



КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

**КОНКУРС  
НА ЛУЧШУЮ НАУЧНУЮ РАБОТУ  
СТУДЕНТОВ КАЗАНСКОГО  
ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА  
2023 ГОДА**



**СБОРНИК СТАТЕЙ**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

КОНКУРС  
НА ЛУЧШУЮ НАУЧНУЮ РАБОТУ  
СТУДЕНТОВ КАЗАНСКОГО  
ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА  
2023 ГОДА

Сборник статей



Издательский дом Маковского  
Казань, 2023

УДК 001.1(082)  
ББК 72я43  
К64

**К64 Конкурс на лучшую научную работу студентов Казанского федерального университета 2023 года. Сборник статей [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 34,3 Мб). – Казань: Издательский дом Маковского, 2023. – 295 с. – Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: [https://kpfu.ru/portal/docs/F98904631/KFU\\_Stati.KLNR\\_2023.pdf](https://kpfu.ru/portal/docs/F98904631/KFU_Stati.KLNR_2023.pdf). – Загл. с титул. экрана.**

ISBN 978-5-904613-29-7

УДК 001.1(082)  
ББК 72я43

ISBN 978-5-904613-29-7

**ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ  
И НЕФТЕГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

# ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПАРОТЕПЛООВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К СТРЕЛОВСКОМУ МЕСТОРОЖДЕНИЮ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАТАЛИЗАТОРОВ АКВАТЕРМОЛИЗА

*Али М.О.Н.*

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Мухаматдинов И.И.*

В связи с уменьшением доли традиционных запасов углеводородов и увеличением нетрадиционных (трудноизвлекаемых) запасов ТРИЗ, из-за увеличения спроса на энергию во всем мире, потребности к новому подходу для разработки таких запасов возрастает. По оценке специалистов, запасы нетрадиционных углеводородов составляют более 1 трлн. т. На сегодняшний день крупнейшие запасы располагаются в Канаде, Венесуэле, Мексике, США, России и Китае [1, 2, 3].

В большинстве случаев для извлечения тяжелых нефтей обычно используются тепловые методы добычи, но они неэффективны в больших глубинах и малых толщинах продуктивного пласта из-за чрезмерных потерь тепла [4]. В своей работе авторы [5] пришли к выводу, что коллекторы, содержащие очень тяжелую нефть, не подходят для заводнения паром и даже циклической закачки пара, но пар можно использовать для нагрева пласта. Авторы [5] выяснили, что катализаторы акватермолиза являются самой перспективной технологией с большим потенциалом для извлечения ТН и ПБ.

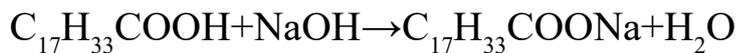
В данной работе целью исследования является оценка влияния катализатора акватермолиза, а также растворителя РАСПО-1 для химического преобразования высоковязкой нефти Стреловского месторождения.

В качестве объекта исследования была использована исходная нефть Стреловского месторождения Самарской области до и после акватермолиза в присутствии катализатора на основе таллата железа и растворителя асфальтосмолопарфиновых отложений (АСПО) при различной продолжительности лабораторного моделирования. Исследования были проведены для оценки термической стабильности и эффективности катализаторов акватермолиза.

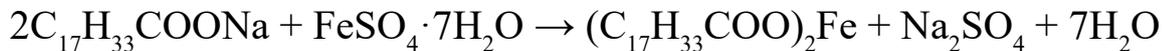
Синтез катализатора на основе таллата железа

В первую очередь, был синтезирован прекурсор катализатора на основе таллата железа. На первой стадии происходит синтез натриевой соли жирной кислоты взаимодействием дистиллированного талового масла (ДТМ)

со щелочью. Процесс омыления жирной кислоты может быть описан уравнением:



Натриевая соль жирной кислоты при нагревании взаимодействует с солью сульфатом железа (FeSO<sub>4</sub>):



В результате после отделения водного раствора Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> получили готовый к использованию катализатор – таллат железа.

#### Лабораторное моделирование явления акватермолиза

Лабораторное моделирование явления некаталитического и каталитического акватермолиза проводили в реакторе высокого давления фирмы Parr Instruments (Молин, Иллинойс, США) с загрузкой нефти и воды с соотношением 70:30. Растворы катализатора таллата железа с растворителем (РАСПО-1) загружались в количестве 0,4% по металлу и 1,0% по нефти соответственно. Эмульсия подвергалась температурному воздействию при 300°С в течение 24, 48, 72 и 96 часов. Начальное давление зафиксировано 8,5 атм. Для исследования продуктов некаталитического и каталитического акватермолиза были проведены ряд экспериментов по определению состава и физико-химических свойств: определение состав газов после акватермолиза; SARA-анализ; определения вязкостно-температурные характеристики; хромато-масс-спектрометрия насыщенных и ароматических углеводородов.

#### Результаты исследования

Применение термокаталитического воздействия (ТКВ) привело к изменению состава газовой фазы продуктов акватермолиза. Результаты хроматографического анализа газовой фазы представлены на рис. 1.

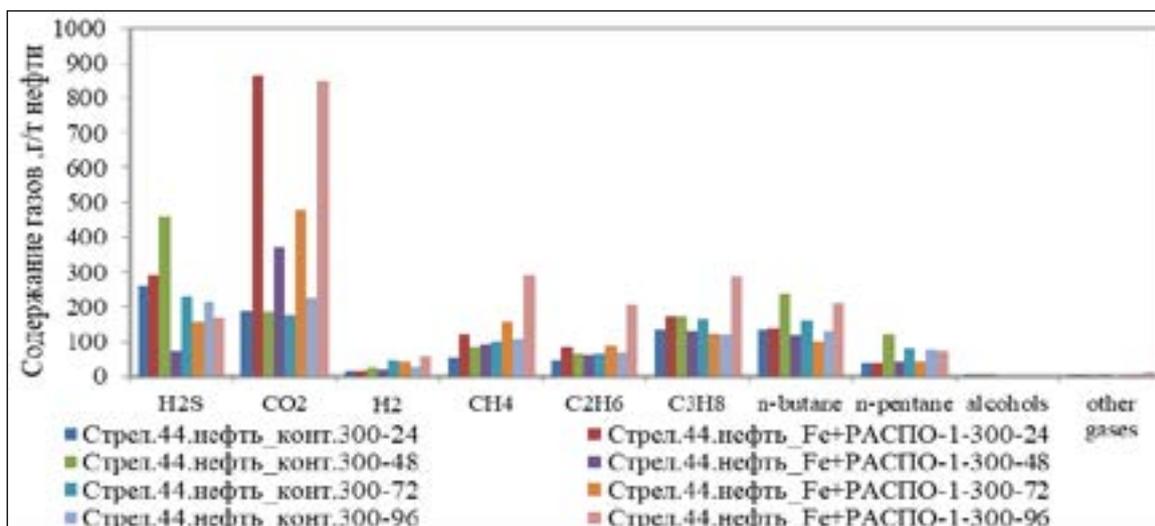


Рис. 1. Хроматографический анализ газовой фазы

На рис. 1. наблюдается максимальное снижение содержания сероводорода  $H_2S$  при времени воздействия 48 часов и с использованием катализатора, также, можно отметить увеличение содержания углекислого газа ( $CO_2$ ) и увеличение содержания нормальных алканов увеличением времени воздействия и в присутствии таллат железа.

На рис. 2. представлены результаты определения группового химического состава исходной нефти, и также продуктов некаталитического и каталитического акватермолиза.

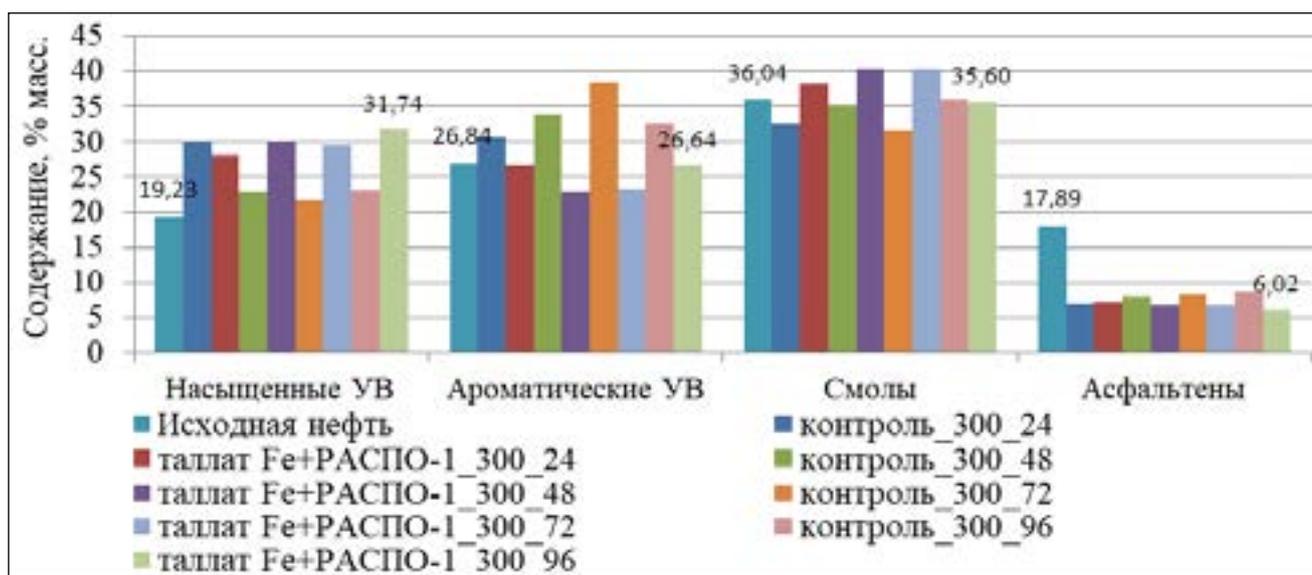


Рис. 2. Результаты определения группового химического состава по методу SARA

Как следует из результатов группового химического состава рис. 2., термокаталитическое воздействие на нефть Стреловского месторождения в течение 96 часов показывает наилучшие результаты. Содержания насыщенных углеводородов (УВ) увеличились на 16% после ТКВ при 96 часах, также зафиксировано снижение содержания асфальтенов на 30% по сравнению с контрольным опытом без катализатора. При термическом воздействии на нефть образуются свободные радикалы при разрыве связей углерод-гетероатом. Реакции деструкции интенсифицируются благодаря присутствию катализаторов. Происходит разрыв наименее устойчивых связей (C-S, C-O, C-N) в результате деструкции смолисто-асфальтеновых веществ (из-за отрыва фрагментов), образование насыщенных и ароматических углеводородов, уменьшение молекулярной массы остаточных смол и асфальтенов.

На рис. 3. представлены результаты определения вязкости исходной нефти, и также продуктов некаталитического и каталитического акватермолиза.

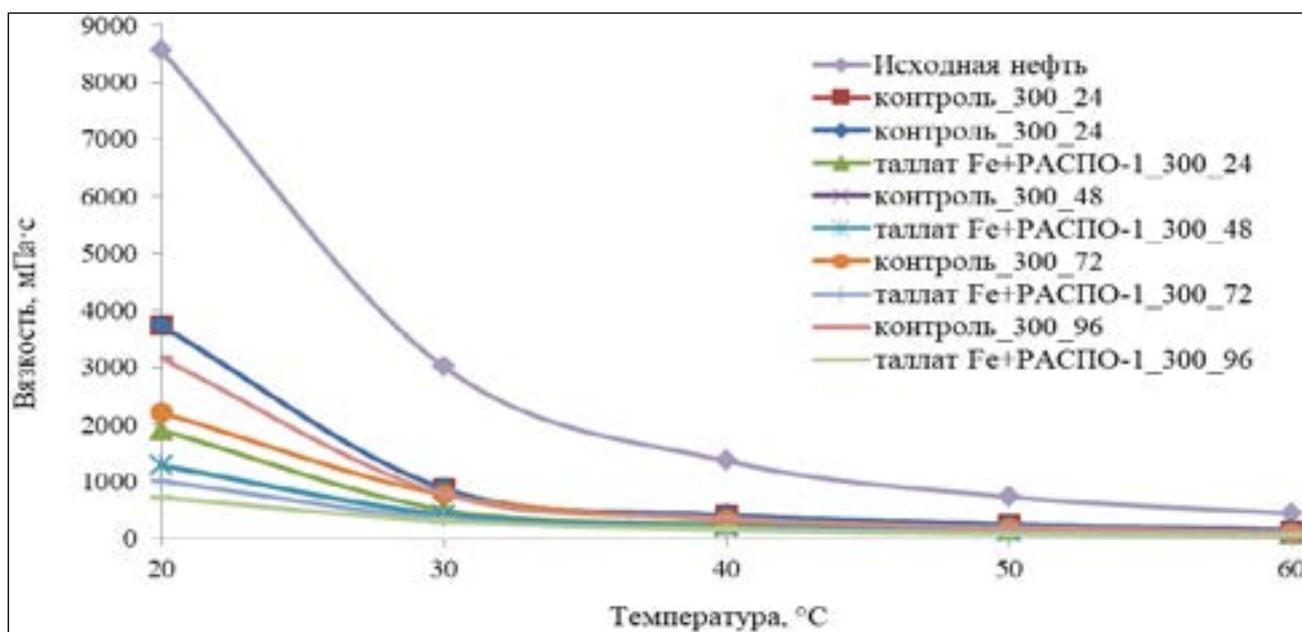


Рис. 3. Вязкостно-температурные характеристики исходной нефти, а также образцов нефти после акватермолиза

Как видно из рис. 3, динамическая вязкость высоковязкой нефти уменьшается с повышением продолжительности воздействия, наибольшая эффективность зафиксирована после ТКВ при 96 часах с применением катализатора на основе таллата железа. Динамическая вязкость при температуре 20°C уменьшилась в 7 раз по сравнению с исходным образцом.

Результаты измерения вязкости свидетельствуют о положительном влиянии катализатора на реологические свойства нефти после гидро-термально-каталитического воздействия. Известно, что при большом содержании смол и асфальтенов в нефтях происходит сильное увеличение вязкости среды. Поэтому, учитывая изменения в групповом химическом составе, катализатор способствует разрушению ассоциированных комплексов молекул смол и асфальтенов, тем самым влияя на уменьшение вязкости нефти.

На рис. 4. представлена диаграмма относительного содержания алканов и изоалканов в исследованных образцах.

Из рис. 4. видно, что после воздействия температуры и катализатора увеличивается относительное содержание алканов с более короткой цепью. В образце после воздействия катализатора при 300°C в течение 96 часов относительное содержание алканов состава C10-C20 наибольшее, по сравнению с другими образцами.

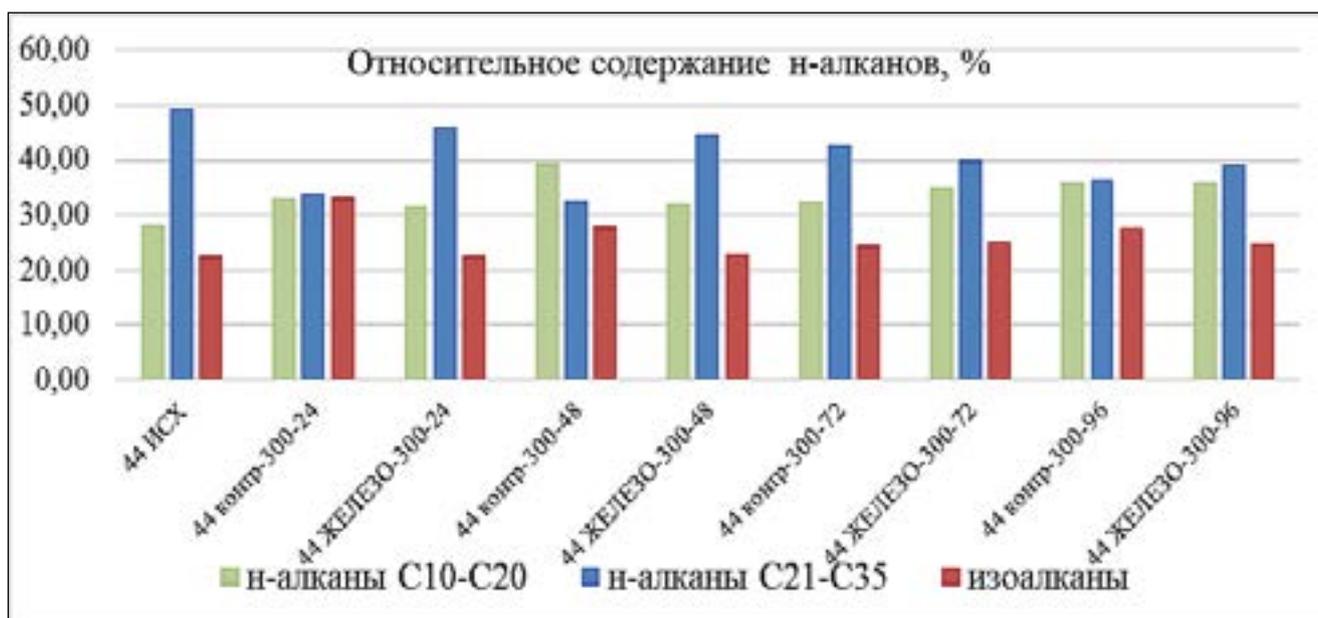


Рис. 4. Относительное содержание алканов и изоалканов в исследованных образцах

### Выводы

На основе полученных данных можно сделать вывод, что применение термокаталитического воздействия привело к изменению состава газовой фазы продуктов акватермолиза (снижение содержания сероводорода  $H_2S$ , увеличение содержания углекислого газа ( $CO_2$ ) и увеличение содержания нормальных алканов). Также можно отметить снижения вязкости нефти (максимальное снижения вязкости при применения катализатора и растворителя и при продолжительности воздействия 96 часов, вязкость уменьшилась в 7 раз.). Содержание насыщенных углеводородов увеличились на 8% после ТКВ при 96 часах, также зафиксировано снижение содержания смол и асфальтенов на 1,5% и 3% соответственно по сравнению с контрольным опытом без катализатора. ГХ-МС данные показывают, что интенсификация реакций крекинга С-С-связей с образованием более легких продуктов происходит после использования катализатора при продолжительности воздействия 96 часов, относительное содержание алканов состава С10-С20 наибольшее, по сравнению с другими образцами.

### Литература

1. Петров С. Влияние порообразующих и каталитических добавок на преобразование тяжелой высоковязкой нефти / С.М. Ибрагимов Д.А. Петров, Я.И.И. Абделсалам, Г.П. Каюкова // Нефтехимия. 2016. Т. 56 №1. С. 24–29.

2. Якуцени В.П. Динамика доли относительного содержания трудноизвлекаемых запасов нефти в общем запасе / В.П. Якуцени, Ю.Э. Петрова, А.А. Суханов // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2007. – №2. – С. 1–11.

3. Липаев А.А. Разработка месторождений тяжёлых нефтей и природных битумов / А.А. Липаев. – М., И.: Институт компьютерных исследований, 2013. – 483 с.

4. Vakhin A.V. Extra-heavy oil aquathermolysis using nickel-based catalyst: Some aspects of in-situ transformation of catalyst precursor / A.V. Vakhin, F.A. Aliev, I.I. Mukhamatdinov, S.A. Sitnov, S.I. Kudryashov, I.S. Afanasiev, O.V. Petrashov, D.K. Nurgaliev // Catalysts, 2021, vol. 11, Art. number 189.

5. Zhao F. A review on upgrading and viscosity reduction of heavy oil and bitumen by underground catalytic cracking/ F. Zhao, Y. Liu, N. Lu, T. Xu, G. Zhu, K. Wang // Energy Rep., 2021, vol. 7, pp. 4249–4272.

# ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РАЗРЕЗЫ МЕЧЕТЛИНО И БОЛЬШИЕ ТАРХАНЫ КАК ОБЪЕКТЫ ГЕОТУРИЗМА

*Газизуллин Б.М.*

*Научный руководитель – канд. геол.-минерал. наук, доцент Сунгатуллина Г.М.*

## Введение

Геологические разрезы, содержащие богатый комплекс окаменелостей, всегда привлекали внимание не только палеонтологов, но и людей разных профессий, интересующихся историей Земли. В мире известно немало подобных объектов, ставших центрами геотуризма. Данное направление активно и динамично развивается в последнее время и в Российской Федерации. Настоящая работа посвящена изучению разрезов Мечетлино и Большие Тарханы, содержащих богатый комплекс различных окаменелостей. Благодаря чему данные разрезы представляют собой уникальные геологические объекты с точки зрения геологического туризма – активно развивающегося в последнее время направления. Поэтому выполнение данного исследования является актуальным.

Цель работы – изучение окаменелостей из пермских отложений разреза Мечетлино и юрских отложений разреза Большие Тарханы. Для достижения поставленной цели были: описаны разрезы и обработаны образцы горных пород; изучены органические остатки; выполнено определение и фотографирование встреченных видов; установлен систематический состав фауны; определен возраст отложений, а также условия их образования.

## Материал и методика

Изучено 19 образцов из пермских отложений разреза Мечетлино и 15 образцов из пород юрской системы разреза Большие Тарханы. Образцы отобраны во время экспедиций на Южный Урал (разрез Мечетлино) и правый берег Волги (разрез Большие Тарханы) с 2019 по 2022 г.

Препарирование брахиопод и моллюсков, а также извлечение фораминифер из горных пород выполнено в палеонтологической лаборатории ИГиНГТ КФУ. Для микрофауны применялась следующая методика обработки: образец горной породы отмывался от глинистых частиц в проточной воде с использованием сита (размеры отверстий 0,1 мм), просушивался, просеивался, затем из полученного порошка отбирались и изучались микрофоссилии.

Рисунки выполнены автором в графическом редакторе Gravit Designer, фотографии сделаны с помощью цифровой камеры Levenhuk M500 и элек-

тронного микроскопа (в лаборатории Электронной микроскопии КФУ), затем обработаны в программе GIMP (версия 2.10).

#### Результаты исследования пермских отложений разреза Мечетлино

В разрезе Мечетлино наблюдается непрерывная последовательность отложений от верхней части артинского яруса до кунгурского яруса перми. Породы содержат разнообразные окаменелости, среди которых в большом количестве присутствуют раковины брахиопод. В комплексе преобладают представители отряда Productida, которые составляют 81% от всего количества брахиопод. Соотношение видов продуктид в изученном разрезе таково, что среди них доминируют *Productus artiensis* Tschernyschew и *P. aagardi* Tonla. Совместно с ними встречаются более редкие экземпляры *Dictyoclostus uralicus* (Tschernyschew), *Productus transversalis* Tschernyschew и *P. septentrionalis* Tschernyschew. Доля ринхонеллид и спириферид в составе комплекса брахиопод невелика, они представлены единичными экземплярами *Terebratuloidea triplicata* (Kutorga) и *Martinia incerta* Tschernyschew.

Изученный комплекс брахиопод характерен для отложений артинского яруса пермской системы. Так, большинство продуктид (*Productus aagardi* Tonla, *P. artiensis* Tschernyschew, *P. septentrionalis* Tschernyschew и *P. transversalis* Tschernyschew) встречаются в отложениях артинского яруса Южного и Среднего Урала и Новой Земли [10]. Ареал распространения видов *Productus aagardi* Tonla и *P. artiensis* Tschernyschew охватывал территорию от Южного Урала до Пай-хоя и Новой Земли [2], также данные виды обитали на территории современного Дальнего Востока. Корреляция изученного отложения с другими регионами по брахиоподам представлена в таблице 1.

Таблица 1. Корреляция изученного отложения с другими регионами по брахиоподам

Вид	Регион	Южный Урал	Средний Урал	Полярный Урал	Новая Земля	Большеземельская тундра	Южная Фергана	Дарваз	Дальний Восток
<i>Martinia incerta</i>		+					+		
<i>Terebratuloidea triplicata</i>		+					+		
<i>Dictyoclostus uralicus</i>		+					+	+	
<i>Productus septentrionalis</i>		+							
<i>Productus transversalis</i>		+	+		+		+		
<i>Productus artiensis</i>		+				+			+
<i>Productus aagardi</i>		+		+					+

Находки раковин плеченогих в обнажении Мечетлино свидетельствуют о том, что на изученной территории в артинском веке существовал теплый, мелкий морской бассейн нормальной солености. Наличие большого количества продуктид с выпуклыми брюшными створками и многочисленными иглами на поверхности указывают на мягкое, илистое дно морского бассейна. Брахиоподы встречаются в виде банок, маломощных прослоев и линз, они представлены как целыми раковинами хорошей сохранности, так и фрагментами створок, обломками игл, что может свидетельствовать об активной гидродинамике.

### Результаты исследования юрских отложений разреза Большие Тарханы

Разрез Большие Тарханы сложен породами юрской системы с различными окаменелостями (фораминиферы, остракоды, аммониты и др.). Изучение разреза выполнено в рамках проекта «Сириус» (Путешествие в прошлое Земли), направленного на поиски и исследование объектов, потенциально интересных с точки зрения геотуризма. На начальном этапе для уточнения возраста отложений и условий, в которых образовались породы разреза Большие Тарханы, были детально рассмотрены фораминиферы и аммониты.

Комплекс фораминифер в изученных отложениях разнообразен как в видовом, так и в количественном отношении. Он включает 24 вида 11 родов – *Nodosaria*, *Planularia*, *Citharina*, *Dentalina*, *Marginulina*, *Lenticulina*, *Globulina*, *Ophthalmidium*, *Lagena*, *Darbyella* и *Rheopax* (Рис. 1, а). В комплексе преобладают фораминиферы родов *Lagena*, *Lenticulina* и *Marginulina*. Остальные – представлены в небольшом количестве экземпляров (Рис. 1, а).

В видовом отношении доминируют *Lagena hispida* Reuss, *Marginulina* cf. *robusta* Reuss, *Lagena minutissima* Kübler & Zwingli и *Nodosaria poljessica* Mityanina (Рис. 1, б). Доля остальных видов незначительна.

