рис. 2. Эксперимент с дифракционной решеткой с дислокацией

Позднее был предложен способ, с помощью которого можно было генерировать яркий пучок закрученного света с помощью ондулятора. На кольце установили двойной ондулятор. Первая половина его заставляла электронный сгусток двигаться по спирали, а затем переводила траекторию в плоскость. Излучение генерировалось на обоих участках, было одинаковой частоты и накладывалось друг на друга в монохроматоре.

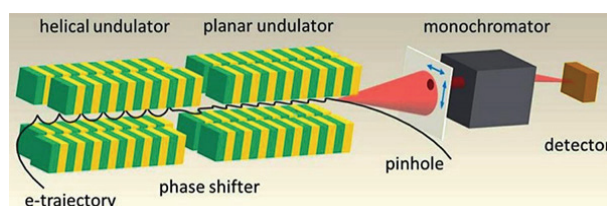


Рис. 3. Схема эксперимента

В результате то, что попадало на экран, представляло собой интерференцию закрученного и незакрученного света, который затем регистрировался специальным детектором.

Такая интерференция, как оказалось, приводит к сложному узору, который четко показывает наличие и направление закрученности излучения, порождаемого на первом этапе. На рис. 4 слева показано то, как выглядело распределение интенсивности в реальности, а справа – результаты численного моделирования. Отлично видна спиральная

структура излучения, которая хорошо совпадает с результатами моделирования. Такое моделирование выполнялось с помощью расчета интерференции, но количество момента импульса, переносимого излучением, авторы не вычисляли. Отсюда вытекает цель моей работы – вычислить момент импульса, который переносит частица, движущаяся по спирали [2].

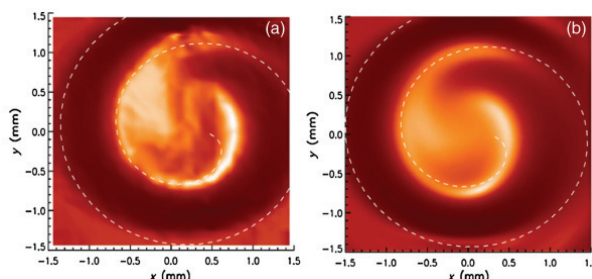


Рис. 4. Распределение интенсивности излучения

### 1. Момент импульса излучения частицы, движущейся по спирали

Известно, что момент импульса, который теряет заряд при излучении, определяется следующей формулой [3]

$$\frac{dL}{d\Omega dt} = \frac{R}{4\pi} [(\mathbf{E} \times \mathbf{R})(\mathbf{E}\mathbf{R}) + (\mathbf{H} \times \mathbf{R})(\mathbf{H}\mathbf{R})] \quad (1)$$

Подставим в формулу значения напряженностей электрического и магнитного полей произвольно движущегося заряда:

$$\mathbf{H} = \frac{\mathbf{r} \times \mathbf{E}}{r},$$

$$\mathbf{E} = \mathbf{E}_1 + \mathbf{E}_2,$$

$$\mathbf{E}_1 = \frac{e(\mathbf{r} - r\boldsymbol{\beta})}{\gamma^2(r - r\boldsymbol{\beta})^3}, \mathbf{E}_2 = \frac{er^2\mathbf{k}}{c(r - \boldsymbol{\beta}r)^3},$$

где  $\mathbf{k} = [\mathbf{r} \times [(\mathbf{r} - r\boldsymbol{\beta}) \times \dot{\boldsymbol{\beta}}]]/r^2$ ,  $\mathbf{r}$  – вектор, направленный от частицы к точке R,  $\boldsymbol{\beta} = \mathbf{v}/c$ ,  $\gamma = 1/\sqrt{1 - \beta^2}$

Получаем формулу для определения момента импульса, переносимого излучением произвольно движущегося заряда, которая имеет вид

$$\frac{dL}{d\Omega dt} = \frac{e^2}{4\pi c(1 - \boldsymbol{\beta}\mathbf{n})^5} \left[ (1 - \beta^2)(\mathbf{k} \times \mathbf{n}) + \frac{k^2(\mathbf{x} \times \mathbf{n})}{c(1 - \boldsymbol{\beta}\mathbf{n})} \right]. \quad (2)$$

Важно заметить, что в формуле первое слагаемое не зависит от выбора начала координат, поэтому можно сказать, что это слагаемое спинового излучения. Второе слагаемое зависит от вектора, соединяющего начало координат с частицей, тогда можно сказать, что это слагаемое орбитального момента импульса.

Найдем момент импульса синхротронного излучения. Закон движения точечного заряда имеет вид

$$\mathbf{x} = \rho(\cos \omega t, \sin \omega t, 0),$$

где  $\rho$  – радиус орбиты,  $\omega$  – частота движения.

Найдем угловое распределение  $z$  – компоненты вектора  $\mathbf{L}$ , так как  $L_x$  и  $L_y$  при усреднении по периоду обращаются в нуль. В формулу для  $L_z$  входят выражения

$$(\mathbf{k} \times \mathbf{n})_z = -\beta\omega \sin \theta (\sin \tau + \beta \sin \theta),$$

$$(\mathbf{x} \times \mathbf{n})_z = -\rho \sin \tau \sin \theta,$$

$$k^2 = \beta^2\omega^2(1 + 2\beta \sin \tau \sin \theta + \beta^2 \sin^2 \theta - \sin^2 \theta \cos^2 \tau),$$

где  $\tau = \omega t_r - \phi$ ,  $t_r = t - r/c$ ,  $\theta$  и  $\square$  – углы сферической системы координат.

Подставим полученные выражения в формулу для момента импульса, переносимого произвольно движущимся зарядом, затем усредним по времени и получим следующее выражение

$$\frac{dL_z}{d\Omega dt} = \frac{e^2 \omega \beta^2 \sin^2 \theta}{32\pi c} \left[ \frac{5\beta \cos^2 \theta}{(1-\beta^2 \sin^2 \theta)^{7/2}} + \frac{8-\beta^2}{(1-\beta^2 \sin^2 \theta)^{5/2}} \right]. \quad (3)$$

Для того чтобы определить полный момент импульса, переносимый излучением в единицу времени, проинтегрируем по телесному углу

$$\frac{dL_z}{dt} = \frac{2e^2 \gamma^4 \beta^2 \omega}{3c}.$$

Проверим, совпадает ли момент импульса переносимый излучением со скоростью потерь момента импульса частицей.

Момент импульса частицы равен

$$L_{ez} = \frac{mv\rho}{\sqrt{(1-\beta^2)}},$$

где  $\rho$  – расстояние между частицей и началом координат. Дифференцируем это выражение по времени и в полученную формулу подставляем  $\dot{\beta}$  из формулы для интенсивности излучения, так как вследствие излучения скорость частицы уменьшается. Таким образом находим скорость потерь момента импульса частицы

$$\dot{L}_{ez} = \frac{2e^2 \gamma^4 \beta^2 \omega}{3c}, \quad (4)$$

которая совпадает со скоростью излучения момента импульса.

Рассмотрим момент импульса излучения частицы движущейся по спирали. Закон движения частицы по спирали имеет вид

$$\mathbf{x} = (\rho \cos \omega t, \rho \sin \omega t, \beta_{\parallel} ct).$$

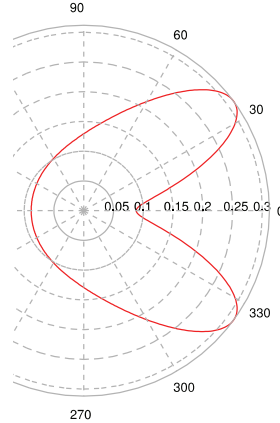
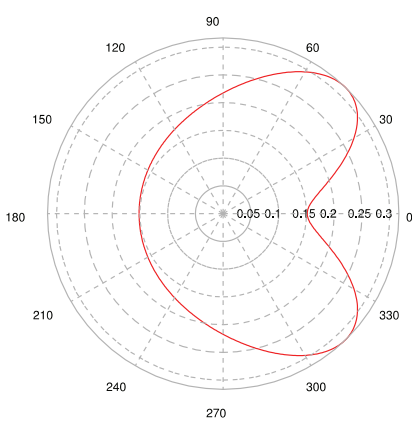
Для удобства введем систему отсчета, которая движется со скоростью  $\beta_{\parallel}$  вдоль оси  $Z$  и назовем ее сопутствующей системой отсчета. В данной системе частица движется по окружности радиуса  $\rho$ , а значит, можно использовать формулы полученные для синхротронного излучения.

Получим следующую формулу углового распределения момента импульса частицы, движущейся по спирали

$$\langle \frac{L_z}{d\Omega dt} \rangle = \frac{e^2 \omega \xi^2}{32\pi c (1 - \beta_{\parallel} \cos \theta)^2} \left[ \frac{8(1 - \beta^2) + 12\beta_{\perp}^2}{(1 - \xi^2)^{5/2}} - \frac{5\xi^2(1 - \beta^2)}{(1 - \xi^2)^{7/2}} \right], \quad (5)$$

где  $\beta_{\perp} = \sqrt{\beta_x^2 + \beta_y^2}$  и  $\xi = \frac{\beta_{\perp} \sin \theta}{1 - \beta_{\parallel} \cos \theta}$ .

Рассмотрим диаграмму направленности данного распределения



6.  $\beta=0.9$

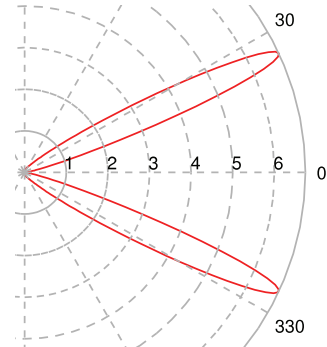


Рис. 7.  $\beta=0.99$

Из рисунков видно, что с увеличением энергии частицы диаграмма направленности приобретает вытянутую форму.

Преобразования Лоренца полного момента импульса, переносимого в единицу времени, дают

$$\frac{dL_z}{dt} = \frac{2e^2 \gamma^4 \beta_{\perp}^2 \omega (1 - \beta_{\parallel}^2)}{3c}. \quad (6)$$

Сравним полученное выражение со скоростью потерь момента импульса частицей вследствие излучения. Момент импульса частицы равен

$$L_{ez} = \frac{mv_{\perp} \rho}{\sqrt{(1 - \beta^2)}}.$$

Так как, в системе отсчета, которая движется со скоростью  $\beta_{\parallel}$  частица теряет одинаковый импульс как в положительном так и отрицательном направлении оси  $Z$ , ее скорость вдоль этой оси не изменяется. Поэтому дифференцируем только  $\beta_{\perp}$ . Находим скорость изменения момента импульса частицы

$$\frac{dL_z}{dt} = \frac{mc\rho\beta_{\perp}(1 - \beta_{\parallel}^2)}{(1 - \beta^2)^{3/2}}. \quad (7)$$

Приравняв скорость потерь энергии частицы к мощности излучения, получаем формулу (6).

Таким образом, угловое распределение момента импульса обладает теми же характерными свойствами, что и интенсивность излучения, а именно, с ростом энергии частицы диаграмма направленности вытягивается по скорости.

---

### Литература

1. Элементы [Электронный ресурс] // Закрученный свет и закрученные электроны. – Режим доступа: [http://elementy.ru/nauchno-populyarnaya\\_biblioteka/432009](http://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/432009) (дата обращения 1.03.2017).
2. Bahrtdt J. First Observation of Photons Carrying Orbital Angular Momentum in Undulator Radiation [Электронный ресурс] // First Observation of Photons Carrying Orbital Angular Momentum in Undulator Radiation журн. – Режим доступа: <https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.111.034801> (дата обращения : 1.03.2017).
3. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика. В 10 т. Т. II. Теория поля. – 7-е изд., испр. – Москва.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. 249 с. – ISBN 5-02-014420-7 (Т. II).

# ОБЩАЯ ФИЗИКА

---

УДК 303.022  
ГРНТИ 29.01.45

## СТРУКТУРИРОВАНИЕ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА ДЛЯ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОГО НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ

### STRUCTURING OF THE COMPETENCY APPROACH FOR NATURAL AND SCIENTIFIC DIRECTION OF PREPARATION

*Беляева Екатерина Олеговна, Синчук Екатерина Александровна*

Научный руководитель: С.Г. Катаев, д-р техн. наук, профессор

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

*Ключевые слова:* Федеральный государственный образовательный стандарт, компетенции, бакалавриат, физика, критерии оценивания, образовательная программа.

*Key words:* Federal state educational standard, competencies, bachelor's degree, physics, evaluation criteria, educational program.

*Аннотация.* В современном обществе любая программа, осуществляемая образовательным учреждением, требует наличие образовательного стандарта, который предполагает развитие определенного набора компетенций. Работая над системой оценивания сформированных компетенций на базе одного конкретного учебного заведения, возникает вопрос об универсальности данной модели оценивания. В статье представлен сравнительный анализ формируемых компетенций в различных вузах города Томска, целью которого является создание, на основе множества пересекающихся компетенций, универсальной модели оценивания уровня сформированности компетенций.

В ходе работы над созданием универсальности модели специалиста и «компетентностных портретов» [1] возник вопрос о возможности использования данной модели в других вузах. Выход за рамки одного учебного заведения может быть осуществлен путем создания «универсального», общего для любых специальностей блока компетенций. Для достижения этой цели был проведен анализ осуществляемых образовательных программ и формируемых компетенций у выпускников некоторых Томских университетов.

Для осуществления сравнительного анализа на состав компетенций были взяты следующие Образовательные программы вузов: в ТГПУ – направления подготовки педагогическое образование степени бакалавр физики, в ТГУ – направление подготовки физика, степень бакалавр, в ТГУ – направление подготовки лесное дело, степень бакалавр, в ТПУ – направление подготовки прикладная математика и информатика, степень бакалавр, в ТГПУ – направление подготовки педагогическое образование, направленность Биология и химия, степень бакалавр.

Анализ проводился по направлениям путем сравнения и выявления общих блоков компетенций внутри одного учебного заведения, а также сравнение набора компетенций среди разных вузов смежных направлений подготовок.

Компетентностный состав образовательных программ ТГПУ по направлениям подготовки педагогическое образование степени бакалавр физики и педагогическое образование, направленность Биология и химия, показал, что состав Общекультурных компетенций совпадает полностью, с некоторой корректировкой или объединением нескольких смежных в одну. Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты сравнения состава  
Общекультурных компетенций ОП ТГПУ

<b>ОК компетенции направления подготовки Биология и Химия</b>	<b>ОК компетенции направления подготовки Физика</b>
ОК – 1	ОК – 2
ОК – 2	ОК – 15 ОК – 12 ОК – 14
ОК – 3	ОК – 4 ОК – 9 ОК – 8
ОК – 4	ОК – 16 ОК – 6 ОК – 10
ОК – 5	ОК – 7 ОК – 3
ОК – 6	ОК – 1
ОК – 7	ОК – 13
ОК – 8	ОК – 5
ОК – 9	ОК – 11



Общепрофессиональные компетенции полностью идентичны. Профессиональные компетенции разнятся непосредственно по профилю подготовки. Данные представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты анализа состава компетенций ТГПУ направленностей физика и биология и химия

<b>Общее число компетенций (ОП физика)</b>	<b>Общее число компетенций (ОП биология и химия)</b>
ОК – 16	ОК – 9
ОПК – 6	ОПК – 6
ПК – 11	ПК – 16
<b>ИТОГО: 33 КОМПЕТЕНЦИИ</b>	<b>ИТОГО: 31 КОМПЕТЕНЦИЯ</b>

Компетентностный состав образовательных программ ТГУ направление подготовки физика, степень бакалавр, ТГУ направление подготовки лесное дело, степень бакалавр, представлен в таблице 3.

Таблица 3

Результаты анализа состава компетенций ТГУ направленностей физика и лесное дело

<b>Общее число компетенций (ОП физика)</b>	<b>Общее число компетенций (ОП лесное дело)</b>
ОК – 9	ОК – 9
ОПК – 9	ОПК – 13
ПК – 9	ПК – 15
<b>ИТОГО: 27 КОМПЕТЕНЦИЙ</b>	<b>ИТОГО: 28 КОМПЕТЕНЦИЙ</b>

В образовательных программах ТГУ выбранных направлений наблюдается значительная разница в составе Общепрофессиональных компетенций.

Профессиональные компетенции соответствуют виду профессиональной деятельности, на который ориентирована программа.

Второе направление анализа состава компетенций направлено на сравнение одного направления подготовки. В таблице 4 представлен состав компетенций направленности подготовки Физика университетов ТГУ и ТГПУ.

Таблица 4

Результаты анализа состава компетенций ТГУ направленностей физика  
и ТГПУ направленности физика

Общее число компетенций (ОП ТГУ физика)	Общее число компетенций (ОП ТГПУ физика)
ОК – 9	ОК – 16
ОПК – 9	ОПК – 6
ПК – 9	ПК – 11
ИТОГО: 27 КОМПЕТЕНЦИЙ	ИТОГО: 33 КОМПЕТЕНЦИИ

Детальный анализ показал, что среди формируемых компетенций одного профиля имеются различия, связанные с только спецификой учебных заведений. Так в ТГПУ формируются компетенции направленные на развитие методических навыков в области физики. В ТГУ же только направлены на развитие физики как науки.

Завершающим этапом анализа было совершено общее сравнение всех рассмотренных направлений Томских университетов.

Полученные данные представлены в таблице 5.

Таблица 5

Сравнительные данные Томских университетов

Общее число компетенций (ОП ТГПУ физика)	Общее число компетенций (ОП ТГПУ биология и химия)	Общее число компетенций (ОП ТГУ физика)	Общее число компетенций (ОП ТГУ лесное дело)	Общее число компетенций (ОП ТПУ физика)
ОК – 16	ОК – 9	ОК – 9	ОК – 9	ОК – 9
ОПК – 6	ОПК – 6	ОПК – 9	ОПК – 13	ОПК – 4
ПК – 11	ПК – 16	ПК – 9	ПК – 15	ПК – 13
ИТОГО: 33 КОМПЕ-ТЕНЦИИ	ИТОГО: 31 КОМПЕ-ТЕНЦИЯ	ИТОГО: 27 КОМПЕ-ТЕНЦИЙ	ИТОГО: 28 КОМПЕ-ТЕНЦИЙ	ИТОГО: 26 КОМПЕ-ТЕНЦИЙ

Изучая детально сравнительные данные, приходим к выводу о том, что можно выделить общие для всех **Общекультурные компетенции (ОК)**, и **Общепрофессиональные компетенции (ОПК)**. Сравнивая **Профессиональные компетенции (ПК)** нельзя выделить общие.

*Вывод:* Из анализа полученных результатов видно, что студенты ТГПУ должны обладать на выходе более универсальным набором компетенций, позволяющим им приспособливаться и находить место в любой сфере трудовой деятельности. В свою очередь, у студентов

ТГУ и ТПУ развиваются в большей степени узконаправленные компетенции. Это позволяет им становиться высококлассными специалистами, но в рамках выбранного направления деятельности.

Результаты анализа, проведенного в данной работе, могут лечь в основу универсального для естественнонаучных специальностей блока индикаторов, что, в свою очередь, позволит сделать большой шаг в направлении построения универсальной модели специалиста – выпускника вуза.

### **Литература**

1. Алексеева, Е.О., Катаев, С.Г. Компетентностная модель выпускника физической специальности педагогического вуза / Е.О.Алексеева, С.Г. Катаев // Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2014. – № 11 (152). – С. 178-181.
2. Алексеева, Е.О. Модель, как способ формирования компетенций / Е.О.Алексеева // Сборник ВНКСФ-21. – Екатеринбург – Омск: издательство АСФ России, 2015. – Т. 1. – С. 179-180.
3. ОП высшего профессионального образования по направлению подготовки Педагогическое образование ТГПУ
4. ОП высшего профессионального образования по направлению подготовки Физика, Лесное дело ТГУ
5. ОП высшего профессионального образования по направлению подготовки Прикладная математика и информатика ТПУ
6. ОП высшего профессионального образования по направлению подготовки Педагогическое образование, направленности: Биология и химия ТГПУ

УДК 327.853  
ГРНТИ 29.01.45

## **МОМЕНТ ИМПУЛЬСА СТАЦИОНАРНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ**

## **THE ANGULAR MOMENTUM OF A STATIONARY ELECTROMAGNETIC FIELD**

*Гусельникова Ульяна Александровна*

Научный руководитель: В. Я. Эпп, д-р физ.-мат. наук, профессор

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

*Ключевые слова:* момент импульса, электромагнитное поле, парадокс, индуцированное электрическое поле, магнитное поле, индукция, заряд.

*Key words:* angular momentum, electromagnetic field, paradox, induced electric field, magnetic field, induction, charge.

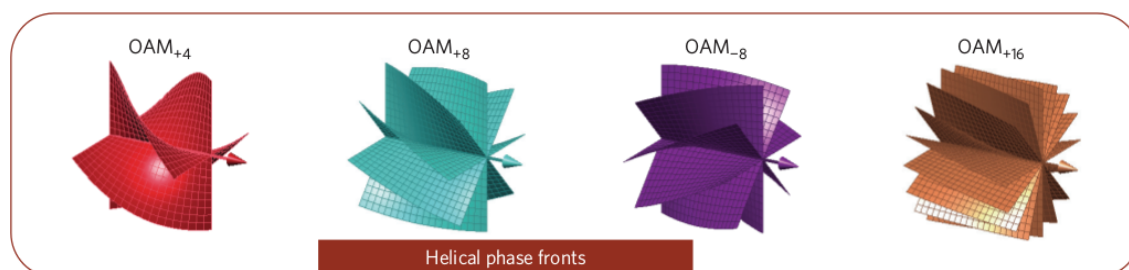
*Аннотация.* Тема «момент импульса стационарного электрического поля» мало изучена и практически не представлена в учебниках общей физики. В статье представлена теория для изучения этой темы и ряд задач, при решении которых можно более подробно разобраться в данной теме и углубить знания, как в механике, так и в электродинамике.

## Введение

Законы сохранения энергии, импульса и момента импульса в применении к механическим системам подробно изучаются в школьном курсе физики, в университетском общем курсе физики и курсе теоретической физики. В университетских курсах доказывается, что закон сохранения энергии является следствием однородности времени, законы сохранения импульса и момента импульса вытекают из однородности и изотропности пространства. Эти законы универсальны и применимы не только к механическим процессам, но к любым изолированным системам. В общих курсах физики достаточно много времени уделяется закону сохранения энергии и импульса в электродинамике, но практически не изучается момент импульса электромагнитного поля. Только в Фейнмановских лекциях [1] и в учебнике [2] есть задачи на эту тему.

Между тем, оказывается, с помощью момента импульса электромагнитного поля можно передавать информацию. Известно, что в связи с бурным развитием телекоммуникации, в частности, мобильной связи и Wi-Fi, возникла проблема острой нехватки радиочастот. Национальные правительства распределяют частоты между радиостанциями, телевидением, операторами сотовой связи, и еще многими другими потенциальными клиентами [3].

Эту проблему можно частично решить, если создать передатчик, который может генерировать электромагнитные волны с разным моментом импульса. Такие волны часто называют «закрученным светом». У электромагнитной волны, помимо частоты, амплитуды, фазы и поляризации есть ещё одна малоизвестная характеристика – орбитальный угловой момент (ОАМ). Он определяется специфичной формой волнового фронта, закрученного вдоль оси распространения. Закрученность может отличаться не только направлением (против или по часовой стрелке), но и степенью закрученности (соотношение между шагом спирали и длиной волны).



Регулируя этот параметр, в пространстве состояний ОАМ, можно создавать, теоретически, хоть бесконечное число каналов, работающих на одной и той же частоте. [4]

В этих условиях неприемлемо, что выпускники высших учебных заведений, специализирующиеся в области физики, практически безграмотны в этой области. Цель настоящей работы состоит в том, чтобы рассказать о моменте импульса электромагнитного поля по возможности простым языком и привести примеры и задачи на эту тему.

### 1. Определение момента импульса электромагнитного поля

Момент импульса электромагнитного поля можно определить как в механике [5]:

$$\vec{L} = [\vec{r} \times \vec{P}],$$

где  $\vec{r}$  – радиус-вектор частицы,  $\vec{P}$  – ее импульс.

В механике мы говорим об импульсе частице, но рассматривая электромагнитное поле, мы должны говорить об импульсе в единице объема, так как поле распределено в пространстве. Для вычисления плотности момента импульса нам нужно знать вектор Умова – Пойнтинга, компоненты которого входят в состав компонент тензора энергии-импульса электромагнитного поля [6]:

$$\vec{S} = \frac{c}{4\pi} [\vec{E} \times \vec{B}],$$

где  $\vec{E}$  – напряженность электрического поля,  $\vec{B}$  – индукция магнитного поля,  $c$  – скорость света.

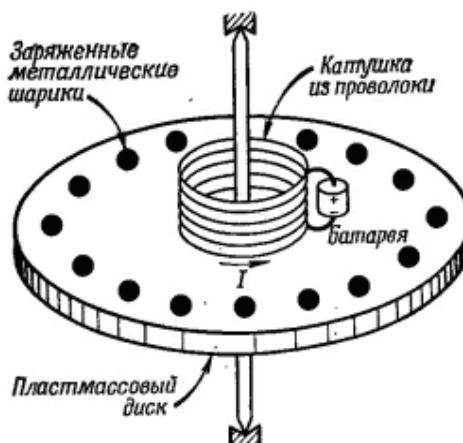
Эта тема хорошо представлена во всех учебниках. Плотность потока импульса или, другими словами, давление света, вычисляется по формуле  $\vec{g} = \vec{S}/c^2$ . Тогда плотность момента импульса будет вычисляться по формуле

$$\vec{l} = [\vec{r} \times \vec{g}] = \left[ \vec{r} \times \frac{1}{4\pi c} [\vec{E} \times \vec{B}] \right] \quad (1)$$

### 2. Парадокс Фейнмана

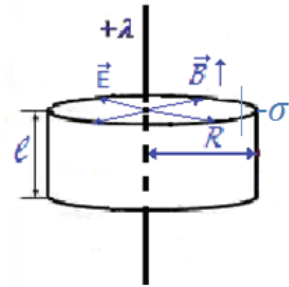
Рассмотрим, как можно применить, предложенную выше теорию на практике. Рассмотрим парадокс Фейнмана [1].

«Представим прибор (см. рис.), в котором имеется тонкий круглый пластмассовый диск, укрепленный concentрически на оси с хорошими подшипниками, так что он свободно вращается. На диске имеется катушка из проволоки –



короткий соленоид, concentричный по отношению к оси вращения. Через этот соленоид проходит постоянный ток от маленькой батареи, также укрепленной на диске. Вблизи края диска по окружности на равном расстоянии размещены маленькие металлические шарики, изолированные друг от друга и от соленоида материалом диска. Каждый из этих проводящих шариков заряжен одинаковым зарядом  $Q$ . Вся картина стационарна, и диск неподвижен. Предположим, что ток в соленоиде прекратился, но, разумеется, без какого-либо вмешательства извне. Когда ток в соленоиде исчезнет, диск начнет вращаться. Если нам известны момент инерции диска, ток в соленоиде и заряд шариков, то можно вычислить результирующую угловую скорость. Однако, момент диска со всеми его пристройками вначале равен нулю и, согласно закону сохранения момента импульса, момент всей системы должен оставаться нулевым. Никакого вращения при остановке тока быть не должно. Так повернется диск или нет?»

Для того чтобы разобраться с данной задачей, рассмотрим более простую систему, которая работает по такому же принципу. Система состоит из положительно заряженной бесконечно длинной нити, вокруг которой находится отрицательно заряженный цилиндр радиуса  $R$ . Полный заряд на единице длины нити по модулю равен полному заряду на единице длины цилиндра. Вся система находится в постоянном магнитном поле с индукцией  $\vec{B}$ , параллельной оси цилиндра.



Затем магнитное поле начинает уменьшаться до 0. В этом случае, согласно уравнению Максвелла, изменение магнитного поля приводит к возникновению индукционного электрического поля  $E_i$ . [1]

$$\oint_L (\vec{E}_i, d\vec{l}) = -\frac{1}{c} \frac{d\Phi}{dt}, \text{ где } \Phi = \int_S (\vec{B} d\vec{S}). \quad (2)$$

Вычислив данные интегралы, получим  $\vec{E}_i = -\frac{1}{2c} bR \vec{e}_\varphi$ , где  $b = \frac{dB}{dt}$  – скорость изменения магнитного поля, используем цилиндрическую систему координат с единичными векторами  $\vec{e}_\rho, \vec{e}_\varphi, \vec{e}_z$ . Выделим часть цилиндра высотой  $l$  и найдем, чему равна сила, действующая на заряд  $q$  этой части цилиндра со стороны индуцированного поля.

$$\vec{F} = q\vec{E}_i$$

При помощи простейших вычислений определим момент силы:

$$\vec{M} = [\vec{R} \times \vec{F}] = q[\vec{R} \times \vec{E}_i] = qRE_i \vec{e}_z, \quad \vec{M} = \frac{d\vec{L}}{dt}.$$

Тогда момент импульса, который переносит электромагнитное поле, будет равен:

$$\vec{L} = \int_1^2 \vec{M} dt.$$

Подставив известные значения  $\vec{E}_i = -\frac{1}{2c} bR \vec{e}_\varphi$ ,  $q = 2\pi R l \sigma$ , где  $\sigma$  – плотность заряда, получим:

$$\vec{L} = \int_1^2 qR E_i \vec{e}_z dt = \int_1^2 -\frac{1}{2c} b2\pi R^3 l \sigma \vec{e}_z dt = -\frac{\pi}{c} \sigma R^3 l B \vec{e}_z. \quad (3)$$

Докажем, что момент импульса, находился в стационарном электромагнитном поле в исходном состоянии. Плотность момента импульса электромагнитного поля вычисляется по формуле:

$$\vec{l} = [\vec{r} \times \vec{g}] = \frac{1}{4\pi c} [\vec{r} \times [\vec{E} \times \vec{B}]], \quad (4)$$

где  $\vec{E}$  – напряженность электрического поля, создаваемого положительно заряженной нитью длиной  $l$ . Ее можно найти из следующего соотношения:

$$\oint \vec{E} d\vec{S} = 4\pi q.$$

Тогда напряженность электрического поля на расстоянии  $r$  от оси равна  $\vec{E} = (4\pi\sigma R/r) \vec{e}_r$ . Подставив полученное выражение в формулу (4), получим плотность момента импульса электромагнитного поля

$$\vec{l} = -\frac{1}{c} B \sigma R \vec{e}_z.$$

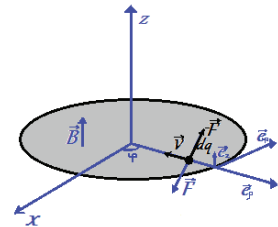
Из соотношения  $\vec{l} = \frac{d\vec{L}}{dV}$  найдем, чему равен момент импульса электромагнитного поля внутри рассматриваемого отрезка цилиндра:

$$\vec{L} = \int -\frac{1}{c} B \sigma R \vec{e}_z dV = -\frac{1}{c} B \sigma R \int dV \vec{e}_z = -\frac{\pi}{c} \sigma l R^3 B \vec{e}_z. \quad (5)$$

Сравнивая с формулой (3), убеждаемся, что весь момент импульса поля переходит в механический момент вращающегося цилиндра.

Тогда возникает вопрос: откуда в стационарном поле момент импульса? Попробуем ответить на этот вопрос.

Рассмотрим эту систему, когда  $\vec{E} = 0$ , то есть, электрическое поле отсутствует. Из формулы (1), следует, что момент импульса равен нулю. Начнем заряжать систему. Для этого нужно взять заряд с цилиндра и переместить его на нить. Чтобы это сделать, необходимо удерживать заряд с некоторой силой (см. рис.), так как со стороны магнитного поля на заряд действует сила  $\vec{F} = \frac{q}{c} [\vec{V} \vec{B}]$ , где  $V$  – скорость, с которой перемещается заряд. Действуя внешней силой, равной по модулю, но направленной в противоположную сторону, мы сообщаем системе момент импульса



$$\vec{L} = -\frac{\pi}{c} B \sigma a^3 l \vec{e}_z. \quad (6)$$

Если мы сравним формулы (3), (5) и (6), то увидим, что весь момент импульса, который мы сообщили системе, когда заряжали ее, сконцентрировался в электромагнитном поле, поэтому система не вращается, а после выключения магнитного поля, весь момент импульса переходит в механический момент импульса вращающегося цилиндра.

### 3. Решение парадокса Фейнмана

Вернемся к парадоксу Фейнмана. Катушку с током можно заменить источником дипольного магнитного поля с индукцией  $\vec{B} = -\frac{\mu_0 \vec{\mu}}{4\pi r^2}$ , где  $\vec{\mu}$  – дипольный момент. В цилиндрической системе координат он имеет координаты  $\vec{\mu} = (0, 0, \mu)$ . Рассуждая по такому же принципу, как в предыдущей задаче, получим момент импульса электромагнитного поля:

$$\vec{L} = \frac{\mu_0 Q \mu}{4\pi R} \vec{e}_z = \frac{\mu_0 I a^2 Q}{4R} \vec{e}_z,$$

где  $I$  – сила тока, протекающего в катушке,  $a$  – радиус катушки,  $R$  – расстояние от оси до зарядов,  $Q$  – полный заряд, размещенный на диске. Обладая таким моментом импульса, система будет вращаться с угловой скоростью

$$\omega = \frac{\mu_0 I a^2 Q}{2R(2ma^2 + Mb^2)},$$

где  $m$  – масса катушки,  $M$  – масса диска,  $b$  – радиус диска.

К сожалению, оценка показывает, что для разумных значений параметров, входящих в эту формулу, угловая скорость чрезвычайно мала и составляет величину порядка  $\omega \sim 10^{-7}$  рад/с. Следовательно, воспроизвести этот опыт без использования специального оборудования представляется проблематичным.

Для закрепления данной темы, предлагается задача из учебника Гриффитса [2].

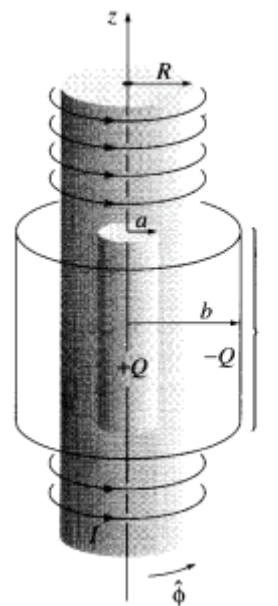
Имеется длинный соленоид радиуса  $R$ ,  $n$  витков на единицу длины с током  $I$ . Имеется также коаксиальный конденсатор – две цилиндрические оболочки длиной  $l$  – одна внутри соленоида с радиусом  $a$ , несет заряд  $+Q$ , равномерно распределенный по ее поверхности; другая вне соленоида с радиусом  $b$ , несет заряд  $-Q$ . Обе оболочки имеют возможность свободно вращаться. (см. рис.; длина  $l$  предполагается значительно больше, чем  $b$ ). Когда ток в соленоиде постепенно уменьшается, цилиндры начинают вращаться. Откуда берется угловой момент? Найти момент импульса каждого цилиндра после



выключения тока. Сравнить сумму этих моментов с моментом импульса электромагнитного поля в исходном состоянии.

### Заклучение

Таким образом, вычисление момента импульса электромагнитного поля не представляет никаких сложностей, ни в математическом смысле, ни в смысле понимания физической сути и вполне может быть включено в учебники общего курса физики. Решение задач на эту тему позволит углубить знания студентов, как в механике, так и в электродинамике.



### Литература

1. Фейнман, Р., Лэйтон, Р., Сэндс, М. Фейнмановские лекции по физике. Электродинамика / Р. Фейнман, Р. Лэйтон, М. Сэндс. – Москва: Мир, 1977. – Вып. 6. – С.15-150, 244-321.
2. Griffiths, D. J. Introduction to Electrodynamics / D. J. Griffiths. – New Jersey, 1999. – 580 с.
3. Таненбаум, Э. Компьютерные сети: [пер. с англ.] /Э.Таненбаум. – Издательский дом «Питер», 2012. – 955 с.
4. Membrane. Физики впервые передали информацию на скрученной радиоволне [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.membrana.ru/particle/17678> (дата обращения: 12.04.2017)
5. Ландау, Л.Д., Лифшиц, Е.М. Теоретическая физика. Механика. Т. 1 / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – Москва: Физматлит, 2007. – 224 с.
6. Ландау, Л.Д., Лифшиц, Е.М. Теоретическая физика. Теория поля. Т. 2 / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – Москва: Физматлит, 2006. – 534 с.

УДК 373.1  
ГРНТИ 14.25.09

## ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОПЕДЕВТИЧЕСКОГО КУРСА ПО ФИЗИКЕ В 5 КЛАССЕ

## ORGANIZATION OF INTRODUCTORY COURSE IN PHYSICS IN THE 5TH GRADE

*Кисленко Елена Сергеевна*

Научный руководитель: Е.А. Румбешта, д-р пед. наук, профессор

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

*Ключевые слова:* пропедевтический курс, мотивация, интерес к физике, инженерное образование.

*Keywords:* propaedeutic course, motivation, interest for physics, engineering education.

*Аннотация.* В настоящее время, в обществе существует противоречие между отсутствием мотивации учащихся выбирать технические специальности и необходимостью подъема качества инженерного образования. Автор предлагает решение проблемы повышения уровня мотивации, интереса к предмету через введение пропедевтического курса практической направленности по физике для учащихся 5. Обучение построено на основе совместного обсуждения проблем, организации наблюдений и выполнения простых модельных опытов.

Обществу, сложившемуся в конце XX – начале XXI века присваивают названия: «постиндустриальное», «общество высоких технологий», «информационное общество» и т.д. в зависимости от приоритетов в направлении исследования. Использование таких терминов указывает на необходимость совершенствования высшего технического образования. Такому обществу нужны высококвалифицированные инженерные кадры. [1] Отечественные и зарубежные исследования позволили выявить существующие противоречие между потребностью подготовки инженеров для рынка труда и сложившимся отношением в обществе к инженерной профессии, проявлением которого является предпочтение абитуриентами экономического и юридического, а не высшего технического образования. Следствием такого отношения к выбору профессии является наблюдаемое в отечественной и зарубежной системах образования противоречие: отсутствие мотивации при изучении математики и естественнонаучных дисциплин в школе и, соответственно, низкий уровень их освоения, с одной стороны, и необходимостью подъема качества инженерного образования в современном обществе – с другой. [1]

Количественной оценкой знаний учащихся по предмету с 2002 года является единый государственный экзамен (ЕГЭ). Обратимся к статистике сдачи ЕГЭ выпускниками российских школ за последние 7 лет (таблица 1). [2] Стабильный, достаточно низкий средний балл говорит о том, что выпускники усваивают физику лишь на базовом уровне.

Таблица 1

Средний балл ЕГЭ по физике (Россия)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Средний балл	51,32	51,54	46,7	53,5	45,4	51,1	51,2

В таблице 2 приведены данные по сдаче ЕГЭ выпускниками области за последние 3 года [3].

Таблица 2

## Статистика сдачи ЕГЭ по физике (Томская область)

	2014	2015	2016
Средний балл	47,94	54,57	51,69
Количество, чел.	1569	1397	1279
Не сдали ЕГЭ	219 чел.(13,9%)	39 чел. (2,79%)	67 (4,98%)
Кол-во 100 балльных работ	2	7	1
Получили от 81 до 100 баллов, чел.	61	122	74 (6%)

Имеющийся в области уровень результатов ЕГЭ по физике приводит к тому, что Томские ВУЗы вынуждены устанавливать, в большинстве случаев, низкие проходные баллы.

Обратимся к данным ЕГЭ по Томской области за 2016 год.[3] В 2016 году большинство участников ЕГЭ набрали менее 60 баллов. Это в пересчете в привычную пятибалльную шкалу соответствовало бы оценке, балансирующей между двойкой и тройкой. Очевидно, что таких знаний для успешного обучения в техническом ВУЗе недостаточно.

Все это влияет на осознанность при выборе профессии и дальнейшем обучении в техническом вузе, о чем свидетельствуют данные нижеприведенного опроса, проведенного в МИФИ (г. Северск) и ТГАСУ (г. Томск). Студентам первого курса было предложено ответить на вопросы:

- Что повлияло на выбор вами данной специальности?
- Помогло ли в выборе изучение физики?
- Какие трудности были при изучении физики в школе?
- Какие трудности есть в изучении физики сейчас?
- Что бы вы хотели добавить в содержание школьного курса физики; изменить в процессе его преподавания во избежание трудностей при обучении в ВУЗе?
- Чему равен Ваш балл по ЕГЭ по физике?
- Ваш суммарный балл?

Полученные результаты говорят о том, что, студенты не очень заинтересованы в изучении физики, не понимают практической значимости физики и это «тянется со школы».

В школе физику начинают изучать с 7 класса. И, как правило, в начале изучения детям интересно. Обратимся к качеству обучения физике. Ни для кого, не секрет, что максимальное качество мы имеем после 1 четверти 7 класса, и к концу года оно уже падает. К 9 классу мы обычно имеем на 20% качество ниже, чем в 7 классе. Возникает вопрос – с чем это связано? Для этого обратимся к данным опроса учащихся 7 класса. Учащимся было предложено ответить на вопросы:

1. Как вы относитесь к предмету физика?

2. Какие виды деятельности на уроке у вас вызывают или могли бы вызвать интерес?

3. Что вызывает у вас затруднения?

4. Что бы вы хотели добавить в содержание школьного курса физики; изменить в процессе его преподавания?

Большинство опрошенных считают, что интерес у них вызывают практические работы; затруднения связаны с малым количеством экспериментальной деятельности, не хваткой выполняемого руками эксперимента, с отсутствием возможности применить полученные знания на практике.

На основании вышеизложенного, можно сделать вывод, что дети не знают, для чего им нужна физика, не имеют представления о ее практическом применении.

Ответы учащихся, стали основанием для проведенного анализа учебников на предмет наличия информации о практической составляющей физики. Проведенный анализ показал, что в учебниках 7–9 класса под редакцией А.В. Перышкин, Е.М. Гутник, практически отсутствует практическая составляющая предмета.

Обобщая данные опросов учащихся среднего звена и студентов первого курса, можно предположить, что для изменения сложившейся ситуации необходимо:

1. Мотивировать учащихся на изучение физики

2. Знакомить учащихся с практическим применением физики

Когда начинать мотивировать детей? Для ответа на этот вопрос обратимся к психологии. Исследования в области педагогической психологии подтверждают, что на возраст, соответствующий 5–6 классам, приходится максимум сензитивного периода для развития функциональной системы интеллекта, задачей которого является освоение окружающего мира. [4]

Анализ пропедевтических курсов естественно-научного направления в Северске и Томске показал, что: в 3 школах г.Северска пропедевтический курс проводится по программе Гуревич А.Е., Исаев Д.А., Понтак Л.С. «Физика. Химия. 5–6 класс», в одной школе по авторской программе атомной тематики. В г. Томске – в 2 школах такая подготовка ведется по программе Шулежко Е. М., Шулежко А. Т.

Проанализировав данные рабочие программы, был сделан вывод, что программы дублируют программы 7–8 классов. Это может привести к обратному эффекту – детям будет не интересно слушать материал дважды.

Наблюдения на протяжении 4-х лет показали, что учащиеся, имеющие пропедевтическую подготовку по физике, по сравнению с учащимися, у которых ее не было:

- ✓ Делают меньше ошибок при оформлении задач
- ✓ Делают меньше ошибок при оформлении лабораторных работ
- ✓ Знают основные единицы СИ

Таким образом, можно сделать вывод, что пропедевтическая подготовка учащихся 5–6 классов полезна, с точки зрения подготовки детей к изучению физики, но такое содержание курса не мотивирует детей к дальнейшему изучению физики и выбору технической специальности.

Реализовать вышеназванные условия можно посредством элективного курса практической направленности для 5 класса «Изучаем технические открытия. Пробуем конструировать»

Целью курса является развитие у школьников умений и способностей, которые в настоящее время определяются как результаты обучения в основной школе и мотивации к изучению физики.

Содержание курса составляют темы, доступные для активного изучения учащимися. Это: вводное занятие, плуг, баллиста, термометр, гигрометр, термос.

Занятия организуются на основе группового совместного решения проблемных вопросов, которые возникают при погружении в тему и позволяют первично формировать требуемых в основной школе УУД.

Рефлексивная оценка курса показала его полезность, все обучающиеся указали на наличие интереса к физике. Ученики приобрели ряд первичных умений, которые им необходимы при изучении естественных наук. Данное исследование позволяет скорректировать содержание программы, четко проявить способы работы с учащимися для достижения нужного результата.

## **Литература**

1. Соловьев, А.Н. Моделирование процесса подготовки абитуриентов в условиях модернизации инженерного образования: автореф. дисс. на ... доктора пед. наук: 13.00.08 / Соловьев Александр Николаевич. – Калининград, 2012. – 35 С.
2. Статистика сдачи ЕГЭ по физике. – Режим доступа: <https://www.uceba.ru/for-abiturients/ege/stat/physics>. (дата обращения 12.09.2016)
3. Назаров П.А. Анализ результатов ЕГЭ-2016 по физике в Томской области // Анализ результатов государственной итоговой аттестации выпускников 2016 года общеобразовательных организаций Томской области в форме единого государственного экзамена // Информационно-аналитический отчет и методические рекомендации, Томск, 2016.
4. Карбовская А.А. Роль раннего изучения физики в естественно научном образовании школьников. – Режим доступа: [http://rrcbalakovo.ucoz.ru/publ/metodicheskaja\\_kopilka/fizika/rol\\_rannego\\_izuchenija\\_fiziki\\_v\\_estestvennonauchnom\\_obrazovanii\\_shkolnikov/5-1-0-96](http://rrcbalakovo.ucoz.ru/publ/metodicheskaja_kopilka/fizika/rol_rannego_izuchenija_fiziki_v_estestvennonauchnom_obrazovanii_shkolnikov/5-1-0-96) (дата обращения: 10.02.2016)

УДК 53.1  
ГРНТИ 29.01.45

## **ПРОВЕДЕНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ФИЗИКЕ В КЛАССАХ С ЗПР**

### **THE LABORATORY WORK IN PHYSICS CLASSES WITH DSD**

*Климакова Оксана Андреевна*

Научный руководитель: З. А. Скрипко, д-р пед. наук, профессор

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

*Ключевые слова:* обучающиеся, школьники, задержка психического развития лабораторная работа.

*Key words:* students, school students, mental retardation, laboratory work.

*Аннотация.* На сегодняшний день количество обучающихся с диагнозом задержка психического развития растёт. Таким детям трудно даётся изучение точных наук. В статье предложена организация проведения урока-лабораторной работы по физике в классах с обучающимися с таким диагнозом.

Программа среднего образования по физике состоит не только из теоретического материала и решения задач, но и из лабораторного практикума. Проведение лабораторных работ в классах с обучающимися с ЗПР обязательно.

При обучении детей с задержкой в психическом развитии весьма существенным представляется подведение их к обобщению не только по материалу всего урока, но и по отдельным его этапам. Необходимость поэтапного обобщения проделанной на уроке работы вызывает тем, что таким детям трудно удерживать в памяти весь материал урока и связывать предыдущее с последующим. В учебной деятельности школьнику с задержкой психического развития значительно чаще, обычному школьнику, дают задания с опорой на образцы: наглядные, описанные словесно, конкретные и в той или иной степени абстрактные. Выделяются ученики, которые по сравнению с одноклассниками отличаются особой замедленностью восприятия нового материала, отсутствием представлений, являющихся базой для усвоения нового материала, например несформированностью представлений и понятий, связанных с пространственными и количественными отношениями, трудностями установления логических связей и взаимозависимостей и т. п.

Обучающимся с ЗПР необходимо развитие всех видов памяти. Дети этой категории требуют особого индивидуального подхода к ним. Даже элементарные новые навыки вырабатываются у таких школьников крайне медленно. Для их закрепления требуются многократные

указания и упражнения. Дети с задержкой психического развития нередко способны работать на уроке всего 15–20 минут, затем наступает утомление, интерес к занятиям пропадает [1].

Подготовка к лабораторной работе начинается на предыдущем уроке. Изучается описание лабораторной работы представленной в учебнике. Проговаривается необходимость подтверждения закона или явления экспериментом, а затем фиксируется в тетради последовательность действий при выполнении данной работы (ход работы), записывается в тетрадь правило и формула необходимая в ходе лабораторной работы. Заранее подготавливаются таблицы, рисунки, схемы, которые будут необходимы для записи результатов экспериментов.

Отдельно обсуждается форма вывода, которая должна быть зафиксирована в результате проведения данной лабораторной работы.

Рассматривается демонстрационная установка. Проговариваются этапы ее сборки. В такие моменты у обучающихся возникает много вопросов. Почему именно такая установка или схема? Почему именно такой угол наклона? В таких случаях метод демонстрации сочетается с беседой. Необходимо ответить на все вопросы, приводя подтверждение и конкретные примеры из жизни.

В качестве примера рассмотрим урок-лабораторную работу в 8 классе по теме «Сборка электрической цепи и измерение силы тока в её различных участках». Это одна из любимых работ у школьников.

За урок до лабораторной работы повторяем понятие силы тока, перевод единиц измерения, решаем примеры на перевод единиц измерения, вспоминаем формулу вычисления цены деления измерительного прибора. Отдельно повторяем название прибора для измерения силы тока, и как он включается в цепь, а также разбираем правила составления схем электрических цепей.

Личный опыт показывает, что для качественного проведения лабораторной работы в классах с обучающимися с ЗПР и при достаточном лабораторном оборудовании класс необходимо разделить на группы по 2–3 человека. В группах у каждого обучающегося своя роль. Один собирает установку, второй снимает результаты эксперимента, третий проводит вычисления. Сообща делают вывод, и каждый оформляет свою работу в тетради.

Перед началом лабораторной работы углубленно прорабатывается техника безопасности с записью в журнале.

Лабораторная работа начинается с проведения опроса: какой величиной определяется сила тока в электрической цепи? Что принимают за единицу силы тока? Как называется единица измерения силы тока? Проговаривается и разбирается схема сборки цепи. Рисуются схема в тетради. Повторяются условные обозначения элементов цепи.

Важным этапом является формулирование цели. Целью лабораторной работы является: убедиться в ходе эксперимента, что сила тока в различных последовательно соединенных участках цепи одинакова.

Далее, класс переходит к практической части. Собирают электрические цепи, снимают показания приборов и фиксируют результаты в тетради. В ходе работы дети пользуются рабочей тетрадью и учебником.

В результате выполнения работы, школьники должны прийти к выводу, что сила тока на всех участках цепи одинакова, и указать полученное в ходе работы экспериментальное значение.

Обучающиеся с ЗПР могут работать с разным темпом. Для тех, кто раньше выполнил работу, заранее готовится дополнительный учебный материал, включающий задания по теме. Выполнение таких заданий оценивается дополнительно, стимулируя их к более активной работе на уроке.

### **Литература**

1. <http://www.studfiles.ru/preview/5357346/page:25/>

УДК 371.64/.69  
ГРНТИ 14.85.35

## **ЛЕКЦИОННАЯ ДЕМОНСТРАЦИИ ЯЧЕЕК БЕНАРА**

## **LECTURE DEMONSTRATION OF BENARD CELLS**

*Масалов Александр Евгеньевич<sup>1</sup>, Емельянов Егор Евгеньевич<sup>2</sup>*

Научные руководители: Аржаник Алексей Ремович, канд. пед. наук, доцент<sup>1</sup>,  
Богданова Юлия Вячеславовна, канд. физ.-мат. наук, доцент<sup>2</sup>,  
Брусник Олег Владимирович, канд. пед. наук, доцент<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> *Научно-исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* ячейки Бенара, демонстрационный эксперимент, естествознание

*Key words:* Benard sells, lecture demonstration, natural science

*Аннотация.* Исследована возможность проведения лекционной демонстрации ячеек Бенара с использованием общедоступных устройств и материалов.

Ячейки Бенара являются классическим примером самоорганизации жидкости при термоконтвекции, это явление приводится почти во всех учебных пособиях по естествознанию. При чтении лекций по дисциплинам Естественнаучная картина мира, Концепции современного естествознания и др. для объяснения данного явления обычно используются фото и видеоматериалы. В отличие от них лекционная демонст-



рация является более выразительным средством обучения, поэтому создание установки для лекционной демонстрации ячеек Бенара и ее использование в учебном процессе в вузе является актуальной задачей.

В 1900 году появилась статья Х. Бенара с фотографией возникшей структуры, напоминающей пчелиные соты [1]. Эта структура наблюдалась в ртути, налитой в плоский широкий сосуд, подогреваемый снизу. Слой ртути при определенном градиенте температур распался на одинаковые шестигранные призмы с определенным соотношением между стороной и высотой. В центре призмы жидкость поднималась вверх, а по граням опускалась вниз. Теоретически данная задача о конвективной неустойчивости слоя жидкости впервые рассматривалась Рэлеем в 1916 году [2], решение этой задачи приведено в [3, 4].

Жидкость у нижней границы при нагреве имеет меньшую плотность, чем у верхней границы, поэтому вследствие действия архимедовой силы система оказывается неустойчивой. При небольшой разности температур между нагреваемой нижней и холодной верхней поверхностями из-за вязкости движение в жидкости отсутствует, тепло распространяется только за счет теплопроводности, но, начиная с некоторого значения разности температур, обмен ускоряется, так как возникает конвекционный поток. Флуктуации начинают резко расти и в сверхкритической области достигают макроскопических масштабов. При этом возникает структура, обеспечивающая максимальную скорость тепловых потоков. Так как система обменивается с окружающей средой только теплом и в стационарных условиях, т.е. при постоянной температуре нижнего слоя  $T_1$  получает тепла столько, сколько отдает при установившейся температуре верхнего слоя  $T_2 < T_1$ , то энтропия системы отрицательна

$$S = \frac{Q}{T_1} - \frac{Q}{T_2} < 0,$$

таким образом, внутренняя структура поддерживается за счет поглощения отрицательной энтропии, или негэнтропии [5].

Конвективные движения в горизонтально подогреваемом снизу слое жидкости или газа описываются двумя безразмерными параметрами – числом Рэлея

$$Ra = \frac{g\Delta T h^3 \beta}{\nu\chi} \quad (1)$$

и числом Прандтля

$$Pr = \frac{\nu}{\chi}. \quad (2)$$

В формулах (1–2) приняты обозначения:  $g$  – ускорение свободного падения,  $\Delta T > 0$  – разность температур на нижней и верхней границе

слоя,  $h$  – толщина слоя,  $\nu$  – кинематическая вязкость,  $\chi$  – температуропроводность среды,  $\beta$  – коэффициент объемного расширения.

При различных соотношениях  $Ra$  и  $Pr$  реализуются различные конвективные течения. Первый переход от гидродинамического равновесия к стационарной конвекции не зависит от числа Прандтля и происходит при  $Ra > Ra_1 = 1708$  для слоя с изотермическими твердыми границами [6]. В этом случае возникают устойчивые конвективные валы – двумерные вихри или ячейки Бенара. При увеличении числа Рэлея возникает более сложное движение вплоть до турбулентного.

При подборе материалов для создания демонстрационной установки мы руководствовались следующими требованиями:

1. ячейки Бенара должны быть хорошо видны;
2. расходные материалы должны быть доступными;
3. демонстрационная установка должна быть достаточно простой, чтобы быть реализованной в физической лаборатории вуза;
4. подготовка и проведение опыта должно занимать минимум времени.

В физическом кабинете ТГПУ для демонстрации ячеек Бенара создана круглая металлическая кювета с внешним диаметром около 10 см, дно которой имеет достаточно гладкую форму, а основание сделано массивным для того, чтобы температура нижнего слоя жидкости в течение долгого времени (около часа) оставалась постоянной без дополнительного подогрева. В кювету наливается слой масла толщиной 1,5–2 мм. Затем кювета нагревается на электрической плитке. Для визуализации процесса в масло добавляется алюминиевая пудра. В процессе нагрева при разности температур между верхним и нижним слоями масла 20–30<sup>0</sup>С в системе появляются ячейки. Для увеличения видности явления можно использовать стандартную схему эпипроекции, причем в качестве источника бокового освещения желательнее использовать лазер.

При проведении эксперимента мы исследовали трансформаторное, растительное и касторовое масла, так как данные жидкости можно приобрести без особых затруднений в магазинах или аптеках. Информация о свойствах этих масел приведена в таблице 1.

Таблица 1

Физические характеристики использованных масел

№ п/п	Масло	Кинематическая вязкость	Температуропроводность	Коэффициент температурного расширения
	при 100 °С	м <sup>2</sup> /с	м <sup>2</sup> /с	(°С) <sup>-1</sup>
1	Растительное	1,0·10 <sup>-6</sup>	7 10 <sup>-8</sup>	6,9 10 <sup>-4</sup>
2	Касторовое	1,8·10 <sup>-6</sup>	7 10 <sup>-8</sup>	7 10 <sup>-4</sup>
3	Трансформаторное	2,6 10 <sup>-6</sup>	5,83 10 <sup>-8</sup>	7,30 10 <sup>-4</sup>

В процессе работы было выяснено, что наиболее устойчивые структуры, близкие к шестигранным цилиндрическим ячейкам наблюдаются в касторовом масле. В трансформаторном и растительных маслах можно наблюдать цилиндрические конвективные валы. Здесь следует отметить, что визуально наблюдать структуры лучше всего на темном фоне, т.е., на трансформаторном масле, т.к. они получаются более контрастные и следовательно, видные. Состояние возникающих структур устойчиво: если горячее масло с установившимися ячейками перемешать, т.е. разрушить структуру, то она восстанавливается в течение нескольких секунд. При одинаковой толщине слоя жидкости размеры ячеек одинаковы. Если же кювету наклонить, то можно наблюдать изменение размеров ячеек в масле при различной толщине слоя.

Проведенные эксперименты показали, что лучше всего наблюдать структуры при остывании кюветы. Сначала кювету нагревают до максимальной температуры (около  $110^{\circ}\text{C}$ ), при которой появляются устойчивые ячейки, затем кювету снимают с электроплиты и ставят на горизонтальную поверхность, наклон которой можно регулировать, далее можно проводить демонстрацию ячеек при остывании кюветы. По мере остывания кюветы уменьшается градиент температуры в масле, что ведет к увеличению размеров ячеек с последующим их исчезновением при достижении значения числа Рэлея ниже критического.

Массивная кювета с гладким дном для демонстрации ячеек Бенара обладает как несомненными достоинствами, так и некоторыми недостатками, в частности, необходимо достаточно долго прогревать кювету, чтобы возникли ячейки, изготовление самой кюветы требует определенных навыков и наличие материальной базы (мастерской). Поэтому мы попытались получить ячейки Бенара в чашке Петри, выполненной из термостойкого стекла. Методика постановки эксперимента осталась неизменной, но время возникновения структур существенно уменьшилось. Для лучшей визуализации под чашку помещается лист черной бумаги, тогда картина становится более контрастной. Недостаток этой демонстрации в том, что прогрев чашки неоднородный (из-за неравномерного нагрева поверхности плиты, неровностей самой чашки), ячейки получаются не классической шестигранной формы.

### **Литература**

1. Benard, H. Les tourbillons cellulaires dans une nappe liquide/ Benard, H. // *Revue generale des Sciences, pures et appliques.* – 1900. – V. 12. – P. 1261-1309.
2. Rayleigh, L. On convection currents in a horizontal layer of fluid, when the higher temperature is on the under side / Rayleigh, L. // *Philosophical Magazine.* – 1916. – Series 6. – V. 32. – P. 529-545.
3. Саранин В. А. Равновесие жидкостей и его устойчивость. Простая теория и доступные опыты / Саранин В. А. Ижевск, Изд-во Удмурдского Университета, 1995. – 173 с.

4. Аржаник, А. Р. Демонстрация самоорганизации на ячейках Бенара / Аржаник А. Р., Михайличенко Ю. П. // Международная конференция «Школьный физический эксперимент»: Тезисы докладов. – Изд-во УдмГПУ, Глазов, 1999. – С. 25.
5. Дубнищева Т. Я. Концепции современного естествознания. Учебник под ред. Акад. РАН М. Ф. Жукова. – Новосибирск: Изд-во ЮКЭА, 1997. – 832 с.
6. Пригожин, И.Р. Время, хаос, квант. К решению парадокса времени / Пригожин И.Р., Стенгерс И. Москва, Едиториал УРСС, 2003. – 240 с.

УДК 373.1.02:372.8

ГРНТИ 14.35.07

## **СПОСОБЫ АКТИВИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ ОСНОВНОЙ ШКОЛЫ НА ЭЛЕКТИВНОМ КУРСЕ**

## **WAYS OF ACTIVATION OF EDUCATIONAL ACTIVITY OF SHULERS OF THE BASIC SCHOOL ON THE ELECTIVE COURSE**

*Первухина Олеся Николаевна*

Научный руководитель: Е. А. Румбешта, д-р пед. наук, профессор

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

*Ключевые слова:* физика, Федеральный государственный общеобразовательный стандарт, универсальные учебные действия, формы организации занятия.

*Key words:* physics, Federal State Educational Standards, universal learning activities, forms of the organization of the lesson.

*Аннотация.* В связи с проблемой отсутствия учебной мотивации к предмету у учеников, организация внеурочной деятельности становится актуальна. Организуя внеурочную деятельность, в задачу педагога входит сделать все для развития личности ученика, его способностей, его познавательных интересов и самореализации обучающихся. Организация такой деятельности рассмотрена на примере урока по физике в 7-м классе при изучении темы «Атмосферное давление».

Каждый педагог в своей практике рано или поздно сталкивается с проблемой отсутствия учебной мотивации к предмету у некоторых учеников. Это закономерно – человеку не может нравиться всё и сразу. Однако, необходимость решения этой проблемы ни у кого не вызывает сомнения, так как учебная мотивация является важным фактором эффективности учебного процесса. Именно поэтому данному вопросу уделяется большое внимание. [1]

Физика является достаточно сложным предметом. Начало ее изучения приходится на 7 класс, где на него отводится всего лишь два часа в неделю. Этого времени не хватает, чтобы изучить теоретический материал, проделать лабораторные работы и научить школьников ре-

шать задачи. Чтобы не только обучить школьника, но и заинтересовать его предметом может использоваться внеурочная деятельность, организованная соответствующим образом, чтобы внеурочные занятия углубляли и расширяли знания учащихся, полученные на уроке, повышали их интерес к предмету [2].

Внеурочная деятельность исследуется многими авторами – Григорьев Д.В., Горлова Л.А. Ланина И. Я. [1,3,4]. В имеющихся исследованиях описываются различные формы внеурочной деятельности по физике. Излагаются методики проведения всех разных видов внеурочной деятельности.

В настоящее время внеурочная деятельность является обязательным компонентом ФГОС. В проекте образовательных стандартов внеурочная деятельность рассматривается как специально организованная деятельность обучающихся в рамках вариативной части образовательного плана [5]. Школа организует эту деятельность, предоставляя ребёнку выбор, чем он хотел бы и мог заниматься.

Организация внеурочной деятельности играет огромную роль в формировании универсальных учебных действий (УУД), так как внеурочная деятельность является продолжением того, над чем проводится работа в урочное время. Она направлена на закрепление, развитие и совершенствование УУД.

В составе основных видов универсальных учебных действий можно выделить четыре блока [5]:

- личностный;
- регулятивный;
- познавательный;
- коммуникативный

В общем случае внеурочная деятельность организуется по 5-ти направлениям развития личности: спортивно-оздоровительное, духовно-нравственное, социальное, общеинтеллектуальное, общекультурное. Их реализация проходит в таких формах, как экскурсии, кружки, секции, круглые столы, конференции, диспуты, школьные научные общества, олимпиады, соревнования, поисковые и научные исследования, общественно полезные практики и др. [5]

Формы организации внеурочной деятельности, как и в целом образовательного процесса, в рамках реализации основной образовательной программы основного общего образования определяет образовательное учреждение [6]. Педагоги, отбирая формы, методы и приемы должны руководствоваться интересами детей, социальным запросом общества, требованиями к условиям, содержанию, к результатам образовательной деятельности. [2]

Внеурочная деятельность (ВД) может проходить на базе образовательного учреждения и на базе дополнительного образовательного учреждения, которая и реализуется в нашем случае. По программе на курс ВД выделяется 64 часа.

Цели разработанного и реализуемого курса: расширить знания учащихся по физике; показать её практическое применение; активизировать учащихся при изложении материала, используя эвристическую беседу, включить школьников в практическую деятельность. Итогом обучения школьников в этом случае будет усиление интереса к физике.

Основу содержания курса представляют отдельные темы физики 7-го класса. Содержание и формы организации занятий представлены в таблице 1.

Таблица 1

№ п/п	Название темы	Формы организации
1	Давление твёрдых тел	Образовательное занятие (систематизация)
2	Три состояния вещества. Давление жидкостей и газов	Образовательное занятие (сравнение и систематизация)
3	Сообщающиеся сосуды. Гидравлический пресс	Элемент перевернутого урока с применением практической деятельности.
4	Атмосферное давление	Образовательное занятие. Элемент перевернутого урока.
5	Сила Архимеда	Игровое занятие. Проверочная работа.
6	Обобщающий урок по разделу «Давление»	Игровое занятие.

Ниже подробно представлено содержание одной из тем.

### Технологическая карта урока

**Учебный предмет:** Физика

**Класс:** 7

**Тема урока:** Атмосферное давление

**Тип урока:** Изучение нового материала

**Цель урока:** Расширить представление о понятии атмосферное давление.

**Задачи урока:**

1. Актуализировать знания учеников по атмосферному давлению.
2. Установить опытным путём существование атмосферного давления.
3. Закрепить изученный материал.
4. Подвести итог занятия, проанализировать его результаты.