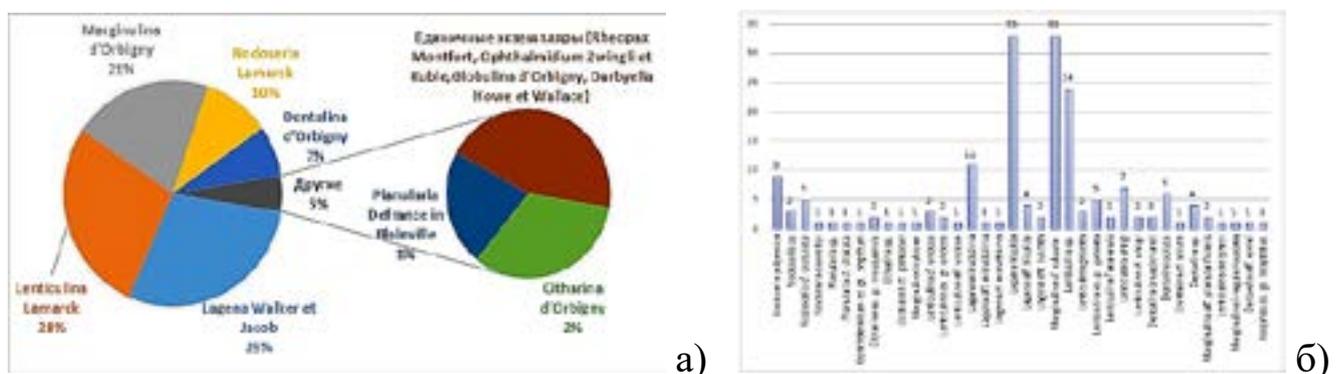


Рис. 1. Количество фораминифер в изучаемом комплексе:  
а) родов в процентах; б) видов в единице экземпляров

Аммониты в отложениях разреза Большие Тарханы многочисленны и разнообразны. Здесь встречено 6 видов, относящихся к 5 родам (*Cadoceras*, *Cardioceras*, *Perisphinctes*, *Phylloceras*, *Reineckeia*). В комплексе доминируют виды родов *Perisphinctes* и *Reineckeia*, также довольно многочисленны аммониты *Cardioceras*, остальные роды встречены в небольшом количестве экземпляров.

Среди видов в комплексе преобладает *Reineckeia plana* Lee, также многочисленны *Phylloceras subobtusum* (Kud.) и *Perisphinctes defrancei* d'Orb., типичные для келловейского яруса Крыма, Кавказа и Западной Европы [9, 11]. Остальные – *Reineckeia anceps* (Reinecke), *Cadoceras elatmae* (Nikitin), *Cardioceras alternans* (Buch), *Perisphinctes* sp., *Reineckeia* sp. – обнаружены в единичных экземплярах.

Ассоциация фораминифер и аммонитов разреза Большие Тарханы в целом характерна для отложений келловейского яруса Восточно-Европейской платформы [7, 12, 13, 18]. Многие виды встречаются в келловейских отложениях Западной Сибири, Северного Кавказа и Западного Казахстана [6, 14]. Богатый комплекс окаменелостей разреза Большие Тарханы указывает на то, что формирование отложений келловейского яруса происходило в теплой, морской, относительно спокойной обстановке глубокого шельфа [8, 9, 17].

### Выводы

Разрез Мечетлино, благодаря многочисленным фоссилиям, обнаруженным в горных породах, стал центром геотуризма в Республике Башкортостан и основным объектом геопарка «Янган Тау», который вошел в Глобальную сеть геопарков ЮНЕСКО. В перспективе здесь планируется строительство крупного геологического музейного комплекса со смотровыми площадками и туристическими тропами. Изученное автором местонахождение брахиопод включено в состав «Геологической тропы», проложенной вдоль разреза Мечетлино. Кроме того, составлен электронный определитель брахиопод с изображением и подробным описанием всех обнаруженных видов, предназначенный для посетителей геопарка.

Результаты изучения юрских отложений разреза Большие Тарханы, содержащих многочисленные окаменелости удивительной сохранности и разнообразия, показали высокий геологический потенциал объекта с точки зрения геотуризма и просветительской деятельности.

## Литература

1. Атлас моллюсков и фораминифер морских отложений верхней юры и неокома Западно-Сибирской нефтегазоносной области: в 2 т. – М.: Недра, 1990. – Т. 2: Фораминиферы. – 359 с.
2. Атлас руководящих форм ископаемых фаун СССР: в 12 т. – Ленинград–Москва: Редакция горно-топливной и геологоразведочной литературы, 1939. – Т. 6: Пермская система. – 328 с.
3. Атлас руководящих форм ископаемых фаун СССР: в 12 т. – М.: Государственное издательство геологической литературы, 1947. – Т. 8: Нижний и средний отделы юрской системы. – 332 с.
4. Безносков Н.В. Геология и аммониты юрских отложений Большого Балхана (Западный Туркменистан) / Н.В. Безносков, В.В. Митта. – М.: ВНИГНИ, 2000. – 115 с.
5. Волгин В.И. Брахиоподы верхнекаменноугольных и нижнепермских отложений Южной Ферганы / В.И. Волгин. – Л.: ЛГУ, 1960. – 142 с.
6. Гофман Е.А. Фораминиферы юры Северного Кавказа / Е.А. Гофман. – М.: Наука, 1967. – 148 с.
7. Григялис А.А. Фораминиферы юрских отложений юго-западной Прибалтики / А.А. Григялис. – Вильнюс: Мокслас, 1985. – 240 с.
8. Зорина С.О. Биофации бентосных фораминифер, палеобатиметрия и секвенс-стратиграфия среднеюрских-нижнемеловых отложений востока Русской плиты (район Татарско-Шатрашанской скважины 1, Республика Татарстан) / С.О. Зорина, Г.Н. Старцева // Литосфера. – 2010. – №4. – С. 81–93.
9. Камышева-Елпатьевская В.Г. Атлас мезозойской фауны и спорово-пыльцевых комплексов нижнего Поволжья и сопредельных областей. Выпуск 1. Общая часть. Фораминиферы / В.Г. Камышева-Елпатьевская. – Саратов: Саратовский университет, 1967. – 256 с.
10. Корень Т.Н. Зональная стратиграфия фанерозоя России / Т.Н. Корень. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2006. – 256 с.
11. Крымгольц Г.Я. Методика определения мезозойских головоногих. Аммониты и белемниты (в помощь геологу–стратиграфу) / Г.Я. Крымгольц. – Л.: ЛГУ, 1960. – 89 с.
12. Митта В.В. Стратиграфия средней юры юго-запада Республики Татарстан / В.В. Митта, В.В. Костылева, Л.А. Глинских и др. // Стратиграфия, геологическая корреляция. – 2014. – Т. 22. – №1. – С. 31–46.

13. Мятлюк Е.В. Фораминиферы нижнего келловоя бассейна р. Карлы Татарской АССР / Е.В. Мятлюк // Микрофауна СССР. Сборник 10. Остракоды и фораминиферы Русской платформы и Средней Азии. – 1959. – С. 393–441.
14. Никитенко Б.Л. Стратиграфия, палеобиогеография и биофации юры Сибири по микрофауне (фораминиферы и остракоды) / Б.Л. Никитенко. – Новосибирск: Параллель, 2009. – 680 с.
15. Практическое руководство по микрофауне СССР: в 9 т. – Л.: Недра, 1991. – Т. 5: Фораминиферы мезозоя. – 375 с.
16. Сазонова И.Г. Палеогеография Русской платформы в юрское и ранне-меловое время / И.Г. Сазонова, Н.Т. Сазонов. – М.: Недра, 1967. – 260 с.
17. Старцева Г.Н. К вопросу о палеоэкологии позднеюрских фораминифер Среднего Поволжья / Г.Н. Старцева // Образ жизни и закономерности расселений современной и ископаемой микрофауны. – 1975. – С. 201–204.
18. Старцева Г.Н. Новые виды фораминифер из нижнего келловоя бассейна р. Инсар / Г.Н. Старцева, В.И. Козлова // Вопросы геологии Южного Урала и Поволжья. – 1972. – С.122–128.

**ИНСТИТУТ ДИЗАЙНА  
И ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ИСКУССТВ**

# КОНЦЕПЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ИММЕРСИВНОГО МУЛЬТИМЕДИА ПРОСТРАНСТВА

*Забелина И.А.*

*Научные руководители – канд. техн. наук, доцент Сайфутдинова А.М.,  
преподаватель Лушпаева М.И.*

За последние годы сфера цифрового мультимедиа искусства стала одной из наиболее развивающихся. Вместе с её появлением увеличился и интерес к иммерсивным пространствам и различного рода инсталляциям, создающимся с помощью современной световой и звуковой аппаратуры. Подобные мероприятия вызывают большой интерес среди граждан, в отличие от распространённых на данный момент статичных выставок в музеях. Однако, несмотря на популярность, в России до сих пор не создано ни одного постоянного пространства, а временные фестивали света и звука проходят только в крупных городах, таких как, Москва, Санкт-Петербург, Казань. Поэтому теме создания концепции иммерсивных пространств и будет посвящена эта статья.

В проекте была разработана идея иммерсивного пространства «Путь жизни». На её примере рассмотрены основные аспекты, которые необходимо учитывать при создании концепции выставки света и звука. В основу концепции «путь жизни» лег ассоциативный ряд, связанный с взрослением и жизнью. Первое, о чем подумает человек, если ему задать вопрос о продолжительности жизни – это возраст. Поэтому было решено разделить выставочную площадь на 4 зоны – детство, юность, зрелость, старость.

Особое внимание уделено сценарию передвижения посетителя по выставочному пространству. Организованные маршруты передвижения позволяют не сталкиваться людям и не мешать друг другу при погружении в идею пространства. Кроме того, путь маршрута выставки отражает идею жизненного цикла, смену возвратных этапов человека. На выставке «Путь жизни» передвижение не только последовательно подобно возрастным периодам, но и отражает определённую характеристику каждого из них.

Главная часть иммерсивного пространства – это сами инсталляции и помещения с ними. Они создаются с помощью новейшей световой и звуковой аппаратуры. Дисплеи и сенсорные экраны генерируют как реалистичную, так и абстрактную картинку, кроме того, с ними может взаимодействовать посетитель, создавая инсталляцию со своим участием. Однако чаще всего

используются лазерные установки и LED-лампы, они дешевле, но не позволяют создавать реалистичное изображение. Поэтому в таких инсталляциях важно воздействовать на подсознание человека с помощью температуры, цвета света и его мерцания. На примере каждого из созданных мною пространств можно увидеть, как именно лучше подбирать эти характеристики.

Первое помещение олицетворяет период детства, когда человек испытывает положительные эмоции в наибольшем количестве, когда он ещё не осознает своей ответственности и не думает о различных проблемах. Вход в первое помещение было решено сделать в виде темного туннеля, так, чтобы зона детства изначально представлялась посетителям как дальний свет и вызывало ассоциации со «светом в конце туннеля». Ту же структуру представляет собой и выход из помещений экспозиции после зоны старости, что отражает идею реинкарнации. Атмосфера в этой зоне должна отражать комфорт, уют и счастье, поэтому было необходимо использовать теплые и светлые цвета, ассоциирующиеся с чем-то безопасным. Были выбраны оттенки кремового цвета для стен и напольных покрытий, теплое освещение, которое успокаивает человека. Интерактивная часть представляет собой подвешенные мягкие светящиеся шары диаметром от 1 до 1,7 метра. С ними можно взаимодействовать в игровой форме (например, толкать, рис. 1), которая является основным видом деятельности в детском возрасте. Передвижение в этой зоне хаотичное, представляет собой плавные направления, ассоциирующиеся с положительными эмоциями и безмятежностью.



Рис. 1. Зал «Детство» на выставке «Путь жизни»

Второе помещение – зона юности (рис. 2) – представляет собой лазерный лабиринт. Потоки света имеют красный, розовый, зелёный и синий оттенки, что соответствует разнообразию эмоций человека, которые он испытывает в этот период жизни. Красный возбуждает психику, вызывает ускоренное сердцебиение и даже активизацию мышечной деятельности, розовый вызывает ассоциацию незащищенностью и наивностью, синий – цвет покоя, зеленый успокаивает и спасает от психологических и зрительных нагрузок, благоприятно действует на концентрацию внимания. Полы в этом помещении представляют собой дисплеи, на которых транслируется абстрактный видеоряд изгибающейся поверхности, что отражает неустойчивость положения на этапе юности. Передвижение посетителей в этой зоне более направленное и заставляет их выбирать направление из нескольких вариантов подобно тому, как подросток или юноша выбирает и планирует своё будущее.



Рис. 2. Зал «Юность» на выставке «Путь жизни»

Третье помещение – зона зрелости (рис. 3) – представляет собой широкое темное пространство, неярко освещаемое по центральной линии прямоугольными LED-лампами холодного оттенка. Мягкое неярко освещение располагает к расслабленности, сонному состоянию, что заставляет посетителя испытать грусть и задуматься о своей собственной жизни. Кроме того, плохо освещенные помещения провоцируют уныние и подавленность. Яркий свет усилил бы эмоции, как положительные, так

и отрицательные. Но слишком яркое освещение вызывало бы негативные эмоции. Свет периодически медленно затухает и вновь усиливается, умиротворяя, частое мерцание в этом случае негативно повлияло бы на общее самочувствие, настроение и способность сосредоточиться, вызвало бы ощущение тревоги. Зрелость представляется как уже не настолько насыщенный событиями период жизни, а прямолинейное передвижение, сопровождаемое освещением, отражает мысль о том, что жизненный путь уже выбран и остаётся лишь идти по нему. Однако, у посетителя всё ещё есть выбор – идти в тени или на свету – который он в любой момент может изменить.



Рис. 3. Зал «Зрелость» на выставке «Путь жизни»

Четвёртое помещение – зона старости (рис. 4). Оно представляет собой комнату с полом-дисплеем, на котором транслируется вид сверху зоны детства с изменённым, более холодным колоритом. Само помещение освещено нейтральным светом, он наиболее гармонично сочетается с психикой человека, что в совокупности с колоритом настраивает на размышления о прошлом в спокойной обстановке. Как уже было описано выше, синий и голубой цвета успокаивают, создают легкое ощущение грусти. Продолжением проекции шаров являются металлические канаты, за которые эти шары подвешены. Канаты размещены от пола до потолка, что создаёт иллюзию продолжения пространства детства в старости. Движение посетителя замедленное, останавливающееся благодаря размещенным в зоне мягким сидячим местам.

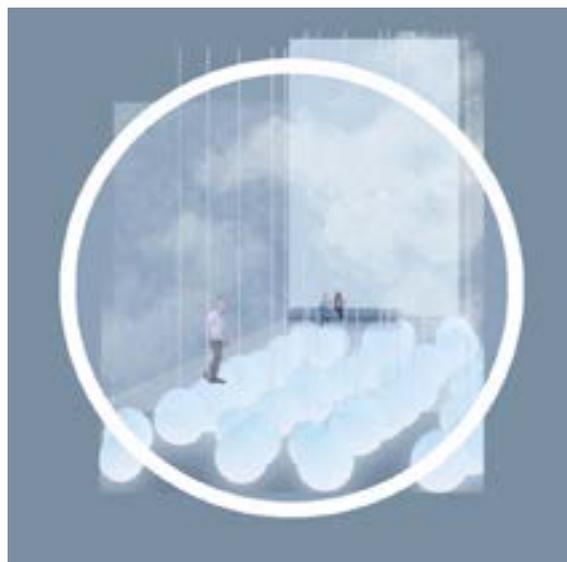


Рис. 4. Зал «Старость» на выставке «Путь жизни»

Важно не только разработать концепцию иммерсивного пространства, но и правильно отобразить её графически (рис. 5). Для этого были использованы знания, полученные не из профессиональной литературы, и личный опыт.

Главными элементами стали видовые кадры каждого помещения – они больше относительно окружения, а также выделяются посредством реалистичной коллажной графики, которая не использована больше нигде на планшете. Так они больше привлекают внимание зрителя к самому главному и интересному отображению выставки. Каждое изображение помещено в окружность и пронумеровано единым образом, что позволяет понять равнозначность каждого видового кадра. Кроме того, в соответствии с закономерностью представлена и краткая поясняющая информация относительно каждой зоны: название каждого помещения выделено размером и написано прописными буквами, т.к. это является основой всего последующего в блоке описания.

В центре композиции было размещено стилизованное упрощенное изображение каждой из зон в объеме. Был соблюден порядок следования комнат от первой до четвертой слева направо, так как люди в большинстве стран читают именно в этом направлении и интуитивно посмотрят первым на левое изображение. Между собой они соединяются прямыми линиями для ясности передвижения человека по иммерсивному пространству. Каждое из отрисованных в векторной графике помещений соответствует по цветовой гамме определённому видовому кадру, что позволяет интуитивно понять, какая комната представлена на определённой картинке. Это допол-

няется порядковой нумерацией и расположением видовых кадров над или под объемным изображением попеременно.

Графический план помещения также позволяет понять, какая комната на нем изображена посредством графических деталей (например круги в зоне детства, лабиринт в зоне юности и т.д.). Кроме того, указатели с пиктограммами разновозрастных людей слева от плана также дополняются названиями зон.

Название является текстовой доминантой, его легко прочесть издалека, и оно выделяется посредством размера. Оно позволяет определить тему иммерсивного пространства без внимательного изучения остального текста. Самая незначительная информация, являющаяся дополнением к описанию каждого помещения отображена маленьким размером шрифта и темным цветом, который меньше выделяется на фоне, чем светлые оттенки.



Рис. 5. Графическая работа «Путь жизни»

Иммерсивные пространства – это актуальная сфера выставочной деятельности, которая активно развивается. Для создания концепции нужно не только правильно сформировать идею и картинку в голове, но и грамотно отобразить всю необходимую информацию. Чтобы воздействовать на зрителя нужным образом необходимо применять знания о воздействии цвета, света, композиции на подсознание человека.

Данная работа имеет определённую научную значимость, так как отражает воздействие визуальных, звуковых, графических эффектов на человека. Выставочное пространство «Путь жизни» несёт в себе сложный смысл реальной жизни человека и его возможности делать выбор на каждом этапе своей жизни.

Концепция может быть использована при проектировании дизайн-проектов, так как в ней отражены реальные габариты помещений и экспонатов, продуманы маршруты перемещений по выставке, учтены материалы, которые можно использовать при реализации.

# ВЪЕЗДНОЙ ЗНАК КАК ЧАСТЬ АЙДЕНТИКИ МЕСТА

*Ульбекова М.А.*

*Научные руководители – канд. техн. наук, доцент Сайфутдинова А.М.,  
преподаватель Лушпаева М.И.*

Въездные знаки и стелы являются визитной карточкой любого территориального образования: города, посёлка, района. Они не просто информируют о названии данной территории, но и отражают идентичность места [1]. Поскольку въездные знаки и стелы устанавливаются в месте, где начинается знакомство с территорией, то они влияют на формирование первого впечатления и знаний о местности [2]. Поэтому важно при поиске формы изучить историю, выявить символы и смыслы, присущие месту, определить значимые события, понять характерные особенности и менталитет жителей [3].

В качестве места для разработки въездного знака был выбран Советский район города Казани, который был основан в первой половине двадцатого века, как Молотовский район путём выделения из восточной части Бауновского района. В октябре 1957 года район переименован в Советский. Занимает северо-восточную и восточную части города, численность района по данным на 2021 год составляет 336 927 человек.

На первом этапе была сформирована историческая и ментальная справка о территории:

- район образован в 1935 году;
- на территории находится большое количество промышленных предприятий, в том числе МСС, ТД Меапласт Казань, Тракресурс Регион и другие;
- значимые утраченные объекты района советского периода: ресторан республиканского значения «Акчарлак» на въезде в Советский район, кинотеатр «Дружба»;
- характерные особенности жителей района по результатам опроса: взаимопомощь и дружелюбие людей, умение жить «рука об руку»;
- в художественных образах преобладают абстрактные формы, напоминающие крылья авиационных изобретений;
- в районе периодически проводятся экологические и благотворительные акции;
- хэштэг, который стал народным топонимом #ДобрыйСоветский;
- данный район является самым большим по численности населения.

Таким образом, в ходе анализа истории, градостроительной ситуации и социального портрета жителей Советского района были выявлены особенности идентичности места, которые представлены на рис. 1. В качестве ключевых ментальных символов были определены следующие:

1. Крылья птицы – как символ чайки (акчарлак), олицетворяет полет, движение и формирование Советского района, является ментальным утерянным символом;

2. Ресторан «Акчарлак» – знаковое утерянное учреждение, городской локальный топоним;

3. Рука об руку – символ сплоченности и единства жителей Советского района;

4. Крыло самолета – символ промышленной мощи и достижений Советского района;

5. Венок на гербе СССР – символ истории района;

6. Злаковый колос – позитивный символ, ассоциирующийся с благополучием, плодородием, достатком.



Рис. 1 Символы айдентики места, определенные в качестве основы формообразования стелы

В результате градостроительного анализа было выбрано наиболее подходящее место проектирования для возможной установки въездной стелы – на развилке улиц Ершова и Гвардейской, где в настоящий момент установлен существующий знак.

Выявленные символы нашли применение в концептуальной части проекта, объединяющие в себе: сплочённость людей советского района, их взаимопомощь, проводимые районом благотворительные и экологические акции, дружба, символика советского герба и птица акчарлак [4]. На рис. 2 показан первый этап работы – разработка эскизов, в которых отражены выявленные символы.



Рис. 2. Первые эскизы въездной стелы

Для дальнейшей разработки был выбран вариант, который по мнению авторов максимально подчёркивает айдентику места и включает в себя символы дружбы и сплочённости, «рука об руку», полет и крылья, стремление вперёд и ввысь, а также советское прошлое района.



Рис. 3. Итоговый вариант въездной стелы

В качестве материалов для реализации проекта стелы была выбрана бронза – сплав меди, с возможным содержанием других групп металлов таких как алюминий, кремний, олово и другие. Металл, как выбранный материал для въездного знака символизирует 65-летнюю годовщину образования Советского района [5].

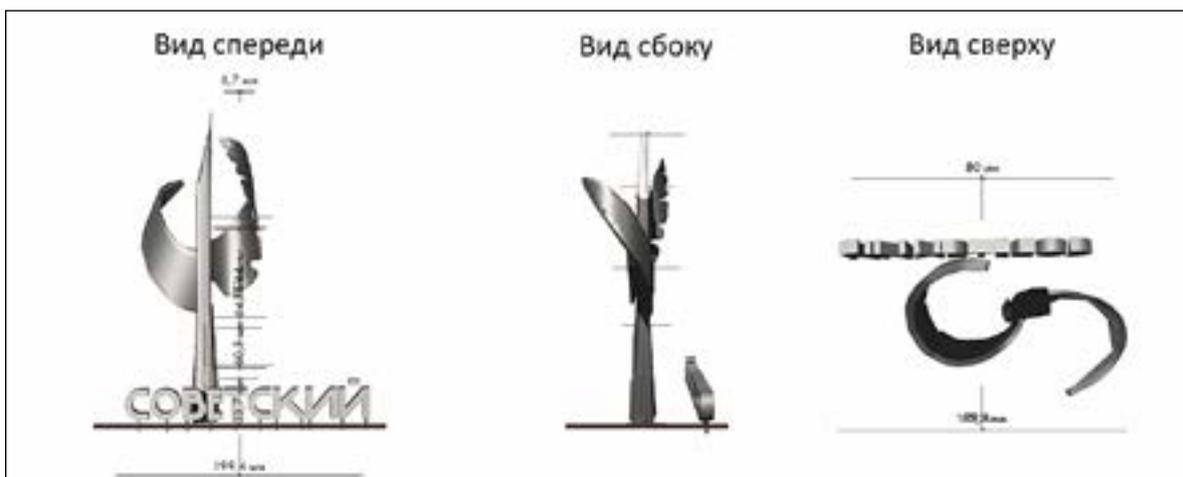


Рис. 4. Основные проекции въездной стелы

В результате научного исследования было показано, что выявление символов идентичности места в качестве предпроектного анализа позволяет выработать архитектуру въездной стелы, олицетворяющую не просто название и географическую принадлежность места строительства, но и историю и ментальные смыслы. В конечном итоге создан оригинальный вариант композиционного решения въездной стелы, с учетом его взаимосвязи с окружающим градостроительным ландшафтом.

#### Литература

1. Интернет-ресурс: Территориальный брендинг – URL: <http://www.advertology.ru/article151658.htm> (дата обращения: 13.05.2023).
2. Глотов Д. С. (2021) «Терминологический анализ брендинга территорий»..<https://cyberleninka.ru/article/n/terminologicheskii-analiz-brendinga-territoriy>.
3. Maslov M. M.(2021) «Territorial identity and location branding in the context of graphic design».
4. Интернет-ресурс: Журнал INDE – URL: <https://inde.io/article/29348-v-kazani-vse-bylo-devyat-kultovyh-zavedeniy-kazani-proshlogo> (дата обращения: 06.04.2023).
5. Интернет-ресурс: Territory branding as an opportunity for the region development – URL: <https://www.europeanproceedings.com/article/10.15405/epsbs.2021.11.70> (дата обращения: 06.04.2023).

**ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ  
И МЕХАНИКИ им. Н.И. ЛОБАЧЕВСКОГО**

# ПРИМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ФРАКТАЛЬНОГО БРОУНОВСКОГО ДВИЖЕНИЯ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

*Егорова А.Р.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Халиуллин С.Г.*

В данной научной работе показывается фрактальная структура временного ряда, соотношения между временным и фазовым сдвигами, а также определяется характер поведения финансового временного ряда. Данное исследование даёт возможность для дальнейшего рассмотрения временных рядов путем математических моделей, таких как, например, NARCH. В основе исследования лежит фрактальная геометрия, которой посвящены работы основоположника Б. Мандельброта, Р. Хадсона «(Не)послушные рынки: фрактальная революция в финансах» [1].

Исследования финансового рынка, а также построение моделей, позволяющие его описать, всегда были в центре внимания практиков. В условиях современного рынка классические инструменты такие как: фундаментальный и технический анализы подвержены критике, так как имеют ряд недостатков при попытке описания действительной ситуации. Как заметил основатель фрактальной геометрии Б. Мандельброт: следуя классическим моделям, можно прийти к выводу, что резкие скачки и обвалы не должны происходить, что не соответствует реальности.

В последнее время все большую популярность обретает исследование финансовых рынков при помощи методов фрактального анализа. Это довольно новый раздел математических методов экономики, которым в большей степени занимаются зарубежные исследователи. Было установлено, что активы цен на фондовом рынке изменяются случайно, но необязательно независимо. В связи с тем была разработана новая концепция – гипотеза фрактального рынка (Fractal Market Hypothesis). Для подтверждения FMH докажем справедливость высказывания о фрактальной структуре временного ряда, а следовательно, и финансового временного ряда. Для достижения поставленной задачи введём определение автомодельности.

Случайный процесс  $X = (X_t)_{t \geq 0}$  обладает свойством автомодельности или, другими словами, свойством самоподобия, если для него выполняется следующий закон распределения:

$$Law(X_{at}, t \geq 0) = Law(bX_t, t \geq 0),$$

для любых  $a > 0, b > 0$  [2]. То есть фазовое смещение не приводит к изменениям результата временной шкалы. Рассмотрим характеристическую функцию случайной величины  $bX$  в первом представлении:

$$\varphi_{bX_t}(s) = \mathbb{E}(e^{isbX_t}) = \mathbb{E}(e^{ib s X_t}) = \mathbb{E}(e^{i a s X_t}) = \varphi_{X_t}(as).$$

Следуя теореме непрерывности, по характеристической функции случайной величины можно однозначно восстановить её функцию распределения (характеристическая функция является одним из способов задания распределения) [3], то, таким образом получаем требуемое:

$$Law(X_{at}, t \geq 0) = Law(bX_t, t \geq 0),$$

для любых  $a > 0, b > 0$ , а значит, действительно, временной ряд обладаем свойством самоподобия, присущий только объектам, обладающим фрактальной структурой.

Теперь перейдем к рассмотрению следующего вопроса: соотношение  $a > 0$  и  $b > 0$ , временного и фазового сдвигов соответственно? Разрешив данную задачу, найдя коэффициент масштабирования, мы сможем выяснить участи временного ряда, имеющие схожую структуру.

Рассмотрим стандартное броуновское движение  $X = (X_t)_{t \geq 0}$ , известно, что оно является строго  $\frac{1}{2}$ -устойчивым процессом Леви, и его характеристическая функция имеет следующий вид:

$$\varphi_{X_t}(s) = \mathbb{E}(e^{isX_t}) = e^{-\frac{t}{2}|s|^2},$$

отсюда следует:

$$\varphi_{X_{at}}(s) = e^{-\frac{at}{2}|s|^2} = e^{-\frac{t}{2}|as|^2} = \varphi_{\sqrt{a}X_t}(s).$$

Теперь возьмём стандартный процесс Коши, являющийся строго 1-устойчивым процессом Леви с характеристической функцией:

$$\varphi_{X_t}(s) = e^{-t|s|},$$

тогда

$$\varphi_{X_{at}}(s) = e^{-at|s|} = e^{-t|as|} = \varphi_{aX_t}(s).$$

В качестве третьего примера рассмотрим односторонний строго  $\frac{1}{2}$ -устойчивый процесс Леви на  $(0; \infty)$  с характеристической функцией:

$$\varphi_{X_t}(s) = e^{-t\sqrt{|s|(1-i\text{sgn}(s))}},$$

следовательно,

$$\varphi_{X_{at}}(s) = e^{-at\sqrt{|s|(1-i\text{sgn}(s))}} = e^{-t\sqrt{|a^2s|(1-i\text{sgn}(a^2s))}} = \varphi_{a^2X_t}(s),$$

Переносим результаты примеров на общий случай, получаем следующую связь временного и фазового сдвигов  $a$  и  $b$ :

$$b = a^{\frac{1}{2}}.$$

Тем самым можно утверждать, что свойство самоподобия фрактального временного ряда выражается законом:

$$Law(X_{at}, t \geq 0) = Law(a^H X_t, t \geq 0).$$

Рассмотрим применение метода фрактального анализа, в частности, R/S анализа в исследовании временных рядов.

Для достижения поставленной задачи был реализован алгоритм R/S анализа в программном пакете MS Excel. Как известно для того, чтобы данный метод работал корректно необходим ряд, состоящий из большого количества наблюдений.

В качестве первого исследуемого временного ряда был взят ряд значений курса австралийского доллара (AUD) с 06.01.1993 по 31.12.2021 гг. Объём данной выборки составляет шесть тысяч семьсот шесть значений.

Представим значения курса валюты по датам за период 06.01.1993 – 31.12.2021 гг. в виде точечной диаграммы (Рис. 1), где по абсциссе отложим значения австралийского доллара (AUD), а по ординате даты, соответствующие курсу.

Данные взяты из сайта Центрального Банка РФ: <http://www.cbr.ru/>.

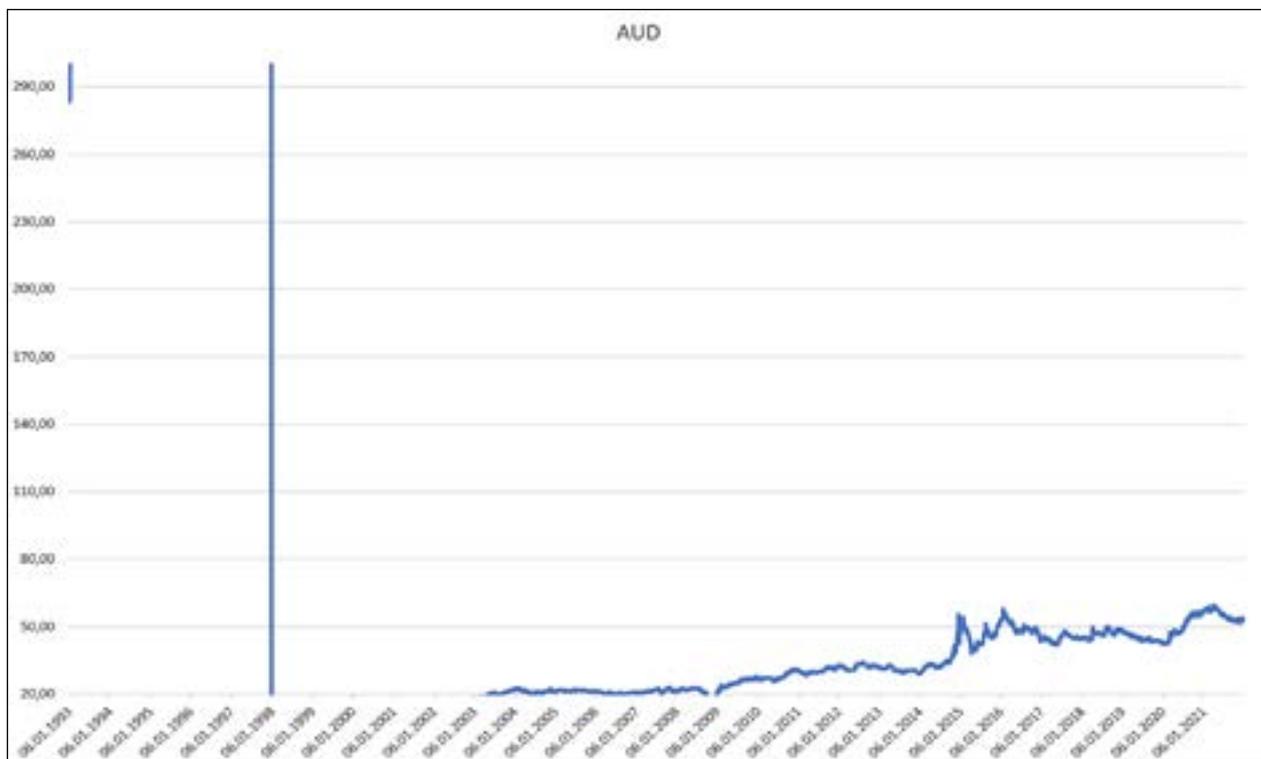


Рис. 1. Курс австралийского доллара (AUD) за 06.01.1993 – 31.12.2021 гг.

Осуществив пошагово алгоритм R/S анализа в программном пакете MS Excel, с учётом связи фрактальной размерности  $D$  и показателя Харста  $H$ , получили следующий результат (Табл.1).

Таблица 1

Количество смежных рядов	R/S	Длина рядов n	LN(R/S)	Ln(n)	H	D
14	39,69020372	479	3,681104	6,171701	0,65	1,35
479	4,872115799	14	1,583528	2,639057		
958	3,07596382	7	1,123618	1,94591		
3353	1,026842187	2	0,026488	0,693147		

Видим, что временной ряд имеет долговременную память, что в действительности соответствует поведению курса австралийского доллара (AUD), так как данная валюта является довольно устойчивой относительно изменений.

### Литература

1. Мандельброт, Б. (Не)послушные рынки: фрактальная революция в финансах / Б. Мандельброт, Р. Хадсон. – Москва: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 400 с.
2. Ширяев А.Н. Основы стохастической финансовой математики. Москва: ФАЗИС, 1998. – 489 с.
3. Ширяев А.Н. Элементарная теория вероятностей. Математические основания. Предельные теоремы. Москва: МЦНМО, 2007. – 552 с.

# ПРИМЕНЕНИЕ ВЕКТОРНОЙ АВТОРЕГРЕССИИ ДЛЯ АНАЛИЗА ИПОТЕЧНОГО ЖИЛИЩНОГО КРЕДИТОВАНИЯ

*Краснова Е.А.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Опокина Н.А.*

Прогнозирование в финансах и экономике в современности предполагает применение разнообразных эконометрических моделей, основанных на экономико – математических методах и их принципах. Одной из основных моделей для получения прогнозов по временным рядам в финансово-экономической сфере является модель векторной авторегрессии (VAR) и её существующие модификации. Модели данной спецификации широко распространены как в структурном анализе, так и в прогнозировании благодаря своей относительной простоте и логичности. Основным назначением моделей векторной авторегрессии является оперативный анализ реакции основных макроэкономических переменных на шоки [1,2].

Данные для построения модели векторной авторегрессии взаимосвязи спроса и предложения на рынке жилья были взяты с сайтов Федеральной службы государственной статистики и Центрального банка Российской Федерации [3,4].

Все расчеты и построения графиков были выполнены в статистическом пакете Gretl. Для построения модели были использованы ежемесячные временные ряды за периоды с 01.2009 по 09.2022.

В качестве показателя спроса на рынке жилья был выбран временной ряд индексов изменения объёма предоставленных ипотечных жилищных кредитов (X). В качестве предложения на рынке жилья – индексы изменения количества введённых в действие жилых домов (Y) и индексы изменения объёма работ, выполненных по виду деятельности «Строительство» (Z).

В роли экзогенных переменных были выбраны следующие временные ряды: индексы изменения среднемесячной номинальной заработной платы (NomZ), индексы изменения курса доллара (USD), индекс цен на строительно-монтажные работы в процентах (Str), индекс цен на грузовые перевозки в процентах (Grz).

Полученные данные разделим на две группы: за 01.2009 – 12.2019 года представляют обучающую выборку. Индексы за 01.2020 – 09.2022 период понадобятся для проверки модели на качество прогнозирования.

Все ряды были проверены на стационарность с помощью теста Дики – Фуллера, который показал, что наилучшим тестом на стационарность будет тест с константой [2].

Далее с помощью критериев Акаике (AIC), Шварца (BIC) и Хеннана-Куинна (HQC) был определён порядок  $p = 6$  векторной авторегрессии [5].

На следующем этапе была построена VAR(6) с эндогенными переменными X, Y, Z и экзогенными переменными USD, Stm, Grz, NomZ, но её остатки не являлись «белым шумом» [2]. Поэтому в дальнейшем модель была улучшена путём добавления 12 лага эндогенных переменных и некоторых лагов экзогенных переменных. Полученная модель представлена в таблице 1.

Таблица 1. Коэффициенты VAR(12): а – уравнение X, б – уравнение Y, в – уравнение Z.

	Коэффициент	Ст. ошибка	t-статистика	p-значение	
X_1	-0,17162	0,09947	-1,725	0,0880	*
X_2	0,23678	0,09550	2,479	0,0151	**
Y_6	-0,20325	0,10276	-1,978	0,0511	*
Z_1	-0,64521	0,22622	-2,852	0,0054	***
Z_6	-0,27559	0,14774	-1,865	0,0655	*
Z_12	0,60669	0,23406	2,592	0,0112	**
NomZ	2,95953	0,64104	4,617	<0,001	***
NomZ_12	-2,28274	0,60372	-3,781	0,0003	***
Stm	-3,26329	1,92513	-1,695	0,0936	*
Grz_2	0,99676	0,44600	2,235	0,0280	**
USD	1,45443	0,48696	2,987	0,0037	***

а

X_1	0,15216	0,08888	1,712	0,0904	*
Y_4	-0,18833	0,08285	-2,273	0,0254	**
Y_12	0,24788	0,08837	2,805	0,0062	***
Z_12	-0,44007	0,20915	-2,104	0,0382	**
NomZ	2,79796	0,57280	4,885	<0,0001	***
NomZ_1	0,81767	0,48624	1,682	0,0962	*
Stm_1	4,40561	1,71799	2,564	0,0120	**
Stm_9	-2,51523	1,26412	-1,990	0,0497	**
Grz_2	-0,88707	0,39852	-2,226	0,0286	**
Grz_6	-1,4230	0,33712	-4,221	<0,0001	***

б

const	-2,59779	1,1409	-2,277	0,0252	**
X_1	0,085462	0,0334	2,553	0,0124	**
X_2	0,071898	0,0321	2,237	0,0278	**
Y_1	-0,08891	0,0335	-2,647	0,0096	***
Y_2	-0,08972	0,0308	-2,904	0,0047	***

Z_3	-0,14207	0,0795	-1,786	0,0776	*
Z_5	-0,12264	0,0606	-2,023	0,0461	**
Z_6	-0,20444	0,0497	-4,112	<0,0001	***
Z_12	0,310163	0,0787	3,938	0,0002	***
NomZ	0,855547	0,2157	3,966	0,0001	***
NomZ_1	-0,651985	0,1831	-3,561	0,0006	***
Stm	2,32761	0,6477	3,593	0,0005	***
Stm_1	2,18801	0,6469	3,382	0,0011	***
Grz	-0,522685	0,2140	-2,441	0,0166	**
Grz_2	-0,428034	0,1500	-2,852	0,0054	***
Grz_6	-0,441358	0,1269	-3,477	0,0008	***

B

Для проверки адекватности построенной VAR-модели был построен график обратных корней и проведён тест на автокорреляцию остатков, которые показали, что построенная модель стационарна и её остатки являются «белым шумом» [3,6].

Тест Грейнджера показал, что количество введённых домов является причиной для объёма работ выполненных по виду «Строительство», но не наоборот; объём предоставленных ипотечных жилищных кредитов является причинной для объёма работ выполненных по виду «Строительство», и наоборот объём работ выполненных по виду «Строительство» является причиной для объёма предоставленных ипотечных жилищных кредитов [6,7].

Анализ разложения оценок дисперсий ошибок прогноза  $Y$  показывает, что до 10% дисперсии ошибки прогноза  $Y$  объясняется изменением  $X$  и до 5% объясняется изменением  $Z$ . Анализ разложения оценок дисперсий ошибок прогноза  $Z$  показывает, что до 15% дисперсии ошибки прогноза  $Z$  объясняется изменением  $Y$  и до 15% объясняется изменением  $X$ . Анализ разложения оценок дисперсий ошибок прогноза  $X$  показывает, что до 7% дисперсии ошибки прогноза  $X$  объясняется изменением  $Y$  и до 12% объясняется изменением  $Z$  [6,7].

Далее перейдем к анализу импульсных откликов. По полученным графикам импульсных откликов (рис.1) видно, что при подаче импульса на динамику объёма предоставленных кредитов, она вернется на равновесную траекторию через 3 месяцев, динамика количества введённых домов в этом случае вернется на равновесную траекторию через 12 месяцев, а динамика объёма работ по виду «Строительство» через 17 месяцев. При подаче импульса на динамику объёма работ по виду «Строительство», она вернется

на равновесную траекторию через 20 месяцев, динамика объёма предоставленных кредитов через 20 месяцев, а динамика количества введённых домов в этом случае не возвращается в стадию равновесия. При подаче импульса на динамику количества введённых домов, она вернется на равновесную траекторию через 7 месяцев, динамика количества предоставленных кредитов в этом случае вернется на равновесную траекторию через 17 месяцев, а динамика объёма работ по виду «Строительство» не возвращается в стадию равновесия [7].

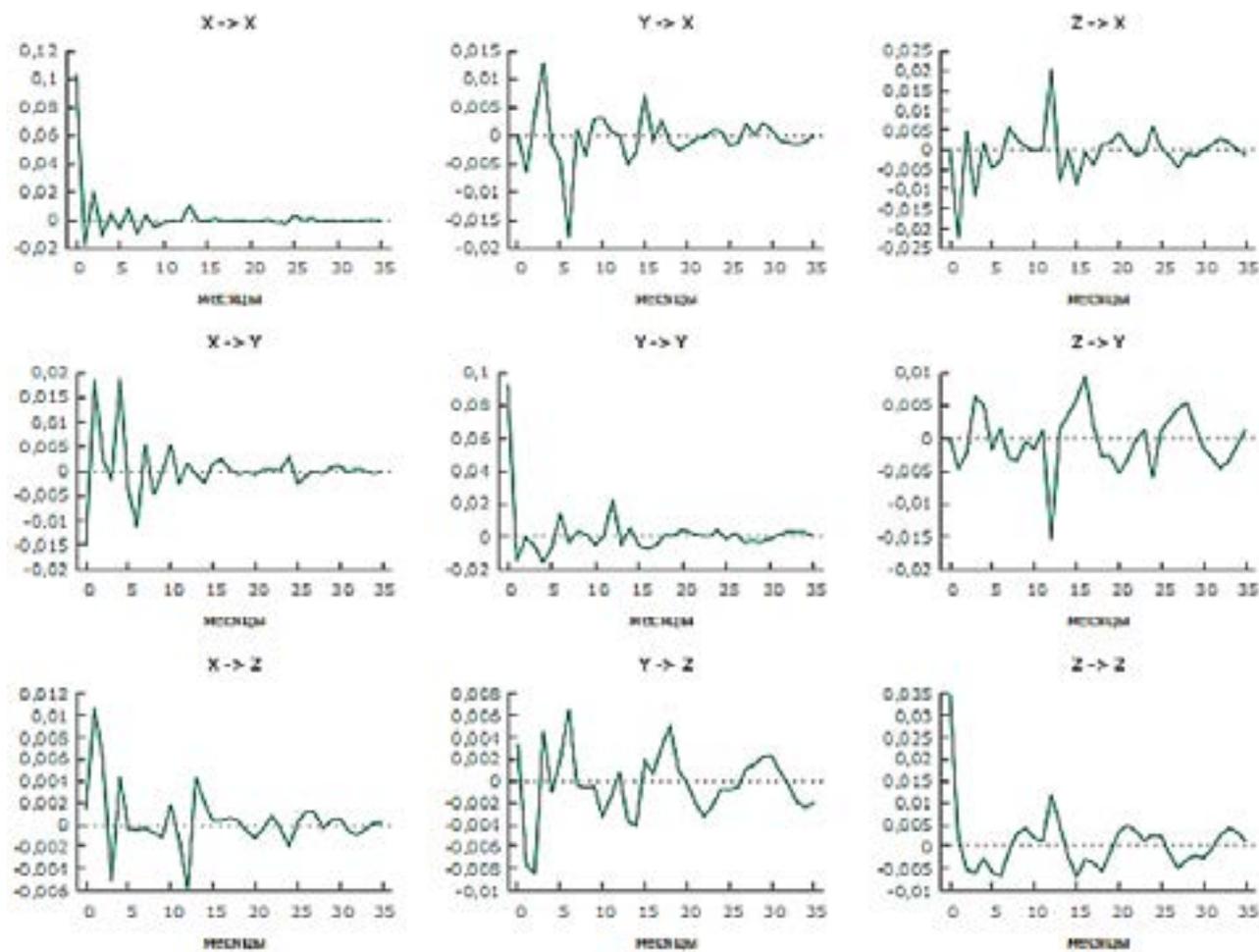


Рис. 1. Графики импульсных откликов

Проверим полученную модель на тестирующей выборке за период 01.2020 по 09.2022 на качество прогнозирования. Практически все прогнозируемые значения попали в 95% доверительный интервал. Часть значений за 2020 и 2022 года не попадают в 95% доверительный интервал, что объяснимо экономической ситуацией в эти месяцы.

Таким образом, показано, что объём предоставленных ипотечных жилищных кредитов влияет на объём работ выполненных по виду «Строительство», и наоборот объём работ выполненных по виду «Строительство» влияет на

объём предоставленных ипотечных жилищных кредитов. В связи с этим с целью изучения влияния этих объектов друг на друга и их прогнозирования была построена модель векторной авторегрессии. Данная модель проверена на адекватность с помощью различных тестов, а также с помощью тестирующих выборок на качество прогнозирования. Кроме того, в данной работе были изучены импульсные отклики, проведен анализ разложения оценок дисперсий ошибок динамики объёма предоставленных ипотечных – жилищных кредитов, объёма строительных работ и количества введённых в действие жилых домов.

### Литература

1. Носко В.П. Эконометрика. Введение в регрессионный анализ временных рядов, Москва, 2002. – 254 с.
2. Сажин Ю.В. Анализ временных рядов и прогнозирование: учебник / Ю.В. Сажин, А.В. Катунь, Ю.В. Сарайкин. – Саранск: Изд – во Мордов. ун – та, 2013. – 192 с.
3. Федеральная служба государственной статистики: сайт. – URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 01.10.2022).
4. ЕМИСС государственная статистика: сайт. – URL: <https://www.fedstat.ru/> (дата обращения: 01.10.2022).
5. Банников В.А. Векторные модели авторегрессии и коррекции регрессионных остатков (Eviews) / В.А. Банников // Прикладная эконометрика. 2006. №3. С. 96–129. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vektornye-modeli-avtoregressii-i-korreksii-regressionnyh-ostatkov-eviews/viewer> (дата обращения: 2.02.2023).
6. Бабешко Л.О. Особенности построения и диагностики VAR-моделей в GRETЛ // Фундаментальные исследования. – 2022. – №3. – С. 29–35. – URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=43210> (дата обращения: 2.03.2023).
7. Артамонов Н.В., Ивин Е.А., Курбацкий А.Н., Фантаццини Д. Введение в анализ временных рядов: учебное пособие для вузов / Н.В. Артамонов, Е.А. Ивин, А.Н. Курбацкий, Д. Фантаццини; Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Московская школа экономики, Кафедра эконометрики и математических методов экономики. – Вологда: ВолНЦ РАН, 2021. – 134 с.: ил. табл.

# МНОЖЕСТВЕННАЯ РЕГРЕССИЯ ПРИ АНАЛИЗЕ ФАКТОРОВ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ЖИЛОЙ НЕДВИЖИМОСТИ

*Одаренко А.М.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Опокина Н.А.*

В данной работе рассматривается такой раздел эконометрики, как «множественная регрессия» и изучается влияние различных факторов на предложение рынка жилой недвижимости.

Для исследования взаимосвязи между предложением рынка недвижимости и факторами, влияющими на него, используется корреляционно-регрессионный анализ. Строгая математическая составляющая применяемого математического аппарата позволяет систематизировать и обобщить собранные независимо друг от друга данные, исключив фактор субъективной оценки. В дальнейшем полученную модель можно использовать для прогнозирования, формирования предельных оценок, что подтверждает значимость темы работы.

Целью исследования является поиск закономерностей между экономическими факторами и величиной предложения рынка жилья среди новостроек с помощью инструментов регрессионного анализа.

В данном исследовании ставится задача поиска закономерностей между некоторыми экономическими факторами и величиной предложения рынка жилья среди новостроек на примере города Москвы, с помощью использования инструментов регрессионного анализа. В связи с этим определяются признак-факторы ( $X$ ) и зависимая от них переменная исследования ( $Y$ ) для города Москвы. Зависимая переменная представляет собой совокупность введенных в строй жилых домов (в тыс. м<sup>2</sup>) в период с 1992-2019 гг. Изначально в качестве переменных регрессоров рассматривались следующие выборки: ключевая ставка (% на 1 января каждого года) –  $X_1$ , курс Доллара США (усредненное значение за каждый год) –  $X_2$ , число проживающих в регионе –  $X_3$  (тыс. человек), средняя зарплата в регионе –  $X_4$  (тыс. рублей), субъектный ИПЦ –  $X_5$  (% по отношению к декабрю предыдущего года), субъектный уровень преступности  $X_6$  (число преступлений на 100 тыс. человек), количество безработных в регионе  $X_7$  (тыс. человек).

Таким образом, чтобы была возможность принять во внимание значимость отдельных факторов, для проведения исследования используются как региональные статистические данные, так и федеральные. Источники информации, взятые для исследования: Fedstat.ru, Cbr.ru, gks.ru.

Перед построением модели был проведен первичный анализ данных с использованием метода инфляционных факторов, корреляционной матрицы для того, чтобы в конечной выборке не было дублирующих признак-факторов (явление мультиколлинеарности) [1, 2]. По результатам отбора для построения модели использовались следующие признаки: число проживающих в регионе ( $X_3$ ), средняя зарплата ( $X_4$ ), субъектный ИПЦ ( $X_5$ ), субъектный уровень преступности ( $X_6$ ), региональная численность безработных ( $X_7$ ). То есть можно сказать, что федеральные статистические данные (параметры  $X_1$  и  $X_2$ ) так или иначе были взаимосвязаны и покрывались одними из регрессоров  $X_3$ - $X_7$ .

Была получена промежуточная модель:

$$Y = -2,91X_3 + 0,1X_4 + 9,72X_5 + 1,98X_6 - 8,84X_7 + 29294,6.$$

Дальнейшая методология исследования включала в себя проверку гомоскедастичности, нормальности остатков с помощью соответствующих тестов, а также изучение возможной автокорреляции. В ходе исследования было выявлено, что полученная модель обладает гетероскедастичностью. Это приводит к высокой погрешности измерений и проблемам со значимостью коэффициентов, поэтому необходимо внести изменения [3]. Для этого было произведено улучшение модели – коррекция на гетероскедастичность путём использования взвешенного МНК (рис. 1).