**Формы обучения:** Индивидуальная, групповая.

Таблица 2

№ п/п	Этапы урока	Время	Деятельность учителя	Деятельность обучающихся	УУД
1	<b>Организационный</b>	1–2	Организует проверку готовности к уроку.	Готовят рабочее место.	
2	<b>Целеполагание и мотивация</b>	2	Мотивирует на изучение темы «Атмосферное давление». Ставит цель и формулирует задачи урока.	Принимает постановку цели и задач урока.	<b>Регулятивные:</b> постановка цели; <b>Познавательные:</b> формулировка проблемы.
3	<b>Актуализация</b>	10	Дает оценку уровня подготовленности учащихся.	Осознают готовность к выполнению поставленных задач. На данном этапе используется элемент перевернутого урока (ученики сами дают пояснение – что такое Атмосферное давление, приводят факты его существования).	<b>Познавательные; коммуникативные.</b>
4	<b>Изучение нового материала</b>	55	Краткий план изучения новой темы: 1. Доказательство того, что воздух имеет вес, при помощи виртуального опыта. 2. Подтверждение существования атмосферного давления. 3. Опыт № 1: Магдебургские полушария. 4. Опыт № 2: стакан воды и лист бумаги. 5. Опыт № 3: Опыт с монетой. 6. Просмотр видеоролика: «Опыт Торричелли» 7. Нормальное атмосферное давление.	Делают опыты, обсуждают роль атмосферного давления.	<b>Познавательные:</b> осознанное построение речевого высказывания в устной и письменной форме; анализ; моделирование; выдвижение гипотез и их обоснование; <b>Коммуникативные:</b> умение с достаточной полнотой и точностью выражать свои мысли в соответствии с задачами и условиями.

5	<b>Первичное закрепление</b>	20	Решение задач различной сложности.	Решают задачи у себя в тетради и на доске.	<b>Познавательные:</b> выбор наиболее эффективных способов решения задач в зависимости от конкретных условий.
6	<b>Итоги урока, рефлексия</b>		Следующее занятие у нас будет практическое. Мы научимся с вами определять истинную плотность песка. А сейчас давайте подведем итоги сегодняшнего урока: рефлексия «Три М»: Учащимся предлагается назвать три момента, которые у них получились хорошо в процессе урока, и предложить одно действие, которое улучшит их работу на следующем уроке.	Отвечают устно: – Хотелось бы больше оборудования, чтобы делать опыты самостоятельно, а не в группах. – Получился опыт с монетой. – Понравилось решать оригинальные (с сюжетом) задачи.	<b>Коммуникативные:</b> оценка способов и условий действия, контроль и оценка процесса и результатов деятельности; <b>Коммуникативные:</b> умение с достаточной полнотой и точностью выражать свои мысли в соответствии с задачами и условиями.

При изучении курса у школьников расширяются представления о явлениях и законах окружающего мира, с которыми они сталкиваются в повседневной жизни, формируются первоначальные представления о научном методе познания, развиваются способности к исследованию. Учащиеся учатся наблюдать, планировать и проводить эксперименты. В программе предусмотрено большое количество экспериментальных заданий и лабораторных работ. Учащиеся изучают способы измерения физических величин с помощью измерительных приборов. Программа предусматривает работы, развивающие мысленную деятельность, требующие от учащихся умения рассуждать, анализировать, делать выводы. Организованный таким образом курс вносит свой вклад в реализацию ФГОС основной школы.

#### **Литература**

1. Ланина И. Я. Внеклассная работа по физике / И. Ланина. – Москва: Изд-во «Промсвещение», 1977. – 224 с.
2. Ревера С.А. Исследовательская внеурочная деятельность как средство повышения учебной мотивации к физике и развития учащихся. // Преподавание естественных



- наук, математики и информатики в вузе и школе. – Томск: Томский государственный педагогический университет, 2013. – С. 127-131.
3. Григорьев Д. В. Внеурочная деятельность школьников. Методический конструктор: пособие для учителя. / Д. Григорьев Москва: Изд-во «Просвещение», 2010. – 223 с.
  4. Горлова Л.А. «Занимательные внеурочные мероприятия по физике: 7–11 классы» / Л. Горлова. – Москва: ВАКО, 2010.
  5. ПРИКАЗ "ОБ УТВЕРЖДЕНИИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ОСНОВНОГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ" от 17 декабря 2010 г № 1897. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dogm.mos.ru/legislation/lawacts/910060/>
  6. Методические рекомендации об организации внеурочной деятельности при введении Федерального государственного образовательного стандарта общего образования. Письмо Департамента общего образования Минобрнауки России от 12 мая 2011 г. № 03-296. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dogm.mos.ru/legislation/lawacts/1984784/>

# ИНФОРМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

---

УДК 371.322.043.2:371.398:004.032.6

ГРНТИ 20.01.45

## **РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ ВНЕДРЕНИЯ И ПРОДВИЖЕНИЯ КУРСА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ РОБОТОТЕХНИКИ В УЧРЕЖДЕНИИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

## **MODELLING THE IMPLEMENTATION AND PROMOTION OF THE COURSE OF EDUCATIONAL ROBOTICS IN EDUCATION**

*Глухова Елена Вадимовна, Глухов Роман Константинович*

Научный руководитель: Т. Т. Газизов, канд. техн. наук, доцент

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

*Ключевые слова:* центр дополнительного образования, образовательная робототехника, модель внедрения, модель продвижения.

*Key words:* center for continuing education, educational robotics, model implementation, model promotion.

*Аннотация.* Введение элементов образовательной робототехники в учебный процесс способствует формированию личностных, регулятивных, коммуникативных и познавательных универсальных учебных действий, являющихся важной составляющей ФГОС. В данной работе проанализированы модели внедрения курса «Образовательной робототехники» в образовательное пространство учреждений общего образования через взаимодействие с учреждением дополнительного образования: детским центром образовательной робототехники (ДЦОР) при Томском государственном педагогическом университете.

В настоящее время в соответствии с п. 16 ФГОС основная образовательная программа начального общего образования реализуется образовательной организацией через учебный план и внеурочную деятельность. В соответствии с п. 22 ФГОС НОО при отсутствии возможности для реализации внеурочной деятельности, в том числе, по причине кадровой неуккомплектованности, учреждение общего образования может использовать возможности организаций дополнительного образования детей [1].

Целью данной работы является анализ моделей внедрения и продвижения курса образовательной робототехники в учреждении дополнительного образования на примере детского центра образовательной робототехники (ДЦОР) при Томском государственном педагогическом университете (ТГПУ).

Дополнительное образование является отличной экспериментальной площадкой для отработки новых технологий и направлений в образовании для последующего внедрения в систему общего образования, так как оно более оперативно может подстраиваться под нужды общества и государства. На данный момент существует несколько моделей внедрения курсов робототехники: взаимодействия центров дополнительного образования с учреждениями общего образования:

- классическая модель;
- интегрированная модель;
- городская интегрированная модель (охват образовательных учреждений города);
- региональная интегрированная модель (охват образовательных учреждений региона).

Классическая модель (рис. 1). Заключается в обучении слушателей, посещающих учреждения дополнительного образования (УДО).

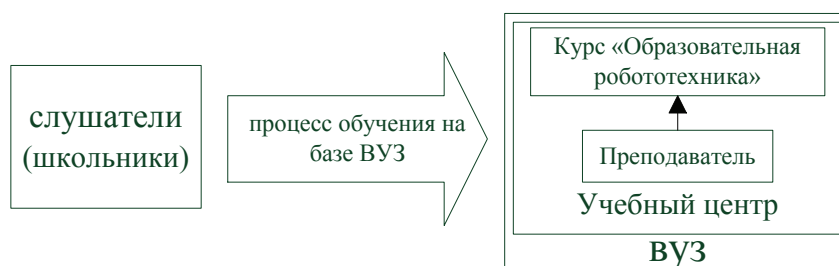


Рис. 1. Классическая модель внедрения курса образовательной робототехники

Интегрированная модель (рис. 2). Специфика данной модели заключается в том, что образование слушателей производится не только на базе УДО, но и преподаватели, осуществляющие свою деятельность в УДО, посещают учреждения общего образования (школы) для осуществления своей деятельности. Процесс обучения реализуется на базе школы, в форме дополнительного образования. Как показывает практика, школам выгоден данный формат сотрудничества, так как, не требуется вводить в штат преподавателей дополнительного образования и под них увеличивать фонд заработной платы.

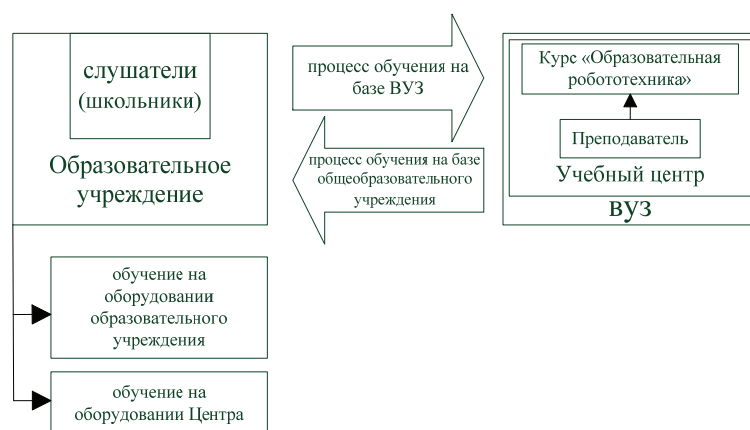


Рис. 2. Интегрированная модель внедрения курса образовательной робототехники

Интегрированная модель с охватом образовательных учреждений города (рис. 3). Принцип взаимодействия аналогичен со второй моделью, но работа УДО ведется с несколькими образовательными учреждениями города. Соответственно, у УДО в штате должно быть, как достаточное количество преподавателей, так и достаточное количество оборудования для полноценного осуществления своей деятельности на базе нескольких школ и самого УДО.

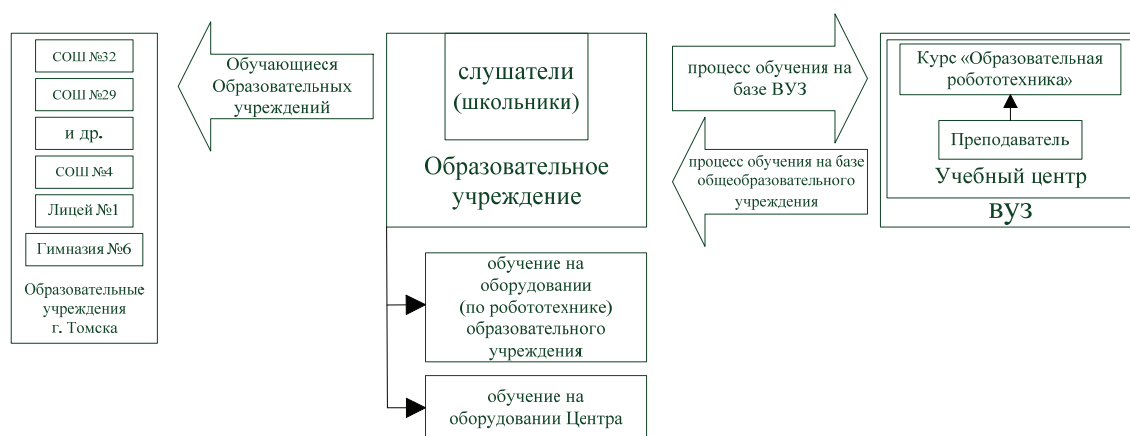


Рис. 3. Интегрированная модель внедрения курса образовательной робототехники с охватом образовательных учреждений города

Интегрированная модель с охватом образовательных учреждений региона (рис. 4). Данная модель схожа по принципу взаимодействия со второй и третьей моделями, но здесь идет еще больший охват. Принцип обучения схож с программой «Мобильный учитель». То есть преподаватель от УДО едет осуществлять образовательную деятельность в различные регионы, в том числе удаленные, с достаточным количеством комплектов оборудования. Если в первых трех моделях процесс обучения может быть распределен на весь учебный год, то

в данной модели процесс обучения представляет собой динамичный курс или серию мастер-классов. За один учебный год преподаватель УДО может несколько раз посещать одно и то же учебное учреждение региона.

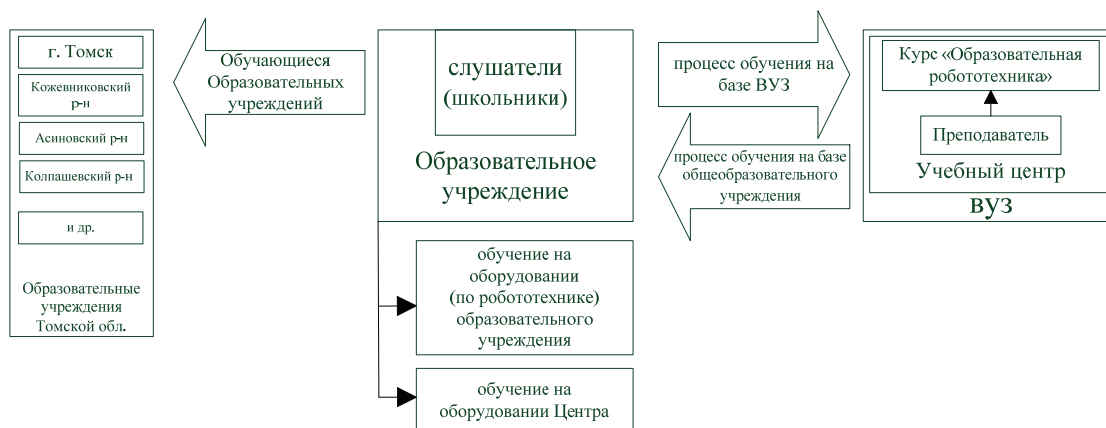


Рис. 4. Интегрированная модель внедрения курса образовательной робототехники с охватом образовательных учреждений региона

При данных моделях процесс обучения может быть направлен, как на детей, так и на преподавателей школ. То есть могут быть организованы курсы повышения квалификации преподавателей дополнительного образования. Или же можно обучать преподавателей из смежных областей наук. Принцип обучения по моделям будет выглядеть аналогично с обучением школьников:

1. Классическая модель. Обучение преподавателей на базе УДО. Доступный формат обучения: курсы, мастер-классы.

2. Интегрированная модель. Обучение преподавателей, как на базе УДО, так и на базе школ на оборудовании УДО или школы (если имеется) также в формате курсов или мастер-классов.

3. Интегрированная модель с охватом образовательных учреждений города. Возможно объединение преподавателей нескольких образовательных учреждений на базе одной из школ или на «нейтральной» площадке.

4. Интегрированная модель с охватом образовательных учреждений региона. Обучение преподавателей в районных центрах по аналогии с проектом «Мобильный учитель» в формате курсов или серии мастер-классов. Возможна предварительная запись. Здесь необходимо организовать перемещение преподавателей из различных населенных пунктов в районный центр для прохождения обучения.

Далее рассмотрим модель продвижения. Для продвижения ДЦОР ТГПУ, было принято решение использовать концепцию на основе классической модели маркетинга «4Р» [2]. Понятие «товар» в данной

концепции для ДЦОР будет подразумевать под собой образовательную услугу [3].

Обучение расширило возрастные рамки – слушателями ДЦОР являются дошкольники, младшие школьники, а также преподаватели, которые могут пройти курсы повышения квалификации. Кроме того, для преподавателей робототехники организованы встречи в последний четверг месяца для обмена опытом и самосовершенствования своих знаний. У школьников же, со второго года обучения, появляется возможность помимо курса «Образовательной робототехники» посещать занятия по «Соревновательной робототехнике» и участвовать в соревнованиях различного уровня, как региональных: соревнования по образовательной робототехнике на Кубок Губернатора Томской области; так и на всероссийских: Russian Robot Olympiad; и международных: World Robot Olympiad, RoboCup.

Образовательная деятельность осуществляется на конструкторах Lego Education bric, Lego WEDO, Lego Wedo 2.0, Lego Mindstorms NXT 2.0, Lego Mindstorms EV3, Матрёшка, андроидный робот DARwin OP2. На курсах используется следующее программное обеспечение: NXT Software, EV3 Software, WEDO Software, Arduino UNO.

ДЦОР оказывает следующие виды услуг:

- секция «Основы робототехники» для обучающихся 1–4 классов;
- секция «Робототехника» для обучающихся 5–9 классов;
- секция «Научное общество» для слушателей второго года обучения;
- секция «LEGO-конструирование» для детей 5–7 лет;
- курсы повышения квалификации для подготовки преподавателей Сибирского региона;
- методическое сопровождение образовательных учреждений;
- подготовка к ЕГЭ и ОГЭ.

Ориентация процесса обучения на слушателей дошкольного и школьного возраста, а также и на преподавателей различного уровня подготовки являются конкурентными преимуществами ДЦОР. Стоит отметить, что ДЦОР имеет лицензию ТГПУ на подготовку и переподготовку кадров (всех заинтересованных слушателей) по курсу «Образовательная Робототехника», а также, осуществляет кураторство преподавателей по данному направлению. Данные услуги представлены в ДЦОР на постоянной основе.

### **Литература**

1. Официальный сайт Министерства образования и науки Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://минобрнауки.рф/> (дата обращения: 31.01.2017).

2. Котлер Ф. Маркетинг менеджмент. – СПб: Изд-во «Питер», 1998. – 559 с.
3. Микитина Л. В., Селевич Т. С. Маркетинговые коммуникации: учебное пособие / Л. В. Микитина, Т. С. Селевич. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 120 с.

УДК 379.82  
ГРНТИ 14.25.19

## **НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРОЕКТА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ «РОБОТОТЕХНИКА»**

### **SOME ASPECTS OF THE DRAFT OF THE WORKING PROGRAM OF EXTRACURRICULAR ACTIVITIES “ROBOTICS”**

*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:* внеурочная деятельность, робототехника.

*Ключевые слова:* after-hour activity, robotics.

*Аннотация.* В настоящее время развитие дополнительного образования детей предусматривает ряд мероприятий в области образовательной робототехники. В статье приведены некоторые аспекты примера проекта рабочей программы по внеурочной деятельности «Робототехника» в общеобразовательной школе.

В настоящее время, исходя из распоряжения Правительства Российской Федерации от 24 апреля 2015 г. № 729-р об утверждении плана мероприятий на 2015–2020 годы по реализации Концепции развития дополнительного образования детей, предусмотрен ряд мероприятий в области образовательной робототехники [4].

Для обеспечения возможности реализации представленных мероприятий в Томской области в прошлом году вышло распоряжение Департамента общего образования Томской области № 538-р от 11.07.2016 г. с требованием разработки плана по внедрению курса «Образовательная робототехника» [5].

Исходя из анализа законодательных документов, внедрение робототехники в образовательный процесс является актуальным вопросом на данный момент, что хорошо согласуется и с условиями реализации федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС). По новым ФГОС ученик должен не просто получить образование в форме знаний, и достигнуть определенного уровня компетентности в способах жизнедеятельности, но и также оправдать социальные ожидания государства в подходах к становлению нового работника, обладающего потребностью оптимально решать сложные профессиональные

задачи, в том числе конструкторские и научно-технические на основе междисциплинарных связей. Качественное решение этих профессиональных задач во многом зависит от уровня квалифицированных кадров в инженерном образовании. Готовить таких специалистов можно и нужно начинать уже с младшего школьного возраста. Наиболее перспективным путем подготовки специалистов в данном направлении является робототехника, позволяющая в игровой форме знакомить детей с конструкторскими и научно-техническими задачами на основе творческой деятельности и междисциплинарных связей.

На данный момент внедрение курса «Образовательная робототехника» в образовательное пространство осуществляется различными путями, однако, в большинстве случаев это происходит в рамках внеурочной деятельности в соответствии с разработанными рабочими программами предметов.

Приведем некоторые аспекты примера рабочей программы по внеурочной деятельности<sup>1</sup> «Робототехника», разработанной в рамках реализации направления «Образовательная робототехника» в общеобразовательной школе: количество часов, отведенное на освоение курса; необходимое оборудование; личностные и метапредметные результаты освоения курса внеурочной деятельности; содержание и календарно-тематическое планирование курса (табл. 1).

Программа рассчитана на одночасовое занятие в неделю на протяжении двух лет (68 часов).

Для реализации данной программы необходимо следующее оборудование: набор конструктора LEGO MINDSTORMS EV3, компьютер, проектор, интерактивная доска.

Личностные и метапредметные результаты освоения курса внеурочной деятельности «Робототехника» определяются в соответствии с ФГОС основного общего образования [6].

Таблица 1

Календарно-тематическое планирование

№	Тема
1	Правила поведения и техники безопасности в кабинете информатики и при работе с конструкторами. Инструктаж по охране труда.
2	Правила работы с конструктором Lego. Основные детали. Спецификация.
3	Сборка непрограммируемой модели № 1.
4	Сборка непрограммируемой модели № 2.
5	Сборка непрограммируемой модели № 3.
6	Сборка непрограммируемой модели № 4.

<sup>1</sup> Программа разработана в соответствии с письмом Минобрнауки России от 28.10.2015 №08-1786 «О рабочих программах учебных предметов» [3].



7	Сборка непрограммируемой модели № 5.
8	Сборка непрограммируемой модели № 6.
9	Знакомство с модулем управления. Кнопки управления.
10	Параметры мотора. Изучение влияния параметров на работу модели.
11	Знакомство с датчиками и их параметрами.
12	Сборка стандартной модели.
13–15	Составление простейшей программы в модуле управления.
16	Виды и свойства алгоритмов.
17	Составление алгоритмов.
18	Знакомство с исполнителем Скретч и средой программирования.
19	Изучение объектов Скретч.
20	Система команд исполнителя Скретч.
21	Реализация основных базовых алгоритмических конструкций в среде исполнителя Скретч.
22–23	Ветвление.
24–25	Циклы.
26–27	Переменная и её использование.
28	Функция случайных чисел. Дизайн проекта.
29	Работа со звуком.
30	Основные этапы разработки проекта.
31	Работа с проектом
32–33	Работа с проектом. Тестирование и отладка проекта.
34	Защита проекта.
35	Интерфейс визуального языка программирования.
36	Знакомство с командами.
37	Работа с «плитами», соединение команд.
38	Сборка стандартной модели.
39	Отработка составления простейшей программы по шаблону, передачи и запуска программы.
40	Знакомство с датчиком цвета.
41	Составление программы.
42	Знакомство с ультразвуковым датчиком.
43	Составление программы.
44	Знакомство с датчиком касания.
45	Составление программы.
46–50	Составление программ с использованием датчиков.
51–55	Разработка собственных моделей. Программирование.
56	Презентация моделей.
57–68	Подготовка к мероприятиям, связанным с ЛЕГО.

Следует обратить внимание на тот факт, что данная программа успешно реализуется в рамках внеурочной деятельности в МБОУ «Корниловская СОШ» Томского района, начиная с 2016–2017 учебного года. В настоящее время ребята свободно владеют навыками сборки непрограммируемых моделей, составления простейших программ

в модуле управления, а также основными базовыми алгоритмическими конструкциями в среде исполнителя Скретч. По окончании первого года обучения предусмотрена защита собственного группового проекта. Занятия второго года обучения начнутся со знакомства с командами визуального языка программирования с дальнейшим упором на разработку и создание программ с использованием датчиков для собственных моделей с целью их представления на мероприятиях, связанных с ЛЕГО.

### **Литература**

1. Беликов В.А. Образование. Деятельность. Личность. М: Академия Естествознания, 2010. – 340 с.
2. Игнатьева Г.А., Тулупова О.В., Медвидь М.В., Мольков А.С. Методические рекомендации по разработке инновационных форм учебных занятий. Нижний Новгород, 2011. – 18 с.
3. Письмо Минобрнауки России от 28.10.2015 №08-1786 «О рабочих программах учебных предметов». URL: <http://www.doal.ru/sites/default/files/08-1786.pdf> (дата обращения 07.03.2017 г.).
4. План мероприятий на 2015-2020 годы по реализации Концепции развития дополнительного образования детей. URL: <https://cdnimg.rg.ru/pril/111/93/14/729.pdf> (дата обращения 07.03.2017 г.).
5. Распоряжение Департамента общего образования Томской области №538-р от 11.07.2016 г. с требованием разработки плана по внедрению курса «Образовательная робототехника» на основе продуктов и услуг российских компаний. URL: <https://edu.tomsk.gov.ru/documents/> (дата обращения 07.03.2017 г.).
6. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования. – М.: Просвещение, 2011. – 48 с.

УДК 519.872  
ГРНТИ 28.17.19

## **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ДЛЯ НАХОЖДЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ЧИСЛЕННОСТИ РЕМОНТНОГО ПЕРСОНАЛА**

## **THE APPLICATION OF QUEUEING THEORY TO FIND OPTIMAL NUMBER OF REPAIR STAFF**

*Карпова Жанна Ивановна*

Научные руководители: М. М. Герасимова, канд. техн. наук, доцент,  
С. А. Евсеева, д-р экон. наук, доцент

*Сибирский государственный аэрокосмический университет  
имени академика М.Ф. Решетнева  
Филиал СибГАУ в г. Лесосибирске, г. Лесосибирск, Россия*

*Ключевые слова:* система массового обслуживания, технологическое оборудование, объектно-ориентированное программирование, простои.

*Key words:* queuing system, technological equipment, object-oriented programming, downtime.

*Аннотация.* На современном этапе развития экономики для большинства российских предприятий характерна высокая доля оборудования с большим коэффициентом физического износа. Нерациональная организация ремонта приводит к увеличению простоев оборудования и, как следствие, к снижению объемов производства и качества продукции. В связи с этим актуальна задача нахождения оптимальной численности ремонтного персонала на предприятии. Рассматриваемая задача решена нами с применением теории массового обслуживания. Моделирование работы ремонтных бригад в цехе КСиП ЗАО «НЛХК» выполнялось с использованием замкнутой системы массового обслуживания.

В настоящее время для большинства российских предприятий характерна высокая доля оборудования с большим коэффициентом физического износа. При этом интенсивное использование технологического оборудования обуславливает требования по его правильной эксплуатации, постоянному поддержанию в рабочем состоянии, своевременному ремонту. Последнее требование относится к ремонтной службе, одной из главных задач которой является повышение качества и снижение стоимости ремонта технологического оборудования [1–2].

Нерациональная организация технического обслуживания и ремонта ведет к нарушению ритмичности производственного процесса, увеличению простоев оборудования и, как следствие, к снижению объемов производства и качества продукции, а также росту затрат на ремонт. В связи с этим актуальной становится задача нахождения оптимальной численности ремонтного персонала на предприятии [3].

Объектом исследования в работе является цех КСиП (комплекс сушки и пакетирования) ЗАО «Новоенисейский Лесохимический Комплекс». В цехе установлены две линии сортировки сухих досок «План-Селл» и две линии ШФМ, которые работают в три смены. В каждой смене все виды работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования осуществляет ремонтная бригада, состоящая из двух человек. На основе анализа данных журналов передачи смен определено, что в течение смены среднее время простоев оборудования, вызванных его поломкой и ремонтом, составляет 1,5 часа, то есть более 21% рабочего времени. В связи с этим снижаются объемы производства продукции, что приводит к невыполнению плановых показателей. Поэтому нами поставлена задача нахождения для рассматриваемого цеха оптимальной численности ремонтных бригад, при которой затраты на их содержание и потери от простоя оборудования были бы минимальными.

Для решения рассматриваемой задачи применялась теория массового обслуживания. Моделирование работы ремонтных бригад

выполнялось с использованием замкнутой системы массового обслуживания (СМО). В результате анализа статистических данных о поломках и ремонте оборудования определены интенсивность входящего потока заявок (среднее число поломок оборудования в смену) и среднее время обслуживания (ремонта) единицы оборудования, а также сделан вывод, что входящий поток является простейшим, а время обслуживания распределено по показательному закону [4].

Для оценки эффективности функционирования системы рассматривался показатель  $K_r$ , вычисляемый по формуле:

$$K_r = S \cdot \frac{\Pi_p}{N_p \cdot \Phi} + N_c \cdot G,$$

где  $S$  – суммарное время ожидания всех заявок за год в часах;

$\Pi_p$  – объем товарной продукции за год в рублях;

$N_p$  – численность работников на линиях в цехе;

$\Phi$  – годовой фонд рабочего времени одного работающего в часах;

$N_c$  – количество работников в бригадах;

$G$  – годовая зарплата работника ремонтной бригады.

В объектно-ориентированной среде программирования DelphiXE2 разработано приложение для расчета характеристик функционирования рассматриваемой СМО и критерия оптимальности  $K_r$ . С применением данного приложения рассчитаны среднее время простоя единицы оборудования, среднее число простаивающих линий в течение смены, коэффициент простоя ремонтной бригады, показатель  $K_r$  для различной численности рабочих бригады. Результаты расчетов критерия оптимальности приведены на рисунке 1.

На основе анализа полученных результатов сделан вывод, что минимальное значение рассматриваемого показателя  $K_r$  достигается при численности ремонтной бригады, равной 3. Следовательно, необходимо увеличить количество работников в бригаде на одного работника.



Рис. 1. Зависимость затрат на содержание ремонтного персонала и потерь, связанных с простоем технологического оборудования, от количества ремонтных бригад

Таким образом, на основании проведенных расчетов характеристик функционирования СМО, моделирующей деятельность ремонтных бригад, определена оптимальная численность ремонтной бригады, при которой повысится эффективность обслуживания технологического оборудования.

### **Литература**

1. Методы оценки оборудования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://stanki-katalog.ru/st\\_1.htm](http://stanki-katalog.ru/st_1.htm) (дата обращения: 13.03.2017).
2. Актуальность и проблемы технического обслуживания оборудования в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ekportal.ru/page-id-1188.html> (дата обращения: 13.03.2017).
3. Оптимизация деятельности ремонтной службы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.up-pro.ru/library/repair/toir\\_efficiency/optimizaciya-remontnoj-sluzhby.html](http://www.up-pro.ru/library/repair/toir_efficiency/optimizaciya-remontnoj-sluzhby.html) (дата обращения: 13.03.2017).
4. Карташевский, В.Г. Теория массового обслуживания – М.: Горячая линия – Телеком, 2013. – 130 с.

УДК 621.3

ГРНТИ 20.53.19

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОБСЛУЖИВАНИЯ ЗАЯВОК В СЕРВИСНОМ ПОДРАЗДЕЛЕНИИ ВУЗА**

### **AUTOMATION OF THE PROCESS OF SERVICE OF APPLICATIONS IN THE SERVICE DEPARTMENT OF THE UNIVERSITY**

*Костиков Александр Васильевич*

Научный руководитель: Б.Р. Мищук, канд. физ.-мат. наук, доцент

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

*Ключевые слова:* автоматизация, ИТ-сервис

*Key words:* automation, it-service.

*Аннотация.* Деятельность технических, сервисных подразделений вуза необходима для успешной работы практически каждого подразделения. Автоматизации бизнес процессов сервисного подразделения позволяет увеличить оперативность и качество обслуживания подразделений вуза. В работе рассматривается внедрение программного комплекса GLPI для автоматизации обработки заявок в сервисном подразделении.

С развитием информационных технологий и увеличением числа компьютерного оборудования возникает важная задача обслуживания парка компьютерной техники. В Томском государственном педагогическом университете парк компьютерной техники с 2006 по 2016 год

вырос более чем в два раза с 900 до 1972 персональных компьютеров, где более 1500 используются в учебном процессе. Поэтому актуальной становится задача своевременного обслуживания и ремонта компьютерного оборудования.

В качестве первоочередной задачи автоматизации деятельности сервисного отдела, было решено рассмотреть задачу организации обеспечения сервиса и технической поддержки пользователей персональных компьютеров с помощью автоматизирования процесса принятия заявок [1–3].

Основной целью данной работы является автоматизация деятельности обработки заявок в сервисном отделе ТГПУ.

Наиболее перспективным решением данной задачи является внедрение программного обеспечения для автоматизации обслуживания ИТ-инфраструктуры [4]. Это комплекс программных средств, предназначенных для автоматизированного сбора, хранения, обработки, передачи и получения информации о компьютерной технике. На сегодняшний день существует большой выбор менеджеров ИТ-инфраструктуры. Проанализировав рынок программного обеспечения, были сформулированы требования к необходимому программному продукту:

1. СПО.
2. Возможность сбора статистики.
3. Возможность отсылки уведомления на почту (не только инженерам, но и пользователям, а также всем заинтересованным именно в этой заявке лицам).

На основе проведенных исследований рынка ПО был выбран менеджер ИТ-инфраструктуры GLPI (Gestionnaire libre de parc informatique). Его преимущество в том, что у него открытый исходный код и его функциональность можно расширить при помощи большого набора плагинов от сторонних разработчиков. В **GLPI** изначально все данные вводятся вручную и сохраняются в базе данных MySQL. Затем администратор при помощи веб-формы может отобразить любую интересующую его информацию.

Установив программу и настроив ее, мы получаем систему автоматического принятия заявок. Для работы с системой GLPI необходимо использовать браузер. В разделе «Личный кабинет» возможны следующие действия:

- создать новую заявку;
- просмотреть выполнение уже зарегистрированных заявок;
- просмотреть справочные материалы (о списании техники, и замене картриджа);

Для создания новой заявки необходимо нажать на кнопку «добавить».

Новая заявка

Дата открытия: 10-05-2017 09:05

Срок выполнения: --

SLA: -----

Тип: Инцидент

Категория: -----

Участники

Заказчик: -----

Наблюдатель: -----

Назначено: Костиков Александр (В работе: 0)

Статус: Новый

Источник запроса: Упрощенный вид

Срочность: Средняя

Запрос на утверждение

Влияние: Среднее

Местоположение: -----

Приоритет: Средний

Связанные элементы

Общая продолжительность: -----

Заголовок: -----

Описание\* -----

Связанные заявки +

Файл (128 Мб максимум)

Добавить

Рис. 1. Форма «создание заявки»

В окне Вам необходимо указать:

- Категорию проблемы. Ее можно выбрать из предложенного списка.
- Ваше расположение (номер аудитории).
- Краткое описание проблемы

В графе «Описание» необходимо максимально подробно описать проблему, а также указать дополнительные способы связи с Вами.

После перечисленных действий необходимо нажать кнопку «Добавить».