Модель 2: С поправкой на гетероскедастичность, использованы наблюдения 1-28				
Зависимая переменная: Y				
	коэффициент	ст. ошибка	t-статистика	p-значение
const	31273,7	6470,70	4,833	7,90e-05 ***
X3	-3,07293	0,678566	-4,529	0,0002 ***
X4	0,106918	0,0239783	4,459	0,0002 ***
X5	7,89806	3,34014	2,365	0,0273 **
X6	1,98637	0,433154	4,586	0,0001 ***
X7	-10,1562	2,87469	-3,533	0,0019 ***
Статистика, полученная по взвешенным данным:				
Сумма кв. остатков	73,40756	Ст. ошибка модели	1,826666	
R-квадрат	0,722592	Исправ. R-квадрат	0,659545	
F(5, 22)	11,46114	F-значение (F)	0,000016	
Лог. правдоподобие	-53,22379	Крит. Акаике	118,4476	
Крит. Шварца	126,4408	Крит. Хеннана-Куинна	120,8912	
обратите внимание на сокращенные обозначения статистики				
Статистика, полученная по исходным данным:				
Среднее завис. перемен	3383,107	Ст. откл. завис. перемен	924,6476	
Сумма кв. остатков	9307106	Ст. ошибка модели	650,4231	
обратите внимание на сокращенные обозначения статистики				

Рис. 1. Итоговая модель

Уравнение улучшенной модели:

$$Y = -3,07X_3 + 0,11X_4 + 1,99X_6 - 10,16X_7 + 7,90X_5 + 31273,7.$$

С помощью теста Харке-Бера было установлено распределение остатков текущей модели согласно нормальному распределению, что позволяет исследовать значимость модели с помощью F-критерия, значимость коэффициентов с помощью t-критерия.

Исследуем значимость коэффициентов: по построению  $t_{\hat{\beta}_j}$  равны 4,833; -4,529; 4,459; 4,586; -3,533; 2,365, где  $t_{\hat{\beta}_j} = \hat{\beta}_j / \text{SE}(\hat{\beta}_j) = 2,07$ . Коэффициенты модели являются статистически значимыми, так как первоначальное предположение  $H_0$  о равенстве нулю коэффициентов отвергается при вероятности 95% и эталонным  $\alpha = 0,05$ .

Проверим критерий Фишера:  $F_{\hat{\beta}_j} = 2,66$  при выбранном  $\alpha = 0,05$ . По рисунку 1 находим  $F_{\hat{\beta}_j} = 11,46$ . Получим, что  $F_{\hat{\beta}_j} < F_{\alpha}$ , а значит гипотеза  $H_0$  о незначимости коэффициентов отвергается, модель адекватна выборочным данным с вероятностью ошибки 5%.

Убедиться в отсутствии автокорреляции можно с помощью рисунка 2 – характер разброса остатков случайный.

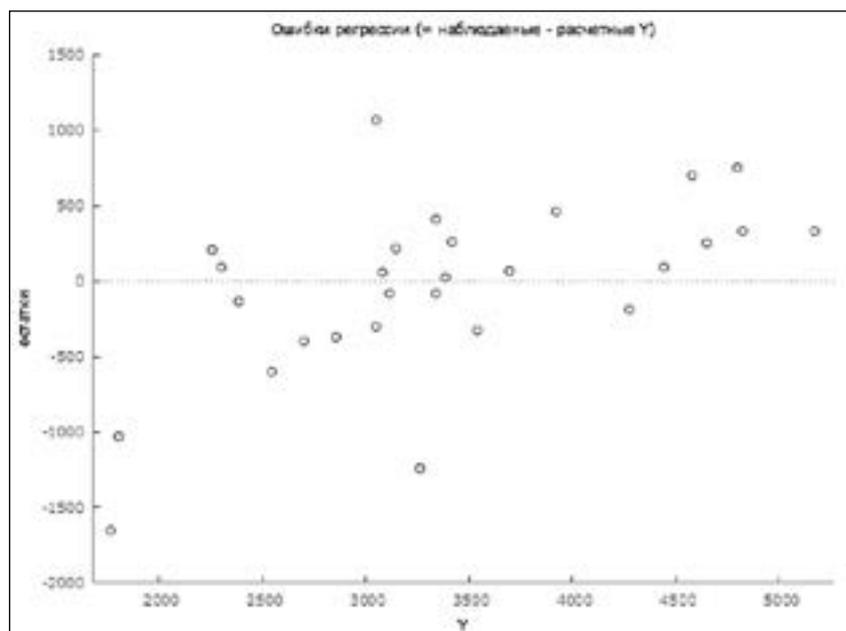


Рис. 2. График остатков

Полученная и исследованная модель имеет лучший коэффициент детерминации  $r^2 = 0,72$ , чем первоначальный вариант. Иными словами, изменение введенного в строй жилья на 72% объясняется нашими факторами.

Экономическая интерпретация коэффициентов:

– при увеличении числа проживающих на 1 тыс. человек при прочих равных число введенных квадратных метров (в тыс.) жилья уменьшится на 3,07;

- при увеличении заработной платы на 1 тыс. рублей при прочих равных число введенных квадратных метров (в тыс.) жилья увеличится на 0,11;
- при увеличении значения изменения субъектного ИПЦ на 1% при прочих равных число введенных квадратных метров (в тыс.) жилья увеличится на 7,9;
- при увеличении числа преступлений на 1 при прочих равных число введенных квадратных метров (в тыс.) жилья увеличится на 1,99;
- при увеличении числа безработных на 1 тыс. человек при прочих равных число введенных квадратных метров (в тыс.) жилья уменьшится на 10,16.

В результате получена экономико-математическая модель, описывающая взаимосвязь между экономическими факторами и величиной предложения рынка жилья среди новостроек на примере города Москвы, и проведена ее верификация с использованием тестов на гетероскедастичность, нормальность и автокорреляцию остатков.

### Литература

1. Антонюк В.С. Рынок жилой недвижимости в городах-миллионниках РФ: состояние и механизмы реализации жилищной политики / В.С. Антонюк, В.В. Погонин, Д.В. Кремер // XII Международная конференция «Российские регионы в фокусе перемен». Екатеринбург, 16–18 ноября 2017 г.: сборник докладов. – Екатеринбург: Издательство УМЦ УПИ, 2018. – Ч. 1. – С. 289–302.
2. Вечканов Г.С. Макроэкономика. 2-е изд./ Вечканов Г.С., Вечканова Г.Р. – СПб.: Питер, 2006. – 520 с.
3. Бабешко Л.О. Прогнозирование финансово-экономических показателей по разнородным данным: монография/ Бабешко. Л.О. Москва: Русайнс, 2017. –353 с.

# ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗОЛЯЦИИ ОБВОДНЕННОГО ВЫСОКОПРОНИЦАЕМОГО СЛОЯ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ЕГО ПОЛОЖЕНИЯ В НЕФТЯНОМ ПЛАСТЕ

*Салимьянова Д.Р.*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, доцент Поташев К.А.*

Процесс поиска и извлечения нефти неразрывно связан с немалым риском. Следовательно, принятие решений в этой сфере включает в себя финансово-экономические прогнозы, которые зависят от неопределенности геологической структуры нефтяного месторождения. Кроме того, стратегия по разработке залежей и принятие решений, таких как бурение скважин или отказ от него, принимаются с учетом параметров месторождения, которые не всегда однозначны [1].

В случае заводнения нефтяных пластов, содержащих высокопроницаемый слой (суперколлектор), процесс разработки существенно усложняется, поскольку вода через них быстро достигает добывающих скважин. Одним из доступных методов решения данной проблемы является использование экранов неподвижного типа с низким уровнем деструкции на основе смол, силикатов или полимеров. Это позволяет существенно увеличить охват пласта при заводнении за счет изоляции промытых высокопроницаемых пропластков [2].

В условиях неопределенности положения высокопроницаемого слоя традиционная трехмерная модель практически непригодна для высокоточного многовариантного решения нестационарных задач при оптимизации методов воздействия на нефтяной пласт в связи с несоизмеримыми затратами машинного времени и ограниченными сроками проектирования. Вместо стохастического вычислительно затратного моделирования, ограничиваются одной детерминированной моделью, которая отражает фиксированный наиболее вероятный случай реализации геологического строения пласта. Однако в данном случае остается открыт вопрос об оптимальности проведения геолого-технических мероприятий с вероятностной точки зрения.

В настоящей работе изучено поведение эффективности изоляции высокопроницаемого обводненного пропластка в условиях неопределенности его положения в межскважинном пространстве с применением вероятностных моделей, а также установлена взаимосвязь между распределени-

ем кривизны суперколлектора и вероятностным поведением показателя эффективности.

Для быстрого моделирования использована двумерная модель фильтрации в фиксированной трубке тока, переменная ширина которой соответствует случаю пятиточечной системы заводнения [3-5]. Расчеты выполнены для отношения вязкости водной фазы к вязкости нефтяной фазы – 1/1 в модельном случае равновязких фаз. Процесс размещения изолирующих составов, требующий для своего описания постановки и решения отдельных задач многофазной многокомпонентной фильтрации [6], не моделировался.

Рассматривается участок пласта, являющийся элементом заводнения пятиточечной схемы расстановки вертикальных совершенных по степени вскрытия скважин (рис. 1, а) [7]. Вертикальное расположение слоя суперколлектора на границах трубки тока может быть определено из геофизических исследований скважин по профилю притока и таким образом является известным. Для определенности будем полагать, что в скважинах высокопроницаемый слой проходит посередине пласта. Толщину слоя  $h$  будем считать постоянной и равной 10% от общей высоты  $H$  пласта, которая в свою очередь в 10 раз меньше расстояния  $L$  между скважинами вдоль трубки тока.

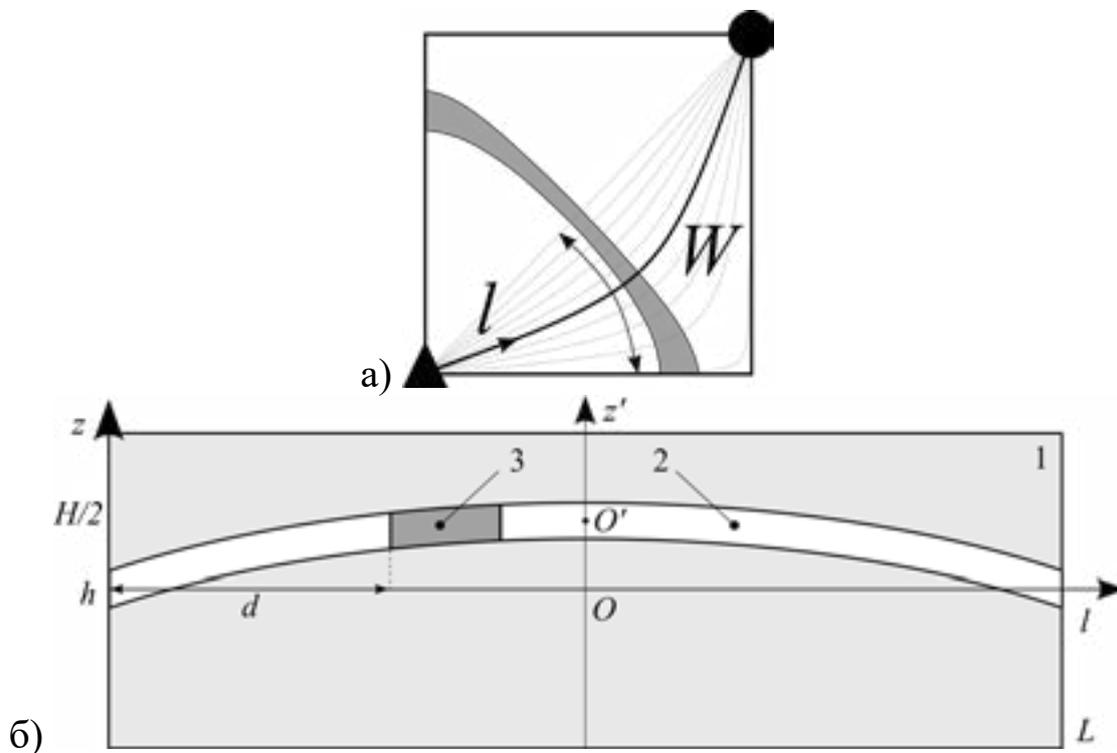


Рис. 1. Структура линий тока (а) и схема прохождения суперколлектора в поперечном сечении трубки тока (б) в ячейке заводнения между нагнетательной (▲) и добывающей (●) скважинами:  
 1 – область пласта со средней проницаемостью  $k_0$ ; 2 – высокопроницаемый слой с проницаемостью  $K$ ; 3 – непроницаемые участки изоляции

Исследуется влияние параметра  $\xi = OO'$  – величины отклонения середины пропластка от центра пласта (рис. 1 б), считая при этом, что слой суперколлектора проходит вдоль дуги окружности. Величина отклонения  $a$  полагается не превосходящей четверти общей высоты  $H$  пласта. Предполагается, что  $\xi$  является случайной величиной с известной функцией распределения  $F_\xi$ . Моделирование процесса заводнения выполняется по модели фильтрации в вертикальном сечении фиксированной трубки тока [8] для множества значений  $\xi = \{0; H/16; H/8; 3H/16; H/4\}$ . Безразмерные уравнения двумерной задачи двухфазной фильтрации в сечении трубки тока в пренебрежении сжимаемостью породы и флюидов, силой тяжести и капиллярными эффектами записываются следующим образом:

$$\frac{1}{W} \frac{\partial}{\partial l} \left( W \sigma \frac{\partial p}{\partial l} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( \sigma \frac{\partial p}{\partial z} \right) = 0,$$

$$m \frac{\partial S}{\partial t} + \frac{1}{W} \frac{\partial (W u f)}{\partial l} + \frac{\partial (v f)}{\partial z} = 0, \quad \mathbf{u} = (u, v), \quad u = -\sigma \frac{\partial p}{\partial l}, \quad v = -\sigma \frac{\partial p}{\partial z}, \quad \sigma = k \varphi,$$

$$\varphi = f_1 + K_\mu f_2, \quad f = f_1 / \varphi, \quad K_\mu = \mu_1 / \mu_2,$$

где  $l, z$  – продольная и вертикальная координаты в сечении трубки тока;  $W(l)$  – функция относительной ширины трубки тока;  $t$  – время;  $p$  – давление в пластовом флюиде;  $S$  – водонасыщенность;  $\mathbf{u}(u, v)$  – вектор и компоненты скорости фильтрации двухфазной смеси;  $f_i$  – функции относительных фазовых проницаемостей;  $\mu_i$  – динамическая вязкость; нижние индексы 1 и 2 соответствуют водной и нефтяной фазам соответственно;  $k$  – нормированная абсолютная проницаемость.

Проницаемость области пласта  $k_0 = 1$ . Область высокопроницаемого слоя  $\dot{U}$  с проницаемостью  $K = 100k_0$  содержит подобласть изоляции  $\ddot{A}$ , которая считается неподвижной и обладающей проницаемостью  $k_1 = 10^{-6}$ . Так, поле проницаемости задается следующим образом

$$k(l, z) = \begin{cases} k_0, & (l, z) \notin \Omega, \\ k_1, & (l, z) \in \Delta \subset \Omega, \\ K, & (l, z) \in \Omega. \end{cases}$$

После прорыва воды к добывающей скважине через высокопроницаемый слой и достижения величины обводненности 50% с момента времени  $t_0$  моделируется второй этап заводнения (рис. 2). На данном этапе в пределах суперколлектора задаются фиксированные непроницаемые области, соответствующие расположению блокирующего материала. Способ изоляции

суперколлектора определяется только одним параметром – относительным расстоянием от нагнетательной скважины до начала интервала изоляции (рис. 1 а). Объем изолирующего материала фиксируется 10% суммарного объема суперколлектора, а длина интервала изоляции вычисляется в соответствии с локальной шириной трубки тока.

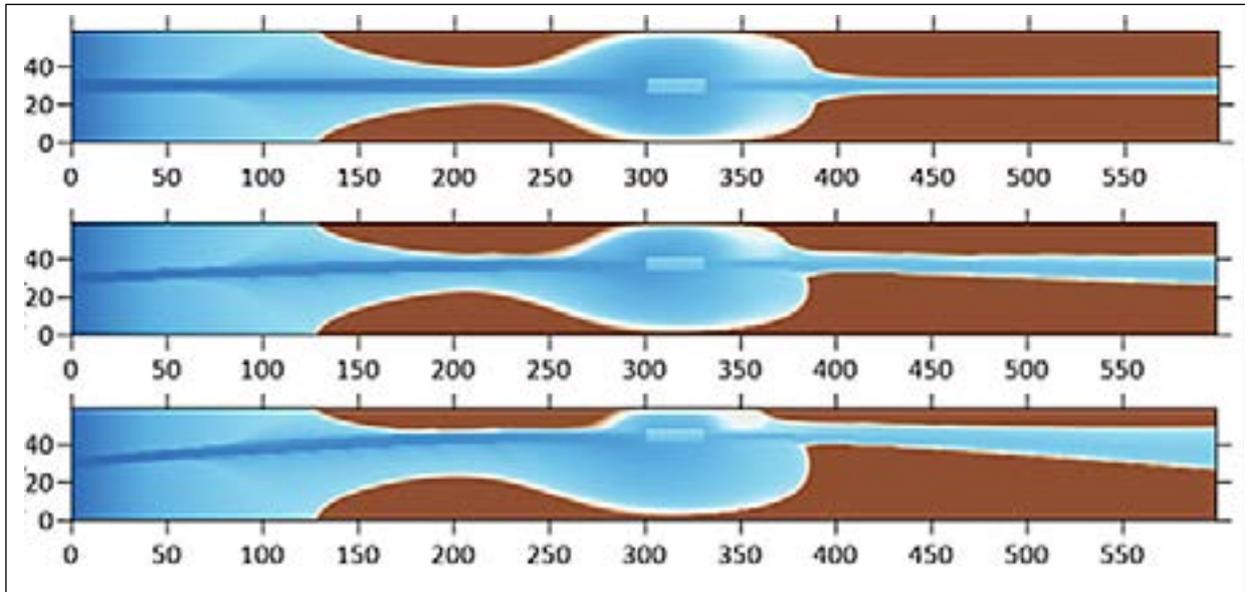


Рис. 2. Обтекание водной фазой изоляции при различной геометрии пропластка

При анализе результатов моделирования используются следующие показатели:

доля извлечения из пласта объема подвижной нефти:

$$E(t) = 1 - \frac{V_2(t)}{V_2(0)} = 1 - \frac{\int_0^H \int_0^L [1 - s(t, l, z)] W(l) dl dz}{\int_0^L H [1 - s_0] W(l) dl} ;$$

количество прокачанных поровых объемов воды:

$$PVI(t) = \frac{Q(t)}{V_p} = \frac{\int_0^t q(t) dt}{\int_0^L w_L h m W(l) dl} ; (6)$$

обводненность добывающей скважины:

$$q(t) = w_L \int_0^h u(t, L, z) dz . (7)$$

Обозначения мгновенных дебитов жидкости, совпадающего с приемистостью

$$q(t) = w_L \int_0^h u(t, L, z) dz , (8)$$

ВОДЫ

$$q_1(t) = w_L \int_0^h f(t, L, z) u(t, L, z) dz , (9)$$

где  $f$  – истинная ширина трубки тока на поверхности скважины, которая сокращается при подстановке (8), (9) в (6) и (7) и таким образом не

требует задания при вычислении относительных величин  $F$  и  $PVI$ ;  $Q(t)$  – накопленный отбор жидкости;  $V_p$  – поровый объем трубки тока.

С целью минимизации количества прокачанных поровых объемов воды  $PVI$  и максимизации коэффициента извлечения нефти  $E$  рассмотрен обобщенный показатель, зависящий от параметров  $d, \xi$ :

$$\Theta(d, \xi) = \gamma E(T; d, \xi) - (1 - \gamma) PVI(T; d, \xi), \quad (10)$$

где  $\gamma$  – эксплуатационно-экономический весовой коэффициент.

Полученные детерминированные значения  $\theta_{i,j}$ ,  $i$  – номер варианта расположения изоляции,  $j$  – номер реализации геометрии пропластка, аппроксимировались функцией

$$\Theta(\vec{d}, \vec{\xi}) = \theta_{min} - e^{-\lambda(d)|\xi|} \Delta\theta, \quad (11)$$

где  $\Delta\theta = \theta_{max} - \theta_{min}$ ,  $\theta_{min/max}$  – минимальное/максимальное значение из множества  $\theta_{i,j}$ ;  $\lambda, c$  – аппроксимационные коэффициенты. Из условия, что  $\xi^{(w)}$  является непрерывной случайной величиной с известной функцией распределения  $F_i$ , найдена плотность распределения  $f_\Theta$  величины  $\Theta(\xi)$ .

$$f_\Theta(x) = \left( f_\xi(\Theta^{-1}(x)) + f_\xi(-\Theta^{-1}(x)) \right) \frac{d\xi}{d\Theta}.$$

При  $K_\mu = 1$  рассмотрено 10 положений размещения изоляционного материала. Моделирование второго этапа заводнения продолжается до момента, когда обводненность добывающей скважины достигает 98%.

На основе полученных значений  $E$  (рис. 3 а) и  $PVI$  (рис. 3 б) рассчитан обобщенный показатель со значением  $\gamma = 0.993$  (рис. 4) для различной вариации геометрии пропластка и положения в нем изоляционного материала.

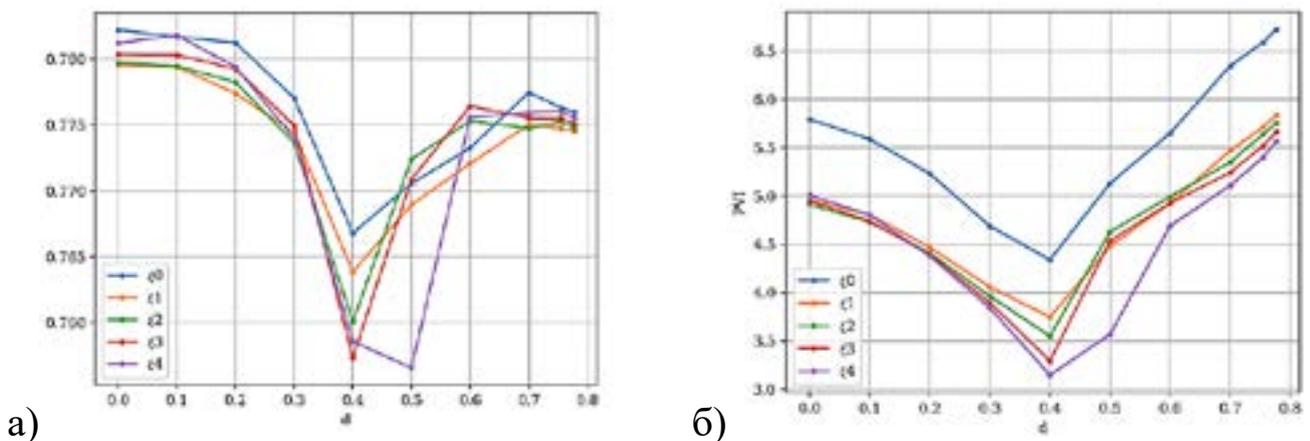


Рис. 3. Показатели коэффициента извлечения нефти (а), количества прокачанных поровых объемов (б) для различных значений  $\xi$  в зависимости от размещения изоляционного материала

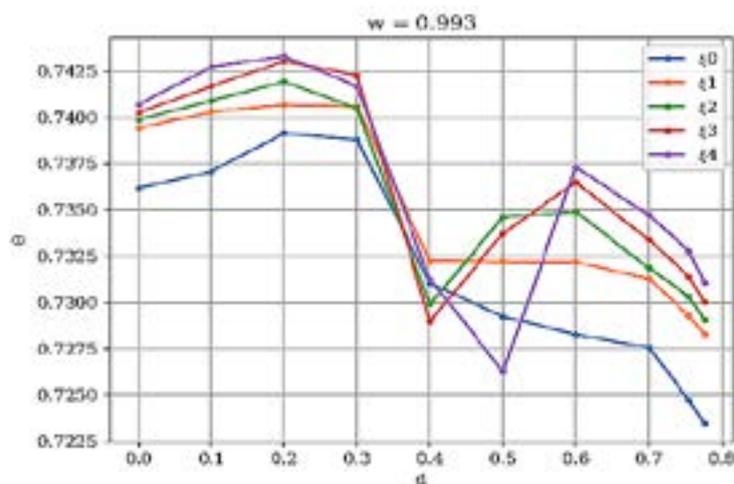
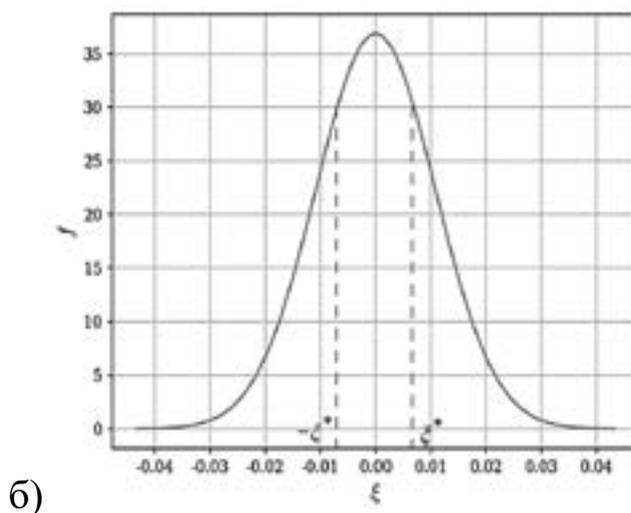
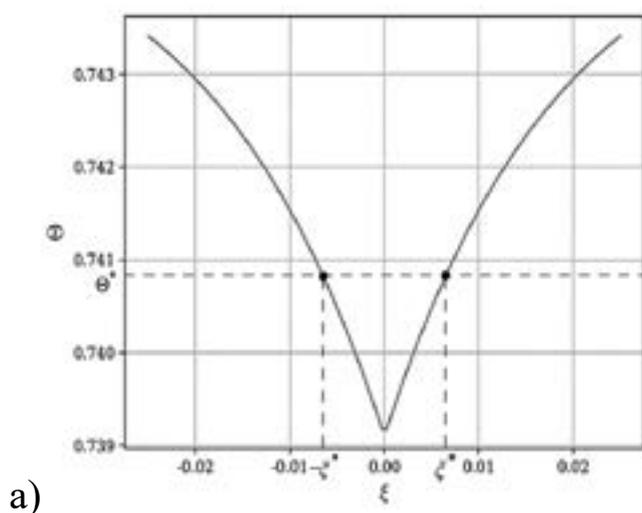


Рис. 4. Поведение обобщенного коэффициента при для различных значений  $\xi$  в зависимости от размещения изоляционного материала

Из рис. 4 видно, что при данном отношении вязкости фаз максимальная эффективность мероприятия достигается при одинаковом расположении интервала изоляции –  $d=0.2$ . Для этого значения параметра  $d$  построена аппроксимация (11) (рис. 5 а).