Характеристики - Статус

равен Не закрыты

Отображать (количество записей) 50

Текущую страницу в альбомный PDF

ID	Заголовок	Статус	Последнее изменение	Дата открытия	Приоритет	Заказчик - Заказчик
8 159	8 корпус 405	В работе (назначена)	03-05-2017 15:41	03-05-2017 15:40	Средний	Костиков Александр
8 146	2 корпус 217	В работе (назначена)	25-04-2017 16:19	25-04-2017 14:57	Наивысший	Михеев Алексей
8 090	СОК	В работе (назначена)	20-03-2017 11:29	20-03-2017 11:28	Средний	Костиков Александр

Рис. 2. Форма «список заявок»

На работу с Вашей заявкой будет назначен специалист в течение 15–20 минут.

Рис. 3. Форма «оценка работы»

Через два дня после закрытия заявки можно оставить оценку качества выполненной работы и оставить отзыв.

В результате проделанной работы GLPI внедрена как автоматизированная система подачи заявок в сервисном отделе ТГПУ. В результате внедрения программы заметно сократилось время выполнения заявки за счет их своевременного поступления в сервисный отдел. Появилась возможность оперативного составления статистических отчётов по работе с заявками сервисного отдела.

Из опыта работы с программой можно рекомендовать производить первичную настройку с английским интерфейсом. Программа имеет интерфейс также на русском языке, что заметно упрощает работу. При внедрении программы GLPI были выделены 3 основных бизнес процесса по обработке заявок, что позволило успешно решить поставленные в работе задачи (табл. 1).

Таблица 1  
Автоматизация процесса обработки заявок в программе GLPI

1. Гибко-настраиваемые профили пользователей	
Функционал	Назначение
1. Новый	заявка принята, но специалист на нее не назначен
2. Активный (назначена)	заявка принята, и назначен ответственный специалист



3. Активный (запланирована)	задана дата выполнения заявки специалистом
4. Ожидающие решения	по заявке ожидается обратная связь от пользователя, либо подтверждение
5. Решена	ответственный специалист предпринял меры для решения задачи, и закрыл ее со своей стороны
6. Закрыто	ответственный специалист предпринял меры для решения задачи, и закрыл ее со своей стороны
2. Автоматическое назначение специалиста по категориям заявок	
<b>Функционал</b>	<b>Назначение</b>
Заказчик	заполняется автоматически, при создании заявки (можно заполнить вручную)
Назначено	в выпадающий список для выбора попадают пользователи, в профиле у которых задана возможность работы с заявками (поддержка)
Источник запроса	почта, телефон, лично и т.д.
Категория	список категорий редактируется вручную
3. Автоматическое назначение специалиста по категориям заявок	
<b>Функционал</b>	<b>Назначение</b>
Обязательна категория заявки	«Да» означает, что пользователь не сможет отправить заявку без указания категории
Обязательный заголовок заявки	
Обязательное содержание заявки	
Автоматическое назначение	
Автоматически закрывать заявки после	указывается время, за которое пользователь может подтвердить или опровергнуть решение

### **Заключение**

В результате полученного опыта работы с программой можно сделать следующие выводы о необходимости дальнейшей работы по более полному внедрению системы GLPI по следующим направлениям:

- 1) автоматизация системы инвентаризации компьютеров, периферийного оборудования, сетевых принтеров и связанных компонентов;
- 2) автоматизация системы управления лицензиями и договорами;
- 3) автоматизация системы учета расходных материалов.

### **Литература**

1. Jones Creating Unified IT Monitoring and Management in Your Environment – Realtime Publishers, 2012 – 92 с.
2. Хабрахабр [Электронный ресурс]: Создание унифицированной системы IT-мониторинга в вашем окружении – Режим доступа: <http://habrahabr.ru/> (дата обращения: 01.03.2017)

3. Долженко А.И., Управление информационными системами – Ростов-на-Дону: INTUIT.RU, 2007. – 191 с.
4. Олейник А. И., Сизов А. В. ИТ-инфраструктура. – М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2012. – 134 с.

УДК 658.012.011.56:681.3.01:658.62.018

ГРНТИ 20.51.23

## **ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ТРАНСФЕРА ТЕХНОЛОГИЙ МЕТОДОМ АГРЕГИРОВАНИЯ ПРЕДПОЧТЕНИЙ**

### **QUALITY ASSESSMENT TECHNOLOGY TRANSFER BY AGGREGATION PREFERENCES**

*Куцурубова Елена Анатольевна*

Научный руководитель: М.А. Цыганкова, ассистент каф. СУМ

*Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* трансфер технологий, агрегирование предпочтений, инновационная деятельность.

*Key words:* technology transfer, aggregation preferences, innovation activity.

*Аннотация.* В современном мире экономика развитых стран направлена на создание новых технологий, научных достижений в различных отраслях деятельности. В связи с этим, вопрос создания и внедрения результатов инновационной деятельности приобретает все большую актуальность. Для реализации этой задачи были созданы центры трансфера технологий (ЦТТ). К сожалению, деятельность данных центров имеет ряд недостатков. Для того чтобы оценить качество деятельности ЦТТ, в данной статье предлагается использовать метод агрегирования предпочтений.

В настоящее время все большую популярность приобретает вопрос создания и внедрения инноваций. В связи с этим, созданы ЦТТ для передачи инноваций в сектор экономики. Однако деятельность существующих ЦТТ в России на сегодняшний день не регламентируется, следовательно, она не оптимизирована, не описаны процессы коммерциализации инноваций.

Трансфер технологий это процесс передачи технологии и соответствующих прав на них от передающей стороны к принимающей в целях их последующего внедрения и использования [1]. Таким образом, участниками трансфера технологий с передающей стороны являются центры трансфера технологий, а с принимающей – заказчики. Заказчиками могут быть индивидуальные предприниматели, организации, промышленные предприятия и др.

Общей целью трансфера технологий является экономически обоснованный перевод перспективной продукции интеллектуальной дея-

тельности производителя в промышленную технологию, работающую у потребителя, для последующего коммерческого или некоммерческого использования.

В связи с повышением интереса к данной теме в России, в 2016 году было принято три национальных стандарта [1–3], которые вступают в силу с 1 мая 2017 года. На сегодняшний день отношения между научной сферой и производственной в области трансфера технологий не регламентируются, поскольку нормативные документы по данной тематике принимаются впервые. В связи с этим, вопрос оценки качества трансфера технологий остается открытым. В данной работе предлагается использовать метод агрегирования предпочтений для решения возникшей проблемы.

Агрегирование это операция объединения нескольких субиндикаторов для получения комплексного индикатора. Агрегирование позволяет оценить или сравнить объекты по совокупности различных показателей. Агрегирование предпочтений подразумевает нахождение некоторого отношения предпочтения, которое обеспечивает компромисс между исходными ранжированиями. Такое отношение предпочтения называют ранжированием консенсуса [4].

Для реализации метода агрегирования предпочтений необходимо:

1. Задать множество  $A = \{a_1, a_2, a_3, \dots, a_n\}$ , состоящее из  $n$  объектов.
2. Сформировать профиль предпочтения  $\Lambda = \{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m\}$ , где  $m$  – количество ранжирований, на множестве  $n$  объектов. Каждое ранжирование имеет вид цепочки и задает отношение предпочтения  $\lambda_k = (a_1 \succ a_2 \sim a_3 \sim \dots \succ a_n)$ .

3. Представить профиль предпочтения в виде матрицы профиля

$$P = [p_{ij}], p_{ij} = \sum_{k=1}^m d_{ij}^k, \text{ где } i, j = 1, \dots, n.$$

$$d_{ij}^k = \begin{cases} 0, & \text{если } a_i^k > a_j^k \\ 1, & \text{если } a_i^k \sim a_j^k \\ 2, & \text{если } a_i^k < a_j^k \end{cases}.$$

4. Определить ранжирование консенсуса по правилу Кемени

$$B = \{\beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_{N_{kem}}\}.$$

5. Найти итоговое ранжирование консенсуса  $\beta$ .

Для оценивания качества ЦТТ методом агрегирования предпочтений, нужно выделить основные барьеры в работе ЦТТ и разделить их на критические факторы.

## **1. Несовершенство законодательства и государственной системы мотивации (Б1)**

1.1. Несовершенство законодательства касательно интеллектуальной деятельности.

1.2. Отсутствие действующих нормативных документов о трансфере технологий, регламентирующих данный процесс.

1.3. Недостаток финансирования центров трансфера технологий.

1.4. Отсутствие мотивационных механизмов инновационной деятельности.

## **2. Отсутствие системы взаимоотношения сторон трансфера технологий (Б2)**

2.1. Низкая информированность заказчика об инновационных разработках.

2.2. Неактуальность разработок для принимающей стороны.

2.3. Недостаток кадров в центрах трансфера технологий, имеющих профессиональную подготовку в области внедрения технологий.

2.4. Не сформирована инфраструктура производства и внедрения инновационной продукции.

Для передачи результатов инновационной деятельности используется трансфер технологий. В России, как и во многих других странах, существует система трансфера технологий. Для того чтобы проверить эффективность работы данной системы необходимо оценить работу каждого ЦТТ в отдельности. Для оценки качества ЦТТ в данной работе предложен метод агрегирования предпочтений. Применяя данный метод для оценки качества конкретных ЦТТ, следует найти отношение консенсуса для всех критических факторов каждого барьера. После этого, нужно найти профиль предпочтения из двух ранжирований, составить матрицу и определить итоговое ранжирование. В результате применения данного метода можно сравнить несколько ЦТТ относительно друг друга.

## **Заключение**

В современном мире решение проблем трансфера объектов интеллектуальной собственности становится одной из важных задач для решения имеющихся практических проблем при переходе экономики России на новый этап развития. Система трансфера технологий в России несовершенна. Для регулирования качества ЦТТ, был предложен метод агрегирования предпочтений. Для его реализации были выявлены основные барьеры, которые в дальнейшем были разбиты на более мелкие критические факторы. Основной задачей данного метода является решение проблемы разбиения на барьеры и критические факторы. Метод агрегирования предпочтений позволяет определить приоритетность ЦТТ относительно друг друга. На сегодняшний день вопрос оценки качества ЦТТ в российской литературе освещается недостаточно, поскольку мало кто занимался данной проблемой. На основании этого можно сделать вывод о том, что на текущий момент

наша страна находится на начальном пути развития в данной области. В дальнейшем планируется оценить и проранжировать все критерии, а также разработать программный пакет, содержащий в себе алгоритм для обработки информации, с возможностью оценки и ранжирования на основе стандарта IEEE 802.

### **Литература**

1. ГОСТ Р 57194.1-2016 Трансфер технологий. Общие положения.
2. ГОСТ Р 57194.2-2016 Трансфер технологий. Результаты интеллектуальной деятельности.
3. ГОСТ Р 57194.2-2016 Трансфер технологий. Технологический аудит.
4. Смерчинская С.О. Агрегирование предпочтений с учетом важности критериев / Н.П.Яшина // Труды МАИ. – 2015. – № 84. – с. 31.

УДК 372.8  
ГРНТИ 20.01.45

## **ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КЕЙС-МЕТОДА НА УРОКАХ ИНФОРМАТИКИ**

### **THE EXPERIENCE OF THE USE OF THE CASE-METHOD IN THE LESSONS OF INFORMATICS**

*Надточий Алексей Юрьевич*

Научный руководитель: Т.А. Прищепа, канд. пед. наук, доцент

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

*Ключевые слова:* кейс-метод, применение кейс-метода в обучении, проблемное обучение.

*Key words:* case method, application of the case method in teaching, problem training.

*Аннотация.* В статье рассматривается методика применения кейс метода на примере дисциплины информатика и ИКТ, раскрыта основная сущность, специфика применения и основные цели кейс-метода. Представлена разработка урока на основе кейс-метода в общеобразовательной школе.

В последние годы в связи с курсом на модернизацию российского образования в системе средней школы России происходит внедрение новых эффективных методов обучения, в том числе и кейс-метода.

*Целью настоящей работы является:* разработать и апробировать урок по информатике на основе кейс-метода в общеобразовательной школе.

Принято считать, что кейс-метод был разработан и впервые использован в Гарвардской бизнес-школе в 1924 году. Преподаватели

Гарвардской бизнес-школы быстро поняли, что не существует учебников, подходящих для аспирантской программы в бизнесе. При применении кейс-метода студентам давались описания определенной проблемной ситуации, с которой столкнулась реальная организация (коммерческая фирма) в своей деятельности. Студенты знакомились с проблемой и находили пути решения выхода из проблемной ситуации в ходе коллективного обсуждения [1].

Кейс-метод представляет собой активный метод проблемного обучения, суть которого заключается в анализе реальной ситуации, описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при разрешении данной проблемы. При этом сама проблема не имеет однозначных решений [2].

По мнению Е.В. Шимутиной специфика применения кейс-метода в учебном процессе включает в себя следующие дидактические принципы:

- 1) разрабатывается учебное задание проблемного типа;
- 2) данное проблемное задание не должно иметь однозначного решения (ответа);
- 3) акцент образовательной деятельности переносится не столько на овладение новыми знаниями, сколько на его выработку.

Основными целями кейс-метода являются:

- активизация учащихся, что, в свою очередь, повышает эффективность обучения;
- повышение мотивации к учебному процессу;
- отработка умений работы с информацией, в том числе умения затребовать дополнительную информацию, необходимую для уточнения ситуации;
- формирование умения делать правильный вывод на основе группового анализа ситуации;
- приобретение навыков четкого и точного изложения собственной точки зрения в устной и письменной форме, убедительно отстаивать и защищать свою точку зрения;
- выработка навыков критического оценивания различных точек зрения, осуществлении самоанализа, самоконтроля и самооценки.

Исследователи выделяют следующие типы кейсов.

*Обучающие кейс*, являющиеся реальными жизненными ситуациями, подробно отраженными в учебном процессе. Их учебное назначение сводится к закреплению знаний, умений и навыков поведения (принятия решений) учащихся в данной ситуации.

*Аналитические кейсы*, отражающие типовые ситуации, которые наиболее часто встречаются в жизни. Обучающиеся выбирают вариант решения в данной ситуации и обосновывают своё решение.

*Эвристический и исследовательские кейсы*, выступающие моделями для получения нового знания о ситуации и поведении в ней. В указанных видах кейсов обучающая функция сводится к исследовательским процедурам [3].

Ю. П. Сурмин отмечает, что важнейшей особенностью кейс-метода в обучении «является повышение эффективности деятельности преподавателя», поскольку применение кейс-метода в обучении позволяет не только реализовывать свои способности, но и развивать их. Ученый считает, что в процессе работы по кейс-методу наблюдается единство основных функций деятельности преподавателя: воспитывающей, обучающей, организующей, исследовательской [4]. Ю. П. Сурмин выделяет ряд специальных принципов, свойственных преподавателю, применяющему кейс-метод, которые служат для повышения эффективности его деятельности: принцип многообразия «дидактического арсенала» и его эффективности, принцип «партнерства», принцип организации процесса добывания информации, а не «разжевывания знаний», принцип «впитывания достижений педагогической и психологической науки», принцип «творчества», принцип «прагматизма» [5].

На основе вышесказанного можно предположить, что кейс-метод может быть успешно использован на занятиях по информатике. Пример разработки урока в рамках кейс-метода представлен ниже. Данный урок разрабатывался в рамках технологии «Перспектива» [6].

Урок информатики по теме: Передача информации в компьютерных сетях, «электронная почта», организационной формой урока использовалась технология «Перспектива»

Общая проблема (проблемная ситуация) для обсуждения на уроке «Электронная почта и письменность»

В рамках технологии «Перспектива» создаются четыре группы. Каждая группа поочередно работает в определенной ролевой позиции:

- новаторы – дают ответ на проблемный вопрос;
- оптимисты – выделяют все положительные, позитивные моменты при ответе на поставленный вопрос;
- пессимисты – выделяют все отрицательные, неучтенные моменты при ответе на вопрос;
- эксперты – обобщают и анализируют полученную информацию, оценивают работу каждой группы.

Работа предусматривает четыре раунда (каждый раунд по 15 минут). Всего учебного времени 130 (2 урока).

5 минут – организационные моменты.

10 минут – группы, получают задание с проблемным вопросом, обобщают информацию, структурируют ее, готовятся к выступлению.

60 минут четыре раунда по 15 минут.

4 минуты – выступление новаторов.

1–2 минуты – уточняющие вопросы новаторам от участников из других групп.

2 минуты – работа в группах оптимистов, пессимистов и экспертов по выявлению позитивных и негативных моментов представленного ответа на вопрос, обобщение и анализ полученной информации.

4 минуты на выступление оптимистов и пессимистов (по 2 минуты на каждую из двух групп).

2 минуты работа группы экспертов по определению эффективности работы каждой группы с точки зрения поставленной перед данной группой цели деятельности.

2 минуты – выступление экспертов (работа каждой группы оценивается экспертами по 10-бальной шкале; оценка обосновывается);

15 минут – выводы, подведение итогов.

*Подготовительный этап*

Всем участникам предлагается кейс:

1. Четыре проблемных вопроса по теме занятия.

Дайте оценку следующему высказыванию «Электронная почта изменит манеру письменности и орфографию в современном мире»;

Нужны или нет правила письменности и орфографии современному обществу при общении в цифровом мире.

Проведите сравнительный анализ для выявления особенностей языковой речи писем возлюбленных 19 века, писем солдата родителям 20 века и что изменилось при переходе к электронному письму, (на основе примера писем в кейсе).

Какие социальные группы людей пользуются электронной почтой или цифровым письмом. Могут ли они обойтись без электронного письма (обоснуйте свой ответ).

2. Список ссылок в сети Интернет по данной теме.

3. Научно-методические материалы.

Фрагмент из статьи о исследовании проведенное CSA «Электронная почта изменит французскую письменность». Материалы исследовательской работы «СМС-сообщения как новое явление современной устной речи».

Результаты исследования В.А. Баранова, И.С. Маргулиса, «Современные информационные технологии и письменное наследие»; Участникам групп предложено самостоятельно поискать информацию по затронутой проблеме.



#### 4. Примеры писем.

Письмо А.С. Пушкина невесте Н.Н. Гончаровой Москва, март 1830 г.

Письмо военнослужащего срочной службы А. Серова родителям в 1995 году.

Личная переписка А. Кутьиной в ВКонтакте 2013 г.

Переписка в виде комментариев на канале YouTube после просмотра видео в рамках проекта «Живая поэзия» Сергей Есенин 2015 г.

Фрагмент деловой переписки по эл. почте. 2015 г.

Все учащиеся заранее разбиваются на группы. Группы самостоятельно (дома) работают с кейсом и готовят ответ на все четыре вопроса (при этом не зная какой вопрос у них будет на занятии). А непосредственно на уроке получают один из четырех вопросов.

*Предполагаемый результат дискуссии (резюме) на уроке.*

На основе проведенной дискуссии можно сделать вывод о том, что письмо как эпистолярный жанр утрачивает свое значение в современном мире. Полностью оно не исчезло и продолжает вызывать интерес у людей разных поколений, а значит, у него есть будущее.

Электронное общение сегодня более востребовано, чем общение с помощью писем, так как даёт возможность быстрой передачи информации. Но все группы считают необходимым привлечь внимание общества к проблеме возрождения жанра письма, к пониманию того, что письмо – это искусство коммуникации, чтобы общество ценило написанные когда-то в письмах строки, а возможно и когда-нибудь вернулось к написанию писем.

### **Заключение**

Кейс-метод разработанный в первую очередь для обучения студентов бизнес-школы является универсальным инструментом практически для любой категории обучающихся и предметной области обучения. При использовании данного метода обучение становится активным ситуационным так как ученикам предоставляется для анализа события (факты) определенной жизненной ситуации по её состоянию на определенный момент времени.

### **Литература**

1. Что такое кейс-метод? Взгляд теоретика и практика: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.casemethod.ru/> (дата обращения: 01.03.2017)
2. Метод кейсов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 21.02.2017)
3. Варданын М.Р., Палихова Н.А., Черкасова И.И., Яркова Т.А.: Практическая педагогика: учебно-методическое пособие на основе метода case-stude – Тобольск: ТГСПА им. Д.А.Менделеева, 2009. – 188 с.

4. Сурмин Ю.П. Ситуационный анализ, или анатомия кейс-метода / под ред. Ю. П. Сурмина / Киев: Центр инноваций и развития, 2002. – 286 с.
5. Шимутина, Е. В. Кейс-технология в учебном процессе / Е.В. Шумитина / Народное образование. 2009. № 2. – с. 172-179.
6. «Шесть шляп мышления»: технология разработки и оценки инновационных идей при обучении школьников проектированию [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.eidos.ru/journal/2007/0930-19.htm> (дата обращения: 05.03.2017)

УДК 37.02  
ГРНТИ 14.85.35

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА**

### **USE OF ADDITIONAL REALITY TECHNOLOGY IN THE EDUCATIONAL PROCESS OF THE TECHNICAL UNIVERSITY**

*Немирко Василий Валерьевич, Маркизов Иван Анатольевич*

Научный руководитель: И.А. Петрова, ст. преподаватель

*Лесосибирский филиал федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Сибирский государственный аэрокосмический университет  
имени академика М.Ф. Решетнева», Красноярский край, Россия  
E-mail: [infTex2010@mail.ru](mailto:infTex2010@mail.ru)*

*Ключевые слова:* дополненная реальность, трехмерная модель.

*Key words:* augmented reality, three-dimensional model.

*Аннотация.* С развитием информационных технологий все больше в образовании применяется дополненная реальность (Augmented Reality). Актуальность данной технологии заключается в том, что эта технология представляет новый способ получения информации в реальном времени. В данной статье рассматривается технология создания трехмерных моделей механических деталей машин, и приводится ее применение в учебном процессе технического вуза.

Эффективные представления информации является двигателем прогресса и развитием экономики. В настоящее время виртуальная или дополненная реальность, является активно развивающимся направлением в визуализации данных.

**Дополненная реальность** (augmented reality, AR) – среда с прямым или косвенным дополнением физического мира цифровыми данными в режиме реального времени при помощи компьютерных устройств – планшетов, смартфонов и инновационных гаджетов (например Google Glass), а также программного обеспечения к ним [1]. Можно говорить что, это процесс соединения реального и виртуаль-

ного мира, когда на изображение реального мира накладывается дополнительная информация из виртуального пространства с помощью использования гаджетов, которыми мы с вами пользуемся каждый день. Дополнительную реальность можно определить по трем распространенным признакам:

- 1) совмещает виртуальное и реальное;
- 2) взаимодействует с реальным временем;
- 3) работа с 3D-моделями.

Хотелось бы отметить, что дополненная реальность не является разновидностью виртуальной реальности, так как у них совершенно разные алгоритмы работы с окружающим миром. В то время как первая из них всего лишь дополняет мир виртуальными объектами, вторая полностью перестраивает пространство, создавая новую искусственную вселенную.

В отличие от «виртуальной реальности», «реальность дополненная» является именно реальностью, которая лишь расширяется с помощью компьютерной обработки информации, что позволяет создавать обучающие платформы, дающие возможность не только закрепить теоретические знания, но и наработать некоторый опыт, а так же научиться некоторым физическим, моторным умениям [2].

В данной работе был проведен анализ программных средств для создания дополненной реальности. Были выбраны следующие компоненты для разработки приложения:

Во-первых, это игровой движок Unity 3D, так как он является мульти-платформенным, что позволяет расширить возможности нашего приложения;

Во-вторых, это платформа дополненной реальности Vuforia. В отличие от других платформ, таких как ARToolkit, Kudan, Wikitude и другие, Vuforia обладает преимуществом, она официально сотрудничает с Unity 3d, с целью упрощения создания приложений дополненной реальности.

В-третьих, это программа SketchUp, так как она достаточно проста в понимании, и есть возможность экспортировать объекты в формат, который понимает Unity 3d.

Unity3D – инструмент, имеющий собственную среду программирования, проектирования и отладки и предназначен для создания игр, интерактивных презентаций и виртуальных пособий [3].

Vuforia – это платформа для создания приложений дополненной реальности для телефонов и планшетов на операционных системах iOS и Android. [3].

SketchUp – платформа для проектирования 3d моделей – деталей, зданий, предметов, машин, станков.

Видеокамера снимает реальность, а программа в реальном времени отображает различные объекты. В результате мы видим, как наш мир дополняет трехмерные модели. Это становится возможным благодаря маркеру или как это еще называют мишени или таргет (target). Это некое изображение, которая распознает программа. Оно может быть черно-белым или цветным, коробкой продукции или страницей в журнале. Маркер указывает, куда и в каком положении поместить объект. Благодаря этому при вращении маркера вращается и трехмерная модель объекта.

Vuforia может предоставить достаточно большой выбор мишеней.

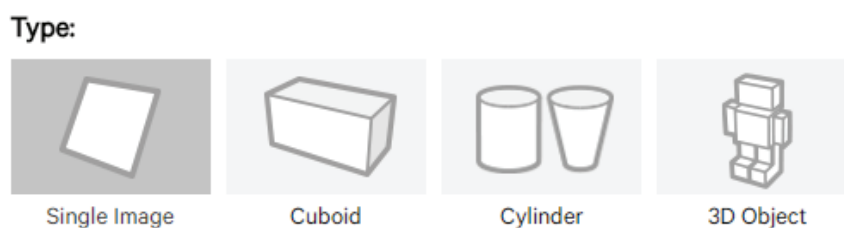


Рис. 1. Маркеры Vuforia

Singleimage представляет стандартный тип маркеров, которые выглядят как обычные картинки: нарисованная фигура или скачанная из интернета изображение.

Cuboid имеет тип меток в форме прямоугольных параллелепипедов разного объема. Примерами, таких маркеров может быть коробка от телефона или коробка сока.

В Cylinder метка выглядит как усеченный конус, для которой пользователь может задавать диаметры основания.

3D Object – это маркер, который способен распознавать более сложные 3D модели объектов.

С помощью трех «программ» Unity 3D, Vuforia и SketchUp будут созданы модели разных механических деталей машин по разным специальностям, благодаря которым можно будет мгновенно понять, как выглядит деталь в реальном мире.

В настоящее время идет разработка приложения дополненной реальности на Android для направления «Лесоинженерное дело», в котором будут использоваться трехмерные модели различных деталей созданных в программе SketchUp. Программное приложение разрабатывается как дополнение к учебной методической разработке «Детали машин и основы конструирования».

## Литература

1. Что такое дополненная реальность? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://arnext.ru/dopolnennaya-realnost> (дата обращения: 12.03.2017)

2. Беликов В.А. Дополненная реальность в образовании [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.ssau.ru/files/science/conferences/pit\\_2013/pit\\_2013\\_po\\_1.pdf](http://www.ssau.ru/files/science/conferences/pit_2013/pit_2013_po_1.pdf) (дата обращения: 12.03.2017)
3. Использование технологий дополненной реальности в программной инженерии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.scienceforum.ru/2016/1387/17783> (дата обращения: 12.03.2017)
4. Хусаинов М.А. Перспективы использования дополненной реальности в образовании [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vr-online.ru/?q=content/perspektivy-ispolzovaniya-dopolnennoj-realnosti-v-obrazovanii-1065> (Дата обращения: 13.03.2017).
5. Сальников И.И. Перспективы развития средств реализации информационных потребностей человека // Успехи современного естествознания. 2014. № 10. С. 71–73.

УДК 621.3  
ГРНТИ 20.53.19

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ AVR В ПРИКЛАДНЫХ РАЗРАБОТКАХ USING AVR MICROCONTROLLERS IN APPLIED DEVELOPMENT**

*Новиков Александр Александрович*

Научный руководитель: Б.Р. Мищук, канд. физ.-мат. наук, доцент

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

*Ключевые слова:* микроконтроллеры, AVR, образовательная робототехника, прикладные разработки.

*Key words:* microcontroller, AVR, educational robototechnics, applied development.

*Аннотация.* В последнее время все большую популярность получает образовательная робототехника, которая активно изучается и осваивается в средней и высшей школе. Микроконтроллеры являются технической основой робототехники, и их знание является актуальным для современного учителя информатики, специалистов в различных технических областях. В работе рассмотрены технические возможности микроконтроллеров семейства AVR и их применение в образовательной робототехнике.

С внедрением и активным освоением новых курсов робототехники, как в среднем, так и высшем образовании, становится актуальным вопрос использования микроконтроллеров, как базового элемента робототехнических систем.

В настоящее время наибольшую популярность приобрели микроконтроллеры семейства AVR на базе платформы Arduino [1, 2].

Целью данной работы является обзор семейства микроконтроллеров AVR на базе платформы Arduino и знакомство с их основными техническими возможностями.

Первые микроконтроллеры с ядром AVR (аббревиатура производная от имен двух главных разработчиков Alf-Egil Bogen + Vegard Wollen + RISC) увидели свет в 1997 году и начали стремительно завоевывать нишу на рынке 8-разрядных микроконтроллеров для встраиваемых систем. А уже через несколько лет своего становления AVR превратились в основное направление развития компании Atmel.

В данный момент микроконтроллеры ATtiny и ATmega составляют основную массу изделий AVR. На сегодняшний день доступны 3 линейки микроконтроллеров:

- TinyAVR – небольшой объем памяти, небольшие размеры, подходит для самых простых задач (табл. 1).
- MegaAVR – наиболее распространенная линейка, имеющая большой объем встроенной памяти (до 256 КБ), множество дополнительных устройств и предназначенная для задач средней и высокой сложности.
- MegaAVR – наиболее распространенная линейка, имеющая большой объем встроенной памяти (до 256 КБ), множество дополнительных устройств и предназначенная для задач средней и высокой сложности.

Таблица 1

Сравнительные характеристики различных линеек микроконтроллеров AVR

Название серии микроконтроллеров	Число контактов	Объем флэш-памяти, Кб	Особенность серии
TinyAVR	6–32	0,5–8	Небольшой размер
XmegaAVR	44–100	16–84	Система прерываний, поддержка DMA

Прежде всего, микроконтроллеры этой серии являются самыми высокопроизводительными из вышеприведенного списка линеек. Большинство инструкций, процессор микроконтроллера выполняет за один цикл. Микроконтроллеры AVR примерно в 4 раза быстрее, чем PIC. Кроме того, они потребляют немного энергии и могут работать в 4 режимах экономии энергии (рис. 1).

Большинство контроллеров AVR являются 8-разрядными, хотя сейчас существует и 32-разрядная разновидность контроллеров AVR32. Кроме того, как уже упоминалось выше, AVR принадлежат к типу RISC-микроконтроллеров. Архитектура RISC (Complex Instruction Set Computers) предполагает, что набор инструкций, которые может выполнять процессор устройства, является ограниченным, но, в то же время, подобная архитектура дает преимущество в скорости. Противо-

положностью архитектуры RISC является архитектура CISC (Complex Instruction Set Computers).

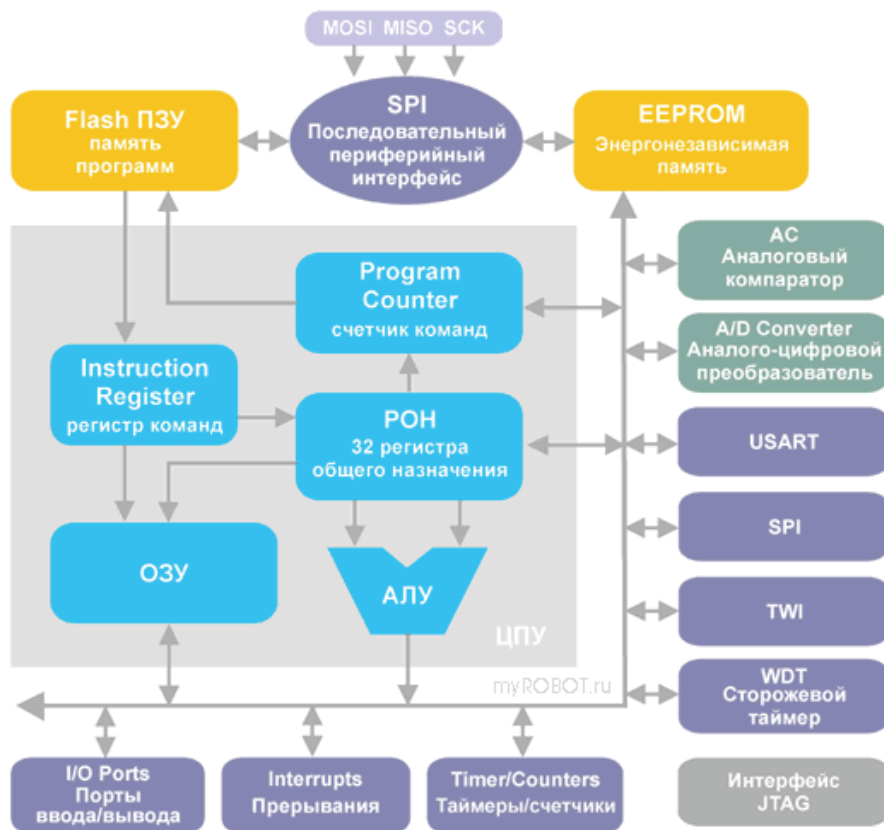


Рис. 1. Архитектура микроконтроллера семейства AVR

Огромную популярность микроконтроллеры AVR получили с рождением проекта Arduino. Arduino – это семейство плат на базе микроконтроллеров AVR, плат расширений – shields (шилдов), а также языка программирования Wiring и среды разработки Arduino IDE. Автором разработки Arduino является Массимо Банци (Massimo Banzi) в 2005 году, когда он и группа его единомышленников решили создать инструмент для обучения студентов института проектирования взаимодействий города Ивреа [3]. Из простейшей платы Ардуино эволюционировало в настоящую философию, представленную на рынке целыми линейками продукции. Только версий самой Ардуино порядка двух десятков, и вот лишь наиболее популярные:

- Arduino Uno – популярнейшая версия базовой платформы
- Arduino Pro Mini – миниатюрная версия базовой платформы, призванная уместиться в тех устройствах где размер имеет значение
- Arduino Mega – версия с расширенными возможностями, способная стать полноценным ядром крупного проекта.



Рис. 2. Плата Arduino Uno

В линейке устройств Arduino в основном применяются микроконтроллеры Atmel AVR ATmega328, ATmega168, ATmega2560, ATmega32U4, ATtiny85 с частотой тактирования 16 или 8 МГц. Микроконтроллеры для Arduino отличаются наличием предварительно прошитого в них загрузчика (bootloader). С помощью этого загрузчика пользователь загружает свою программу в микроконтроллер без использования традиционных отдельных аппаратных программаторов. Загрузчик взаимодействует с компьютером через интерфейс USB (если он есть на плате) или с помощью отдельного переходника UART-USB.

На случай затирания загрузчика или покупки микроконтроллера без загрузчика разработчики предоставляют возможность прошить загрузчик в микроконтроллер самостоятельно. Для этого в Arduino IDE встроена поддержка нескольких популярных дешевых программаторов, а большинство плат Arduino имеет штыревой разъем для внутрисхемного программирования (ICSP для AVR, JTAG для ARM).

Рассмотрим достоинства и недостатки платформы Ардуино.

Достоинства:

- *Готовность к использованию (Ready to Use)*. В состав платформы входят: регулятор питания, микроконтроллер, программатор, интерфейсы для подключения устройств, и программные библиотеки.
- *Обучение*.
- *Примеры исходного кода*. Еще одним большим преимуществом Arduino является библиотека примеров. Имеется большое количество общедоступных библиотек для технической поддержки.
- *Большое сообщество*.

Недостатки:

- *Обучение*. Вы не изучите микроконтроллеры с Ардуино, так как внутренняя архитектура скрыта. И всё построено только на микросхемах производства Atmel.
- *Размеры*. В IoT все стремятся к компактности, но плата Ардуино UNO весьма внушительных размеров по меркам микроконтроллеров. Проблему частично снимают Arduino Mini и прочие мелкие,



но в целом весь проект получается не таким компактным, как требует микроэлектроника.

- Код программных библиотек зачастую избыточен и не оптимизирован.
- Стоимость.

Платформа Arduino предназначена для быстрого прототипирования и обучения. Об этом часто забывают и пытаются сравнить Arduino с промышленными проектами с использованием микроконтроллеров. Ардуино предназначено для проектов в области образования, для быстрого вхождения в мир IoT и микроконтроллеров. Микроконтроллеры семейства AVR на сегодняшний день повсеместно используются в компьютерах, для автоматизации управления электронной аппаратурой, различными приборами и механизмами, применяемыми в промышленных, коммерческих, а также бытовых целях.

### **Литература**

1. Мортон Д. Микроконтроллеры AVR. Вводный курс – М.: Изд-во: ДМК Пресс, 2015. – 272 с.
2. Белов А.В. Самоучитель разработчика устройств на микроконтроллерах AVR – СПб.: Наука и техника, 2008. – 503 с.
3. Соммер У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freduino – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 256 с.

УДК 373.24  
ГРНТИ 14.01.85

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОЙ ОБОЛОЧКИ E-COURSE 2.0 ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УЧЕБНЫХ ПОСОБИЙ**

## **USE OF THE PROGRAM COVER OF E-COURSE 2.0 FOR CREATION OF ELECTRONIC MANUALS**

*Османова Анна Алексеевна*

Научный руководитель: А.П. Клишин, ст. преп. кафедры информатики

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

*Ключевые слова:* программный пакет, электронные учебные материалы

*Key words:* software package, E-learning materials

*Аннотация.* В настоящее время в сфере высшего образования РФ наблюдается интенсивный процесс создания учебных пособий, справочников, методических разработок в электронном виде, размещение обучающих программ в интернете, что влечет за собой расширение сферы применения электронных мультимедийных учебников. В статье предлагается модель электронного учебного пособия, техническая поддержка которой была реализована в шаблоне пакета E-Course 2.0.

Программная оболочка E-Course 2.0 представляет собой программный пакет для работы с электронным учебно-методическим шаблоном, собранном на основе библиотеки модулей с использованием готового набора структурированных HTML-файлов, таблиц стилей CSS и JavaScript-сценариев. Пакет E-Course 2.0 разработан на платформе Java, что позволяет использовать его в различных операционных системах.

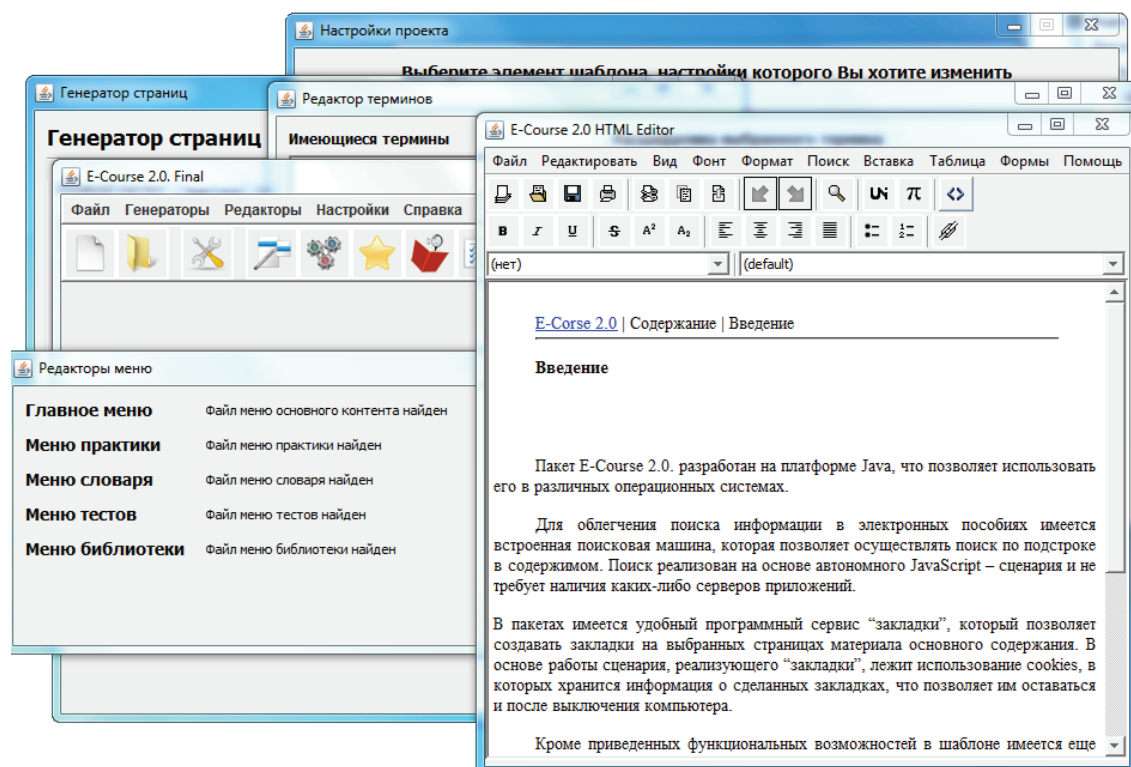


Рис. 1. Программной оболочки E-Course 2.0

С помощью пакета E-Course 2.0 можно изменять структуру основных разделов, изменять файлы с содержимым разделов, управлять форматированием содержимого, изменять тексты по курсу, изменять ключевые термины и всплывающие подсказки к ним, устанавливать активность терминов в тексте материалов, изменять глоссарий, осуществлять кодирование и преобразование содержимого в различные форматы. Также в пакете реализован поиск на основе автономного JavaScript-сценария, имеется программный сервис, позволяющий создавать закладки на выбранных страницах материала основного содержания, и имеются всплывающие подсказки, которые представляют собой выделенные в тексте термины или словосочетания. Для провер-

ки усвоения материала имеется встроенная, локальная тестовая подсистема [1, 2].

Основной целью данной статьи является разработка типовой модели электронного учебного пособия с использованием пакета E-Course 2.0.

Электронные учебно-методические комплексы представляют собой структурированную совокупность электронной учебно-методической документации, электронных образовательных ресурсов, средств обучения и контроля знаний, содержащих взаимосвязанный контент и предназначенных для совместного применения в целях эффективного изучения обучающимися учебных предметов, курсов, дисциплин и их компонентов.

Электронные пособия имеют структуру похожую на обычную книгу, но за счет языка HTML имеется ряд преимуществ перед бумажным изданием. Интерфейс электронного учебного пособия довольно прост в обращении, что обеспечивает доступ к нему практически любому пользователю.

План электронного пособия составлялся в соответствии с расположением пунктов кнопок меню самого учебника. У некоторых пунктов (разделов) не существует подразделов, поскольку данные разделы не содержат разносторонней информации поэтому было решено не разделять их на подпункты.

Для реализации основных модулей электронного учебного пособия с помощью E-Course 2.0 была спроектирована модель пособия (Рис. 2.).

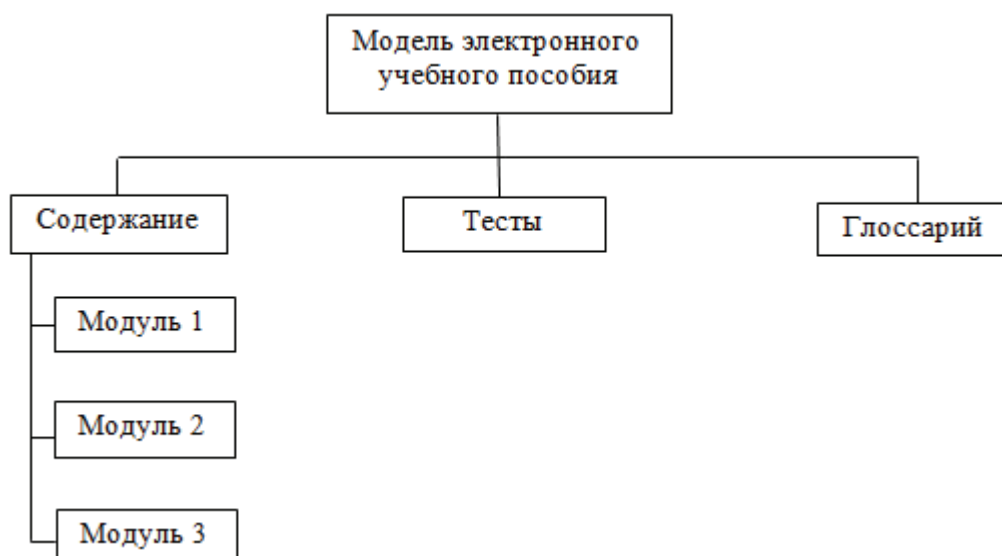


Рис. 2. Модель электронного пособия с использованием E-Course 2.0

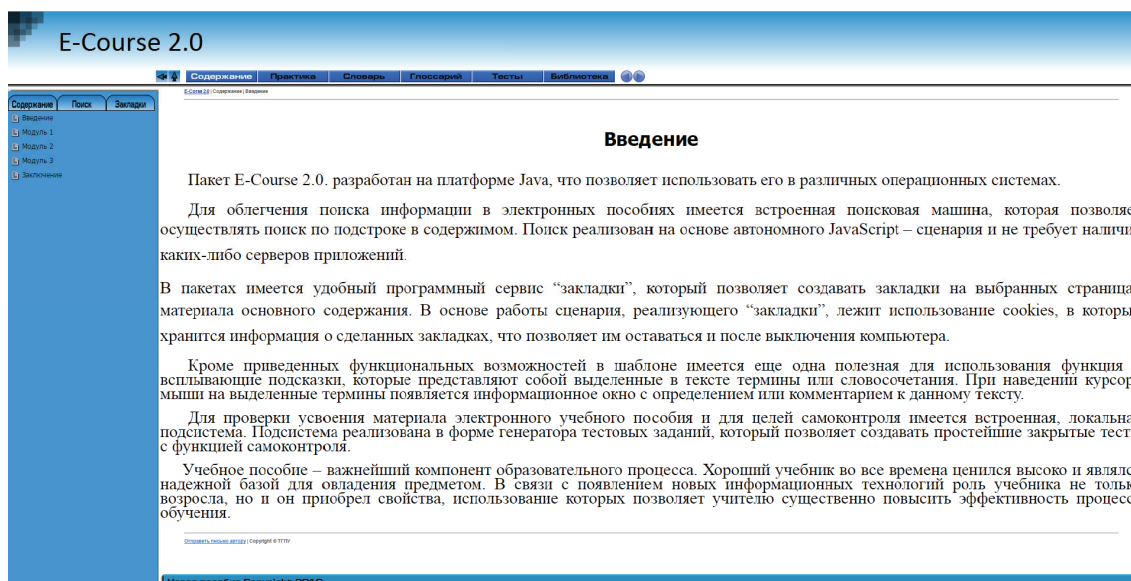


Рис. 3. Внешний вид электронного учебного пособия

Пример реализации списка терминов для типовой модели электронного учебного пособия представлен на рис. 4.

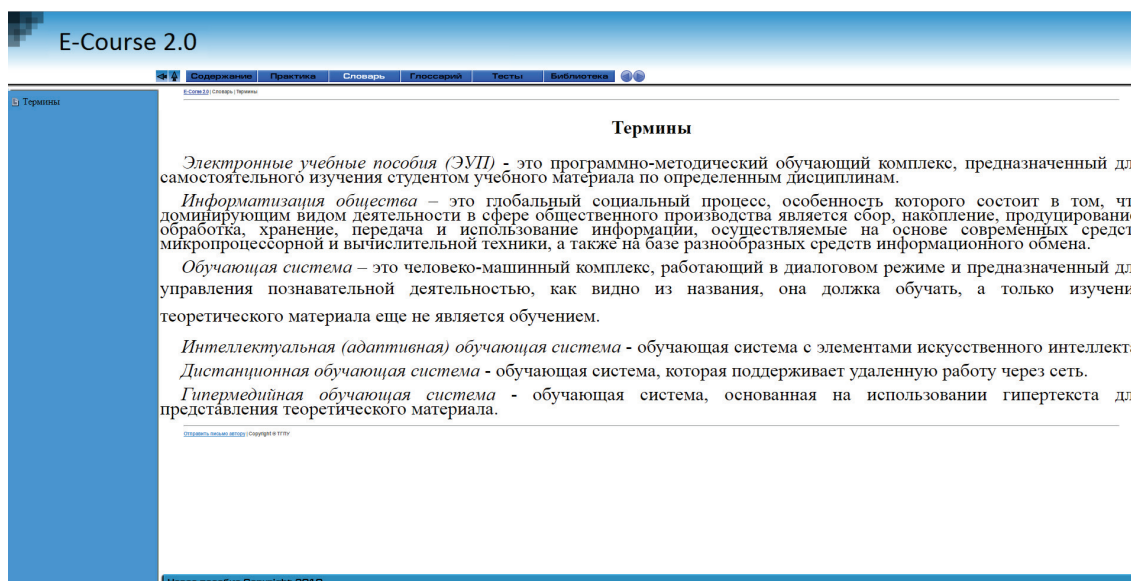


Рис. 4. Форма словарь-терминов

Помимо компоновки и помощи в организации учебного материала предложенная модель может использоваться и для формирования небольших настольных электронных библиотек по различным учебным дисциплинам.

## **Литература**

1. Казарин С.А., Клишин А.П. Технологические и методические аспекты разработки электронных учебных пособий с использованием пакета E-Course 2.0. // Информатика и образование, 2010. № 9. – С. 125–128.
2. Клишин А.П., Пьяных Е.Г. Конструктор мультимедийных дистанционных курсов А-eCourse 1.0 // Труды IX Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых "Наука и образование" 25–29 апреля. – Томск: ТГПУ, Т. 2. 2005. – С. 24–27.

УДК 371.315  
ГРНТИ 20.01.07

# **ИНТЕГРИРОВАННОЕ ОБУЧЕНИЕ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ КОЛЛЕДЖА**

## **INTEGRATED LEARNING AS A MEANS OF FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCE OF COLLEGE STUDENTS**

*Перепечина Ольга Викторовна*

Научный руководитель: А.Н. Стась, канд. техн. наук, доцент

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

*Ключевые слова:* интеграция, кейс-технология, информационные технологии

*Key words:* integration, case-technology, information technology

*Аннотация.* Интегрирование учебной дисциплины «Информационные технологии в профессиональной деятельности» с блоком общепрофессиональных дисциплин в колледже позволяет приблизить студентов к реальной профессиональной ситуации. Такой подход к проведению занятий усиливает мотивацию студентов к обучению, активизирует познавательный интерес студентов и позволяет увидеть целостную картину мира. В данной статье приведен пример организации и проведения интегрированного практического занятия для студентов среднего профессионального образования.

Актуальность данной темы состоит в том, что одной из основных стратегических задач развития российского образования является задача повышения его качества. Современный выпускник среднего профессионального образования, согласно новому ФГОС для СПО, должен владеть комплексом общих и профессиональных компетенций, необходимых для успешной реализации в профессиональной деятельности.

Интегрированное занятие – это объединение учебно-методического материала нескольких дисциплин в рамках одного занятия, в процессе которого происходит взаимопроникновение и взаимодействие компонент учебного материала с явным синергетическим эффектом

[2]. Интегрирование с дисциплинами блока «Информатика и информационные технологии» рассматривается в литературе многими авторами [2–5], но в большей части применяется с общеобразовательными дисциплинами и в контексте общеобразовательной школы.

Целью данной работы является разработка содержания учебной дисциплины «Информационные технологии в профессиональной деятельности» для студентов среднего профессионального образования с использованием интегрированным практических занятий. Проведение интегрированных занятий в системе СПО играет уникальную роль в повышении качества профессионального образования. Интеграция позволяет сформировать компетенции современного выпускника по нескольким дисциплинам. На интегрированном занятии имеется возможность для синтеза знаний, формируется умение переносить знания из одной дисциплины в другую. В результате достигается целостное восприятие действительности, как необходимой предпосылки успешной профессиональной деятельности. Именно на таких занятиях, в большей мере, происходит формирование личности творческой, самостоятельной, ответственной, толерантной.

Интегрированное занятие побуждает интерес к предмету, снимает напряжённость, неуверенность, помогает сознательному усвоению учебного материала.

Планирование и проведение интегрированных занятий всегда многоэтапный процесс: во-первых, нужно согласовать учебные программы по предметам, во-вторых, выбрать наиболее целесообразные и интересные темы, в-третьих, обсудить и сформулировать общие цели и задачи занятия, выбрать методы и приёмы, составить план занятия, способы оценивания и т.д., т.е. это достаточно трудоёмкий процесс создания, но результативность таких занятий очень высока.

Рассмотрим пример интегрированного практического занятия для студентов 3 курса специальности «Право и организация социального обеспечения» по дисциплинам «Информационные технологии в профессиональной деятельности» и МДК 02.01. «Организация работы органов социальной защиты населения и Пенсионного фонда РФ».

*Тема занятия:* «Организация работы органов опеки и попечительства» с использованием справочно-правовой системы и программы Microsoft Word.

*Цели занятия:*

*Дидактическая:* сформировать навыки самостоятельного применения знаний и умений в профессиональной деятельности по работе с детьми, нуждающимися в защите органов опеки и попечительства, находить и правильно оформлять документы по сложившейся проблемной ситуации.

*Развивающая:* формирование коммуникаций: умение видеть и формулировать проблему, высказывать свои суждения, принимать решение;

*Воспитательная:* развитие правовой грамотности и ответственности в профессиональной деятельности.

*Тип занятия:* интегрированное занятие **комплексного применения знаний, умений и навыков с элементами контекстного, проблемного обучения и кейс-технологий.** Для сопровождения занятия используется видеоматериал.

*Форма проведения:* фронтальная беседа, работа в группах.

*Ход занятия*

*I. Работа по видеокейсу.*

Просмотрев видеокейс – 2 отрывка из мультфильмов: «Золушка» и «12 месяцев» по 7–10 мин., в режиме фронтальной беседы идёт обсуждение увиденного и ответов на вопросы:

- В чём Вы видите нарушение прав ребёнка?
- Как ребёнок оказался в такой ситуации?
- Каков возраст детей?

При ответах на вопросы необходимо останавливались эмоциональные высказывания, а просить называть статьи закона, которые были нарушены.

После совместной работы, обучающиеся садятся за компьютеры, и пользуясь «Справочно-правовой системой» (СПС), находят ответы, и заполняют таблицу по заданиям инструкционной карты:

1. Определите в каком из фрагментов показана «Трудная жизненная ситуация», а в каком «социально опасное положение»?
2. В программе Word создайте и заполните таблицу 1.

Таблица 1

Задание	Трудная жизненная ситуация	Социально опасное положение
Формулировка из нормативного документа		
Наименование, №, и дата нормативного документа		
Различия		
Пример из видеокейса		

*II. Работа по практическому кейсу.*

Студенты делятся на 2 группы, и каждая группа получает практический кейс с описанием реальной истории семьи и ребёнка, нуждающегося в социальной защите. Продолжается работа по заданиям инструкционной карты:

3. Изучите кейс и определите: нуждается ли представленный ребенок в государственной защите?

4. Определите алгоритм действий специалистов отдела опеки и попечительства при выявлении детей, нуждающихся в государственной защите, с помощью справочно-правовой системы.

5. Найдите в СПС перечень сигналов, которые могут свидетельствовать о факте семейного неблагополучия и нуждаемости ребенка в государственной защите по Томской области (ТО), журнал учёта детей, служебное сообщение. (Все документы оформляются в программе Word.)

6. Создайте и заполните таблицу 2. Проанализируйте, какие сигналы Вы бы рекомендовали внести в перечень (внесите их в таблицу, выделив курсивом)

Таблица 2

Перечень сигналов, в соответствии с Постановлением	Факты из кейса	Откуда может поступить сигнал

7. Заполните Журнал учета детей, нуждающихся в государственной защите и составьте служебное сообщение о выявленном факте.

8. Сделайте выводы по полученным результатам.

9. Заполните анкету обратной связи. Рефлексия.

Таблица 3

#### Анкета обратной связи

Вопросы	Да	Нет
1. Вам понравилось это занятие?		
2. Чем?		
3. Вы увидели связь двух дисциплин?		
4. Вам было трудно?		
5. Каких знаний Вам не хватило?		
по «МДК 02.01»		
по «Информационным технологиям»		
6. Нужны ли такие занятия студентам?		
7. Вам пригодятся эти знания в вашей профессии?		

Файлы с выполненными заданиями отправляются на проверку преподавателям.

Полученные результаты обсуждаются в подгруппах по вариантам. Итоги обсуждения и выводы по представленному случаю представляются перед всей группой.



Результаты занятия оцениваются по рейтинговой таблице двумя преподавателями: преподавателем МДК02.01 и преподавателем информационных технологий. В таблице результатов оценивается: грамотность использования программ, правильность оформления профессиональных документов, знание законов, правильность выводов, выбора правильного алгоритма действия и т.д.

В *заключении* хочется отметить, что проведение интегрированных занятий в курсе дисциплины «Информационные технологии в профессиональной деятельности» ведут к повышению мотивации обучающихся и увеличения интереса к дисциплине. Студенты получают опыт применения теоретических знаний на практическом профессиональном примере, что в целом приводит к увеличению качества образования выпускников профессиональных образовательных организаций и их конкурентоспособности [6].

---

### Литература

1. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего профессионального образования по специальности 40.02.01 Право и организация социального обеспечения. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kep39.ru/svedeniya-ob-obrazovatelnoy-organizacii/31-federalnyy-obrazovatelnyy-standart-srednego-professionalnogo-obrazovaniya-po-specialnosti-400201-pravo-i-organizaciya-socialnogo-obespecheniya.html> (дата обращения: 10.04.2017).
2. Алиева С. Интегрированный урок – это... Интегрированный урок русского языка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fb.ru/article/269983/integrirovannyiy-urok---eto-integrirovannyiy-urok-russkogo-yazyika> (дата обращения: 10.03.2017).
3. Кучер, Л.В. Интегрированный урок "География-информатика" Открытый урок 1 сентября [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://festival.1september.ru/articles/212175/> (дата обращения: 10.03.2017).
4. Загранишная С.В., Михопарова О.В. Интегрированный урок "физика + информатика" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://festival.1september.ru/articles/616368/> (дата обращения: 9.03.2017).
5. Образцова Т.И. Технология интегрированного обучения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.uchportfolio.ru/articles/read/913> (дата обращения: 10.03.2017).
6. Михопарова О.В., Степанова Е.В. Роль интегрированных уроков информатики и математики при формировании общих и профессиональных компетенций студентов СПО [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://olgav.ucoz.ru/load/doklady\\_stati/rol\\_integrirovannykh\\_urokov\\_informatiki\\_i\\_matematiki\\_pri\\_formirovanii\\_obshhikh\\_i\\_professionalnykh\\_kompetencij\\_studentov\\_spo/19-1-0-40](http://olgav.ucoz.ru/load/doklady_stati/rol_integrirovannykh_urokov_informatiki_i_matematiki_pri_formirovanii_obshhikh_i_professionalnykh_kompetencij_studentov_spo/19-1-0-40) (дата обращения: 11.03.2017).

УДК 004.9  
ГРНТИ 14.01.85

## **АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО РУКОВОДИТЕЛЯ НИРС В ВУЗЕ**

### **AUTOMATED WORKPLACE HEAD OF NIRS IN THE UNIVERSITY**

*Пираков Фаррухруз Джамшедович, Мытник Антон Александрович*

Научный руководитель: Е.Н. Клыжко, канд. техн. наук

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

*Ключевые слова:* электронное портфолио, информационная система, автоматизированное рабочее место, веб-приложение.

*Key words:* on-line portfolio, information system, automated workplace, web-application.

*Аннотация.* Статья посвящена обобщению и анализу опыта проектирования и программной реализации информационной системы для руководителя научно-исследовательского отдела студентов. Представлена информационная система, которая позволила сотрудникам отдела НИРС, а также другим подразделениям университета на основе информации, хранящейся в системе, назначать стипендии различного уровня и рассчитывать рейтинговые показатели студентов на основе их достижений.

**Введение.** В Томском государственном педагогическом университете, была спроектирована и разработана информационная система для автоматизации отдела НИРС. Автоматизация отдела НИРС студентов в Вузе позволила оперативно анализировать основные типы достижений студентов, и иметь возможность формировать, целостную картину учебных, научных, творческих, и др. возможностей учебного контингента, что предусмотрено современным государственным стандартом ФГОС ВО [1]. В связи с координацией работ по оценке достижений учащихся и стимулирования научных, исследовательских работ студентов становится актуальным объединение системы электронного портфолио [2-4] и автоматизированного рабочего места руководителя отдела НИРС.

**Автоматизированное рабочее место руководителя НИРС.** Одной из важнейших задач руководителя отдела НИРС является объединение научной молодежи Вуза и привлечение их к научно-исследовательской деятельности, формирование сетевого взаимодействия между активными студентами, проведение конкурсов, образовательных мероприятий (конференций, форумов и др.). Отделом НИРС в социальных сетях формируются сообщества студентов, которые получают информацию о научных и образовательных мероприятиях Вуза,

а также публикуется дополнительная информация о научной карьере и результатов научной деятельности. В разработанной программе предусмотрен плагин, который собирает информацию из групп социальных сетей для осуществления обратной связи с отделом НИРС.

В системе «электронное портфолио» студенты могут узнать свой рейтинг и оперативно получить информацию об ближайших научных и образовательных мероприятиях: грантах, стипендиях, конференциях, олимпиадах, соревнованиях и т.д., которые были получены из АРМ руководителя отдела НИРС [4]. Разработанное приложение для отдела НИРС имеет клиент-серверную архитектуру на основе тонкого клиента и связана с внешними подсистемами Вуза (E-Decanat.2.0, web-портал ТГПУ и электронное портфолио обучающегося). Информационная система предоставляет студентам веб-интерфейс для ввода информации о научной, учебной, общественной и культурно-творческой работе. Руководителю отдела НИРС и сотрудникам предоставляется доступ для просмотра информации и добавления новых мероприятий (рис. 1). Для авторизации в системе пользователь должен ввести единый корпоративный логин и пароль [5].

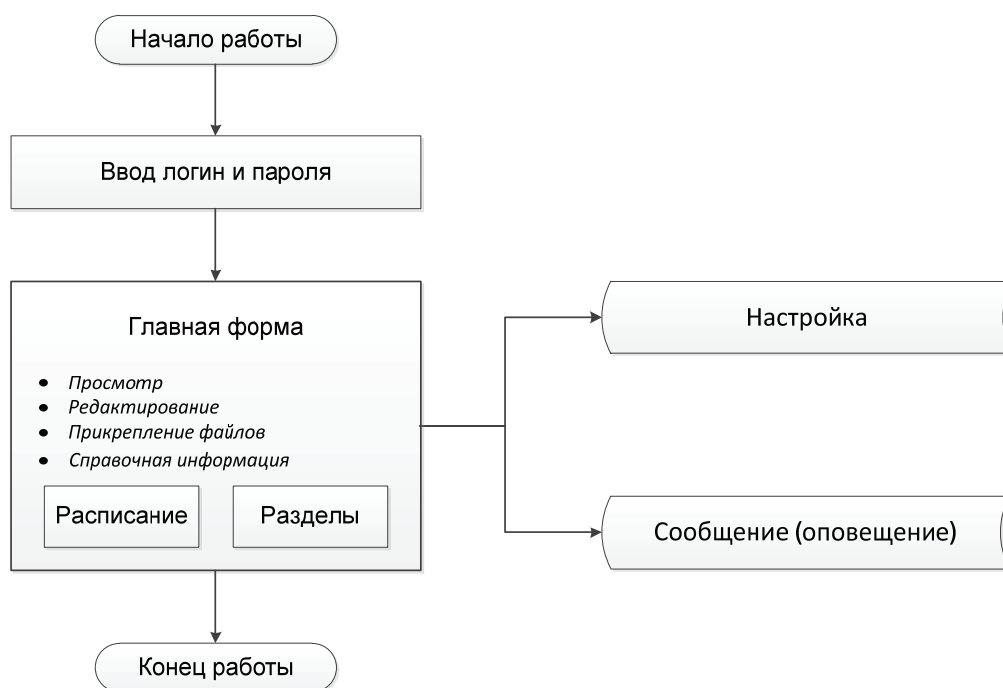


Рис. 1. Алгоритм работы АРМ руководителя НИРС

Разработанное веб-приложение состоит из следующих разделов: информация об обучающемся (рис. 2), результаты успеваемости, научно-образовательные мероприятия, рейтинг студентов и электронного портфолио обучающегося (рис. 3).

Система электронного портфолио размещена на главном сайте ТГПУ по адресу [tspu.edu.ru/portfolio.html](http://tspu.edu.ru/portfolio.html). Доступ так же может быть обеспечен через меню: Учёба → Портфолио студента. Информация доступна только для зарегистрированных пользователей [4].

При возникновении ошибок в работе напишите описание проблемы по адресу [MutnikAA@tspu.edu.ru](mailto:MutnikAA@tspu.edu.ru)  
Либо свяжитесь по телефону: внутр. 1138

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОБУЧАЮЩЕМСЯ

ФИО студента	ИИИ
Факультет	ФМО
Группа	436
Курс	4
Направление	ИСИТ
Профиль	ИСИТ в бизнесе
Email	<input type="text"/>
Выпускающая кафедра	<input type="text"/>
Научный руководитель	<input type="text"/>

СОХРАНИТЬ ВЫЙТИ

Рис. 2. Веб-форма раздела «информация об обучающемся»

Была реализована интеграция с автоматизированной системой учёта студенческих кадров E-Decanat 2.0, откуда поступает информация об учебном контингенте и успеваемости студентов [4]. В разработанном приложении автоматически подгружается расписание занятий из автоматизированной системы веб-публикации расписания [6].

При работе с электронным портфолио, выбрав конкретного студента из предлагаемого списка, можно просмотреть содержание его портфолио, без возможностей внести какие-либо изменения в его учётную запись. Кликнув по ссылке, можно скачать файл и отрыть его на просмотр.

### ПОРТФОЛИО

НАУКА   УЧЕБА   ОБЩЕСТВО   **СПОРТ**   КУЛЬТУРА   ПРОФЕСС. СФЕРА

#### Победы и участие в спортивных соревнованиях:

I-III место на Чемпионатах Мира, Кубках Мира и Первенствах Мира	+
4-10 место на Чемпионатах Мира, Кубках Мира и Первенствах Мира	+
Участие в Чемпионатах Мира, Кубках Мира и Первенствах Мира	+
I-III место на Чемпионатах Европы, Кубках Европы и Первенствах Европы	+
4-10 место на Чемпионатах Европы, Кубках Европы и Первенствах Европы	+
Участие в Чемпионатах Европы, Кубках Европы и Первенствах Европы	+
I-III место на Чемпионатах России, Кубках России и Первенствах России	+
4-10 место на Чемпионатах России, Кубках России и Первенствах России	+
Участие в Чемпионатах России, Кубках России и Первенствах России	+
I-III место на Чемпионатах, Кубках и Первенствах Сибирского федерального округа	+

+

Рис. 3. Веб-форма раздела «портфолио»

При нажатии на кнопку добавить (рис. 4) в разделе «мероприятия» руководитель отдела НИРС может добавить событию и прикрепить соответствующий файл.