Предполагая, что  $\xi$  подчиняется нормальному закону распределения (рис. 5 б) с параметрами  $M\xi=0$  – математическое ожидание,  $D\xi=\sigma^2$  – дисперсия, определяется вид  $f_\Theta$  по формуле (17) (рис. 5 в). Максимальное значение  $f_\Theta$  показывает наиболее вероятную эффективность  $\Theta^*$  изоляционных мероприятий. С помощью зависимости (11) определяется соответствующее ей отклонение  $\xi^*$ , которое, вообще говоря, может не совпадать с наиболее вероятным (рис. 5 б).

Таким образом показано, что в зависимости от распределения  $\xi$  и его параметров наиболее вероятный исход отличается от результата для наиболее вероятного положения пропластка (рис.5 а).



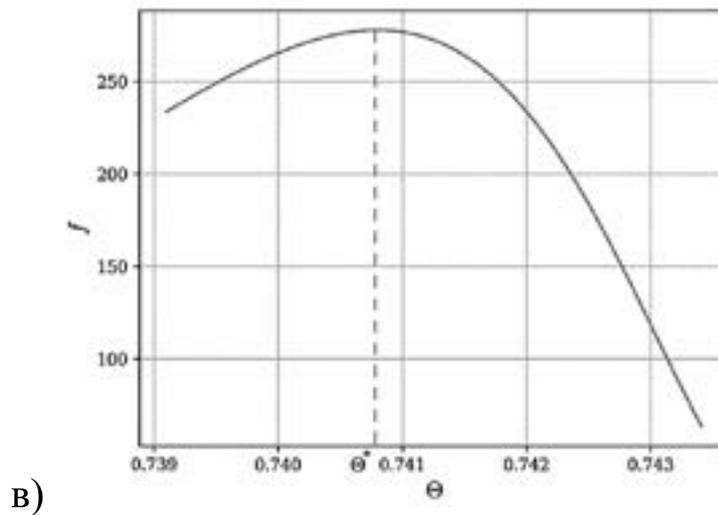


Рис. 5. Зависимость обобщенного показателя от кривизны пропластка (а), плотность распределения кривизны при  $\sigma^2 = 11.7 \cdot 10^{-5}$  (б), поведение плотности обобщенного показателя при заданном распределении кривизны (в)

В результате работы выполнена декомпозиция традиционной трехмерной модели фильтрации на двумерные задачи в вертикальных сечениях трубок тока. На базе реперных расчетов найдена функциональная связь между варьируемыми параметрами и показателями эффективности. Окончательный вероятностный прогноз эффективности и подбор оптимального сценария воздействия производится практически мгновенно на основе заданных вероятностных параметров геологической модели без необходимости численного моделирования фильтрации.

#### Литература

1. Дойч К.В. // Геостатистическое моделирование коллекторов. – М. – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2011. – 400 с.
2. Бахсян Н.А. // Снижение обводненности скважин с помощью потокоотклоняющих технологий на примере Ванкорского месторождения. Международный научно-исследовательский журнал, 2016, 6 (48) ч. 2 С. 33–37.
3. Мазо А.Б., Поташев К.А., Баушин В.В., Булыгин // Д.В. Расчет полимерного заводнения нефтяного пласта по модели фильтрации с фиксированной трубкой тока. Георесурсы, 2017, 19 (1), С. 15–20.
4. Мазо А.Б., Поташев К.А. // Суперэлементы. Моделирование разработки нефтяных месторождений: Монография. М.: ИНФРА-М, 2020, 220 с.
5. Поташев К.А., Мазо А.Б. // Численное моделирование локального воздействия на нефтяной пласт с применением фиксированных трубок тока для типичных схем заводнения. Георесурсы, 2020, 22 (4), С.70–78.

6. Чекалин А.Н., Конюхов В.М., Костерин А.В. // Двухфазная многокомпонентная фильтрация в нефтяных пластах сложной структуры. Казань: Казан. гос. ун-т, 2009, 180 с.

7. Willhite G.P. Waterflooding. SPE Textbook Series. Richardson, TX, 1986, 331 p.

8. Поташев К.А., Мазо А.Б., Калинин Е.И., Баушин В.В. // EOR-Tube «Проектирование методов увеличения нефтеотдачи пласта по модели фильтрации с фиксированной трубкой тока». Правообладатель: ООО «Импел». Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2022681889 от 16.11.2022 г.

**ИНСТИТУТ  
СОЦИАЛЬНО-ФИЛОСОФСКИХ НАУК  
И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ**

# ТРАНСФОРМАЦИЯ МОНОМИФА О ПУТИ ГЕРОЯ В СЦЕНАРИЯХ СОВРЕМЕННЫХ ВИДЕОИГР

*Белоусов Е.Д.*

*Научный руководитель – канд. филол. наук, доцент Хузеева Л.Р.*

Актуальность исследования обусловлена повсеместной интеграцией культуры компьютерных видеоигр в повседневную жизнь и увеличивающимся с каждым годом количеством игроков. По результатам ВЦИОМ за 2022 г., в видеоигры играют 69% россиян 12–64 лет, причем 55% играют регулярно<sup>1</sup>. Данные Steam фиксируют существенный рост игровой аудитории: максимальное одновременное число игроков в Steam с конца октября 2022 г. до января 2023 г. выросло с 30 до 32 миллионов человек<sup>2</sup>.

Можно предположить, что активно играющие геймеры попадают под влияние репрезентации поведенческих установок, образа жизни, способа коммуникации и разрешения конфликтов, транслируемых через игровой контент, являясь основным адресатом для новых идей, ценностей и смыслов, воплощенных в видеоигре. Поскольку экспансия компьютерной игровой индустрии отражается на эмоциональном состоянии и поведенческой активности игроков, мы сочли важным и целесообразным изучить предлагаемые игрой шаги, выборы и стратегии поведения в процессе прохождения пути Героя, интегрированного в сценарий видеоигры.

Целью научной работы стало выявление тенденций трансформации мономифа о пути героя в сценариях современных видеоигр. Для решения поставленной цели определены следующие задачи:

1. рассмотреть мономиф «Путь Героя», интегрированный в современную популярную медиакультуру;
2. провести обзор видеоигр разных жанров, сюжет которых включает элементы «Пути героя»;
3. изучить основные аспекты мономифа, являющиеся ключевыми элементами сценарных решений видеоигр;
4. обобщить данные по трансформации драматургических решений с применением мономифа.

Применялись следующие методы исследования:

<sup>1</sup> Исследование: 69% жителей России играют в игры, почти половина из них предпочитает мобильный гейминг. URL: <https://dtf.ru/gameindustry/1213292-issledovanie-69-zhiteley-rossii-igrayut-v-igry-pochti-pоловина-iz-nih-predpochitaet-mobilnyu-geyming> (дата обращения: 30.05.2023)

<sup>2</sup> Steam поставил рекорд по количеству одновременных пользователей. URL: <https://www.igromania.ru/news/122183/> (дата обращения: 30.05.2023).

1. анализ (для изучения отдельных сценарных характеристик компьютерных видеоигр в их соотношении с этапами «Пути героя»);
2. описание (в рамках сбора материала и изложения полученных данных);
3. аналогии (выявление черт сходства сценарных решений компьютерных игр, позволяющих предположить их тождественность/одинаковость и в иных признаках, в том числе в игровых механиках, связанных с выбором и принятием решений);
4. сравнения (предусматривает сопоставление изучаемых объектов с целью поиска черт сходства и различия для последующей классификации и типологизации).

Эмпирическая база исследования: видеоигры различной жанровой направленности «Witcher 3: Wild Hunt» (игра жанра Action/RPG, сочетающая в себе специфику боевика и ролевой игры); «This is the Police» (игра жанра «стратегия»); «Divinity Original Sin 2» (ролевая игра, Role-playing (RPG)). В качестве объекта исследования выступили сценарии компьютерных видеоигр.

Теоретическим основанием для проведения исследования стала монография Джозефа Кэмпбелла «Тысячеликий герой» (Joseph Campbell. «The Hero with a Thousand Faces»), в которой изложена авторская концепция мономифа (Путь Героя)<sup>3</sup>. В «Тысячеликом герое» упоминается 17 этапов пути, распределенных на три фазы («Сепарация», «Инициация», «Возвращение»), которые объединены в единый «Путь героя». Общая характеристика фаз «Пути Героя»:

1) Сепарация: прощаясь с привычным укладом жизни, герой пускается в путешествие, добираясь до границ между привычным и неизвестным мирами.

2) Инициация: одолевая «привратников», стерегущих грань двух миров, герой странствует по миру «волшебства», попутно одерживая верх над врагами, разрешая загадки и завладевая заветным сокровищем.

3) Возвращение: герой возвращается туда, откуда все началось, будучи просветлённым, чтобы поделиться плодами своего трудного путешествия с ближними как материальными благами (сокровищами), так и метафоричными богатствами (полезным опытом, мудростью).

Путь Героя, состоящий из определенных шагов/этапов, по которым развивается сюжет странствия и трансформации Героя, нашел свое во-

---

<sup>3</sup> Кэмпбелл, Дж. Тысячеликий герой. СПб., 2021. 352 с.

площение в сценариях наиболее успешных и прибыльных кинофильмов (блокбастеров) от гигантов киноиндустрии (таких, как Walt Disney, 20th Century Fox, Warner Bros. Entertainment, Inc.). «Путь героя», как остов для сценарных решений, использован в первой кинотрилогии «Звездные войны», в фильме «Аватар», в серии фильмов «Пираты Карибского моря», в трилогии «Властелин колец» и «Хоббит», в киновселенной Marvel.

В дальнейшем этот миф стал использоваться в создании видеоигр.

Теоретическая значимость исследования заключается в консолидации имеющихся теоретических знаний в отношении мономифа и их практического применения и воплощения в виде сценарных решений популярных видеоигр.

Важно подчеркнуть, что основные элементы «Пути героя», связанные с принятием решений, с выбором, с необходимостью нести за него ответственность, являются ключевыми моментами в гейминге, что может влиять на самоидентификацию игрока, формируя определенные установки и систему ценностей, исходя из благ, получаемых в результате выбранной для себя оптимальной стратегии поведения.

Практическая значимость работы: исследование позволяет изучить специфику интеграции мономифа в сценарии компьютерных игр разной жанровой направленности и его трансформацию сценаристами и разработчиками, которая реализуется путем выборов и игровых механик, используемых для подкрепления у игрока определенных паттернов поведения. Полученные знания можно применять при разработке игровых и киносценариев с целью повлиять на формирование определенных паттернов поведения игроков и зрителей и транслировать определенные смыслы.

#### Выводы

В процессе проведенного исследования выявлена широкая представленность концепции мономифа в компьютерных играх и в других продуктах популярной медиаккультуры конца XX – начала XXI века.

Трансформация мономифа проявляет себя в его глобальной культурной экспансии: концепция Дж. Кэмбелла, предложенная 73 года назад, не только не потеряла своей актуальности, но и активно используется в сценарных решениях и драматургии в продуктах медиаккультуры. Мономиф предоставляет для сценаристов и драматургов исключительную возможность конструировать из 17 (или из меньшего числа) шагов полноценную историю/сюжет/

игру. Обзор основных жанров видеоигр продемонстрировал включенность мономифа «Путь героя» во все сюжетные компьютерные игры, охватив игры различной жанровой направленности (RPG «Divinity Original Sin 2»; Action/RPG «Witcher 3: Wild Hunt»; стратегии «This is the Police»). Внедрение хорошо зарекомендовавшей себя сюжетной схемы происходит даже в тех жанрах компьютерных игр, в которых сюжет изначально и не предполагался (например, в стратегиях, требующих математического подхода к выполнению задачи, и в Action/RPG, где действие игры подразумевало участие в боях и исследование прилегающей территории).

Трансформация мономифа, наблюдаемая в сценариях видеоигр, включает следующее: укрупнение этапов посредством пропуска менее значительных или слияния похожих шагов при сохранении основных фаз («Сепарация», «Инициация», «Возвращение»). В качестве наиболее часто используемых в сценариях этапов мономифа, зарекомендовавших себя как хороших аттракторов для игрока, можно назвать:

Шаг 1.1 «Зов к странствиям»: предоставляет шанс пережить захватывающее приключение без угрозы жизни, но с набором адреналиновых впечатлений, которое найти и пережить в реальности маловероятно. Это особенно важно для подростков, ищущих приключений.

Шаги 2.2. и 2.3 «Встреча с богиней» и «Женщина как искусительница» используются в сценариях очень часто, становясь эмоциональным «якорем», использующим интригующий интимный подтекст и сцены разной степени откровенности.

Шаг 2.6 «Вознаграждение в конце пути» («Сокровище»): активно играет на стремлении современного игрока к избыточному потреблению.

Шаги 1.3 «Сверхъестественное покровительство («волшебная помощь»)» и 3.6 «Властелин двух миров» также очень притягательны для игрока, поскольку наделяют его или суперспособностями, или наивысшим статусом, сопряженным с безграничной властью.

Дальнейшие исследования данной темы представляются перспективными, поскольку множество современных видеоигр оперируют мифологическим наследием, превращая элементы этого наследия в сюжетные повороты, арки или сценарии. Взятые из мифов архетипы героев, сюжеты и структура героического путешествия – это материал, благодаря которому коллективы разработчиков компьютерных видеоигр способны придумывать захватывающие зрительское внимание внутриигровые истории.

Фактически мономиф в применении к видеоиграм позволяет играющему отследить процесс внутренней эволюции протагониста – своего альтер-эго, отрефлексировать собственные эмоции, возникающие на этапах выбора, действия или расплаты за содеянное.

Нарратив современной компьютерной игры, ее сценарные решения ставят перед играющим вопросы, из числа тех, на которые всегда ищет ответы человечество: что ждет его в игровом путешествии, каким он вернется из него, что приобретет и что потеряет, какие новые качества в себе он может открыть, чем готов пожертвовать для достижения желаемого. Именно эти вопросы и приводят к рождению чудесной истории или захватывающего путешествия в мир книг, кинофильмов и компьютерных игр. И пока читатель, зритель или геймер ищет на них ответы, он будет странствовать по страницам книг и экранам мониторов в поисках своего «Пути героя».

Компьютерные видеоигры, будучи одним из самых молодых и быстро развивающихся видов медиа, имеют значительный нарративный потенциал и многообещающие перспективы использования. В силу своих иммерсивных возможностей игры предусматривают не только созерцание происходящего, но и прямое, вовлеченное участие игрока и приобретение им собственного уникального опыта. Несмотря на иллюзорность и «невещественность» происходящего в видеоигровом мире, опыт, получаемый в игре, будет настоящим: победы, незначительные поражения, помощь, которую игрок оказывает или получает, утрата любимших персонажей – все это «присваивается» игроком, становясь его личным жизненным опытом. Этому, безусловно, способствует мощь и универсальность мономифа, интегрированного разработчиками в сюжет. Опыт спасения мира (даже если этот мир является вымышленным и тщательно симулированным) – опыт восприятия себя Героем останется с игроком и после завершения игрового процесса. Этот запрос на «супергероику» сейчас особенно важен и для молодежи, и для игроков зрелого возраста. С другой стороны, игра дарит ощущение безнаказанности и вседозволенности, позволяя не только преступать закон, но и не нести ответственности за свои противоправные и антигуманные поступки. Исследование этой ипостаси игрового процесса и влияния игры на формирование и трансформацию ценностно-нравственных установок и поведенческих реакций является важным для понимания мотивационной сферы и личностных качеств игроков, которых с каждым годом становится все больше.

Востребованность мономифа и его трансформация в соответствии с актуальными запросами человечества, его структурный план «восхождения» Личности и эволюции персонажа (от обывателя до героя), делает изучение каждого шага мономифа и их взаимосвязи перспективным не только для представителей медиасферы, но и для сценаристов, актеров, писателей, журналистов, психологов, педагогов и аналитиков.

### Литература

- 1) Исследование: 69% жителей России играют в игры, почти половина из них предпочитает мобильный гейминг. – URL: <https://dtf.ru/gameindustry/1213292-issledovanie-69-zhiteley-rossii-igrayut-v-igry-pochti-pоловина-iz-nih-predpochitaet-mobilnyu-geyming> (дата обращения: 30.05.2023)
- 2) Кэмпбелл, Дж. Тысячеликий герой / Дж. Кэмпбелл. – СПб. : Питер, 2021. – 352 с.
- 3) Steam поставил рекорд по количеству одновременных пользователей. – URL: <https://www.igromania.ru/news/122183/> (дата обращения: 30.05.2023).

# СПЕЦИФИКА ПРОИЗВОДСТВА И МЕХАНИЗМОВ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ФЕЙКОВЫХ НОВОСТЕЙ В РОССИЙСКИХ СМИ

*Золотухина А.А.*

*Научный руководитель – канд. филол. наук, доцент Баканов Р.П.*

На сегодняшний день увеличение числа фейковых новостей или распространение ложной информации, главным образом через социальные и традиционные СМИ, вызывает серьезную озабоченность в отношении того, какую информацию получает общественность. Так, по данным АНО «Диалог» и РОЦИТ главным источником фейков респонденты называют онлайн-СМИ (74%), реже – телевидение и традиционную прессу (64%), социальные сети (38%), гораздо реже – мессенджеры, как следует из результатов исследования. А друзей, родственников и знакомых в качестве источников недостоверной информации не называет почти никто (всего 5%). Количество фейк-ньюс достигло критической отметки, и теперь необходимо перенести обсуждение их влияния на более высокий теоретический уровень. Изучение процессов создания и распространения фейковых новостей в российских СМИ является важной задачей, так как это поможет более эффективно бороться с распространением непроверенной информации и защищать общественное мнение от манипуляции.

Стоит отметить, что в данном исследовании под фейком понимается искажение или конструирование действительности, а под фейковой новостью – новостные сообщения, основанные на искажении фактов, созданные чаще всего для извлечения определенной выгоды (например, увеличения трафика или цитируемости).

*Эмпирическая база исследования* включает в себя более 50 фейковых новостей, распространяемых в российских интернет-СМИ и социальных сетях. Выбор интернет-СМИ обусловлен характером медиапотребления в России.

Актуальная тема постправды привлекает внимание все большего числа исследователей. Однако по большей части изучается природа фейковых новостей (Vargo, Guo, Amazeen, 2017; Vosoughi, Roy, Aral, 2018; Ильченко, 2016; Котова, Дукян, 2016; Бейненсон, 2017). Целью данного исследования является выявление и изучение специфики производства и механизмов распространения фейковых новостей в российских СМИ.

*Среди задач исследования:*

- изучить характерные признаки фейк-ньюс;
- определить роль фейков в информационной экосистеме;
- рассмотреть стилистические особенности недостоверных материалов;
- определить основные причины распространения постправды в СМИ;
- выделить типы фейковых материалов по содержанию.

*Объектом исследования* являются фейковые новости в российских СМИ.

*Предметом* – специфика производства и механизмов распространения данных новостей.

В работе применялись следующие *методы исследования:*

– *лексико-стилистический анализ* медийных текстов, содержащих недостоверную информацию, с помощью которого нам удалось: во-первых, выявить особенности творческого почерка и стиля подобных материалов, насколько регулярно обращались к средствам выразительности и к каким именно, а также какие применяли (и применяли ли) творческие приемы привлечения и удержания внимания аудитории к своим текстам и для их дочитывания. Анализ помог установить визуальные приемы, по которым можно распознать фейк;

– *содержательный анализ* медиатекстов, в ходе которого проанализированы публикации новостных материалов, которые были определены как фейковые, а также сбор и анализ данных о распространении таких материалов в социальных сетях;

– *жанровый анализ* публикаций, в ходе которого все проанализированные нами публикации из были отнесены к той или иной жанровой группе, чтобы установить: кто из них обладает более широкими и разнообразными творческими возможностями для эффективного воздействия на аудиторию. Понимая, что распространители фальшивых новостей работают на свою, возможно, специфическую аудиторию, мы старались обращать внимание на такие компоненты, которые важны для широкой аудитории, то есть способствуют тому, чтобы тексты стали интересными и простыми для восприятия, либо нет.

В исследовании мы показали, насколько сложно четко определить и позиционировать концепцию ложных новостей в информационной экосистеме. Тем более что низкий уровень медиаграмотности является катализатором распространения недостоверной информации, поэтому надежная классификация фейков является важной задачей. Чтобы сделать это, мы сначала классифицировали понятие фейковых новостей по отношению к другим формам

информации. Затем определили важные понятия, направленные на характеристику того, что является поддельными новостями, чтобы выделить ключевые элементы, которые следует принимать во внимание. На основе структурного анализа медиатекстов нами были выделены категории фейк-материалов по степени достоверности и намерением автора причинить вред:

- фейк-ошибка;
- сатира;
- кликбейт, вводящий в заблуждение;
- ложный контекст;
- манипулятивный контент;
- сфабрикованный контент.

Мы убеждены, что эти элементы являются основой, которую должна учитывать концептуальная модель фейковых новостей.

Отдельные новости чаще всего нацелены на определенную категорию людей и используют когнитивный процесс, опирающийся на эмоции. Поэтому в ходе анализа мы выявили, что цель фальшивых новостей состоит из трех элементов: аудитория, ее мнение и сама цель. Поэтому темы фейков всегда выбираются согласно в повестке дня – чем больше внимания, тем больше поддержек и репостов, которые продвинул новость в тренды. Другой вариант – ссылка на выдуманный источник, несуществующую личность или же ссылка на несуществующий результат деятельности известной личности или организации.

Таким образом, интернет позволяет практически каждому человеку стать субъектом информационного пространства, при этом большинство не осознает свою ответственность за распространение сведений, которые не имеют под собой и доли истины. Проблему усугубляет наличие у людей определенных стереотипов и мифологем, что позволяет в открытом информационном пространстве больших данных принимать на веру информацию, которая просто отвечает их интересам, тем самым освобождая от проблемы выбора. В итоге общество постправды формируется за счет стереотипизации восприятия реальности, а ключевую роль в данном процессе играют медиа.

В данной статье представлены результаты исследования фейковых новостей в Интернете, которые позволяют сделать некоторые выводы.

Во-первых, недостоверные новости могут иметь внешнюю структуру, которая не соответствует стандартам и правилам журналистики. Однако с течением фейк-эволюции все сложнее становится отличать правду от вы-

мысла. Портрет «качественных» недостоверных материалов сегодня почти не отличается от обычной новости. Фейк «эволюционирует», мимикрируя под реальную новость, повторяет ее внешнюю структуру: строится по типу *текст, дополненный изображением, или текст без иллюстративного сопровождения*. Но можно отметить, что часто используются экспрессивно-выразительные языковые средства и слова– провокаторы.

Во-вторых, главными субъектами в фейковых публикациях выступают реальные люди, которым приписывают выдуманные слова, или организации, о которых сообщается информация, не соответствующую действительности.

В-третьих, значимым отличием фейка от реальной новости зачастую является отсутствие какой-либо аргументации, подтверждающей заявленную информацию. В сообщениях подобного рода распространитель использует когнитивный процесс, опирающийся на эмоции, поскольку восприятие информации, содержащей готовые выводы, влияет на поведение аудитории.

#### Литература

1. Бейненсон В.А. Проверка достоверности информации в условиях новых медиа: проблемы и возможности // Журналистика в системе альтернативных источников информации. – 2017. – С. 79–89.

2. Ильченко С.Н. Фейковая журналистика как элемент современной шоу-цивилизации // Известия Уральского федерального университета. Сер. 1. Проблемы образования, науки и культуры. – 2016. – Т. 22, №3 (153). – С. 14–18.

3. Котова Н.С., Дукян С.С. Феномен «фейка» в политическом дискурсе эпохи «постправды» // Учен. зап. Казанск. ун-та. Сер. Государственное и муниципальное управление. – 2018. – №. 2. – С. 130–135.

4. Vargo C.J., Guo L., Amazeen, M.A. (2018). The agenda-setting power of fake news: A big data analysis of the online media landscape from 2014 to 2016. – *New media & society*. – Т. 20. – №. 5. – С. 2028–2049.

5. Vosoughi S., Roy D., Aral S. (2018). The spread of true and false news online // *Science*. – Т. 359. – №. 6380. – С. 1146–1151.

# СПЕЦИФИКА ТВОРЧЕСКОГО СТИЛЯ СТУДЕНЧЕСКИХ МЕДИА Г. КАЗАНИ

*Портных А.Э.*

*Научный руководитель – канд. филол. наук, доцент Баканов Р.П.*

*Актуальность* данного исследования обусловлена несколькими обстоятельствами.

Во-первых, тенденцией студенчества как социальной группы к самоорганизации, в том числе на поле журналистского творчества. В прошлом она выражалась в развитии студенческой прессы, а сегодня продолжается в обращении студентов к Интернет-платформам. Новый тип студента, студента в информационном цифровом обществе, требует новых форм самореализации, а потому сегодня его активность проявляется по преимуществу в коммуникативном пространстве новых медиа.

Во-вторых, спецификой образовательного процесса. Современное образование также подвержено влиянию времени, а значит вынуждено искать новые формы общения со студентами и иные педагогические формы взращивания в них профессиональных компетенций. Развитие медиаплатформ является условием коммуникации, а медиапроекты в должной мере удовлетворяют второму обстоятельству.