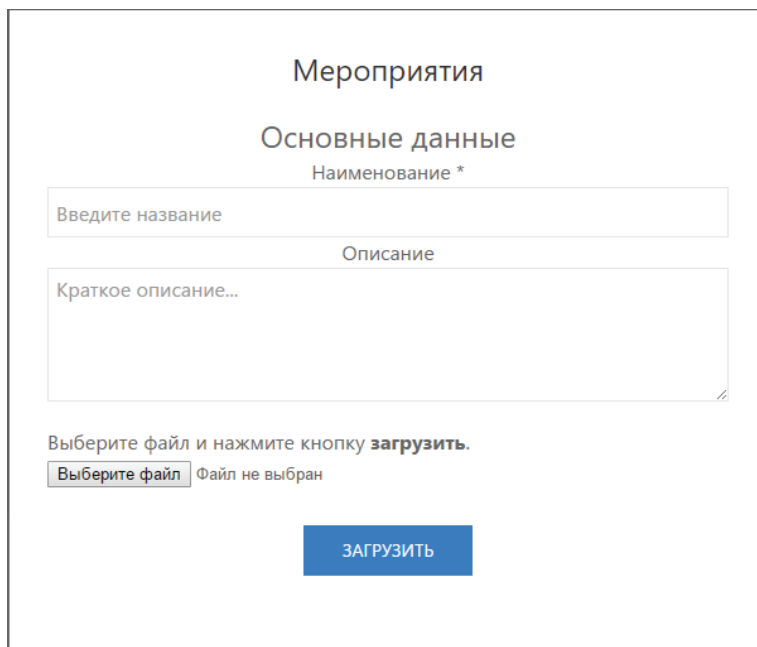


Рис. 4. Добавление события в раздел «мероприятия»

Хотелось бы отметить также то, что файлы в различных форматах сначала скачиваются локально на компьютер пользователя, и затем открываются в соответствующем приложении [4].

Разработанная система позволила сотрудникам отдела НИРС, а также сотрудникам других подразделений университета на основе информации, хранящейся в системе, назначать стипендии различного уровня и рассчитывать рейтинговые показатели студентов на основе их достижений.

В дальнейшем планируется развивать данную систему в следующих направлениях: добавить дополнительные атрибуты для прикрепленных файлов, и др., предусмотреть возможность работникам деканата проверять содержание и достоверность прикрепленных файлов, обеспечить возможность ввода информации о других видах достижений.

### **Литература**

1. ФГОС ВО по направлениям бакалавриата образование и педагогические науки. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/92/91/4/94>, (дата обращения: 27.03.2017).
2. Положение об электронном портфолио обучающихся [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://tspu.edu.ru/files/sveden/inaya/Об\\_электронном\\_портфолио\\_обучающихся\\_28.11.2013.PDF](http://tspu.edu.ru/files/sveden/inaya/Об_электронном_портфолио_обучающихся_28.11.2013.PDF) (дата обращения: 12.02.2017).

3. Клишин А. П., Шелемехова М. С., Казарин С. А. Разработка серии CD-дисков для заочного и дистанционного обучения // Вестник ТГПУ. – 2007.– Вып. 6 (69). – С. 88–90.
4. Пираков Ф. Д., Мытник А. А. Разработка и внедрение системы электронного портфолио в вузе. // Молодёжь и современные информационные технологии. Труды XIV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. Томск, 2016.– Т. 1. – С. 313–314.
5. Клишин А. П., Стась А. Н., Газизов Т. Т., Горюнов В. А., Кияницын А. В., Бутаков А. Н., Мытник А. А. Основные направления информатизации деятельности Томского государственного педагогического университета // Вестник ТГПУ. – 2015. – Вып. № 3 (156). – С. 110–118.
6. Автоматизированная система веб-публикации расписания. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://timetable.tspu.ru/> (дата обращения: 25.03.2017).

УДК 373.24  
ГРНТИ 14.01.85

## **СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ВЕБ-САЙТОВ НА БАЗЕ МЕССЕНДЖЕРА TELEGRAM MONITORING SYSTEM OF WEB-SITES BASED ON TELEGRAM MESSENGER**

*Титевалов Алексей Владимирович*

Научный руководитель: Т. Т. Газизов, доцент кафедры информатики

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

*Ключевые слова:* автоматизированная программа, телеграмм, python.

*Key words:* automated software, bot, telegram, python.

*Аннотация.* В данной статье рассматривается разработка системы мониторинга на базе мессенджера Telegram. На основе проведенного анализа известных систем мониторинга ping-admin.ru и host-tracker.com, разработана и представлена программная система на базе мессенджера Telegram.

### **Введение**

Каждый владелец интернет-проектов сталкивается с проблемой поддержания работоспособности их ресурсов круглосуточно, чтобы удержать аудиторию, но иногда случаются перебои в работе сайта, что в свою очередь сильно вредит репутации ресурса и требует немедленного решения, как минимум своевременному оповещению о неработоспособности сайта. В настоящее время существует немало инструментов для отслеживания работоспособности сайтов, таких как ping-admin.ru и host-tracker.com. Подобные сервисы берут плату за данный вид услуг, и имеют множество способов оповещения от телефонного звонка до уведомления через RSS.

Для уведомления пользователя о работоспособности сайта был выбран мессенджер Telegram, так как именно он один из первых начал поддержку ботов (Бот – специальная программа, выполняющая автоматически и/или по заданному расписанию какие-либо действия через интерфейсы, предназначенные для людей [1].) и является одним из самых защищенных мессенджеров, поэтому Telegram был выбран в качестве платформы для оповещения пользователя о работоспособности сайта [2]. Появилась возможность решить проблему отслеживания работоспособности сайта удобным способом с помощью автоматизированной программы для отслеживания статуса работы сайтов на базе мессенджера Telegram, оповещающая о недоступности сайта или об ошибке в базе данных.

Цель настоящей работы заключалась в разработке программной системы мониторинга веб-сайтов на базе мессенджера Telegram. В связи с поставленной целью в работе решались следующие задачи:

1. Провести анализ существующих программных продуктов для определения направления разработки системы.
2. Разработка собственной программы для мониторинга веб-сайтов.

Существует множество инструментов для мониторинга состояния сайта, но практически все они платные. Например, Ping-Admin.Ru осуществляет круглосуточный мониторинг доступности и выполняет проверку работы на сервере таких сервисов как:

- HTTP, HTTPS (проверка работоспособности сайта).
- FTP.
- MySQL, PostgreSQL (проверка работоспособности базы данных).
- POP3, SMTP, IMAP (проверка работоспособности почты).
- DNS.
- Ping.
- Telnet.

Как только один из этих сервисов перестаёт работать, пользователь сразу же получает уведомление об этом на указанные адреса электронной почты, на телефон в виде SMS или звонком. Существует ещё один сервис с аналогичным функционалом – Host-Tracker.com. Данный сервис имеет абсолютно аналогичные функции, различие между ними только в стоимости услуги. Таким образом проанализировав несколько популярных систем мониторинга мы пришли к выводу, что нужно создать свою, бесплатную и основанную на мессенджере Telegram, систему мониторинга. Для реализации данной программы был выбран язык программирования Python3. Основными критериями при его выборе стали: простота в обращении, малое потребление ресурсов сервера, скорость выполнения и наличие множества библиотек для

работы с Telegram. Была выбрана распространённая библиотека `pyTelegramBotAPI` для работы с Telegram в среде Python3 и включающая в себя все необходимые функции [3].

Начать работать с программой очень просто, пользователю всего лишь нужно найти данного бота в Telegram по его имени и бот предложит пользователю список команд, с помощью которых можно добавить, как один, так и несколько сайтов для отслеживания их работоспособности. Также бот поддерживает разные другие функции, такие как принудительная проверка сайта на работоспособность, которая позволяет экономить трафик на непосредственно прямой загрузке сайта из браузера, также есть функция просмотра списка прикрепленных к данному пользователю сайтов с информацией о состоянии их работы.

Было написано две исполняемых программы, которые формируют систему мониторинга интернет-проектов (Рис. 8). Первая программа собственно сам бот, который обрабатывает поступающие команды из Telegram от пользователя и заносит информацию в базу данных и оповещает пользователя об ошибке в работе сайта, если таковая имеется. Вторая программа отслеживает работоспособность сайтов и в случае какой-либо критической ошибки, отсутствию ответа от базы данных, передает команду первой программе на отправку уведомления пользователю с текстом об ошибке и адресом сайта, закрепленного за этим пользователем. Программа запрашивает каждые 5 минут код состояния сайтов и в зависимости от кода решает выдавать пользователю сообщение об ошибке или же нет.

Разработанная программа была протестирована на сайтах <http://portreg.tspu.edu.ru> и <http://zeus.tspu.edu.ru>. Так же была проведена проверка оповещения, с помощью имитации ошибки сервера <http://zeus.tspu.edu.ru>, в момент ошибки на интернет-ресурсе незамедлительно пришло оповещение в Telegram от бота (Рис. 9).

В ходе данной работы были решены следующие задачи: выполнен анализ существующих программных продуктов осуществляющих мониторинг веб-ресурсов, разработана программа мониторинга веб-ресурсов. В итоге получилась функционирующая автоматизированная система для отслеживания статуса работы сайтов на базе мессенджера Telegram. С помощью данной системы мониторинга каждый владелец сайта, абсолютно бесплатно, может получить информацию о работоспособности своего ресурса. В ближайшем будущем планируется расширить функционал программы, сделать его более удобным для пользователя, а так же запустить проект в общий доступ в режиме тестирования для получения информации о нагрузке на сервер и последующей доработке.



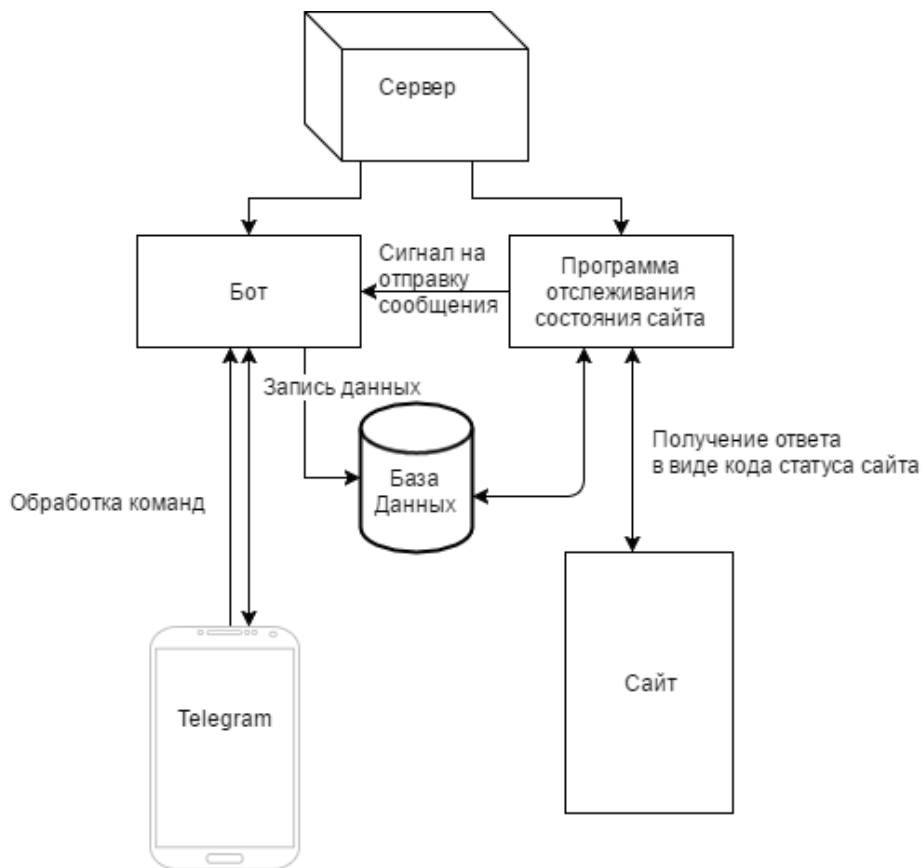


Рис. 8. Схема работы приложения для отслеживания сайта и оповещения владельца о неработоспособности сайта

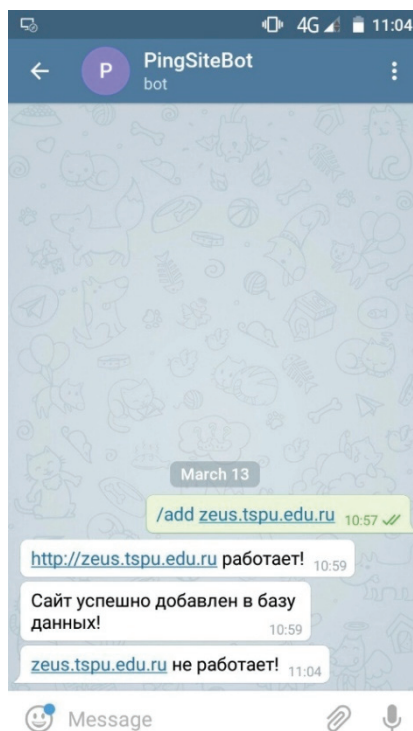


Рис. 9. Оповещения администратора сайта zeus.tspu.edu.ru из Telegram

## **Литература**

1. Бот\_(программа). [Электронный ресурс]: Wikipedia URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Бот> (дата обращения: 04.02.2017).
2. Telegram (мессенджер). [Электронный ресурс]: Wikipedia URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Telegram> (дата обращения: 14.3.2017).
3. eternnoir.pyTelegramBotAPI. [Электронный ресурс]: GitHub URL: <https://github.com/eternnoir/pyTelegramBotAPI>. (дата обращения: 22.03.2017).

УДК 372.862  
ГРНТИ 14.25.09

## **ТЕХНОЛОГИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОФОРИЕНТАЦИОННОЙ РАБОТЫ В ПРОФИЛЬНЫХ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ КЛАССАХ**

### **TECHNOLOGY OF CAREER GUIDANCE IN PROFILE NATURAL SCIENCES CLASSES**

*Трифорова Людмила Борисовна, Акимова Евгения Александровна*

*МАОУ СОШ № 23, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* средняя общеобразовательная школа, профориентационная работа, профильное образование, естественнонаучные предметы, технические специальности.

*Key words:* secondary school, career guidance, specialized education, natural science subjects, technical specialty.

*Аннотация.* В настоящее время перед российским государством стоит важная задача увеличения рабочих мест в высокотехнологичном секторе экономики. Чтобы ее решить, необходимо развивать систему научно-технического образования. Однако во всём мире снижается интерес к изучению «трудных предметов». В работе рассматриваются пути повышения мотивации школьников к техническим специальностям.

Доктрина создания к 2020 году 25 миллионов высокотехнологичных рабочих мест является главным трендом реформирования российской экономики [1].

Чтобы ее решить, необходимо развивать систему научно-технического образования. Повысить качество подготовки абитуриентов технических вузов можно через увеличение количества физико-математических или естественнонаучных классов (групп) образовательных учреждений Томска. Это особенно актуально в связи с тем, что современные образовательные стандарты, введенные в 2004 году, вообще не предусматривают, например, решения задач по физике при обучении в 10–11 классах на базовом уровне. Похожая ситуация и в других естественнонаучных предметах.

Именно в условиях профильного класса (группы) удаётся системно развивать академическую одарённость обучающихся, которая включает:

- ярко выраженный интерес к предмету,
- способность конструктивного овладения понятием, терминологией по избранному предмету,
- демонстрацию понимания сложных причинно-следственных связей,
- исключительную способность классифицировать, систематизировать материал по предмету,
- тягу к логическим умозаключениям и абстрактным понятиям.

В концепции профильного образования 2004 года предлагается принимать в профильные классы обучающихся, сдавших профильные экзамены на отметку «отлично», делая исключение для тех, кто за экзамен получил «хорошо». Однако важно отметить, что, образовательные учреждения, разрабатывая положение о наборе в 10 профильный класс, могут вносить в него свои требования к кандидатам. Будет оправдано не завышать эти требования.

Действительно, подготовка девятиклассников по предметам естественнонаучного цикла оставляет желать лучшего. И это происходит по объективным причинам. Так, стандарты предполагают введение концентрического обучения в основной школе при неизменных часах в неделю, что приводит к катастрофической перегруженности программ в основной школе при недостатке времени и трудностям с набором школьников в профильные классы.

В этой связи возникает необходимость повышения мотивации к изучению естественнонаучных и точных предметов в основной школе и продолжению образования в физико-математическом или естественнонаучном профиле.

Целью данной работы является описание организации профориентационной работы в рамках предпрофильной и профильной подготовки в общеобразовательной школе в условиях новых федеральных образовательных стандартов (ФГОС).

ФГОС в основной школе не меняют содержание образования. Однако они предполагают наличие внеурочной деятельности.

Задача учителя – организовать внеурочную деятельность школьников по естественнонаучному направлению, которая не только позволила бы оптимизировать учебную нагрузку обучающихся; улучшить условия для развития ребенка; учесть возрастные и индивидуальные особенности обучающихся, но и способствовала бы развитию интереса к естественным наукам. Рассмотрим основные пути повышения мотивации школьников к техническим специальностям на примере внеурочной деятельности по информатике и физике.

Одним из интересных направлений внеурочной деятельности для школьников является образовательная робототехника. Бум робототехники во многом связан с тем, что она позволяет ответить на вопрос: «А зачем же мы, собственно, учим программирование?». Кроме того, в курсе робототехники можно познакомиться с элементарными понятиями теории автоматического управления.

Робототехника поощряет детей мыслить творчески, анализировать ситуацию и применять критическое мышление для решения реальных проблем. Работа в команде и сотрудничество укрепляет коллектив, а соперничество на соревнованиях дает стимул к учебе. Возможность делать и исправлять ошибки в работе самостоятельно заставляет ребенка находить решения без потери уважения среди сверстников.

Различные языки программирования графическими элементами помогают школьникам мыслить логически и рассматривать вариантность действия робота. Обработка информации с помощью датчиков и настройка датчиков дают школьникам представление о различных вариантах понимания и восприятия мира живыми системами.

Причем обучение детей с использованием робототехнического оборудования – это и обучение в процессе игры и техническое творчество одновременно, что способствует воспитанию активных, увлеченных своим делом, самодостаточных людей нового типа. Образовательная робототехника дает возможность на ранних шагах выявить технические наклонности учащихся и развивать их в этом направлении.

Одной из важных особенностей работы с образовательной робототехникой должно стать создание непрерывной системы – робототехника должна работать на развитие технического творчества, воспитание будущего инженера, начиная с детского сада и до момента получения профессии и даже выхода на производство [2].

Таблица 1

Примерная тематика возможных мероприятий,  
сопровождающих изучение робототехники

<b>Мероприятие</b>	<b>Организатор</b>
Практикум «Программирование контроллера Siemens LOGO»	Институт кибернетики ТПУ
Проект «Смоделируй сердце»	Институт кибернетики ТПУ
Лаборатория трехмерного прототипирования	Институт кибернетики ТПУ
Соревнования по робототехнике «Осенний кубок»	МБОУ ДО Дом детства и юношества «Факел»
Мастер-класс на базе бизнес-инкубатора ТПУ, ТУСУР	Бизнес-инкубаторы ТПУ, ТУСУР
Городская научно-практическая конференция школьников «Техника. Развитие. Творчество»	МБОУ ДО Дом детства и юношества «Факел»

Выставка проектов, творческих работ, моделей научно-технического творчества школьников и студентов	МБОУ ДО Дом детства и юношества «Факел»
Соревнования по робототехнике «Кубок Робомороза»	МБОУ ДО Дом детства и юношества «Факел»
Соревнования по робототехнике «Весенний кубок»	МБОУ ДО Дом детства и юношества «Факел»
Летняя школа «Робототехника»	ТУСУР

Экскурсии в научные институты и на промышленные предприятия дают учащимся ясное представление о законах природы, расширяют их кругозор, осуществляют профориентацию и также способствуют налаживанию связей между учителями города и научной общественностью.

Таблица 2

### Примеры тематических экскурсий

Тема	Проводимые экскурсии
Давление жидкостей и газов, трение	Авторемонтные мастерские
Свойства жидкостей, газов, атмосферного давления	Городской водозабор
Работа и мощность. Энергия. Простые механизмы	Строительная площадка
Звуковые явления	Акустический орган ТПУ
Теплопередача и работа. Тепловые двигатели	Электростанция
Электромагнитные явления	Музей истории городских телефонных сетей г. Томска
Закон Бернулли	Пожарная часть
Электронный микроскоп	ТГАСУ, ТПУ, ТГУ
Термодинамика	Холодильное предприятие
Свойства кристаллов	Минералогические музеи ТПУ и ТГУ
Закон электролиза Фарадея	Гальванический цех завода
Производство, передача и использование электроэнергии	Трансформаторная подстанция
Электромагнитные волны	Телецентр
Лазеры	Институт оптики атмосферы РАН
Ядерная физика	Ядерный реактор ТПУ, СХК
Плазма	Институт сильноточной электроники РАН
Главы астрономии	Планетарий

Экскурсии на промышленные предприятия согласовываются с начальником отдела режима, а в научно-исследовательские институты с учеными секретарями, которые оказывают помощь в организации таких

мероприятий. Подготовительная работа на предприятии состоит в том, что педагог совместно с инженерами подбирает объекты для ознакомления учащихся, выясняет их технические характеристики, намечает маршрут движения группы. Инженеры продумывают свои технические задания ребятам [3].

Следует отметить, что для профориентации большую роль играют внеклассные мероприятия:

- выпуск тематических стенгазет,
- организация устного журнала при завершении тем учебной программы,
- организация лекций или бесед, подготовленных родителями-специалистами или специально приглашенных специалистов промышленных предприятий и представителей томских вузов,
- работа ученической лекторской группы.

Формирование интереса к научно-техническим специальностям на уроке обеспечиваются в процессе выполнения практической части школьной программы: рассмотрения технологических задач при работе с учебником, решения творческих задач, особенно если их решение можно проверить экспериментально, выполнения лабораторных и практических работ, постановки демонстрационных экспериментов с использованием самостоятельно изготовленных моделей.

Таким образом, авторам представляется важным:

- увеличить количество профильных классов с углубленным изучением естественнонаучных и точных предметов,
- в качестве курсов внеурочной деятельности ввести образовательную робототехнику,
- расширить спектр экскурсий, сопровождающих изучение школьной программы, а также других профориентационных внеклассных мероприятий,
- уделить повышенное внимание выполнению практической части школьной программы.

Всё это создаст условия для профессиональной ориентации школьников, повышения эффективности учебно-воспитательного процесса и развития творческих способностей.

---

### **Литература**

1. Балацкий Е.В., Екимова Н.А. Доктрина высокотехнологичных рабочих мест в российской экономике. – М.: Эдитус, 2013. – 124 с.
2. Копосов Д.Г. Первый шаг в робототехнику: практикум. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 288 с.
3. Урок физики в современной школе: творческий поиск учителей: Кн. для учителя / Сост. Э.М. Браверман; Под ред. В.Г. Разумовского. – М. Просвещение, 1993. – 228 с.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ПРОЕКТОВ В РАМКАХ  
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ НА УРОКАХ  
ИНФОРМАТИКИ В ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ**

**USING THE PROJECT METHOD WITHIN THE FRAMEWORK  
OF THE SELF-WORKING ON THE LESSONS OF INFORMATICS  
IN PROFESSIONAL EDUCATIONAL ORGANIZATIONS**

*Тяжева Вера Александровна*

Научный руководитель: А.Н. Стась, канд. техн. наук, доцент

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

*Ключевые слова:* профессиональная образовательная организация, метод проектов.

*Key words:* professional educational organization, method of projects.

*Аннотация.* В статье рассматривается метод проектов, как форма самостоятельной работы. Анализируется подход к данной технологии, приводится свое понимание, подтвержденное практикой преподавания в ПОО.

Согласно типовым положениям об профессиональных образовательных организациях (ПОО) самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий обучающихся и студентов. В соответствии с требованиями ФГОС профессиональная образовательная организация при формировании образовательной программы по профессии или специальности обязано обеспечивать эффективную самостоятельную работу обучающихся в сочетании с совершенствованием управления ею со стороны преподавателей, сопровождать её методическим обеспечением [1]. Необходимо, чтобы самостоятельная работа обучающихся по предмету «Информатика» развивала профессиональные компетенции. Сегодня, одним из широко применяемых методов-метод проектов в школе. На ступени же среднего звена редко применим. В настоящей статье рассматривается применение метода проектов, как средство развития профессиональных компетенций. Сравнивая метод проекта с традиционными подходами, можно отметить несколько преимуществ: меняется позиция учащихся в образовании, процесс обучения максимально приближается к практике, ученик сам познает и осмысливает и применяет полученные знания. Накапливается самостоятельный опыт в профессиональной деятельности.

Целью данной работы является рассмотрение метода проектов, как одного из методов роста профессиональной компетенции обучающихся по специальности «Архитектура».

Основоположником метода проектов считается Джон Дьюи. Американский ученый сто лет назад предложил вести обучение через целесообразную деятельность ученика, с учетом его личных интересов и целей и получить в итоге реальный, ощутимый результат. В России же первым стал применять метод проектов С.Т. Шацкий [5].

Внимание, уделённое самостоятельной работе в нормативно-правовых актах и современных научных исследованиях, ориентирует преподавателей на поиск новых и оптимизацию существующих видов и форм самостоятельной работы, создание условий для высокой активности обучающихся.

На уроках информатики по специальности «Архитектура» был применен метод проектов, в котором участвовало две группы по 15 человек. Задание проекта: Создать дизайн – макет кабинета в рамках самостоятельной работы. В настоящее время имеется много программ позволяющих это сделать. План кабинета запланировано начертить в программе Autocad (аудиторная работа), а трехмерную модель сделать в 3 DS MAX (в внеаудиторной работы).

Методика проектирования предусматривает решение обучающимися задач, требующих значительного времени для решения, системного подхода при разработке проекта. Необходимо и знание технологии решения, умение увидеть конечный продукт и пути его создания. Проектную деятельность, в период завершения можно сравнить с курсовыми проектом. Согласно учебно-тематическому планированию в курсе «Информатика» на специальности «Архитектура» изучают возможности проектирования.

Современный образовательный процесс немислим без поиска новых, более эффективных технологий, помогающих развитию творческих способностей учащихся, формированию навыков самообразования. Проектное мышление необходимо студентам строительной специальности. Его необходимо специально пробуждать, планомерно развивать и культивировать. Проектная технология позволяет ученикам перейти от усвоения готовых знаний (созерцательного интереса) к их осознанному приобретению (познавательному интересу). При использовании проектной технологии существенным образом меняются формы учебной деятельности, реализуются деятельностные подходы, увеличивается объем используемых средств для процесса обучения, расширяются рамки каждой учебной темы [2].

Можно выделить следующие *цели* метода проектов:

- 1) развитие активности и самостоятельности в приобретении новых знаний;
- 2) развитие логического мышления за счет исследовательской работы;



- 3) формирование информационной культуры;
- 4) развитие интеллектуальных способностей учащихся.
- 5) развитие креативного мышления
- 6) развитие самостоятельности

*Задачи метода проектов:*

1) обеспечить переход от пассивно-воспринимающей позиции ученика к его сотрудничеству с учителем;

2) пробудить интерес к предмету, путем использования эксперимента в обучении;

3) научить применять полученные знания в реальной жизненной ситуации для решения практической проблемы.

В работах Горбовец Л.Н [3] и Басовой Ю В [4] выделено шесть этапов выполнения проекта. Нами так же выделено шесть этапов проектной деятельности на уроке:

1 этап. Проблема. Ознакомительно-организационный (знакомство учащихся с темой проекта, рассказ о значимости проекта, постановка цели и задач, определение алгоритма действий, выяснение трудностей проекта)

2 этап. Проектирование. Обмен информации со своими коллегами (работа в малых группах и совместно над созданием макета)

3 этап. Поиск информации. Обмен информации с учителем (работа в малых группах над созданием макета)

4 этап. Продукт Контрольно-коррекционный (наблюдение за работой).

5 этап. Презентация Аналитический (обработка результатов проекта, анализ и обобщение результатов макетирования). Презентация результатов

6 этап. Рефлексия

*Описание проекта*

В рамках создания проекта планируется создать план кабинета и его цветную трехмерную модель доступную для демонстрации со всех сторон. В дизайн кабинета должно войти: цвет стен, цвет мебели, оформление кабинета и др. Критерии оценивания приведены в таблице 3.

Таблица 1

Цели и задачи проекта

Этап проекта	Содержание
1. Определение предмета исследования	Изучение норм и правил (цвет, кол-во компьютеров на 1 м <sup>2</sup> , и т. д. допустимых в учебных заведениях)
2. Выявление и определение проблемы исследовательской деятельности	Однообразность и однотипность всех кабинетов

3. Выдвижение гипотезы	Создать не типовой макет кабинета, смоделировать его в 3Д программе. Выбор цвета мебели, стен, потолка, пола и жалюзи. Выбор формы столов и стульев. Расчет затрат (смета)
4. Проверка гипотезы	Сравнение и учет всех факторов, выбор оптимального решения

Таблица 2

## Продолжительность проекта

№ этапа	Продолжительность	Вид работы
1.	1 час	Аудиторная работа
2.	2 часа	Аудиторная работа
3.	11 часов	Самостоятельная работа
4.	4 часа	Самостоятельная работа
5.	2 часа	Аудиторная работа
6.	1 час	Аудиторная работа
Всего	20 часов	

Таблица 3

## Критерии оценивания проекта

Критерии оценки	Показатели
1. Соответствие реальному плану кабинета	Наличие чертежа и соответствие размеров
2. Наличие всех предметов интерьера	Согласно плану
3. Дизайн	Сочетание цвета в интерьере
4. Оригинальность	Реализация идей
5. Демонстрация проекта	Качество защиты (Доступность, наглядность, обоснованность)

Проведение самостоятельной работы в рамках проекта способствовало развитию профессиональных компетенций, увеличению интереса к профессии «Архитектура» по направлению «Дизайн интерьера». Метод проектов дает возможность индивидуализировать учебный процесс и сделать его более продуктивным и интересным.

## Литература

1. Быковец О.А. Организация самостоятельной работы обучающихся при реализации ФГОС по профессиям и специальностям СПО: Методические рекомендации, Москва: 2014. – 39 с.
2. Гурова А. А. Проектные технологии на уроках информатики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.uchportal.ru/publ/23-1-0-5555> (Дата обращения: 03.04.2017).
3. Горобец Л. Н. Метод проекта как педагогическая технология, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/metod-proekta-kak-pedagogicheskaya-tehnologiya>, 2012. (Дата обращения: 03.04.2017)

4. Баёва Ю. В. Метод проекта как современная педагогическая технология, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/metod-proekta-kak-sovremennaya-pedagogicheskaya-tehnologiya>, 2012. (Дата обращения: 03.04.2017).
5. Митрофанова Г.Г Метод проектов вчера и сегодня [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/metod-proektov-vchera-i-segodnya> (Дата обращения: 03.04.2017).

УДК 371.315  
ГРНТИ 20.01.07

**МЕТОД ПРОЕКТОВ КАК СРЕДСТВО ОРГАНИЗАЦИИ  
ВНЕАУДИТОРНОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ  
ОБУЧАЮЩИХСЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ**

**PROJECT-BASED LEARNING AS A MEANS OF  
EXTRACURRICULAR ORGANIZATION  
OF INDEPENDENT WORK OF STUDENTS  
OF PROFESSIONAL EDUCATIONAL INSTITUTIONS**

*Фурмузакий Татьяна Геннадьевна*

Научный руководитель: Стась Андрей Николаевич, канд. техн. наук, доцент

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

*Ключевые слова:* среднее профессиональное образование, самостоятельная работа, внеаудиторная самостоятельная работа, проектная деятельность, общие и профессиональные компетенции.

*Key words:* Vocational education, self-study, extracurricular self-study, project activities, general and professional competence.

*Аннотация.* В статье рассматривается метод проектов как средство организации внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся, профессиональных образовательных организаций и формирования общих и профессиональных компетенций через разработку междисциплинарных интегрированных проектов.

Информатизация современного общества требует от специалиста высокой информационной культуры. Информационная культура – умение пользоваться информационными технологиями и инструментами, позволяющими распространять информацию, совместно работать в коллективе над едиными задачами, умение реагировать на изменения и способность к инновациям.

Одной из задач профессионального образования является формирование общих и профессиональных компетенций будущего специалиста, что предполагает проявление:

- умений осуществлять поиск, анализ и оценку информации, необходимой для постановки и решения профессиональных задач, профессионального и личностного развития;
- применение информационно-коммуникативных технологий для совершенствования профессиональной деятельности;
- навыков организации самообразования [1].

Обозначенные требования к качеству подготовки специалистов направлены на повышение конкурентоспособности выпускников СПО на современном рынке труда. В связи с этим педагогическая задача не просто научить обучающихся работать на компьютере, но и сформировать навыки самостоятельного ориентирования в потоке информации, выборе необходимого программного обеспечения при смене технологий и решении профессиональных задач. Достижение данной цели возможно путем организации самостоятельной работы не только во время учебных занятий, но и при организации внеаудиторной самостоятельной работы.

Формирование компетенций выходит за рамки урочной формы работы и охватывает весь образовательный процесс, в том числе и внеаудиторную самостоятельную работу обучающихся, которая становится основным видом деятельности в процессе самообразования. Создание новых образовательных условий, способствующих проявлению профессионального интереса при изучении учебной дисциплины, проявлению инициативы через погружение в исследовательскую и проектную деятельность, осуществление поисково-исследовательской деятельности является важным компонентом в процессе достижения результатов обучения.

Цель данной работы заключается в реализации возможностей дифференцированных и интегрированных форм организации внеаудиторной самостоятельной работы в логике системно-деятельностного подхода при изучении дисциплины «Информационные технологии в профессиональной деятельности».

При планировании внеаудиторной самостоятельной работы необходимо учитывать следующие принципы:

- направленность содержания на реализацию требований ФГОС (общие и профессиональные компетенции)
- учет индивидуальных возможностей, потребностей и интересов обучающихся;
- организация работы над выполнением заданий должна быть целенаправленной, контролироваться преподавателем и самими обучающимися;
- разработка критериев оценивания с учетом требований к результатам обучения;

- разработка методического и информационного обеспечения по организации и выполнению заданий внеаудиторной самостоятельной работы.

Анализ современных педагогических практик организации внеаудиторной самостоятельной работы демонстрирует многообразие форм и средств, видов и типов самостоятельной деятельности обучающихся, а также технологий управления самостоятельной учебно-познавательной деятельностью со стороны педагога.

При анализе форм организации самостоятельной работы, используемых на учебной дисциплине «Информационные технологии в профессиональной деятельности» и учет характера, объема часов, отведенных на ее изучение, требований к результатам освоения программы, возрастных особенностей обучающихся, позволяет сделать вывод, что наиболее эффективным является метод проектов.

Метод проектов – педагогическая технология, которая дает возможность осваивать новые способы человеческой деятельности в социальной сфере [2].

Проектный метод – это эффективное средство обучения, которое позволяет осуществить переход от традиционного подхода в процессе обучения к совместной деятельности субъектов образования, развивать навыки эффективного поиска, отбора информации и ее применение в зависимости от поставленной задачи. Подобная организация позволяет самостоятельно приобретать знания, формировать навыки и опыт их использования для решения познавательных и практических задач в профессиональной деятельности [3].

Метод проектов в рамках учебной дисциплины «Информационные технологии в профессиональной деятельности» носит интегрированный междисциплинарный характер так как от обучающихся он требует, прежде всего, умение автоматизировать процессы обработки профессиональной информации

Обучающимся выпускных курсов предлагается представить междисциплинарный проект «Определение качества сельскохозяйственной продукции». Обеспечивающими дисциплинами выступают «Ветеринарно-санитарная экспертиза», как источник информации и средство для обработки и представления полученных данных – учебная дисциплина «Информационные технологии в профессиональной деятельности».

В основе проектной работы лежит исследование качества сельскохозяйственной продукции, обработка полученных результатов исследования в программах MS Office Excel, PowerPoint. В основе организации проектной деятельности лежит междисциплинарная интеграция, теоретические и эмпирические методы исследования, что выражается в обобщении полученного опыта, формировании норм и правил,

получении фактов (информации) об объекте, их анализ и систематизация, другими словами проектная деятельность – это средство формирования профессионального опыта.

В ходе реализации проектной и исследовательской деятельности достигается дидактическая цель – усвоение содержания дисциплины, научить использовать средства программного обеспечения, а также педагогическая цель – развивать навыки исследовательской и проектной культуры [4].

Работа над учебным проектом проходит поэтапно. На первом этапе «Выбор темы» обучающиеся объединяются в проектные группы по 3–4 человека, каждая группа определяет вид исследуемой сельскохозяйственной продукции, цели и задачи проекта. Определяются зоны ответственности участников проекта, выбирается руководитель групп, разрабатывается «экспертная карта», проговариваются и корректируются критерии оценивания совместно с преподавателем. На этом этапе отрабатываются такие навыки и умения, как способность создавать деловую атмосферу, организовывать деятельность, направленную на результат, планировать индивидуальную и совместную работу.

На втором этапе происходит сбор исходных данных для исследования, а именно:

- Выявление крупных и мелких сельхоз производителей;
- Исследуется качество сельскохозяйственной продукции в лаборатории ветеринарно-санитарной экспертизы;
- Выявляется зависимость качества товара от производителя;
- Выявляются самые низкие и самые высокие цены на товар.

На этом этапе обучающиеся должны уметь диагностировать и анализировать задания, прогнозировать решения, контролировать выполнение заданий.

На третьем этапе разрабатывается анкета, обучающимися проводится опрос покупателей по качеству исследуемой продукции, в ходе анализа определяется лучший товар.

На четвертом этапе полученные результаты анализируются с помощью программы Microsoft Excel, выполняются необходимые расчеты, строятся диаграммы, делаются выводы. На этом этапе происходит достижение дидактической цели – проводить финансово экономический анализ с помощью электронных таблиц.

Пятый этап – разработка и оформление рекламного материала лучшего товара. Этот этап позволяет обучающимся продемонстрировать творческие способности, а также результаты поставленной педагогической цели: умение сжато излагать свои мысли, логически связно выстраивать сообщение, показывать структурированную манеру изложения материала.

При организации заключительного этапа «Защита проектов» – логическое завершение самостоятельной работы происходит формирование навыков построения эффективных коммуникаций. Защита проекта проводится в форме презентации. Обучающиеся публично представляют «продукт» своей деятельности, а также оформляют отчет о проделанной работе согласно критериям экспертной карты.

На всех этапах проекта проводятся рефлексивно-оценочные семинары (встречи), где обучающимися на основе разработанных критериев (экспертная карта) оценивают промежуточные результаты работы групп, корректируют ход работы проектных групп, педагог дает рекомендации на основе обобщённых экспертных наблюдений. Подобная организация работы позволяет отработать навыки самоорганизации, самоконтроля, а также развивать адекватную самооценку своих результатов, сравнивать с результатами других экспертов из числа обучающихся, преподавателей и приглашенных специалистов.

Таким образом, междисциплинарный проект дает возможность продемонстрировать прикладной характер использования полученных знаний, расширить представление о сфере применения прикладных программ MS Office, закрепить навыки использования табличного процессора MS Excel, отработать навыки сбора информации путём проведения анкетирования, опроса, собеседования.

Проектная деятельность способствует формированию компетенций, которые будут востребованы не только в будущей профессиональной деятельности, но и в социальной жизни человека. Этого можно достичь, если предоставить проектным группам возможность работать самостоятельно, а преподавателю при этом выполнять роль консультанта, менеджера-организатора процесса обучения.

В целом проектная методика является эффективной инновационной технологией, которая значительно повышает уровень информационной грамотности, внутреннюю мотивацию обучающихся и уровень самостоятельности.

## **Литература**

1. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего профессионального образования по специальности 36.02.01 «Ветеринария» [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.gapk.ru/files/fgos/36.02.01\\_fgos\\_veterinariya.pdf](http://www.gapk.ru/files/fgos/36.02.01_fgos_veterinariya.pdf) (дата обращения: 03.03.2017)
2. Пахомова Н. Ю. Метод учебного проекта в образовательном учреждении: пособие для учителей и студентов педагогических вузов. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: АРКТИ, 2005. – 112 с.
3. Коджаспирова Г. М./ Педагогика в схемах, таблицах и опорных конспектах / Г. М. Коджаспирова. – М.: Айрис-пресс, 2006. – 256 с.
4. Золотцева В. В. Козлова Л. Н. Система активных методов обучения и развитие профессиональной компетентности // Среднее профессиональное образование, 2006. № 12. – 28 с.

УДК 004.42  
ГРНТИ 50.41.25

## **РАСЧЕТ И ЭМУЛЯЦИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В МОБИЛЬНОМ ИГРОВОМ ПРИЛОЖЕНИИ**

### **CALCULATION AND EMULATION OF PHYSICAL INTERACTIONS IN THE MOBILE GAME APPLICATION**

*Цибенко Александр Сергеевич*

Научный руководитель: А. И. Шерстнёва, канд. физ.-мат. наук, доцент

*Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* мобильное приложение, изменение гравитации

*Key words:* mobile application, gravitation change

*Аннотация.* В настоящее время рынок мобильных приложений заполнен весьма посредственными, копирующими друг друга играми. Но потенциал мобильной платформы гораздо шире и может реализовать дополнительные возможности для игровых приложений. Данная статья посвящена разработке новой системы управления гравитационным поведением объектов компьютерной игры, моделирующей необычное физическое поведение группы объектов.

Целью данной работы являлось создание полноценной системы управления игровым персонажем, которая связана с постоянным локальным изменением направления гравитации. Все перемещения персонажа и взаимодействия его с окружающими объектами подчинены законам физической механики.

На основе анализа возможностей графических программ (движков) присутствующих на современном рынке программного обеспечения, для реализации поставленной цели был выбран Unity [1, 2]. Unity 5 по умолчанию предоставляет определенный минимальный набор объектов, эффектов и графических примитивов для работы с 3D пространством. Графический движок Unity 5 поддерживает несколько сценарных языков, импорт множества форматов файлов разных типов (модели, графические изображения, звуки, шрифты и многое другое) и использует физический движок PhysX [3] для просчета движений моделируемых физических объектов. Дополнительно стоит отметить, что движок Unity 5 имеет свой пользовательский магазин игровых ресурсов (ассетов) Unity Asset Store [4, 5].

Основной особенностью механики игры – был локальный эффект изменения гравитации – действующий в определенном радиусе вокруг главного героя. Персонаж мог свободно перемещаться по любой плоскости в локации, как по обычному полу, изменяя при этом гравитационное поле вокруг себя. На основе этой механики строится вся игра – от дизайна уровней-головоломок до сценария всей игры.



Идея реализации локального изменения гравитации заключалась в просчете расстояния от главного героя до физического объекта и, в случае расстояния, меньше указанного, отключения стандартной гравитации для этого объекта и приложения к нему силы в нужном направлении. Экспериментальным путем был выявлен самый быстродействующий метод, работающий быстрее остальных опробованных. Метод заключается в проверке объектов на попадание в триггер – некоторую геометрическую область пространства, невидимую и не обладающую никакими свойствами, кроме как проверкой на попадание внутрь себя объектов. Был использован триггер сферической формы в качестве дочернего для игрового персонажа: его положение в пространстве будет оставаться неизменным по отношению к родительскому объекту.

Были написаны собственные джойстик и touch зона, а также способы взаимодействия с ними – система, считывающая данные с джойстика и управляющая персонажем. Полностью самостоятельно была написана собственная система управления камерой с ограничениями поворотов при определенных углах.

Принцип действия был следующим: игра определяла некоторое событие (на текущий момент – это особое встряхивание телефона), запускала режим, позволявший выбрать пользователю плоскость, которая в дальнейшем будет являться “полом” для игрового персонажа – плоскостью, по которой он сможет свободно перемещаться, как по обычной горизонтальной поверхности. При этом время замедляется, предоставляется возможность вращения камеры как вокруг персонажа, так и вокруг самой себя. Для мобильного управления, выбор производится путем касания пальцем желаемой плоскости. После этого происходит выход из режима, и игра продолжается с обычным течением времени. Если игрок так и не определился, через некоторое время режим отключится автоматически.

В процессе реализации данной идеи, имеющиеся системы модернизировались и создавались новые части взаимосвязанного механизма. В новой системе изменения гравитации был введен вспомогательный вектор, хранящий текущее направление гравитации. Вся остальная система управления персонажем была переписана для работы через этот единственный вектор, не имея привязки к глобальной системе координат. Все остальные вектора, используемые при перемещении персонажа и вращении камеры, автоматически рассчитывались с помощью этого вектора и векторов, получаемых из координат камеры и персонажа.

Был организован синхронный плавный поворот вектора текущего направления гравитации вместе с камерой в любом направлении. Чтобы

поворот был осуществлен, в систему нужно передать только лишь новый желаемый вектор направления гравитации. Далее система все сделает сама.

Упрощенная схема поворота вектора гравитации показана на рисунке 1. В этой схеме при несовпадении текущего и желаемого векторов гравитации, текущий вектор совершает динамичный поворот вокруг оси, перпендикулярной плоскости, в которой лежат 2 этих вектора.

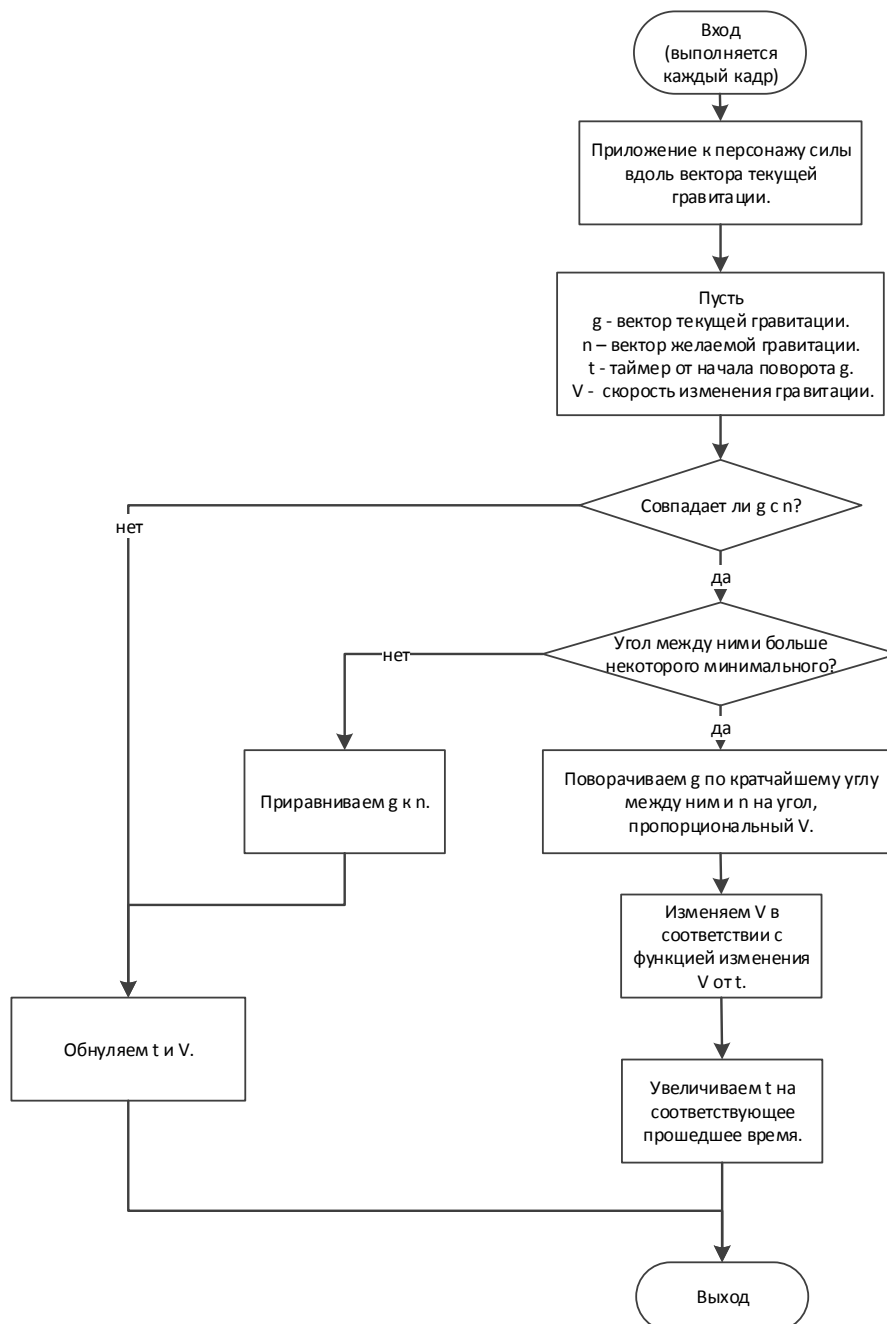


Рис. 1. Упрощенная схема поворота вектора гравитации

При этом скорость этого поворота меняется для более зрелищного вращения.

Система управления камерой была написана специально под особенности гравитации в игре. Чтобы игроку было удобно управлять персонажем, “горизонт” для камеры всегда должен лежать в плоскости, перпендикулярной вектору гравитации, чтобы понятия “вертикаль” и “горизонталь” всегда были определены относительно перемещений персонажа. Также камера не должна заходить за препятствия, попадающие между камерой и персонажем. Поэтому обычное перемещение камеры в каждом кадре разбито на несколько этапов.

Для удобства основные этапы перемещения камеры представлены на рисунке 2.

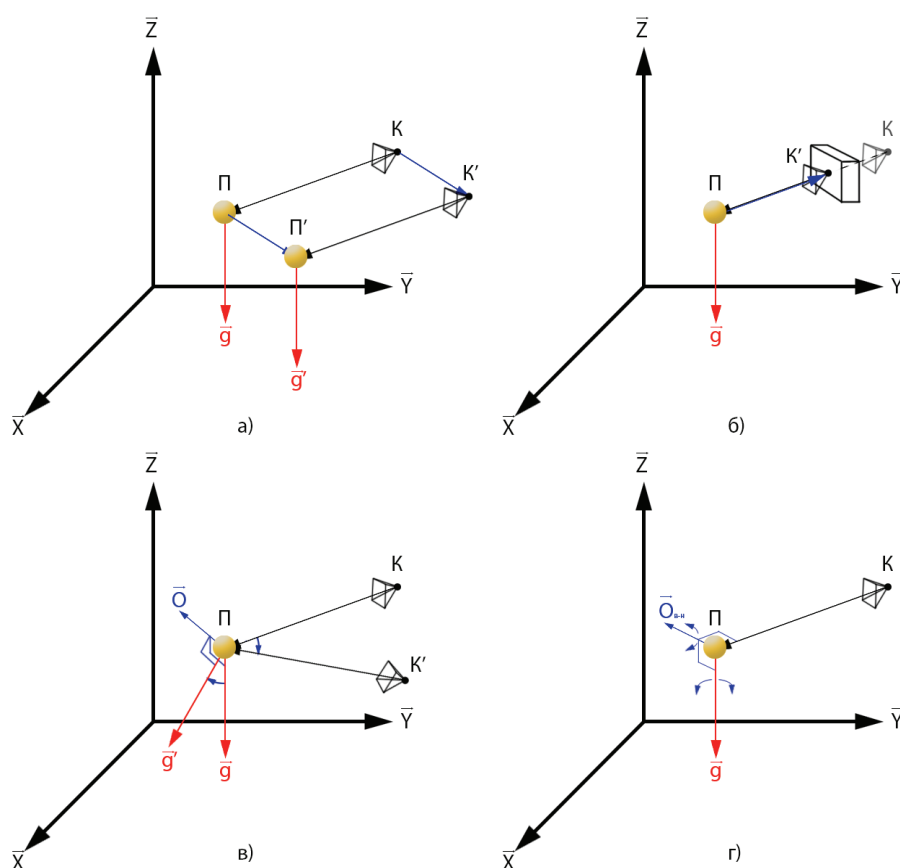


Рис. 2. Разбиение поворота камеры на составляющие

Сначала камера смещается на такой же вектор, на какой переместился сам персонаж с предыдущего кадра (рис. 2а). Персонаж переместился из точки  $P$  в точку  $P'$ . Соответственно камера перемещается на такой же вектор  $PP'=KK'$ .

На втором этапе (рис. 2б) от персонажа в точке  $P$  по направлению вектора  $PK$  пускается луч ограниченной длины. Если на пути луча

обнаруживается препятствие в точке  $K'$ , то положение камеры переопределяется путем прибавления к координатам  $P$  вектора  $PK'$ .

На третьем этапе (рис. 2в) при обнаружении изменения направления вектора гравитации, программа определяет угол, на который повернется вектор, и определяет нормаль  $O$  к плоскости, в которой поворачивается вектор. Вектор  $O$  является осью для поворота камеры вокруг персонажа. Перенимая скорость поворота вектора, скрипт переводит ее из радиан в градусы и вращает камеру с полученной скоростью.

На последнем этапе (рис. 2г) осуществляются повороты камеры по желанию пользователя. Проводя пальцем по специальной зоне на экране, отвечающей за камеру, пользователь передает в скрипт координаты перемещения своего пальца. Скрипт берет готовые вертикальные и горизонтальные координаты перемещения и все тем же методом поворачивает камеру вокруг осей  $O_{e-n}$  и  $g$ . Ось  $O_{e-n}$  вычисляется как нормаль к плоскости, образованной векторами  $g$  и  $PK$ .

Для передачи вектора был разработан специальный режим, позволяющий пользователю выбрать необходимую плоскость.

Вхождение в режим изменения гравитации осуществляется в программе путем считывания данных с акселерометра в определенном порядке. Скрипт детектирует последовательность определенных встряхиваний устройства, как считывание изменений показаний акселерометра по определенным осям. Если комбинация изменений показаний акселерометра выполняется, то активируется вход в режим изменения гравитации.

При работе с акселерометром используется утилита, позволявшая производить отладку мобильных приложений непосредственно на компьютере, при этом на телефон по USB кабелю подается только лишь изображение игры, а на компьютер передаются все показания датчиков телефона в реальном времени.

В настоящее время система управления персонажем готова к эксплуатации в реальных игровых приложениях. Игровой процесс станет действительно интересным и поможет пользователям развивать мышление, логику и пространственное воображение с помощью новых визуальных эффектов гравитации.

## Литература

1. Игровой движок [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Игровой\\_движок](https://ru.wikipedia.org/wiki/Игровой_движок) (дата обращения: 12.03.2017).
2. Unity 5 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://unity3d.com/ru/5> (дата обращения: 12.03.2017).
3. Технология NVIDIA PhysX. NVIDIA Corporation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nvidia.ru/object/nvidia-physx-ru.html> (дата обращения: 12.03.2017).

4. Игровой ассет [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Игровой\\_ассет](https://ru.wikipedia.org/wiki/Игровой_ассет) (дата обращения: 12.03.2017).
5. Asset Store – Unity [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.assetstore.unity3d.com/en/> (дата обращения: 12.03.2017).

УДК 621.002:004

ГРНТИ 50.51.17

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

### **APPLICATION OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE ENGINEERING PRODUCTION**

**Чжоу Ян**

Научный руководитель: О.Б. Шамина, канд. техн. наук, доцент

*Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

*Ключевые слова:* информационные технологии, машиностроительное производство, проектирование технологического процесса, CAD / CAM системы, углеграфит.

*Key words:* information technologies, engineering production, design of technological process, CAD / CAM systems, carbon material.

*Аннотация.* Информационные технологии широко применяются в различных областях промышленности, в том числе в области механической обработки различных материалов. В машиностроительном производстве используются программные комплексы, позволяющие на стадии проектирования сделать необходимые расчёты, подготовить рабочие чертежи, выбрать оптимальный процесс изготовления детали, разработать технологическую документацию. В работе описаны основные виды прикладных программ, применяемых в машиностроении, приведены примеры использования CAD / CAM систем в процессе проектирования технологии обработки углеграфитовых стержней.

В процессе проектирования и создания изделий в машиностроительном производстве постоянно возникает необходимость формирования, обработки, хранения, защиты и передачи информации. Современные программные комплексы позволяют на стадии проектирования провести необходимые инженерные расчёты, подготовить рабочие чертежи, выбрать оптимальные режимы, разработать технологическую документацию [1–3]. Использование новейших информационных технологий на всех этапах жизни изделия от проектирования и изготовления до утилизации позволяет существенно повысить как качество самих изделий, так и эффективность выполняемых работ.

Применение компьютерного программного обеспечения SolidWorks, КОМПАС 3D, Pro Engineer позволяет разработать 3D модель как

заготовки, подлежащей обработке, так и готового изделия. После проведения инженерных расчётов и внесения соответствующих поправок, процесс проектирования завершается созданием рабочих чертежей изделия. На рисунке 1 представлен результат 3D-моделирования изделия из углеродистого материала (УГМ) в программе SolidWorks.

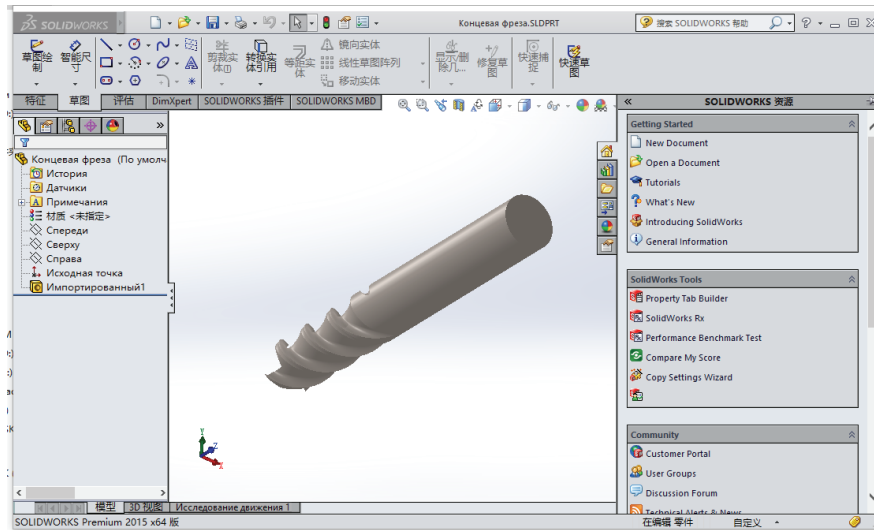


Рис. 1. 3D моделирование в SolidWorks

Спектр систем для проектирования процесса механической обработки также широк и включает такое программное обеспечение как CATIA, CAMWorks, ArtCAM, PtowerMILL, WorkNC и т.д. Использование конкретного программного комплекса зависит от типа производства и номенклатуры выпускаемых изделий. В работе для проектирования технологического процесса изготовления стержня из УГМ использован пакет CAMWorks.

Метод конечных элементов (FEA) позволяет в процессе математического моделирования и численного решения мультифизических задач получить необходимую информацию о состоянии изделия при различных условиях обработки и, таким образом, обнаружить и устранить существующие (или возможные) проблемы. Метод конечных элементов широко используется на практике для изучения состояния изделия, так как позволяет исследовать сложные структуры и физические явления. Программное обеспечение FEA применяется в различных отраслях промышленности, но наибольшее распространение получило в авиации, биомеханике и автомобильной промышленности [2]. FEA включает в себя такое общее программное обеспечение как LUSAS, MSC.Nastran, Ansys, Abaqus, HyperMesh, COMSOL Multiphysics, FEPG и т.д.

Износ инструмента является наиболее важным вопросом при обработке углеродистых материалов (УГМ) [4, с. 91-92]. Кристаллы

графита обладают высокой микроскопической твердостью и высокой стойкостью к истиранию. Влияние УГМ на поверхность инструмента можно сравнить с воздействием жесткого абразивного материала. В результате инструмент при обработке УГМ сильно изнашивается. С другой стороны, графит обладает смазочными свойствами, в процессе резания формируется стружка, которая образует тонкую плёнку на передней поверхности инструмента. Таким образом, при обработке УГМ наблюдаются одновременно два противоположных явления – абразивный износ и смазка.

Проведённые исследования [5, 6] показали, что при обработке УГМ с помощью твердосплавного резца износ задней поверхности инструмента будет меньше, чем передней, поэтому TiN-покрытие не даёт существенного увеличения стойкости инструмента. В данном случае имеет место явление равномерного износа задней поверхности (*uniform flank deterioration phenomenon*), когда область износа проходит вдоль поверхности инструмента, примыкающей к активной режущей кромке.

Так как УГМ имеет сложные физико-химические свойства, проведение натурального эксперимента с целью определения оптимальных режимов обработки УГМ и оценки состояния инструмента связано с существенными затратами. Информационные технологии позволяют провести имитационное моделирование и проанализировать распределение нагрузки, тепловых полей и т.п. в ходе обработки.

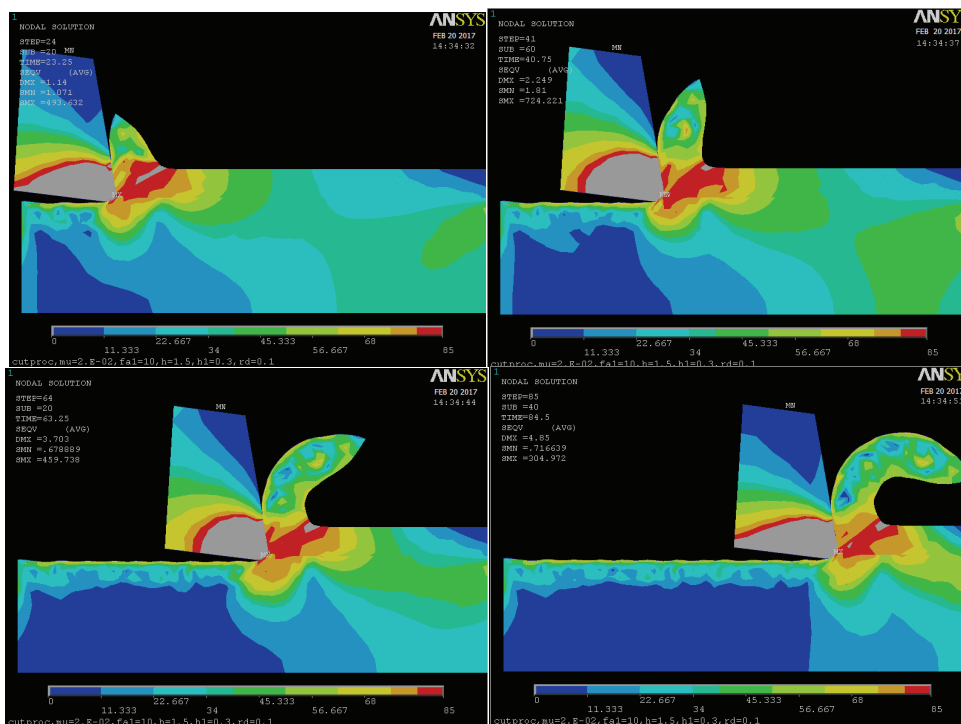


Рис. 2. Анализ нагрузки при резании в ANSYS

На рисунке 2 показано распределение температурных полей в теле инструмента и заготовки при обработке металла резанием. Проведена предварительная оценка состояния инструмента при обработке УГМ с помощью специализированной программы ANSYS. Для проведения имитационного моделирования выбраны материал заготовки и инструмент со следующими физико-химическими свойствами:

- УГМ – модуль упругости 8,7 ГПа, коэффициент Пуассона 0,27;
- инструмент из твёрдого сплава – модуль упругости 600 ГПа, коэффициент Пуассона 0,25, передний угол – 10°, задний угол – 8°.

Заготовка разделена на 2000 элементов, инструмент – на 100 элементов.

В результате дальнейших исследований будут получены сравнительные характеристики распределения нагрузки и температуры внутри инструмента, что позволит установить оптимальные режимы резания и определить материал инструмента для обработки углеграфитов, наименее подверженный износу и имеющий наибольшую стойкость.

### **Заключение**

При проведении исследований для проектирования и анализа обработки углеграфитовых материалов использованы такие программные комплексы как SolidWorks, CAMWorks, ANSYS. Современные информационные технологии позволяют значительно снизить затраты на проведение исследований и получить в результате моделирования предварительные данные, которые в дальнейшем могут быть проверены с помощью натурального эксперимента.

---

### **Литература**

1. Lee, Jay; Lapira, Edzel; Bagheri, Behrad; Kao, Hung-an. Recent advances and trends in predictive manufacturing systems in big data environment// Manufacturing Letters. 1 (1): 38–41.
2. Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution. Vdi-nachrichten.com (in German). 2011-04-01. Retrieved 2016-11-30.
3. Masuda T., Sakaue K., Yokoya N. Registration and integration of multiple range images for 3-D model construction //Pattern Recognition, 1996., Proceedings of the 13th International Conference on. – IEEE, 1996. – Т. 1. – С. 879-883.
4. Бутырин Г.М. Высокопористые углеродные материалы. – Москва: Химия, 1976. – 192 с.
5. Xie L. J. et al. 2D FEM estimate of tool wear in turning operation //Wear. – 2005. – Т. 258. – №. 10. – С. 1479-1490.
6. Ilescu D. et al. Modeling and tool wear in drilling of CFRP // International Journal of Machine Tools and Manufacture. – 2010. – Т. 50. – №. 2. – С. 204-213.



УДК 371.322  
ГРНТИ 20.01.45

**ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИНАМИЧЕСКИХ ИГР**  
**LEARNING THE BASICS OF PROGRAMMING  
USING DYNAMIC GAMES**

*Шмаков Николай Викторович*

Научный руководитель: И.А. Петрова, ст. преподаватель

*Лесосибирский филиал федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Сибирский государственный аэрокосмический университет  
имени академика М.Ф. Решетнева», Красноярский край, Россия  
E-mail: inftex2010@mail.ru*

*Ключевые слова:* информационные технологии, программирование, игра, обучение.

*Key words:* information technology, programming, playing, studying.

*Аннотация.* В настоящее время актуальным остается вопрос о формах, способах преподавания и изучения основ программирования в вузе. Поэтому появляется необходимость в новых формах представления учебного материала, с помощью которых можно быстро и интересно изучать языки программирования. Таким направлением является обучение программированию на основе создания динамических игр.