В конечном счете все эти обстоятельства трансформируются в факт активного развития в России студенческой журналистики, которую необходимо изучать, так как, с одной стороны, она несет на себя важные культурно-социальные функции, а с другой стороны, служит «колыбелью» для появления новых идей, жанров и форматов и «лабораторией» их апробации на практике.

Таким образом, целью данного исследования является выявление и изучение специфики творческого стиля студенческих медиа г. Казани.

*Эмпирическая база исследования* включает в себя три основных источника публикаций: 37 публикаций «KazGIK live» (студенческий телевизионный центр КазГИК), 96 публикаций «Studmedia» (студенческий медиациентр КГЭУ) и 1309 публикаций «UNIVER.TV» (студенческий телеканал КФУ).

*Методология исследования* включает в себя следующие методы.

1. Жанровый анализ публикаций позволил оценить разнообразие творческого подхода медиа к жанрам и их преобразование к Интернет-платформе.

2. Тематический анализ публикаций позволил определить основные функции медиа.

3. Лексико-стилистический анализ публикаций позволил выявить специфику языка, на котором медиа говорит с инфопотребителем.

4. Анализ дизайна визуальных данных публикаций позволил уловить визуальные тенденции в оформлении современных студенческих медиа.

5. Сравнительный анализ публикаций более и менее успешных студенческих медиа позволил сформулировать рекомендации по формированию творческого стиля студенческих медиапроектов.

Студенческое медиа представляет собой важный маркер развитости студенческого сообщества университета в современном мире. Будучи формой самообразования, медиа такого плана делаются студентами и для студентов с целью не только сохранения и передачи духа студенчества, но и для достижения как творческих, так и корпоративных задач. Степень зависимости студенческого медиа от самого высшего учебного заведения является разной, однако российская традиция все же подразумевает их совместную работу над имиджем и брендом вуза.

Творческий стиль является той характеристикой медиа, которая позволяет ему соединять воедино и формально-корпоративную, и творческую стороны журналистской деятельности. Творческим стилем обладают и студенческие медиа, о чем говорит сам факт того, что они делают студентами, погруженными в определенную культурно-информационную среду, и коммуницируют со студентами, обладающими рядом типичных характеристик. Однако этот перечень нельзя назвать достаточным, ведь каждое отдельное студенческое медиа само выбирает, как достигать коммуникативных целей: какие затрагивать темы, какие применить жанры, какие предпочитать лексико-стилистические средства и как все это оформлять.

Все тридцать высших учебных заведений в Казани имеют свое представительство в Интернете, будь то сайт или профиль в социальной сети. Однако немногие из них (43%) идут дальше и способствуют тому, чтобы студенты самостоятельно занимались медиапроектной деятельностью. На сегодняшний день в казанском медиаполе уже существуют как масштабные и популярные проекты, так и только появившиеся, что говорит об актуальности формы студенческого медиа для современного студенчества.

«KazGiK live» является студенческим телевизионным центром, созданным в рамках Казанского государственного института культуры. Будучи

созданным 18 апреля 2022 г., медиа является молодым, а потому его творческий стиль находится скорее в становлении, чем в фазе уже очерченного и проработанного стилистического почерка. Тем не менее, анализ формальных, жанрово-тематических, лексико-стилистических и визуальных характеристик помогает наметить стилистический вектор данного медиапроекта. Основной упор медиа идет на афиши (23%), объявления (17%) и плейлисты (11%). Вторичную роль играют подкасты (8%), интервью (6%), новости (6%). Большая часть контента представляет собой классические жанры: например, репортаж воспроизводится во всех канонах традиционного о нем представления; то же происходит и с новостной программой. Однако есть среди постов и авторские программы.

«Studmedia» является студенческим медиацентром Казанского государственного энергетического университета. Медиапроект создан в сентябре 2019 г. Тем не менее, количество публикаций в медиа постепенно расширяется, так как у него много студентов, желающих поделиться собственными репортажными съемками или медийными навыками. Акцент данного медиа в жанровом разнообразии делается на объявления (32%), фоторепортажи (15%) и визитки (14%). Менее популярны такие жанры как видерепортаж (9%), видеоподкаст-интервью (7%) и поздравления (4%). Присутствует также ряд публикаций, которые можно назвать «пробой пера», так как они единожды появляются в ленте медиа и больше не реализуются в зависимости от степени их успешности.

«UNIVER.TV» представляет собой студенческий телеканал, созданный Казанской (Приволжской) федеральном университете в декабре 2010 г. Пройдя долгий профессиональный путь вещания с января 2011 года, канал на сегодняшний день является единственным в России круглосуточным университетским студенческим телеканалом, который транслирует свои программы по всей России и в Интернете. Анализ его формальных, жанрово-тематических, лексико-стилистических и визуальных характеристик позволяет понять, каков вектор развития всякого студенческого медиа и стилистический почерк удачного студенческого медиапроекта. Информационный вектор реализуется в таких жанрах, как заметка (17%), прямая трансляция (8%), фото– и видеорепортаж (9%), документальный фильм (8%). Юмористический вектор реализуется в мемах (12%), юмористических подборках (13%), юмористических видеоскетчах (5%). Авторские программы и шоу зачастую одновременно выполняют обе эти функции.

Студенческое медиа, будучи формой самоорганизации студенчества в медиапространстве, является признаком развитости студенческого сообщества вуза. К основным характеристикам медиа такого типа относятся: организация студентами, ориентация на студентов и тематический акцент на студенчестве. Это не значит, что журналист в студенческом издании ограничен в средствах: он может видоизменять жанры, затрагивать темы с нового ракурса и делать тематические акценты, избирать лексико-стилистические и визуальные средства оформления идей и контента.

Проведенное нами сравнительное исследование казанских студенческих медиа позволяет сформулировать ряд тенденций:

- большинство студенческих медиа функционируют в рамках уже существующих медиаплатформ, чаще всего в социальных сетях;
- основная цель студенческого медиа – получить все большее количество подписчиков, которые представляют собой в первую очередь студентов конкретного вуза, а затем и всех остальных заинтересованных;
- жанровые решения студенческого медиа зависят от степени профессионализма его журналистской команды;
- тематическая направленность студенческого медиа во многом определяется самой спецификой вуза, в рамках которого возник данный медиапроект. Если же медиа формируется в рамках университета, то в ее интересах делать ставку или на события массового интереса, но не специфичные информационные поводы;
- в выборе лексико-стилистических решений все студенческие издания единогласно выбирают следование трендам современного молодежного сленга: смайлы, особое употребление знаков препинания и заглавной буквы, специфическая лексика, простота и отрывистость, приоритет отдан диалоговой форме коммуникации;
- визуальное оформление при этом представляет собой поле для большей творческой реализации, так как мультимедиа привлекают современного студента-подписчика больше, чем текст.

## Литература

1. Владимирова Т.Н. Студенческая пресса как проявление интерактивной медиасреды факультета // Вопросы теории и практики журналистики. – 2014. – №2. – С. 53–57.

2. Галкина М.Ю., Гурова Е.К., Крашенинникова М.А. Актуальные жанровые формы в студенческих Интернет-СМИ (на примере учебного портала «Журналист online») // Меди@льманах. – 2018. – №6 (89). – С. 168–173.
3. Давлетшина С.Р. «Новые медиа» и тенденции развития мультимедийных жанров // Актуальные вопросы современной филологии и журналистики. – 2017. – №2 (25). – С. 86–91.
4. Деминова М.А., Лаврищева М.С. Студенческие медиа в социальной сети: опыт работы редакции // Меди@льманах. – 2021. – №6 (107). – С. 72–82.
5. Дунце Ю.А. Студенческая радиостанция: опыт функционирования медиаобразовательного проекта (на примере радиостанции «Моховая, 9») // Меди@льманах. – 2021. – №1 (102). – С. 44–51.
6. Овчинников М.М. Связь развития учебных заведений и журналистики // Вестник Челябинского государственного университета. – 2011. – №28 (243). – С. 74–77.
7. Шестеркина Л.П. Студенческая журналистика на просторах Интернета: вопросы профессионального становления // Журналистский ежегодник. – 2015. – №4. – С. 18–23.

# **НАБЕРЕЖНОЧЕЛНИНСКИЙ ИНСТИТУТ**

# РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ ЗАКАЛКИ ЧУГУНА С ВЕРМИКУЛЯРНЫМ ГРАФИТОМ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ

*Гимазетдинова Ч.А., Гладыш Е.Д.*

*Научный руководитель – д-р техн. наук, профессор Панов А.Г.*

## Введение

Изотермические закаленные высокопрочные чугуны (ИЗВЧ) находят широкое применение в промышленности, это позволяет рассматривать их как перспективные конструкционные материалы, обладающие большими показателями усталостной прочности, по сравнению с традиционными сталями [1].

Долгое время изучение влияния изотермической закалки на получение требуемых свойств ограничивалось лишь научными экспериментами. Однако с 1971 года ИЗВЧ стал активно применяться в различных отраслях промышленности (автомобильной, тракторной и машиностроительной). Например, в 1977 году General Motors использовал ИЗВЧ в качестве замены стального зубчатого колеса [2].

Повышенный интерес среди промышленных предприятий вызывает изотермически закаленный чугун с вермикулярным графитом, сочетая в себе физико-механические и эксплуатационные свойства, а также экономическую целесообразность. Однако его применение в промышленности России ограничивается недостаточной изученностью его структурообразования в процессе изотермической закалки [3, 4].

В связи с этим актуальной является проблема изучения процесса изотермической закалки чугуна с вермикулярным графитом.

Целью работы стала разработка технологии изотермической закалки высокопрочных чугунов с вермикулярным графитом для изготовления деталей машиностроения. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. установление времени аустенитизации;
2. определение технологического окна обработки (время изотермической выдержки).

## Методы исследования

Процесс термической обработки экспериментальных образцов состоял из следующих этапов:

1. аустенитизация при температуре 900°C в течение 30 минут без учета времени нагрева с защитой чугунной стружкой и березовым углем;
2. закалка образцов в предварительно подготовленном расплаве соли (50% KNO<sub>3</sub> в 50% NaNO<sub>3</sub>) при температурах 290°C на нижний бейнит и 390°C на верхний бейнит;
3. выдержка в закалочной среде в течение от 5 до 480 минут;
4. охлаждение при комнатной температуре.

Дилатометрические исследования проводили с помощью дилатометра Netzsch DIL 402C. При нагреве исследовали линейное расширение образцов при различных темпах нагрева, а также при различной выдержке при температуре аустенитизации до пяти часов. Начинали исследования с использованием кварцевой трубки, затем продолжили с использованием корундовой трубки. Первый опыт проводили на образце для исследования теплопроводности в виде шайбы диаметром 10 мм и толщиной 2 мм с заточенными по бокам параллельными площадками, остальные – на цилиндрических образцах.

Для проведения рентгеновского анализа применяли дифрактометр XRD-7000 исследовательского класса с вертикальным  $\theta$ - $\theta$  гониометром, который позволяет количественно определять долю остаточного аустенита.

Измерение микротвердости проводили на микротвердомере Durimet при нагрузке 50 г методом Виккерса с дальнейшим пересчетом в единицы Роквелла (HRC).

### Результаты и обсуждение

На рисунке 1 приведены кривые термического расширения ЧВГ с долей шаровидного графита (ШГ) менее 50% (рис. 1 а) и кривые изотермического расширения ЧВГ и ЧШГ при температуре аустенитизации (900°C) (рис. 1 б).

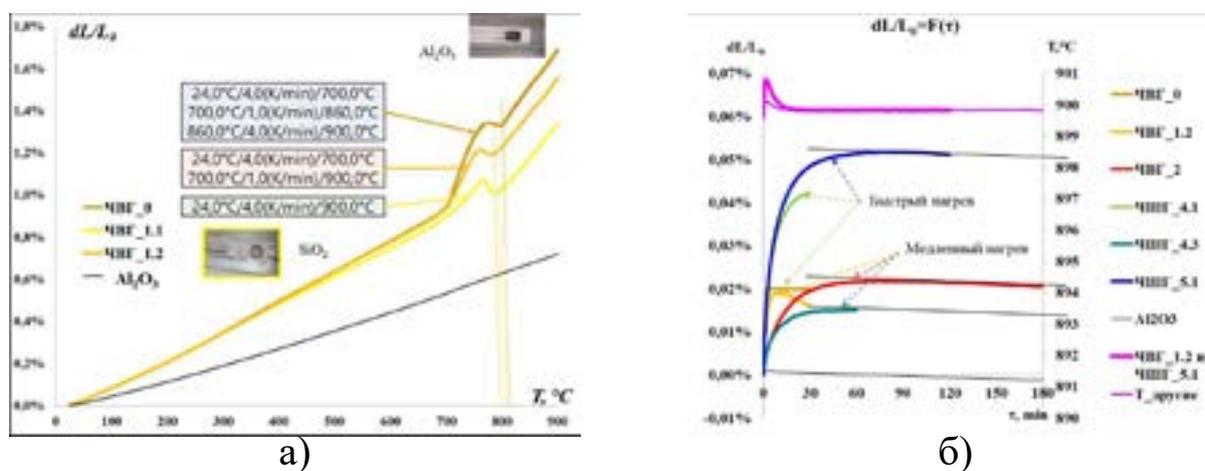


Рис. 1. Зависимость: а) термического расширения от температуры при нагреве; б) относительного расширения от времени выдержки

Анализ данных графиков показал:

1) при замедлении темпа нагрева понижает температуры начала и конца превращения аустенита без изменения скорости его расширения, а дополнительное легирование никелем и молибденом (ЧВГ\_1-2) наоборот ускоряет эти процессы с понижением температуры примерно на 10°C;

2) чугуны с низкой долей ШГ достигают равновесия практически сразу по сравнению с ЧШГ и «гибридным» ЧВГ. Времени выдержки менее 30 минут достаточно для чугунов с низкой долей ШГ для достижения структурного равновесия, в то время как для чугунов с высокой долей ШГ необходимо около одного-двух часов.

При определении времени изотермической выдержки исследования проводились в двух направлениях: разработка методики идентификации игольчатых структур и разработка методики определения количества остаточного аустенита, обе эти характеристики оказывают существенное влияние на потребительские свойства.

Результатом работы по первому направлению стал усовершенствованный способ идентификации закалочных структур путем одновременного применения методов определения микротвердости и световой оптической микроскопии, а также определено пять основных типов структур: аустенит, игольчатые структуры, неигольчатые структуры, графит и карбиды.

Для определения доли остаточного аустенита применяли два метода – рентгеноструктурный анализ (РСА) и компьютерный метод, с использованием программного обеспечения SIAMS 800, как более доступную альтернативу (таблица 1).

Таблица 1. Данные по количеству остаточного аустенита

Выдержка, мин	10	20	30	60	90	120	180	240
$A_{ост}$ (РСА)	15,6	24	17	14,2	10,6	10,6	11,2	10,1
$A_{ост}$ (компьютерный метод)	30,0	15,5	16,4	15,3	15,8	10,0	9,6	10,5

На графике (рисунок 2) представлена зависимость количественных значений доли остаточного аустенита полученных двумя методами от времени выдержки. Из графика видно, что условно данные можно разделить на три области по времени выдержки: I группа – 10÷30 минут; II группы – 60÷90 минут; III группа – 120÷240 минут. В ходе анализа полученных данных следует, что компьютерный метод позволяет достаточно адекватно оценивать долю остаточного аустенита в изотермически закаленных образцах, в струк-

туре которых практически не содержится мартенсит (зеленая область графика), что подтверждается результатами РСА.

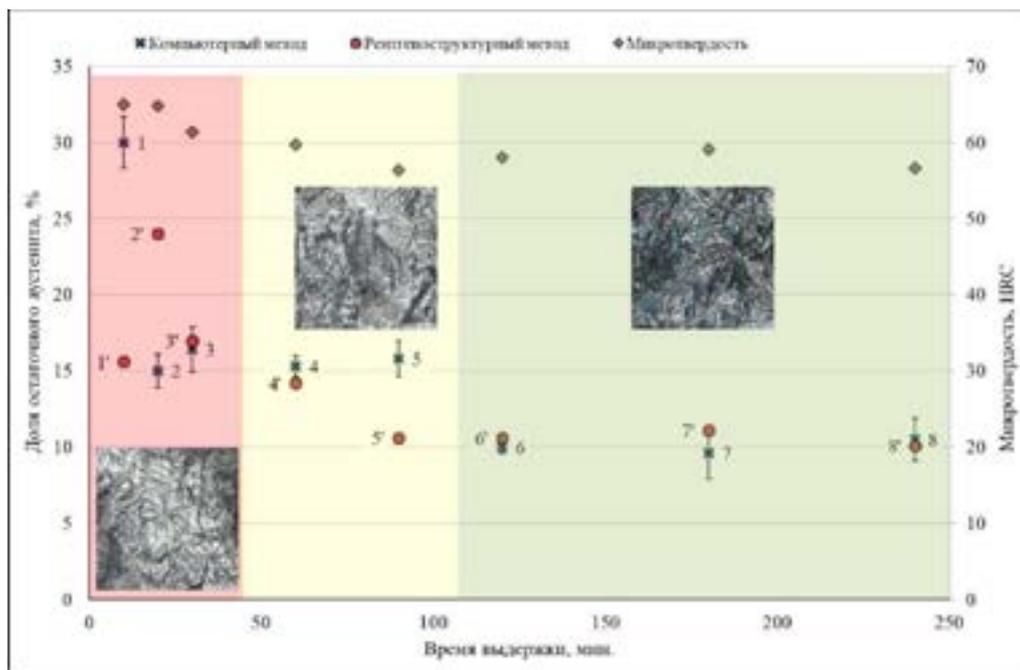


Рис. 2. Зависимость влияния времени выдержки на долю остаточного аустенита при изотермической закалке ЧВГ на нижний бейнит.

## Выводы

Таким образом, алгоритм определения режимов изотермической закалки высокопрочных чугунов с вермикулярным графитом включает в себя два этапа:

1. Определение времени аустенитизации с применением дилатометрического анализа;
2. Определение времени изотермической выдержки при закалке на верхний (390°C) и нижний (290°C) бейнит, исходя из количества остаточного аустенита, значений микротвердости и описания микроструктуры.

## Литература

1. Панов А.Г. об уникальности теплофизических свойств и перспективах чугуна с вермикулярным графитом для деталей внутреннего сгорания / А.Г. Панов, И.Ф. Шаехова, Д.А. Гуртовой // Черные металл. – 2021. – №4. – С. 51–56.
2. Hart J. General Motors Rear Wheel Drive Eight Speed Automatic Transmission / J. Hart // SAE International Journal of Passenger Cars – Mechanical Systems/ – 2014. – №7. – Р. 289–294.

3. Ramadan M. Comparison of austempering transformation in spheroidal graphite and com-pacted graphite cast irons / M. Ramadan, A. Nofal, I. Elmahalawi, R. Abdel-Karim // International Journal of Cast Metals Research, 2006 Vol. 19, No. 2.

4. Gregorutti R.W. Mechanical properties of compacted graphite cast iron with different mi-crostructures / R.W. Gregorutti, J.E. Grau // International Journal of Cast Metals Research, 2014. – 27. p. 275–281.

# СПЕЦИФИКА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АНГЛИЦИЗМОВ В ИНТЕРНЕТ-ДИКУРСЕ

*Дустбобоева Ф.Р.*

*Научный руководитель – канд. филол. наук, доцент Базарова Л.В.*

Компьютерно-опосредованная коммуникация является одной из особенностей глобализации, и в результате Интернет стал важным лингвистическим средством. Она была применена ко всем аспектам человеческой жизни, включая изучение языков. Ученые (Марк Варшауэр и Дан Хили) заявляли, что именно развитие компьютерной коммуникации и Интернета в большей степени, чем что-либо другое, изменило использование компьютеров для изучения языков в конце 20-го века [2, с. 64].

В наши дни одним из самых популярных способов коммуникации являются социальные сети, пользуясь которыми мы даже не замечаем сколько иностранных слов, в числе которых большинство – англицизмы и американизмы, проникают в наше сознание, формируя нашу речь.

*Актуальность исследования* определяется непрерывным вхождением иноязычных слов с интернет-дискурса и его возрастающая роль в современном обществе, для которой характерен особый язык, который способен оказывать влияние на иные сферы языкового функционирования.

*Цель исследования* заключается в изучении и проведении анализа функционирования иноязычных лексем (англицизмов), их лексико-стилистические особенности на основе интернет– дискурса.

Использование Интернета и компьютерных технологий оказывает значительное влияние на изменение и использование языка. Таким образом, в нем появился новый термин – интернет– дискурс. В более широком смысле понятие интернет – дискурса, по словам Н.А. Ахреновой, можно обозначить так: «Интернет-дискурс – это динамично развивающейся лингвистический феномен, частью (продуктом) которого является текст» [1, с. 37]. Исследования, проведенные в последние годы, показали взрыв интереса к изучению языка, используемого молодежью в интернет-пространстве.

Согласно Дэвиду Кристаллу, одной из наиболее очевидных особенностей интернет – дискурса является лексика, принадлежащая Всемирной паутине [4, с. 205]. Этот лексикон встречается всякий раз, когда кто-то попадает в одну из интернет-страниц и сайтов.

На распространённость англицизмов в Интернете повлияли такие факторы как, изначальное развитие новых информационных технологий на территории США, престижность использование англицизмов, всесторонность и преобразование социума.

В данном исследовании выделены наиболее распространённые англицизмы, в число которых входят, как и отдельные слова, так и фразы, сленговые выражения и т. п. Отличительной чертой является то, что данное исследование рассматривает те слова и выражения, которые популяризованы и используются огромным количеством людей в таких социальных сетях, как *Tik -Tok* и в видеохостинге *You Tube*.

Первой рассматриваемой единицей является заимствованное слово «кринж» (с англ. «cringe»). Данное слово является англицизмом и в переводе с английского «cringe» имеет два значения: 1) гл. внезапно отойти от кого-то или чего-то, потому что вы испугались; 2) сущ. чувство неловкости [3].

Количество публикаций и комментариев с использованием данного слова достигает более 2 миллиардов просмотров и около 1,5 миллиона лайков:

*«Now nobody wears such clothes because it's cringe»*, – Никто не носит такую одежду сейчас, это выглядит отвратительно [5].

На просторах русскоязычного интернета слово «кринж» или «кринжовый» стало перенимать похожее значение, толкуя такое значение как «пугающий, жуткий, отвратительный»:

*«Это был кринжовый выпускной, потому что я пришла в таком же платье, что и моя одноклассница»* [5].

Следующим английским заимствованием является слово «эдит» (от англ. «edit»). Определение данного слово многим известно, если рассматривать узкое значение этого слова, то «to edit» значит вносить изменения в текст или фильм, решая, что убрать, а что оставить, чтобы подготовить его к печати или показу. К примеру, публикация популярного американского блогера. Подпись данного видеоролика была следующей:

*«This is my first edit, so don't judge the quality»* – Это мой первый эдит (отредактированное видео), поэтому не судите строго [5].

После мониторинга данной платформы и контекста, содержащегося в многочисленных публикациях определение будет следующее «эдит» (от англ. «edit») – это отредактированное видео с добавлением разных эффектов. Безусловно, трактовка почти схожа с искомым. Ранее данное слово было особенно популярно среди англоговорящей аудитории, но сейчас по

статистике и количествам видео, использование этого слова участилось и среди иноязычной аудитории, например даже среди русскоязычной.

«*Это была не моя идея, но я потратила 5 часов и воплотила этот эдит в реальность*» [5].

Не уступающим по уровню популярности является англицизм «вайб» (от англ. «vibe»). В основном встречается в неформальной речи как в английском, так и в русском языках. «Vibe» – это настроение или атмосфера места, ситуации или музыкального произведения, которую можно прочувствовать.

«*You communicate at a distance and then the day comes when you meet in person. Yeah, feel that vibe*» – Вы общались на расстоянии и вот настал день, когда вы встретитесь вживую. Да, вы понимаете это чувство [5].

Следом идет – «триггер», «триггерить» (от англ. «trigger»). Существительное «trigger» впервые появляется в Оксфордском словаре английского языка как «tricker». Оно специально используется для обозначения оружия, точнее дословно переводится как «спусковой крючок». К настоящему времени мы, вероятно, все слышали фразу «trigger warning» (триггерное предупреждение). Это неоднозначная и противоречивая тема возникла из-за довольно простой причины: предупредить аудиторию о любом тревожном контенте, который их может ожидать.

Популярный пользователь видео-сообщества Tik Tok отмечает видео восклицательными знаками и подписью, из-за того, что болеет анорексией и имеет очень худое телосложение:

«*Trigger warning! Triggered! Fake body!*». [5].

То есть своим контентом она никого не призывает к такому, а напротив предупреждает о том, что кому-то будет неприятно смотреть на это или напугает такой формат видео.

Для русских пользователей англицизм «триггер» имеет те же функции. Некоторые используют в качестве предупреждения о пугающем контенте, другие обозначает негативную реакцию на что-либо. Триггер – это явление, которое цепляет вас и злит.

«*5 триггеров, которые повысят ваши продажи*» [5].

Англицизм «токсик» – (от англ. toxic). Происхождение слова идет с французского языка – «toxique» и латинского – «toxicus».

Интернет-дискурс относительно рассматриваемых нами социальных сетей популяризировало одно значение «токсик» – вредный человек, который

способен вывести собеседника из равновесия своими действиями или словами, получая от этого удовольствие.

*«Мой учитель физики был токсиком чистой воды».*

*«Когда постоянно помогаешь подруге с отношениями, а они все равно в токсик отношениях» [5].*

В связи с тем, что практическая значимость нашего исследования заключается в выявлении как качественного, так и количественного употребления иноязычных слова, то есть англицизмов в интернет-дискурсе, нами было проведено анкетирование. Являясь педагогом в частной школе английского языка, нашими участниками анкетирования были учащиеся подросткового возраста – от 12 до 16 лет. Целью опроса был дальнейший анализ перечисленных ранее десяти англицизмов: «кринж», «триггер», «токсик», «аутфит», «скам», «эдит», «вайб», «краш», «тutorиал», «форсить». Подросткам, в составе восьми человек, были предоставлены эти слова на русском языке, переведенные с помощью приема

Они отвечали на следующие вопросы:

- 1) Является ли слово исконно русским?
- 2) Дайте такое определение термину, которое знакомо вам или используется вами в интернет-пространстве.
- 3) Знаете ли вы правописание слова на английском языке?