В современном мире, в век информационных технологий, умение программировать становится как никогда актуальным. Многие люди в разных возрастных диапазонах понимают всю важность знания программного кода, но начать его изучать довольно трудно. Обычный студент стремится сразу получить итоговую работу, которая выполняет поставленную перед ним задачу, и совершенно не хочет читать огромный набор теоретической литературы. Не видя мгновенного результата, студент без достаточно сильной мотивации, попросту не станет изучать программирование. С другой стороны, большинство людей любят получать какие либо бонусы, маленькие награды за выполнение цели, это и может послужить небольшой мотивацией.

Целью данной работы является создание визуальной обучающей игры. Решением проблемы заинтересованности студента в обучении программированию может послужить обычная игра. Если студент не будет обременен большим объемом информации, но при этом будет получать необходимые знания, то процесс обучения станет более простым. При этом тот, кто решил воспользоваться обучающей игрой, будет иметь визуальное представление о том что он изучает в данный

момент. Такие обучающие игры можно найти в свободном доступе в интернете, но большинство таких игр находятся на англоязычных сайтах, что несколько усложняет процесс обучения, если пользователь плохо знаком с английским языком.

В представляемой нами обучающей игре, используется русский язык интерфейса, и нет необходимости в доступе к интернету, что и является достоинствами данной игры (off-line). Сфера обучающих игр не должна ограничиваться двумя, тремя и даже десятью проектами, так как на половину это все же игра, и она должна нравиться пользователю, а не просто обучать его, поэтому необходимо делать такие игры в большом количестве.

Основной идеей игры выступает борьба добра со злом, доблестный рыцарь должен преодолевать препятствия и трудности, возникающие на его пути, а поможет ему в этом пользователь, который будет дополнять программный код.

В ходе прохождения каждого нового уровня, будут получены и закреплены конкретные знания. В игре предусмотрен выбор, используемого языка программирования (JavaScript, PascalABC). По окончании игры пользователь будет иметь представления о таких элементах программирования, как синтаксис, переменные, типы данных, условия, циклы.

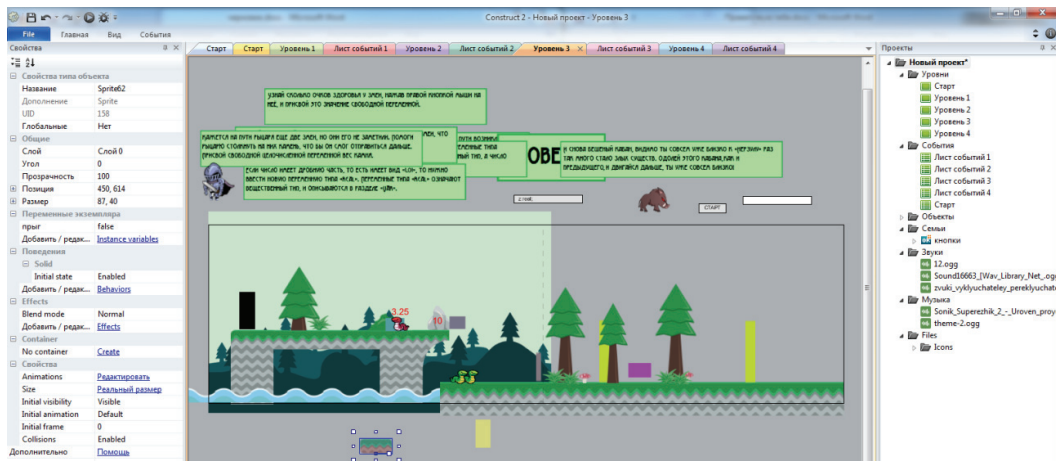


Рис. 1. Рабочая область «Construct 2»

Игра реализована в программе «Construct 2». Construct 2 – конструктор двухмерных игр для Windows. Данная программа позволяет каждому желающему создавать 2D-игры любой сложности и любого жанра, даже не имея навыков программирования. Игры, сделанные в этой программе, легко импортируются на все основные платформы: PC, Mac, Linux, браузеры с поддержкой HTML5, Android, iOS,

WindowsPhone, Blackberry 10, AmazonAppstore, ChromeWebStore, Facebook и пр.

Редактор Construct 2 написан на языке C++, а игры преобразуются в код на Javascript. При экспорте проекта, код JavaScript модифицируется, однако есть возможность подключить Javascript Plugin SDK и модифицировать код вручную. Также плюсом является то, что Construct 2 имеет модульный дизайн, поэтому любые плагины или сценарии, которые не используются в проекте, не включаются в скрипт, что помогает оптимизировать проект.

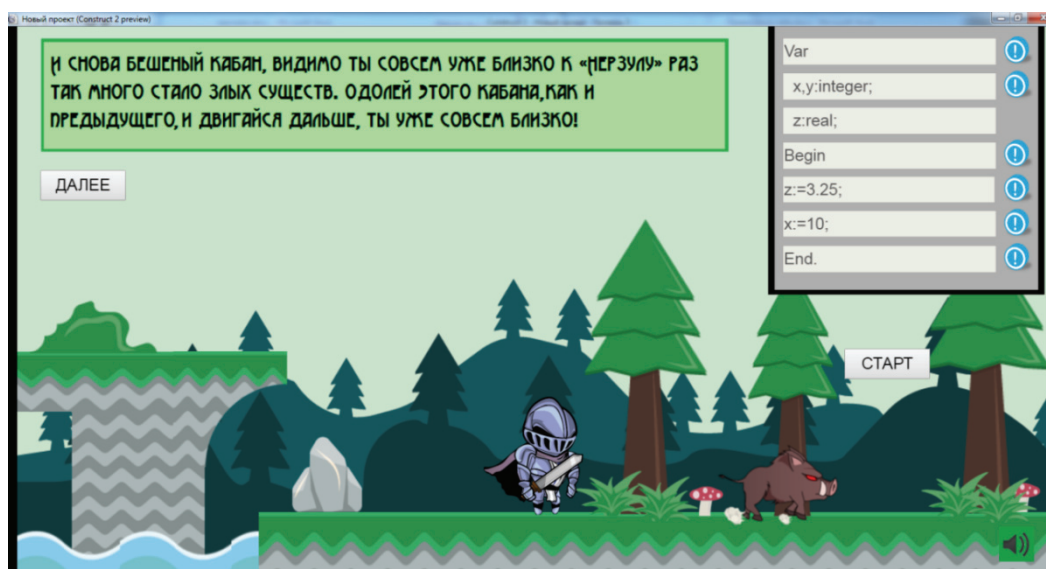


Рис. 2. Скриншот фрагмента игры

В заключение можно сделать вывод, что такой подход, как изучение программирования в игровой форме является очень перспективным. После прохождения игры, пользователь не станет профессиональным программистом, и многие этапы программирования останутся все еще не известными, но такая игра даст основы знаний в этой области и может послужить хорошим стартом для углубленного изучения программирования.

## Литература

1. Игры, которые учат программированию [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habrahabr.ru/post/273003/> (дата обращения: 2.03.2017)
2. Create Games EASILY [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.scirra.com/> (дата обращения: 2.03.2017)
3. Делай игры без усилий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.c2community.ru/> (дата обращения: 3.03.2017)
4. 10 игр для изучения программирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://geekbrains.ru/posts/10\\_games](https://geekbrains.ru/posts/10_games)(дата обращения: 10.03.2017)

## СОДЕРЖАНИЕ

### БОТАНИКА

УСТОЙЧИВОСТЬ ТЕРМОФИЛЬНОГО ШТАММА THERMODESULFOVIBRIO SP. V2 К ИОНАМ МЫШЬЯКА И СТРОНЦИЯ RESISTANCE OF THERMOPHILIC STRAIN THERMODESULFOVIBRIO SP. V2 FOR THE ARSENIC AND STRONTIUM IONS <i>Климова Ксения Максимовна</i> ..... 3	3
ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫХ РАСТЕНИЙ ГОРОДСКОГО САДА ГОРОДА ТОМСКА TREES AND SHRUBS DIVERSITY OF THE CITY GARDEN, TOMSK <i>Троеглазова Ангелина Дмитриевна</i> ..... 6	6
ВЛИЯНИЯ ИОНОВ КАЛЬЦИЯ НА РАЗВИТИЕ РОСТКОВ КАРТОФЕЛЯ СОРТОВ «НАКРА» И «НЕВСКИЙ» INFLUENCE OF CALCIUM IONS ON DEVELOPMENT OF POTATOES OF POTATOES “NAKRA” AND “NEVSKY” <i>Чистякова Юлия Александровна</i> ..... 11	11
АКТИВНОСТЬ МИКРОФЛОРЫ ЭВТРОФНОГО БОЛОТА ТАГАН THE ACTIVITY OF MICROORGANISMS IN EUTROPHIC BOG TAGAN <i>Шапошникова Виктория Игоревна</i> ..... 14	14

### ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

ВИДОВОЙ СОСТАВ И ИНВЕРСИОННАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ МАЛЯРИЙНЫХ КОМАРОВ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ SPECIES COMPOSITION AND INVERSION STRUCTURE OF POPULATIONS OF MALARIAL MOSQUITOES OF THE KALININGRAD REGION <i>Кормилицин Александр Владимирович</i> ..... 19	19
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИНВЕРСИОННОГО СОСТАВА ПОПУЛЯЦИЙ МАЛЯРИЙНОГО КОМАРА <i>ANOPHELES MESSEAE</i> ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ COMPARATIVE ANALYSIS OF THE INVERSION STRUCTURE OF POPULATIONS OF THE MALARIAL MOSQUITO <i>ANOPHELES MESSEAE</i> OF EAST KAZAKHSTAN REGION <i>Муминов Азиз Касимович, Абылкасымова Гульнар Мухтаргазыевна</i> ..... 25	25
ТЕХНОЛОГИИ РАЗВИТИЯ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ ЧЕРЕЗ ЧТЕНИЕ И ПИСЬМО КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ ПО БИОЛОГИИ TECHNOLOGY OF CRITICAL THINKING DEVELOPMENT VIA READING AND WRITING AS A MEANS OF DEVELOPING RESEARCH ACTIVITIES OF STUDENTS IN BIOLOGY <i>Семибратов Семен Олегович</i> ..... 29	29

ВИДОВОЙ СОСТАВ ЖУКОВ СЕМЕЙСТВА БОЖЬИ КОРОВКИ (COLEOPTERA, COCCINELLIDAE) ЛЕСНЫХ И ЛУГОВЫХ БИОТОПОВ РАЙОНОВ С. КИРЕЕВСК (КОЖЕВНИКОВСКИЙ РАЙОН, ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ) И ПОС. ВОСТОЧНЫЙ (Г. СЕМЕЙ, КАЗАХСТАН) BEETLES SPECIES COMPOSITION OF THE LADYBUG'S FAMILY (COLEOPTERA, COCCINELLIDAE) IN THE FOREST AND MEADOW HABITATS OF KIREEVSK VILLAGE (KOZHEVNIKOVSKY DISTRICT, TOMSK REGION) AND VOSTOCHNY VILLAGE (SEMEY, KAZAKHSTAN)	
<i>Шишкин Максим Игоревич</i> .....	33
СОСТАВ ГРУПП ФИТОПЛАНКТОНА ОЗЕРА БЕЛОЕ COMPOSITION OF PHYTOPLANKTON GROUPS OF LAKE WHITE	
<i>Якоби Анастасия Владимировна</i> .....	37

## ХИМИЯ

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ АСПЕКТЫ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ INTERDISCIPLINARY ASPECTS IN THE STUDY OF PHYSICAL CHEMISTRY	
<i>Бормотова Наталья Александровна, Южанина Мария Петровна</i> .....	43
ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ ЛЕЧЕБНЫХ ПИТЬЕВЫХ ВОД ELEMENTAL ANALYSIS OF MEDICINAL DRINKING WATERS	
<i>Козырев Алексей Евгеньевич, Самостеенко Цветана Геннадьевна</i> .....	49
ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЗАПАДНОЙ СИБИРИ THE ELEMENTAL ANALYSIS OF SUBTERRANEAN WATER IN WESTERN SIBERIA	
<i>Короткова Дарья Владимировна, Глаголева Екатерина Александровна</i> .....	53
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ БРОМА И МЫШЬЯКА В ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТАХ МЕТОДОМ НЕЙТРОННО-АКТИВАЦИОННОГО АНАЛИЗА THE DEFINITION OF BROMINE AND ARSENIC OF NATURALE OBJECTS BY METHOD OF NEUTRON-ACTIVATION ANALYSIS	
<i>Мединцева Екатерина Юрьевна, Скутель Михаил Андреевич, Васильева Алиса Романовна, Козик Алексей Владимирович</i> .....	57
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФЛАВОНОИДОВ, ГИПЕРИЦИНА И ФЕНОЛКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ В ЗВЕРОБОЕ ПРОДЫРЯВЛЕННОМ МЕТОДОМ СПЕКТРОФОТОМЕТРИИ DETERMINATION OF FLAVONOIDS, HYPERICIN AND PHENOLCARBONIC ACIDS IN HYPERICUM PERFORATUM BY SPECTROPHOTOMETRY	
<i>Селихова Екатерина Михайловна, Корепанов Вячеслав Андреевич</i> .....	60
ИЗУЧЕНИЕ СОРБЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ОРГАНИЧЕСКИХ И НЕОРГАНИЧЕСКИХ ИОНОВ НА КОМПОЗИЦИОННОМ МАТЕРИАЛЕ THE STUDY OF SORPTION PROCESSES OF ORGANIC AND INORGANIC IONS BY COMPOSITE MATERIAL	
<i>Чан Туан Хоанг</i> .....	65

## ГЕОГРАФИЯ

ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ХОДЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ ШКОЛЬНИКОВ PROJECT ACTIVITIES THROUGH ENVIROMENTAL EDUCATION IN SCHOOLS	
<i>Борисова Екатерина Андреевна</i> .....	71

ОРГАНИЗАЦИЯ ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ГЕОГРАФИИ ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ ORGANIZATION OF EXTRACURRICULAR ACTIVITY ON GEOGRAPHY FOR SCHOOL STUDENTS <i>Ерошевич Юлия Павловна, Иванова Ирина Денисовна, Посыпкина Мария Алексеевна</i> .....	73
РЕАЛИЗАЦИЯ ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ГЕОГРАФИИ В РАМКАХ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ШКОЛЬНИКОВ IMPLEMENTATION OF NON-ACTIVITIES IN GEOGRAPHY WITHIN THE FRAMEWORK OF ADDITIONAL EDUCATION OF SCHOOLCHILDREN <i>Карташова Наталья Вадимовна</i> .....	79
КРАЕВЕДЧЕСКИЙ ПОДХОД В ПРЕПОДАВАНИИ ГЕОГРАФИИ В СОВРЕМЕННОЙ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЕ LOCAL APPROACH IN TEACHING GEOGRAPHY IN MODERN SCHOOLS <i>Семенцев Юрий Сергеевич</i> .....	83
МЕТОДЫ И ПРИЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ НА УРОКЕ ГЕОГРАФИИ METHODS OF FORMATION OF ECOLOGICAL CULTURE OF SCHOOLCHILDREN AT THE GEOGRAPHY LESSON <i>Слабая Наталья Игоревна</i> .....	88
ВНЕУРОЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПО ГЕОГРАФИИ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНЫХ УНИВЕРСАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ДЕЙСТВИЙ EXTRAORDINARY ACTIVITY ON GEOGRAPHY AS A MEANS OF FORMATION OF COGNITIVE UNIVERSAL ACADEMIC ACTIONS <i>Соломина Ирина Геннадьевна</i> .....	91
ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ РЕШЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ POSSIBLE SOLUTIONS TO SOME PROBLEMS ENVIRONMENTAL OF TOMSK REGION <i>Шубкина Ирина Витальевна</i> .....	95
ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРАКТИВНОЙ ДОСКИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ШКОЛЬНЫХ КУРСОВ ГЕОГРАФИИ APPLICATION OF THE INTERACTIVE BOARD WHEN STUDYING SCHOOL COURSES OF GEOGRAPHY <i>Якоби Анастасия Владимировна</i> .....	99

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ И КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

ОСОБЕННОСТИ ФИЗИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ЛИЦ С АМПУТАЦИЯМИ ВЕРХНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ PECULIARITIES OF PHYSICAL REHABILITATION OF PERSONS WITH AMPUTATION OF UPPER LIMBS <i>Волчкова Зоя Алексеевна, Легостин Сергей Альфредович</i> .....	104
ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ САЛЬПИНГЭКТОМИИ ПЕРЕД ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ВРТ EXPEIENCY OF CARRYING OUT PREVENTIVE SALPINGECTOMY BEFORE USING ART TECHNOLOGIES <i>Воробьева Елена Вадимовна</i> .....	108

ОТКРЫТАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА ТГПУ OPEN EDUCATIONAL ENVIRONMENT OF TSPU <i>Попова Дарья Викторовна, Иванова Юлия Олеговна</i> .....	111
ИССЛЕДОВАНИЕ КАРДИОТРОПНОЙ АКТИВНОСТИ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ ТОРФА INVESTIGATION OF CARDIOTROPIC ACTIVITY OF HUMIC ACIDS OF PEAT <i>Калашишникова Елена Валерьевна, Логвинова Людмила Анатольевна, Бочарова Кристина Валерьевна, Слезко Ирина Павловна, Братишко Кристина Александровна</i> .....	117
ПАРОДОНТОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА ПАЦИЕНТОВ НА ФОНЕ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ EVALUATION OF PERIODONTAL STATUS OF PATIENTS WITH ARTERIAL HYPERTENSION <i>Кузнецова Дарья Олеговна</i> .....	120
СЛУЧАЙ ПЕРИНАТАЛЬНОЙ ПЕРЕДАЧИ ВИЧ-ИНФЕКЦИИ В ТОМСКЕ A CASE OF PERINATAL TRANSMISSION OF HIV INFECTION IN TOMSK <i>Кунгурова Елена Александровна</i> .....	124
ЦЕНТРАЛЬНОЕ ПРЕДЛЕЖАНИЕ ПЛАЦЕНТЫ: МОЖНО ЛИ КОНТРОЛИРОВАТЬ СИТУАЦИЮ? CENTRAL PLACENTA PREVIA: IS IT POSSIBLE TO CONTROL THE SITUATION? <i>Кунгурова Елена Александровна</i> .....	126
ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ У СПОРТСМЕНОВ РАЗЛИЧНЫХ СПЕЦИАЛИЗАЦИЙ OTSENKA FIZICHESKOY RABOTOSPOSOBNOSTI U SPORTSMENOV RAZLICHNYKH SPETSIALIZATSIY <i>Матвеева Варвара Константиновна</i> .....	130
НЕТРАДИЦИОННЫЕ МЕТОДЫ КОРРЕКЦИИ НАРУШЕНИЙ РЕЧИ У ДЕТЕЙ NON-TRADITIONAL METHODS OF CORRECTION OF SPEECH IN CHILDREN <i>Мисник Полина Александровна</i> .....	135
ИССЛЕДОВАНИЕ ИММУНОТРОПНОЙ АКТИВНОСТИ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ ТОРФА THE RESEARCH OF IMMUNOTROPIC ACTIVITY OF THE GUMIC ACIDS OF THE PEAT <i>Слезко Ирина Павловна, Логвинова Людмила Анатольевна, Бочарова Кристина Валерьевна, Братишко Кристина Александровна, Калашишникова Елена Валерьевна</i> .....	140

## МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

ПРИЛОЖЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ К РЕШЕНИЮ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ APPLICATION OF DIFFERENTIAL EQUATIONS TO SOLVING APPLIED PROBLEMS <i>Горохова Ксения Игоревна</i> .....	144
ТЕСТ ПО ТЕМЕ «НЕОПРЕДЕЛЕННЫЙ ИНТЕГРАЛ» ДЛЯ НЕПРОФИЛЬНЫХ ФАКУЛЬТЕТОВ TEST ON THE THEME "INDEFINITE INTEGRAL" FOR NON-PROFESSIONAL FACULTIES <i>Зубцова Анастасия Сергеевна, Карпенко Анастасия Игоревна</i> .....	148
ТЕСТ ПО ТЕМЕ «НЕОПРЕДЕЛЕННЫЙ ИНТЕГРАЛ» ДЛЯ ПРОФИЛЬНЫХ ФАКУЛЬТЕТОВ TEST ON THE THEME "INDEFINITE INTEGRAL" FOR PROFESSIONAL FACULTIES <i>Зубцова Анастасия Сергеевна, Карпенко Анастасия Игоревна</i> .....	154

ИНТЕГРАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ: ЗАДАЧИ СТУДЕНЧЕСКИХ ОЛИМПИАД INTEGRAL CALCULUS: THE PROBLEM OF STUDENT OLYMPIADS	
<i>Краснова Полина Павловна</i> .....	160
СПЕЦКУРС ДЛЯ СТУДЕНТОВ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ ФАКУЛЬТЕТОВ «ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ КЛЕРО С ЧАСТНЫМИ ПРОИЗВОДНЫМИ» SPECIAL COURSE FOR STUDENTS OF PHYSICAL AND MATHEMATICAL FACULTIES “THE DIFFERENTIAL EQUATIONS OF CLAIRAUT WITH PARTIAL DERIVATIVES”	
<i>Фирдавси Холмухаммад</i> .....	164
ОСНОВЫ ТЕОРИИ ЧИСЛОВЫХ РЯДОВ В КЛАССАХ С УГЛУБЛЕННЫМ ИЗУЧЕНИЕМ МАТЕМАТИКИ BASICS NUMERICAL SERIES IN CLASSES WITH IN-DEPTH STUDY OF MATHEMATICS	
<i>Хоменко Ксения Сергеевна</i> .....	167

## МАТЕМАТИКА

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ СИММЕТРИЧЕСКИХ МНОГОЧЛЕНОВ К РЕШЕНИЮ СИСТЕМ УРАВНЕНИЙ THE APPLICATION OF THE THEORY OF SYMMETRIC POLYNOMIALS TO THE SOLUTION OF SYSTEMS OF EQUATIONS	
<i>Дикова Юлия Владимировна</i> .....	171
НЕКОТОРЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ С ПАРАМЕТРОМ SOME METHODS FOR SOLVING TASK'S WITH A PARAMETER	
<i>Кириченко Татьяна Евгеньевна</i> .....	177
МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НА ПОСТРОЕНИЕ METHODS FOR SOLVING PROBLEMS ON CONSTRUCTION	
<i>Прахина Екатерина Геннадьевна</i> .....	182
ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ КАК ФУНКТОРНЫЙ МОРФИЗМ DETERMINANT AS FUNKTORNY MORPHISM	
<i>Смирнов Дмитрий Петрович</i> .....	187

## МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

ПРИЛОЖЕНИЕ КВАДРАТИЧНОЙ ФУНКЦИИ В ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУКАХ APPLICATION OF SQUARE FUNCTION IN NATURAL SCIENCES	
<i>Васильева Татьяна Владимировна</i> .....	194
О НЕКОТОРЫХ СПОСОБАХ ДОКАЗАТЕЛЬСТВА НЕРАВЕНСТВ ABOUT SOME WAYS OF THE PROOF OF INEQUALITIES	
<i>Мартынова Жанна Евгеньевна</i> .....	199
ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ В ИЗУЧЕНИИ МАТЕМАТИКИ И ТЕОРИИ ШАШЕЧНОЙ ИГРЫ GENERAL REGULARITIES IN THE STUDY OF MATHEMATICS AND THEORY CHECKERS GAME	
<i>Овчинников Алексей Леонидович</i> .....	202
ЛОГИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ УНИВЕРСАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ДЕЙСТВИЙ У ОБУЧАЮЩИХСЯ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ LOGICAL TASKS AS A MEANS OF FORMING UNIVERSAL TRAINING ACTIVITIES AT MATHEMATICAL LEARNING ON LESSONS	
<i>Подолькина Ирина Владимировна</i> .....	207



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАДАЧ С ИСТОРИЧЕСКИМ СОДЕРЖАНИЕМ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ В 5-Х КЛАССАХ USING TASKS WITH HISTORICAL CONTENT IN MATHEMATICS LESSONS IN 5 <sup>TH</sup> CLASSES	
<i>Скоробогатова Ирина Викторовна</i> .....	209
ПРИМЕНЕНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ КАК СРЕДСТВО АКТИВИЗАЦИИ УЧЕБНО-ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКИ APPLICATION OF RESEARCH TASKS AS A MEANS OF ACTIVATING THE EDUCATIONAL AND COGNITIVE ACTIVITY OF STUDENTS IN THE PROCESS OF STUDYING MATHEMATICS	
<i>Солодова Наталья Владимировна</i> .....	214
ПРОЕКТНЫЕ ЗАДАЧИ ВОРОНЦОВА ПО ТЕМЕ «ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ ЧИСЛА» VORONTSOV'S PROJECT TASKS ON THE TOPIC "NEGATIVE NUMBERS"	
<i>Шистка Анна Анатольевна</i> .....	217

### ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

ЭФФЕКТИВНАЯ ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ ЧАСТИЦ В ПОЛЕ ВРАЩАЮЩЕГОСЯ НАМАГНИЧЕННОГО НЕБЕСНОГО ТЕЛА EFFECTIVE POTENTIAL ENERGY OF THE PARTICLES IN THE FIELD OF ROTATING MAGNETIZED CELESTIAL BODY	
<i>Первухина Олеся Николаевна</i> .....	223
МОМЕНТ ИМПУЛЬСА, ПЕРЕНОСИМЫЙ ИЗЛУЧЕНИЕМ ЗАРЯЖЕННОЙ ЧАСТИЦЫ, ДВИЖУЩЕЙСЯ ПО СПИРАЛИ THE ANGULAR MOMENTUM TRANSFERRED BY RADIATION OF A CHARGED PARTICLE MOVING ALONG A SPIRAL	
<i>Юркова Татьяна Дмитриевна</i> .....	229

### ОБЩАЯ ФИЗИКА

СТРУКТУРИРОВАНИЕ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА ДЛЯ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОГО НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ STRUCTURING OF THE COMPETENCY APPROACH FOR NATURAL AND SCIENTIFIC DIRECTION OF PREPARATION	
<i>Беляева Екатерина Олеговна, Синчук Екатерина Александровна</i> .....	235
МОМЕНТ ИМПУЛЬСА СТАЦИОНАРНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ THE ANGULAR MOMENTUM OF A STATIONARY ELECTROMAGNETIC FIELD	
<i>Гусельникова Ульяна Александровна</i> .....	239
ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОПЕДЕВТИЧЕСКОГО КУРСА ПО ФИЗИКЕ В 5 КЛАССЕ ORGANIZATION OF INTRODUCTORY COURSE IN PHYSICS IN THE 5TH GRADE	
<i>Кисленко Елена Сергеевна</i> .....	245
ПРОВЕДЕНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ФИЗИКЕ В КЛАССАХ С ЗПР THE LABORATORY WORK IN PHYSICS CLASSES WITH DSD	
<i>Климакова Оксана Андреевна</i> .....	250
ЛЕКЦИОННАЯ ДЕМОСТРАЦИИ ЯЧЕЕК БЕНАРА LECTURE DEMONSTRATION OF BENARD CELLS	
<i>Масалов Александр Евгеньевич, Емельянов Егор Евгеньевич</i> .....	252

СПОСОБЫ АКТИВИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ ОСНОВНОЙ ШКОЛЫ НА ЭЛЕКТИВНОМ КУРСЕ WAYS OF ACTIVATION OF EDUCATIONAL ACTIVITY OF SHULERS OF THE BASIC SCHOOL ON YNE ELECTIVE COURSE	256
<i>Первухина Олеся Николаевна</i> .....	

## ИНФОРМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ ВНЕДРЕНИЯ И ПРОДВИЖЕНИЯ КУРСА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ РОБОТОТЕХНИКИ В УЧРЕЖДЕНИИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ MODELLING THE IMPLEMENTATION AND PROMOTION OF THE COURSE OF EDUCATIONAL ROBOTICS IN EDUCATION	262
<i>Глухова Елена Вадимовна, Глухов Роман Константинович</i> .....	
НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРОЕКТА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ «РОБОТОТЕХНИКА» SOME ASPECTS OF THE DRAFT OF THE WORKING PROGRAM OF EXTRACURRICULAR ACTIVITIES “ROBOTICS”	267
<i>Долганов Виталий Михайлович, Долганова Надежда Филипповна</i> .....	
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ДЛЯ НАХОЖДЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ЧИСЛЕННОСТИ РЕМОНТНОГО ПЕРСОНАЛА THE APPLICATION OF QUEUEING THEORY TO FIND OPTIMAL NUMBER OF REPAIR STAFF	270
<i>Карпова Жанна Ивановна</i> .....	
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОБСЛУЖИВАНИЯ ЗАЯВОК В СЕРВИСНОМ ПОДРАЗДЕЛЕНИИ ВУЗА AUTOMATION OF THE PROCESS OF SERVICE OF APPLICATIONS IN THE SERVICE DEPARTMENT OF THE UNIVERSITY	273
<i>Костиков Александр Васильевич</i> .....	
ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ТРАНСФЕРА ТЕХНОЛОГИЙ МЕТОДОМ АГРЕГИРОВАНИЯ ПРЕДПОЧТЕНИЙ QUALITY ASSESSMENT TECHNOLOGY TRANSFER BY AGGREGATION PREFERENCES	278
<i>Куцурубова Елена Анатольевна</i> .....	
ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КЕЙС-МЕТОДА НА УРОКАХ ИНФОРМАТИКИ THE EXPERIENCE OF THE USE OF THE CASE-METHOD IN THE LESSONS OF INFORMATICS	281
<i>Надточий Алексей Юрьевич</i> .....	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА USE OF ADDITIONAL REALITY TECHNOLOGY IN THE EDUCATIONAL PROCESS OF THE TECHNICAL UNIVERSITY	286
<i>Немирко Василий Валерьевич, Маркизов Иван Анатольевич</i> .....	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ AVR В ПРИКЛАДНЫХ РАЗРАБОТКАХ USING AVR MICROCONTROLLERS IN APPLIED DEVELOPMENT	289
<i>Новиков Александр Александрович</i> .....	

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОЙ ОБОЛОЧКИ E-COURSE 2.0 ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УЧЕБНЫХ ПОСОБИЙ USE OF THE PROGRAM COVER OF E-COURSE 2.0 FOR CREATION OF ELECTRONIC MANUALS	
<i>Османова Анна Алексеевна</i> .....	293
ИНТЕГРИРОВАННОЕ ОБУЧЕНИЕ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ КОЛЛЕДЖА INTEGRATED LEARNING AS A MEANS OF FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCE OF COLLEGE STUDENTS	
<i>Перепечина Ольга Викторовна</i> .....	297
АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО РУКОВОДИТЕЛЯ НИРС В ВУЗЕ AUTOMATED WORKPLACE HEAD OF NIRS IN THE UNIVERSITY	
<i>Пираков Фаррухруз Джамишедович, Мытник Антон Александрович</i> .....	302
СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ВЕБ-САЙТОВ НА БАЗЕ МЕССЕНДЖЕРА TELEGRAM MONITORING SYSTEM OF WEB-SITES BASED ON TELEGRAM MESSENGER	
<i>Титевалов Алексей Владимирович</i> .....	306
ТЕХНОЛОГИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОФОРИЕНТАЦИОННОЙ РАБОТЫ В ПРОФИЛЬНЫХ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ КЛАССАХ TECHNOLOGY OF CAREER GUIDANCE IN PROFILE NATURAL SCIENCES CLASSES	
<i>Трифорова Людмила Борисовна, Акимова Евгения Александровна</i> .....	310
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ПРОЕКТОВ В РАМКАХ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ НА УРОКАХ ИНФОРМАТИКИ В ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ USING THE PROJECT METHOD WITHIN THE FRAMEWORK OF THE SELF-WORKING ON THE LESSONS OF INFORMATICS IN PROFESSIONAL EDUCATIONAL ORGANIZATIONS	
<i>Тяжеева Вера Александровна</i> .....	315
МЕТОД ПРОЕКТОВ КАК СРЕДСТВО ОРГАНИЗАЦИИ ВНЕАУДИТОРНОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ PROJECT-BASED LEARNING AS A MEANS OF EXTRACURRICULAR ORGANIZATION OF INDEPENDENT WORK OF STUDENTS OF PROFESSIONAL EDUCATIONAL INSTITUTIONS	
<i>Фурмузакий Татьяна Геннадьевна</i> .....	319
РАСЧЕТ И ЭМУЛЯЦИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В МОБИЛЬНОМ ИГРОВОМ ПРИЛОЖЕНИИ CALCULATION AND EMULATION OF PHYSICAL INTERACTIONS IN THE MOBILE GAME APPLICATION	
<i>Цибенко Александр Сергеевич</i> .....	324
ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ APPLICATION OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE ENGINEERING PRODUCTION	
<i>Чжоу Ян</i> .....	329
ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИНАМИЧЕСКИХ ИГР LEARNING THE BASICS OF PROGRAMMING USING DYNAMIC GAMES	
<i>Шмаков Николай Викторович</i> .....	333

*Научное издание*

**ВСЕРОССИЙСКИЙ ФЕСТИВАЛЬ НАУКИ НАУКА 0+  
XXI МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ  
«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ»**

17–21 апреля 2017 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.: 16,3  
Уч. изд. л.: 20,6

Сдано в печать: 13.09.2017 г.  
Формат: 64×80/16  
Заказ: 996/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) 31-14-84.  
e-mail: [tipograf@tspu.edu.ru](mailto:tipograf@tspu.edu.ru)