Большинство учащихся знали, что слова являются заимствованиями с английского языка. Так же около 87% подростков смогли дать определения всем англицизмам на основе своего понимания. Остальные 13% не смогли дать определения, так как некоторые англицизмы им не были знакомы. Несмотря на это, при написании у половины опрошенных возникли затруднения с орфографией. Для устранения этой проблемы мы изучили этимологию и правописание слов. Самым популярными и известными среди опрошенных подростков являются такие слова как, «кринж», «вайб», «краш». Около 90% учащихся знают слово «эдит», 80% – «токсик», 70% – «триггер» и «тutorиал». Тем не менее, не все англицизмы так хорошо знакомы участникам опроса. Менее популярными оказались слова «форсить» – 45%, «аутфит» – 40%, «скам» – 25%.

Подводя итог, анкетирование доказало чрезмерную распространенность и использование англицизмов в интернет-пространстве. Учащиеся частной английской школы не только прошли анкетирование, а также узнали происхождение их любимых и часто используемых лексем, запомнили пра-

вописание слов на английском языке, разницу в употреблении в обычной разговорной речи и в интернет-пространстве. Широкая известность приведенных в пример англицизмов можно объяснить тем, что иногда английское слово запомнить или же вспомнить легче, чем придумывать новый термин, эквивалент на русском языке. Причиной тому – большую группу не ассимилированных заимствований, возникшие из необходимости дать наименования новым реалиям.

Для достижения одной из целей в данном исследовании, были растолкованы девяносто семь заимствованных слов из английского языка, чтобы выявить их лексико-стилистические особенности.

Подводя итог вышесказанному, стоит отметить, что, исследуя функциональность интернет-дискурса, стало явным изменение языка под его влиянием. Для достижения одной из целей в данном исследовании, были растолкованы девяносто семь заимствованных слов из английского языка, чтобы выявить их лексико-стилистические особенности. В результате анализа были выявлены общие лингвистические черты характерные для англицизмов в интернет-дискурсе между англоязычной и русскоязычной аудиториями.

Таким образом, лексика, используемая в интернете, так же выходит за пределы самого интернета. Происходит смешение устной, письменной формы общения с лексиконом интернет-дискурса. С одной стороны, новые слова вошедшие и имеющие известность, обогащают и упрощают нашу речь. С другой стороны, иногда они могут вызвать трудности при общении и даже деформировать грамотную речь.

### Литература

1. Ахренова Н.А. Интернет-дискурс как глобальное межкультурное явление и его языковое оформление: Автореф. дис. на соиск. учен. степ, д-ра филол. наук / Н.А. Ахренова. – Москва, 2009. – С. 3–5.
2. Варшауэр М. Электронная грамотность: язык, культура и власть в онлайн-образовании / М. Варшауэр. – Махва, Нью-Джерси: Лоуренс Эрлбаум Ассошиэйтс, 1999. – С. 63–64.
3. Всемирный словарь английского языка. Электрон. словарь, 2009. – Режим доступа: URL: <https://slovar-vocab.com/english/websters-international-vocab.html>
4. Дэвид К. Английский язык как глобальный / К. Дэвид. – М., Изд-во: Весь мир, 2001. – С. 205–209.

5. Tik Tok. Режим доступа: URL: <https://vt.tiktok.com/ZSdUWSNUB>, <https://vt.tiktok.com/ZSdUEHV4E/>, <https://vt.tiktok.com/ZSdUEGowu/>, <https://vt.tiktok.com/ZSdUEC1vc/>, <https://vt.tiktok.com/ZSdUo6fxQ/>, <https://vt.tiktok.com/ZSdUEEEan/> (дата обращения 02.09.2022).

# **ИНСТИТУТ ПСИХОЛОГИИ И ОБРАЗОВАНИЯ**

# ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПАЦИЕНТОВ С РАССТРОЙСТВАМИ ПИЩЕВОГО ПОВЕДЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ НЕРВНОЙ АНОРЕКСИИ И НЕРВНОЙ БУЛИМИИ)

*Мерсалова Е.А.*

*Научный руководитель – канд. психол. наук, доцент Хакимзянов Р.Н.*

*Актуальность:* расстройства пищевого поведения (РПП) являются достаточно распространенными психическими заболеваниями среди детей подростков. Однако этиология РПП по сей день остается недостаточно изученной, что ограничивает возможности прогноза заболевания и более точное выделение группы риска. В данной работе акцент будет сделан на дифференциации психологических портретов людей, имеющих диагноз нервная анорексия и нервная булимия.

*Объект исследования:* девушки-подростки с диагнозом РПП (нервная анорексия и нервная булимия). *Предмет исследования:* психологические особенности девушек-подростков с РПП (нервной анорексии или нервной булимией). *Цель:* дифференциация психологических особенностей пациентов с диагнозом нервная анорексия и нервная булимия

*Методологическая основа:* теория объектных отношений (Р. Фэйрбейрн, М. Малер, и др.)

*Задачи исследования:*

1. Анализ психоаналитических теорий о процессе формирования личностной структуры
2. Формирование выборки
3. Психодиагностика девушек-подростков, страдающих нервной анорексией или нервной булимией
4. Интерпретация результатов психодиагностики

*Выборка:* 13 девушек подростков 15-16 лет с диагнозом нервная анорексия; 18 девушек подростков 15-16 лет с диагнозом нервная булимия.

*Методики:* Тест Кеттелла 14PF/HSPQ, ИТДО Л.Н. Собчик, Родителей оценивают дети (РОД), Полоролевой опросник (С. Бем).

*Гипотеза:* между личностными особенностями подростков с нервной анорексией и нервной булимией будут выявлены некоторые различия, обусловленные нарушением родительско-детских отношений.

**Практическая значимость.** На данный момент эмпирически доказанной стратегией лечения в том числе пищевых расстройств является когнитивно-поведенческая терапия (КПТ). Она подразумевает: отслеживание отрицательных установок и их осознанную коррекцию, а также нивелирование саморазрушающего поведения и некоторый обучающий аспект. Однако есть категории пациентов, которые чаще всего «не поддаются» данной схеме лечения. Так, в психоаналитической теории описывают 3 уровня личностной организации: психотический, пограничный и невротический.

КПТ предполагает наличие определенного уровня личностной целостности, рефлексии и критичности к своим мыслям, чувствам, и действиям. Все эти качества свойственны, выражаясь обозначенной терминологией, невротическому уровню организации личности.

«Оральная» зависимость (в рамках данной темы – пищевая) в психоаналитической концепции рассматривается как фиксация на ранней стадии развития. При данной фиксации велик риск формирования психотической личностной структуры, которая отличается более низким уровнем рефлексии, личностной целостности и критичности.

Из вышесказанного можно сделать закономерный вывод: терапия, помогающая одной структуре личности, может быть неэффективна и даже опасна для другой. Поэтому психологу, в какой бы парадигме он ни работал, для выбора стратегии лечения важно как можно яснее представлять личностный портрет пациента.

**Теоретический аспект.** Согласно теории сепарации-индивидуализации, ребенок проходит этапы от «нормальной аутичной фазы» до «движения к константности либидинального объекта (консолидации объектов)». В результате прохождения этих фаз у ребенка формируется осознание границ себя; происходит осознание объектов реальности, не принадлежащих Я ребенка; формируется константный объект и привязанность.

Процесс сепарации-индивидуализации для ребенка травматичен, поэтому сохранить целостность личности помогают защитные механизмы. Если ребенок по каким-либо причинам не способен справиться с нарастающей травматизацией, происходит фиксация на определенной стадии сепарации-индивидуализации. Это влечет за собой: специфичные объектные отношения; «застревание» на имеющихся к моменту фиксации защитных механизмах; неполное или искаженное представление о самом себе.

**Результаты эмпирического исследования.** На рис. 1 представлена диаграмма, отражающая результаты ИТДО.

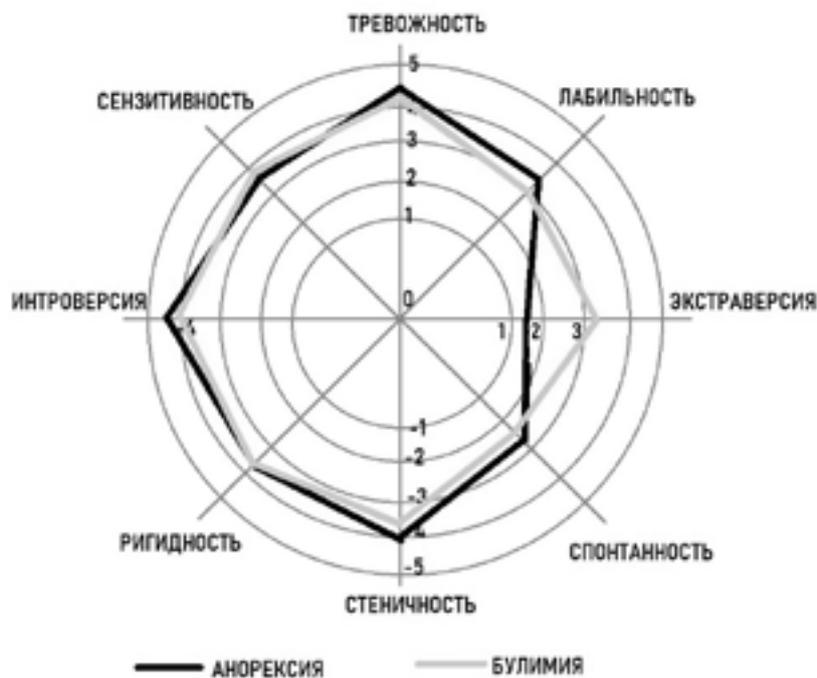


Рис. 1. Результаты ИТДО

На рис. 2 представлена диаграмма, отражающая результаты теста Кеттелла 14PF/HSPQ.

Результаты личностных опросников (тест Кеттелла и ИТДО), в целом, не противоречат друг другу, определяя психологический портрет исследуемых как интровертированный, сензитивный и тревожный. Однако в структуре данных понятий имеются противоречия. Во-первых, шизотимия (интроверсия), подразумевающая обособленность от окружающих и относительно малой потребностью в них сочетается с пассивностью (что означает не только зависимость от других людей как факт, но и потребность в указаниях от других людей). Во-вторых, одновременное умеренное повышение шкал тревожности и агрессии в ИТДО. Данные шкалы являются полярными, т.е. низкие баллы на шкале одной черты будут компенсированы более высокими на полярной шкале. Однако обозначенные противоречия могут обосновываться следующим выявленным фактом. В-третьих, низкая интеграция личности (отсутствующее или недостаточное ощущение целостности, непрерывности себя). В рамках психоанализа данный факт так же объясняется фиксацией на ранней стадии развития. В данном случае (пищевой зависимости) можно предполагать фиксацию на оральной стадии (в терминах классического психоанализа).

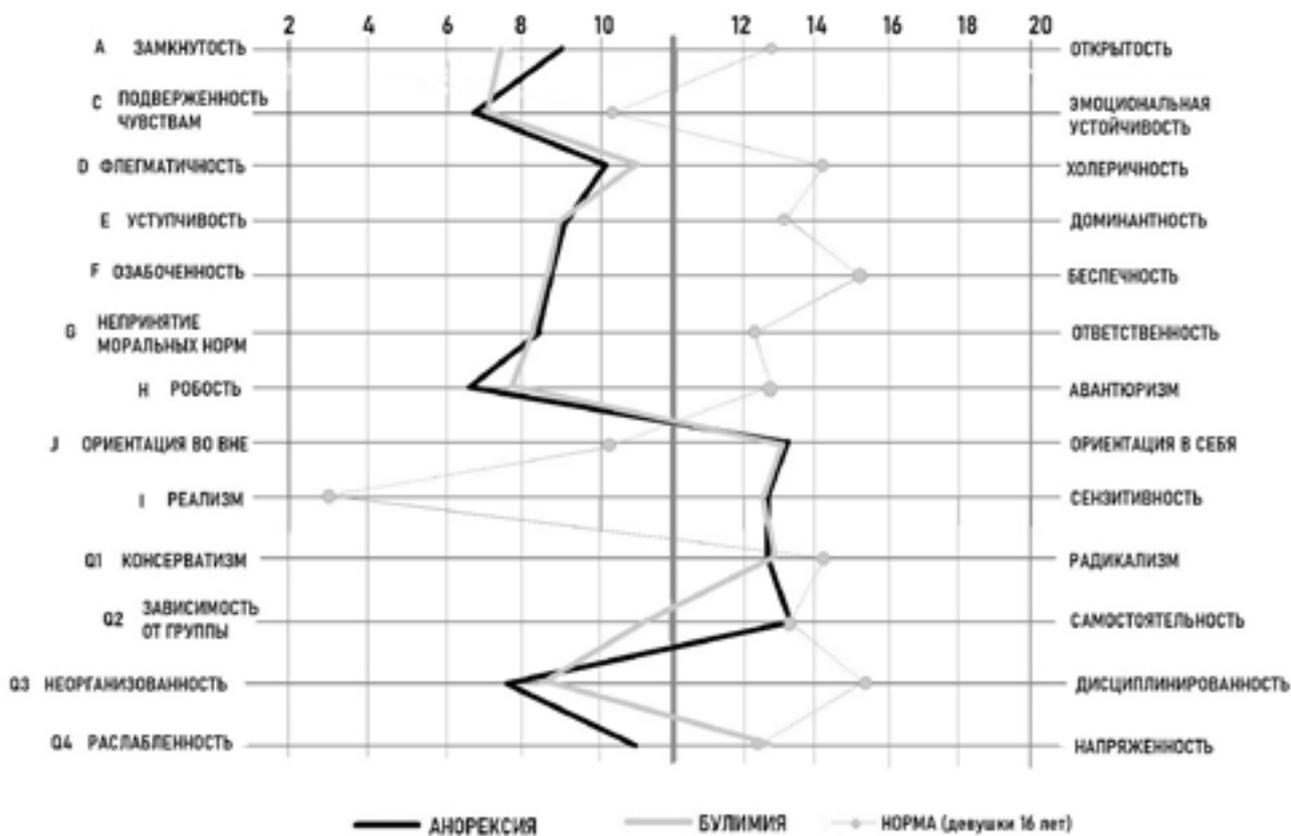


Рис. 2. Результаты теста Кеттелла

Противоречивые межличностные отношения интерпретируются аналогично: фиксацией на ранней стадии развития. Также можно предполагать нарушенные объектные отношения на одной из субфаз сепарации-индивидуализации. В результате формируется привязанность по тревожно-избегающему типу, вероятно, из-за несформированности константного внутреннего объекта. Неспособность адаптироваться к событиям жизни во взрослом возрасте может объясняться использованием незрелых психологических защит.

Методика «Родителей оценивают дети» (детская модификация АСВ – анализ семейных отношений) не выявила статистически значимых различий между семьями больных анорексией и булимией. Полоролевой опросник С. Бем так же не выявил статистически значимой связи между гендером и РПП, выявив андрогинную идентичность в обеих группах (цель внедрения методики полоролевого опросника: актуальность темы половой идентичности для подростка). Теоретически можно предположить, что полученные результаты связаны с дезинтеграцией личности, выявленной в личностных опросниках.

**Заключение.** Между психологическими портретами девушек-подростков с нервной анорексией и нервной булимией не выявлено статистически значимых различий. Результаты могут объясняться следующими предположениями:

1. Нервная анорексия и нервная булимия – последствия фиксации на единой фазе (или субфазе) развития. Тогда вариативность в отношениях с пищей обусловлена: физиологическими особенностями человека; культурой приема пищи в семье пациента; степенью нарушения объектных отношений; спецификой проявления нарушения объектных отношений; индивидуальным сочетанием психологических защит и их работы; коморбидными расстройствами; иными факторами.

2. Нервная анорексия и нервная булимия – следствие фиксации на различных, но близких фазах (или субфазах) развития. В таком случае крайне сходные личностные проявления у тех и других пациентов могут быть обусловлены: идентичностью основного «арсенала» незрелых психологических защит (т.е. малое количество вариаций реагирования на стрессогенные факторы); схожей спецификой межличностных отношений (базирующейся на нарушенных или недоформированных объектных отношениях); социальным аспектом (доступность однотипных материалов, посвященных «перестройке» тела, и общественная идеализация определенного типа внешности); иными факторами.

### Литература

1. Jason, M.N. Prevalence and Correlates of Disordered Eating Behaviors Among Young Adults with Overweight or Obesity / M.N. Jason. // *Journal of General Internal Medicine*. – 2018. – №33. – С. 1337–1343.
2. Занозин А.В. Распространенность нервной анорексии в городской популяции школьниц: Дисс. ... канд.мед.наук / А.В. Занозин. – М., 2002. – 159 с.
3. Малер М. Психологическое рождение человеческого младенца: Симбиоз и индивидуация / М. Малер. – М.: Когнито-Центр, 2011. – 413 с.
4. Мак-Вильямс, Н. Психоаналитическая диагностика / Н. Мак-Вильямс. – 2-е изд. – Москва : Класс, 2021. – 592 с.
5. Винникотт Д.В. Игра и реальность / Д.В. Винникотт. – М.: Институт общегуманитарных исследований, 2002. – 119 с.
6. Боулби Дж. Привязанность / Дж Боулби. – М.: Гардарики, 2003. – 477 с.
7. Собчик Л.Н. Психология индивидуальности. Теория и практика психодиагностики / Л.Н. Собчик. – СПб.: Речь, 2005. – 624 с.

8. Капустина А.Н. Многофакторная личностная методика Р. Кеттелла / А.Н. Капустина. – СПб.: Речь, 2007. – 104 с.
9. Эйдемиллер Э. Психология и психотерапия семьи / Э. Эндемиллер, В Юстицкис. – СПб.: Питер, 2010. – 672 с.
10. Бем С. Полоролевой опросник / С. Бем // Практикум по гендерной психологии под ред. И.С.Клециной. СПб.: Питер, 2003. – С. 277–280.

# ЦИФРОВЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ В ОБУЧЕНИИ И РАЗВИТИИ ДЕТЕЙ-БИЛИНГВОВ ИЗ СЕМЕЙ МИГРАНТОВ

*Наумова Д.А.*

*Научный руководитель – канд. психол. наук, доцент Артищева Л.В.*

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются цифровые модели обучения детей-билингвов дошкольного возраста из семей мигрантов. Раскрыты преимущества использования современных ресурсов в образовательном процессе. Подробно описан цифровой проект по развитию и обучению детей билингвов из семей мигрантов на тему «Мой Татарстан!».

**Ключевые слова:** образование, электронные ресурсы, билингвизм, дети, дошкольный возраст

*Актуальность.* Сегодня огромную популярность набирают цифровые технологии. Большинство педагогов внедряют электронные ресурсы в свою практическую деятельность, проводят мониторинги эффективности данных подходов. В современном мире не только взрослые, но и дети постоянно находятся в сети Интернет-ресурсов. Использование современных технологий является уникальным атрибутом для удержания мотивации ребенка в процессе обучения, особенно это применительно к детям-билингвам. В литературе отмечается, что в результате применения мультимедийных технологий у детей данной группы возрастает динамика в учебном процессе, формируется эмоционально положительное отношение к занятиям.

Однако в научной литературе в недостаточной степени представлены технологии обучения детей-билингвов посредством цифровых образовательных ресурсов. В условиях информационного социума процесс образования вынужден адаптироваться к быстро меняющимся условиям общества. Поэтому включение электронно-образовательных ресурсов и других вспомогательных структур, таких как Интернет, различные образовательные платформы, в процесс обучения на всех этапах является обязательным для достижения успешных результатов обучения детей.

*Цель исследования:* изучить доступные обучающие компьютерные программы для детей-билингвов и разработать с помощью компьютерных технологий проект «Мой Татарстан!». для работы с детьми-билингвами дошкольного возраста из семей мигрантов.

На сегодняшний день существует множество подходов к определению понятия «билингвизм». С одной стороны, авторы обращают свое внимание на уровень владения вторым языком и относят к билингвам тех детей, которые говорят на двух языках, другие же считают билингвиальными детьми тех, кто хорошо владеет как первым, так и вторым языками. Также учеными отдельно выделяются различные типологии и классификации данного феномена двуязычия.

В широком понимании билингвизм следует считать как элементарное знание языка, а также свободно им пользоваться в различных сферах деятельности. Билингвизм в узком понимании означает свободно владеть двумя языками одновременно [3].

По способу освоения различают естественный и искусственный билингвизм. Под естественным билингвизмом следует понимать одинаково совершенное владение двумя языками, которое воспитывалось с ранних лет естественным путем с помощью языковых общений в двуязычной среде. Искусственный билингвизм определяется как изучение языка путем добровольных усилий с помощью учебных материалов. В социолингвистическом словаре об искусственном билингвизме говорится иначе: «Искусственный билингвизм – вид билингвизма, при котором второй язык является выученным с помощью педагога. При этом такой язык почти не используется для постоянной коммуникации с его носителями» [1].

Как говорилось ранее, природа двуязычия сложна и имеет множество теоретической основы. Любая теория складывалась из трех составляющих, которых интересовало ученых при изучении различных видов билингвизма – лингвистического, психологического, педагогического и социологического. Лингвистический аспект относится к анализу структур и структурных содержаний, их взаимодействия на различных уровнях языка: морфологическом, фонологическом, синтаксическом, лексико-семантическом и стилистическом. Эта классификация учитывает уровень владения языком, а также функциональные характеристики владения вторым языком.

Социологический аспект изучения билингвизма определяет соотношение первого и второго языка в зависимости одного и того же речевого окружения.

Психологический аспект билингвизма определяет речевые структуры личности, использующего в речевой деятельности обе языковые концепции.

Педагогический аспект изучения двуязычия опирается на вышерассмотренные аспекты. Основная цель – составление и использование наиболее эффективных методов обучения двумя языками. Педагогический аспект включает вопросы как активного, так и пассивного знания языка [5,6].

Обучение детей-билингвов из семей мигрантов имеет свои новшества. Для них создаются новые модели обучения с использованием современных образовательных ресурсов. Главная задача данных образовательных программ направлена на развитие и адаптацию детей-билингвов посредством игры. С такой целью используются различные ИКТ: презентации, развивающие мультфильмы, аудиосказки, видеоматериалы [2,4].

При работе с детьми компьютерные программы являются сильным стимулом для обучения и развития. На сегодняшний день практически все дети играют на компьютерных играх, смотрят видео на Youtube каналах, устанавливают приложения на планшетах, гаджетах, смартфонах. Широкие обучающие возможности использования компьютерных программ доказывают свою эффективность в ходе обучения детей.

Проанализировав отечественную литературу, стоит отметить, что для детей-билингвов из семей мигрантов сложность составляет усвоение лексико-грамматической стороны речи, поскольку ребенок не знает правил русского языка, затрудняется в использовании падежных конструкций, к тому же, слова произносятся с особым акцентом. В силу этого, нами был разработан проект, где включены основные разделы работы – усвоение лексико-грамматической стороны речи при помощи обучающего видеоролика.

Применение электронного ресурса с элементами традиционного подхода позволяют улучшить коррекционную работу. В чем отличие проекта «Мой Татарстан!» от имеющихся:

- простой и удобный видеоформат (не нужно искать материал для проведения занятий, поскольку после просмотренного видео к нему идут сразу же задания);
- использование QR кода или ссылки на YouTube платформу
- красочный материал в проектной работе (яркая анимация с озвучкой голоса);
- доступность изложения материала (видеозанятие начинается с рассказа о теме сегодняшнего занятия с последующими заданиями по данной теме).

Особенность данного проекта заключается в том, что темы каждого видео-занятия можно пересматривать и выполнять задания после просмотренного видеоклипа. Темы каждого занятия направлены на изучение истории и культуры Татарстана. В проекте содержатся рассказы и беседы с ребенком. При помощи красочной анимации с элементами диалога ребенок лучше запомнит материал, а также усвоит базовые навыки общения.

В структуру проектной работы входит:

- а) задания на развитие лексико-грамматического строя речи;
- б) обогащение словарного запаса;
- в) игры на развитие связной речи;
- г) беседа с ребенком в ходе просмотра видеозанятия.



Рис.1. Фрагмент видеозанятия – рассказ о достопримечательностях Казани

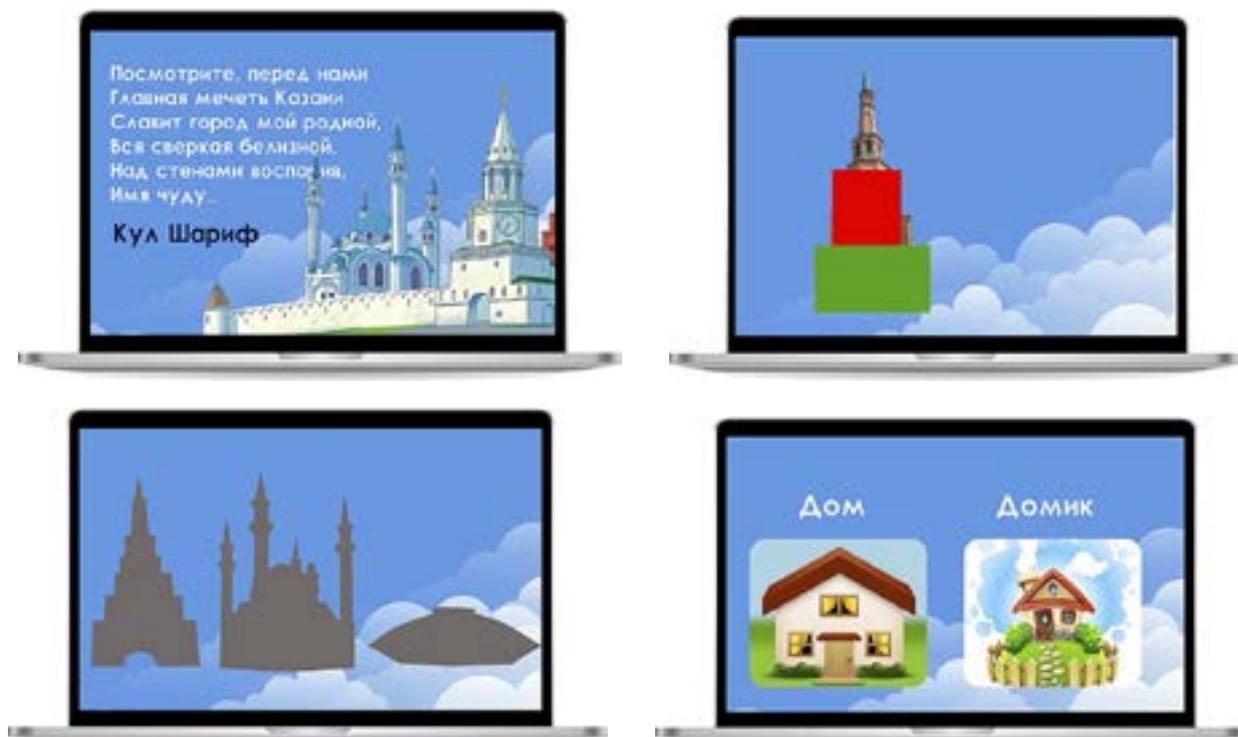


Рис. 2. Фрагмент видеозанятия к заданиям

Цель проекта – развитие лексико-грамматической стороны речи у детей-билингвов из семей мигрантов. В ходе видео-занятий ребенок знакомится с культурой нашей Республики, а затем выполняет задания по представленной теме. Красочная анимация и разнообразные упражнения помогают дошкольнику без трудностей усвоить обучающий материал, правильно использовать речевые навыки при общении.

Стоит обратить внимание, что видеозанятия могут применяться как ознакомительный материал при коррекции речевых нарушений у детей мигрантов.

**Выводы.** Классификаций и различных подходов к понятию «билингвизм» на сегодняшний день огромное множество. Одни авторы акцентируют свое внимание на уровень владения вторым языком и относят к билингвам тех детей, которые говорят на двух языках, другие же авторы считают билингвиальными детьми тех, кто хорошо владеет как первым, так и вторым языками.

Использование различных образовательных программ с использованием ИКТ позволяет двуязычному ребенку изучить сложный материал, адаптироваться в социуме, преодолеть языковые барьеры.

Отмечается, что использование на занятиях с детьми, говорящими на двух языках, цифровых и мультимедийных средств позволяет повысить мотивацию к обучению, сформировать эмоционально-положительное отношение к занятиям и индивидуализировать процесс обучения. За счет наглядности представляемого материала и использования геймификации обучение и воспитание детей-билингвов приобретает большую эффективность и результативность. Мультимедийные программы с красочной анимацией становятся воспитательным и образовательным инструментом в детской аудитории.

#### Литература

1. Бухарина, А.В. К вопросу об искусственном билингвизме: роль и место искусственного билингвизма в системе языкового образования / А.В. Бухарина // Наука, образование, инновации: апробация результатов исследований: Материалы Международной (заочной) научно-практической конференции. под общей редакцией А.И. Вострецова. – Нефтекамск.: НИЦ «Мир науки», 2020. – С. 573–576.

2. Галкиев, Р.Р. Электронные образовательные ресурсы в образовательном процессе дошкольного учреждения / Р.Р. Галкиев // Инновации. Наука. Образование. – 2021. – №33. – С. 1768–1772.

3. Искужина, Н.Г. Вопросы типологии городского двуязычия / Н.Г. Искужина // Вестник ВЭГУ. – 2013. – №5 (67). – С.116–123.

4. Кукуева, Г.В. Применение мультимедийных средств при обучении детей-билингвов дошкольного возраста / Г.В. Кукуева., А.В. Харченко // Педагогическое образование на Алтае.– 2016. – №. 1. – С. 142–145.

5. Андреева, С.В. Билингвизм и его аспекты / С.В. Андреева // Ученые записки Забайкальского государственного университета. Серия: Филология, история, востоковедение. – 2009. – №5. – С. 34–38.

6. Нестерова, А.А. Критерии эффективности социально-психологической поддержки процесса этнокультурной адаптации детей из семей мигрантов /А.А. Нестерова // Социальная работа в области защиты семьи и детей: традиционные подходы и инновационные технологии. матер. конф. – М, 2019. – С.216–224.

# КОРРЕКЦИЯ НЕСФОРМИРОВАННОСТИ ВЫСШИХ ПСИХИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ У ДЕТЕЙ СТАРШЕГО ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ

*Потанова О.В.*

*Научный руководитель – канд. психол. наук, доцент Артемьева Т.В.*

Нейропсихологический метод уникален тем, что он позволяет выявить «глубинные механизмы психического статуса и спланировать адекватную онтогенезу конкретного ребенка программу психолого-педагогического сопровождения»<sup>4</sup>. По своей сути нейропсихологическая коррекция подразумевает собой использование взаимодополняемых двигательных и когнитивных приемов, которые сперва воздействуют на сенсомоторный уровень, а позже активизируют более сложную ступень, связанную с такими высшими психическими функциями, как восприятие, память, речь и мышление.

Актуальность данного исследования вытекает, во-первых, из-за роста числа детей с нарушениями когнитивных функций, а во-вторых, из-за недостаточного количества исследований, относящихся к нейропсихологической диагностике и коррекции детей различных нозологических групп. Именно благодаря нейропсихологическому анализу развития данных функций открываются широкие возможности нейропсихологического исследования, в рамки которого входит как диагностика познавательной деятельности, так и организация нейропсихологической коррекции.

Цель нашего исследования заключалась в проведении нейропсихологического анализа развития ВПФ у детей с интеллектуальными нарушениями и в разработке программы коррекции несформированности данных функций с использованием нейропсихологических приемов.

Экспериментальной площадкой являлось МБДОУ «Детский сад №149 компенсирующего вида» Московского района города Казани. В исследовании приняло участие 20 дошкольников с интеллектуальными нарушениями в возрасте 6–7 лет, среди которых 10 детей обучались в старшей группе детского сада и 10 детей – в подготовительной. Гендерное соотношение испытуемых составило 14 мальчиков (70%) и 6 девочек (30%).

Для диагностики высших психических функций у детей старшего дошкольного возраста с интеллектуальными нарушениями был использо-

<sup>4</sup> Семенович А.В. Нейропсихологическая диагностика и коррекция в детском возрасте. М.: Академия, 2002. С. 1

ван методический комплекс «Нейропсихологическая диагностика детей дошкольного возраста», разработанный Ж.М. Глозман, А.Е. Соболевой, Ю.О. Титовой<sup>5</sup>.

В ходе констатирующего исследования было выявлено, что в сфере когнитивного развития у дошкольников с нарушением интеллекта как III, так и IV года обучения наименее сформированными являются следующие психические функции: мышление, память и экспрессивная речь. Сильными сторонами у детей старшей группы выступают зрительное, пространственное и слуховое восприятие, а у дошкольников подготовительной группы – зрительное, пространственное и тактильное восприятие.

В сфере нейродинамического и регуляторного развития получились неоднозначные результаты. Так, у детей III года обучения показатель произвольной регуляции поведения выше, чем показатель нейродинамической регуляции. А у дошкольников IV года обучения, наоборот, показатель нейродинамической регуляции преобладает.

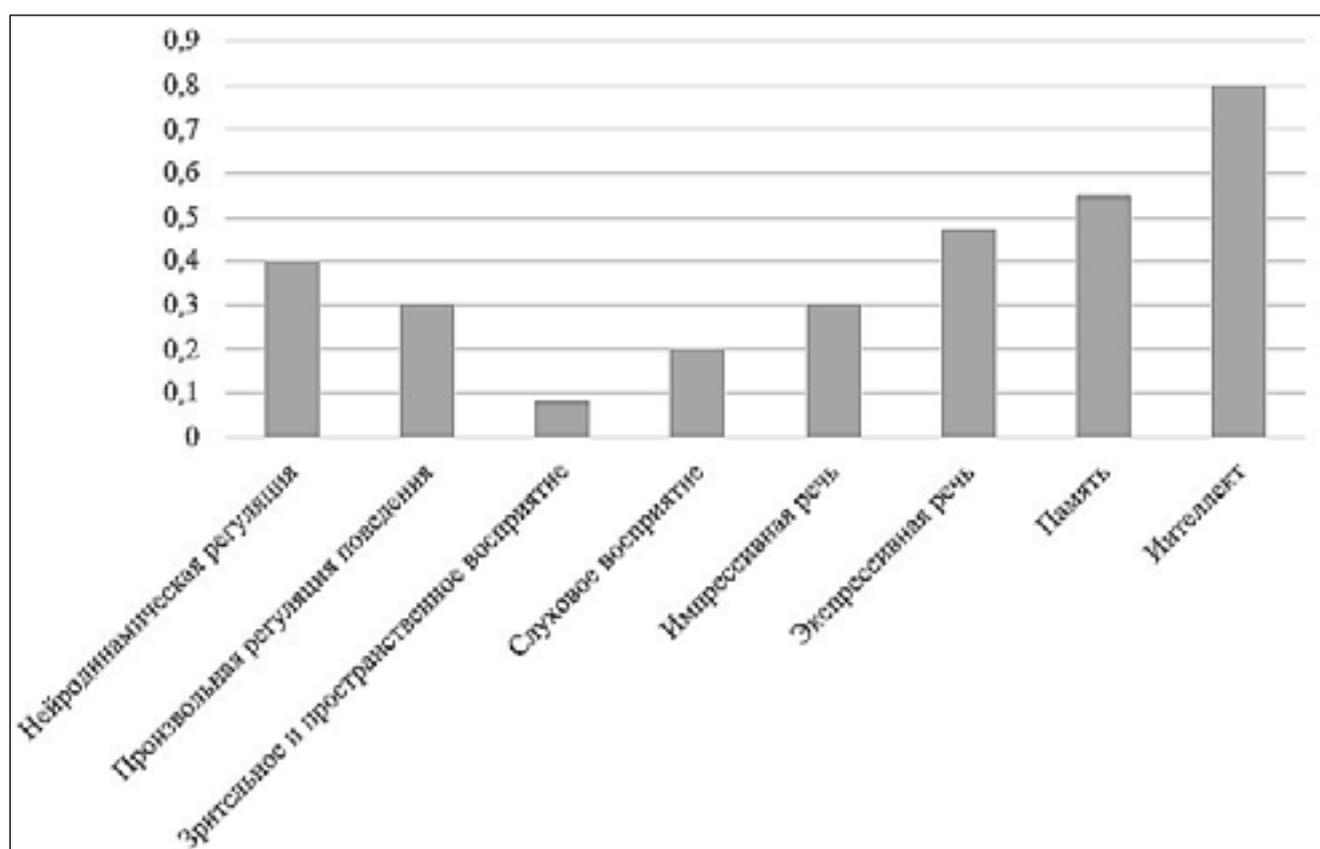


Рис. 1. Количественное соотношение централизованных значений показателей развития у дошкольников с интеллектуальными нарушениями III года обучения в баллах

<sup>5</sup> Глозман Ж.М., Соболева А.Е., Титова Ю.О. Нейропсихологическая диагностика детей дошкольного возраста. М.: АЙРЕС-пресс, 2021. 94 с.

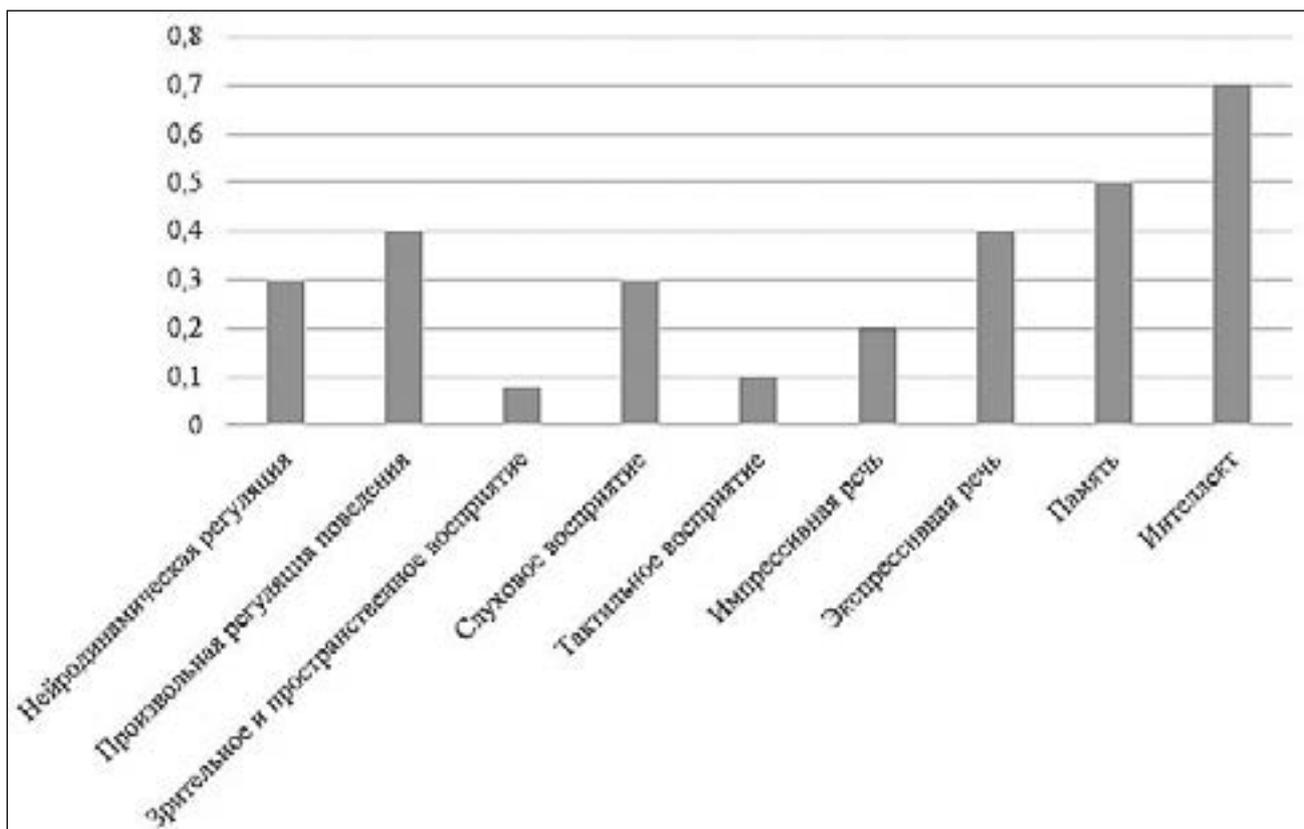


Рис. 2. Количественное соотношение централизованных значений показателей развития у дошкольников с интеллектуальными нарушениями IV года обучения в баллах

На основе выявленных особенностей, присущих детям данной нозологии, нами была разработана программа коррекции несформированности высших психических функций у детей старшего дошкольного возраста с интеллектуальными нарушениями с использованием нейропсихологических приемов, рассчитанная на 1,5 месяца и состоящая из 12 занятий. В ее основе лежит теория А.Р. Лурия о функциональных блоках мозга<sup>6</sup>. Так, в первом разделе программы «Развитие энергетического блока мозга» были предложены дыхательные и глазодвигательные упражнения, план самомассажа, психогимнастики, растяжек, пальчиковой гимнастики и релаксации. Раздел «Развитие блока приема, переработки и хранения экстероцептивной информации» состоял из заданий на развитие зрительного, слухового и тактильного восприятия, соматогнозиса, пространственных представлений, всех видов памяти, речи, а также межполушарного взаимодействия. Что касается третьего раздела «Развитие блока программирования, регуляции и контроля за психической деятельностью», то в этом случае рекомендованы ритуал приветствия, функциональное упражнение, коммуникативная игра,

<sup>6</sup> Лурия А.Р. Основы нейропсихологии: учеб. пособие для студ. высш. учеб. Заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2003. 384 с.

упражнения, направленные на формирование двигательного автоматизма, умение обобщать, а также установление причинно-следственных связей и последовательностей.

На контрольном этапе нами вновь была проведена диагностика высших психических функций по методическому комплексу «Нейропсихологическая диагностика детей дошкольного возраста» (Ж.М. Глозман, А.Е. Соболева, Ю.О. Титова)<sup>7</sup> и получены результаты, доказывающие эффективность реализованной программы коррекции (Таблица 1 и Таблица 2).

Таблица 1. Анализ процентного прироста показателей успешности выполнения заданий детьми старшего дошкольного возраста с интеллектуальными нарушениями III года обучения по сравнению с первичной диагностикой

Показатель	Контрольная группа	Экспериментальная группа
Нейродинамическая регуляция	+ 7,41%	+ 24,53%
Произвольная регуляция поведения	0	+ 44,9%
Зрительное и пространственное восприятие	0	+28,58%
Слуховое восприятие	0	+ 51,86%
Импрессивная речь	+ 13,34%	+ 25%
Экспрессивная речь	+ 10,53%	+ 8,22%
Память	+7, 41%	+ 22,5%
Интеллект	+2,9%	+8,17%

Таблица 2. Анализ процентного прироста показателей успешности выполнения заданий детьми старшего дошкольного возраста с интеллектуальными нарушениями IV года обучения по сравнению с первичной диагностикой

Показатель	Контрольная группа	Экспериментальная группа
Нейродинамическая регуляция	+ 5,56%	+ 37,21%
Произвольная регуляция поведения	+ 3,34%	+ 23,64%
Зрительное и пространственное восприятие	+ 33,34%	+50%
Слуховое восприятие	0	+ 48%
Тактильное восприятие	0	+ 64,71%
Импрессивная речь	+ 7,7%	+ 25,72%
Экспрессивная речь	+ 3,85%	+ 15%
Память	+5, 72%	+ 34%
Интеллект	+7,02%	+31,82%

В результате коррекции у детей экспериментальной группы повысилась активность, снизилась отвлекаемость и сократились паузы при выполнении заданий. Некоторые из них научились тормозить свои импульсивные реакции и стали допускать меньшее количество ошибок. Положительные

<sup>7</sup> Глозман Ж.М., Соболева А.Е., Титова Ю.О. Нейропсихологическая диагностика детей дошкольного возраста. М.: АЙРЕС-пресс, 2021. 94 с.

изменения со стороны восприятия коснулись анализа формы предметов, оценки ритмических структур и определения локализации точки прикосновения. Дошкольники как III, так и IV года обучения стали лучше понимать обращенную речь, а вот показатели экспрессивной речи улучшились лишь у детей IV года обучения за счет формирования рядовой речи. Многие дети стали лучше запоминать зрительный и двигательный материал. Что касается мыслительных операций, то здесь усовершенствовался навык обобщения и классификации, а также понимания сюжетных картинок и рассказов.

При повторной диагностике у детей контрольной группы некоторые показатели развития повысились, однако изменения были минимальны и, как правило, затронули не всех детей.

Таким образом, у детей с интеллектуальным недоразвитием нарушения затрагивают все ВПФ. Наиболее сохранной из них является зрительное восприятие. Пробы на исследование мышления и памяти, представляют максимальную сложность. Многие дети не понимали, что от них требуется, использовали метод проб и перебора вариантов, даже после оказанной помощи и обучения не все справлялись с заданием.

Разработанная программа коррекции несформированности ВПФ строилась с учетом выявленных особенностей детей данной нозологии и подразумевала собой комплексное воздействие на все блоки мозга. Первый раздел был направлен на развитие энергетического баланса организма, второй – на операциональное обеспечение ВПФ, а третий – на раскрытие смыслообразующей функции психических процессов и повышение произвольной саморегуляции.

Использование нейропсихологических приемов показало положительную динамику в отношении всех ВПФ. Большой корригирующий эффект отразился на восприятии, памяти, нейродинамических и регуляторных показателях.

### Литература

1. Глозман Ж.М. Нейропсихологическая диагностика детей дошкольного возраста / Ж.М. Глозман, А.Е. Соболева, Ю.О. Титова. – М.: АЙРЕС-пресс, 2021. – 94 с.
2. Лурия А.Р. Основы нейропсихологии: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А.Р. Лурия. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 384 с.

3. Садовски М.В. Использование нейропсихологических подходов в обучении детей с ОВЗ / М.В. Садовски, Д.А. Куряев // Шаг в науку : Сборник материалов IV Международной научно-практической конференции с участием студентов, Грозный, 15 октября 2021 года; АЛЕФ, 2021. – С. 147–149.

4. Семенович А.В. Нейропсихологическая диагностика и коррекция в детском возрасте / А.В. Семенович. – М.: Академия, 2002. – 232 с.

# ЭМОЦИОНАЛЬНЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ НАЧИНАЮЩИХ ВОДИТЕЛЕЙ КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТИ К УПРАВЛЕНИЮ АВТОМОБИЛЕМ

*Салихова А.М.*

*Научный руководитель – канд. психол. наук,  
старший преподаватель Лаврентьева А.В.*

Современная система подготовки водителей транспортных средств обеспечивает овладение будущими водителями навыков вождения автомобилем, что составляет поведенческий компонент психологической готовности к управлению автомобилем. Однако поведенческий компонент находится в тесной взаимосвязи с эмоциональным компонентом психологической готовности, в частности – с уровнем эмоционального интеллекта будущего водителя.

Эмоциональный интеллект включает в себя способность человека осознавать и контролировать собственные эмоции и эмоции других людей [1].

Недостаточный уровень осознания человеком собственного эмоционального состояния в момент управления автомобилем может обуславливать его низкую способность к контролю собственного состояния и поведения за рулем [11]. К примеру, состояние стресса и его игнорирование водителем провоцирует агрессивное поведение водителя за рулем, являющееся в большей степени непредсказуемым для коллег по вождению [13]. Слабо развитая способность к анализу своего психоэмоционального состояния напрямую коррелирует с показателями рискованности поведения за рулем, а также вероятностью попадания в дорожно-транспортное происшествие.

Отсюда следует, что способность начинающих водителей опознавать и контролировать собственные эмоции является важным фактором, определяющим степень безопасности вождения. Показатель эмоционального интеллекта может обуславливать общую готовность начинающего водителя к безопасному управлению транспортным средством.

Практическая часть исследования

В исследовании приняло участие 48 респондентов, 30 респондентов из которых – начинающие водители, 18 респондентов – опытные водители.

Респондентам было предложено ответить на вопросы опросника для диагностики «Эмоционального интеллекта» Н. Холла (опросник EQ) и опросника Толмаса-Килманна, направленного на выявление стратегий поведения в конфликте (адаптация Н.В. Гришиной).

По результатам диагностики выявлены следующие показатели эмоционального интеллекта в группах начинающих и опытных водителей (Рис. 1):

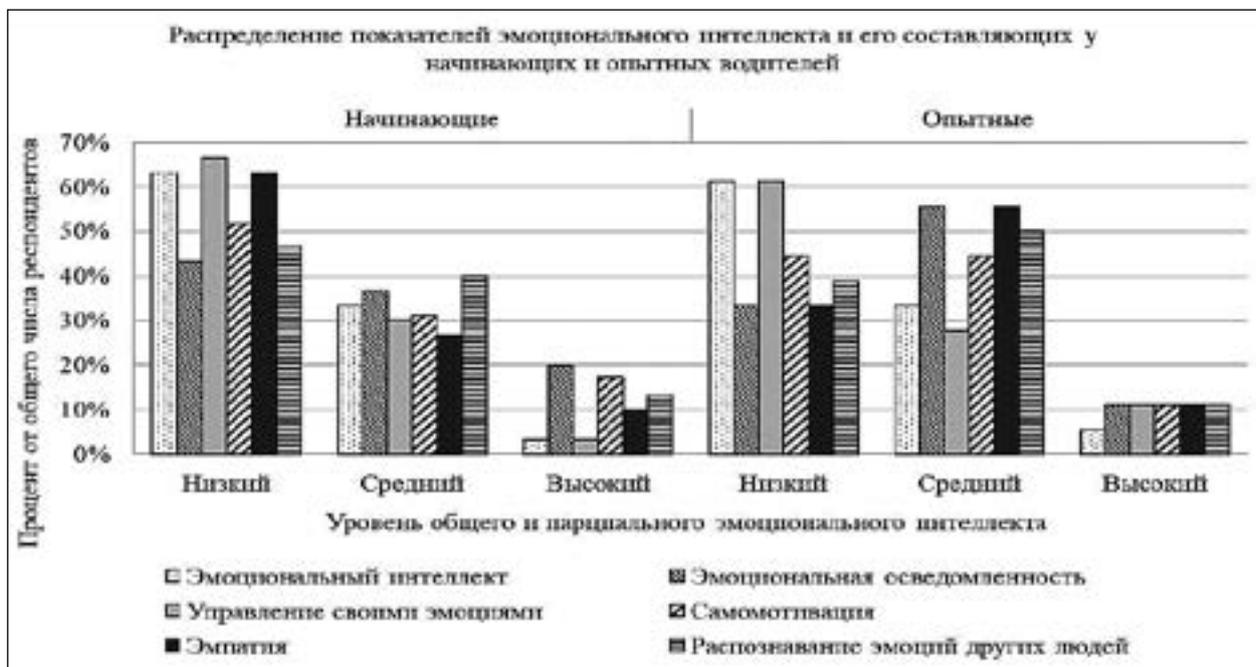


Рис. 1. Распределение показателей эмоционального интеллекта и его составляющих у начинающих и опытных водителей

Низкий уровень парциального эмоционального интеллекта в группе начинающих водителей отмечается в сфере управления собственными эмоциями и проявления эмпатии в отношении к окружающим. Сниженные показатели эмпатии могут влиять на избираемую начинающими водителями стратегию поведения в конфликте. Данная взаимосвязь выступает значимым фактором, поскольку ситуации дорожного вождения подразумевают необходимость взаимодействия с коллегами по вождению, и как следствие, частое возникновение конфликтных ситуаций. Сниженная способность к управлению собственными эмоциями может обуславливать склонность начинающих водителей к импульсивным решениям во время вождения автомобиля.

По результатам анализа предпочитаемых начинающими водителями стратегий в ситуации конфликта было выявлено, что начинающие водители с большей частотой прибегают к конфронтации при возникновении конфликта. Можно предположить, что избрание начинающими водителями страте-

гии конфронтации повышает риск возникновения дорожно-транспортного происшествия, вызванного нежеланием участников дорожного движения оказывать содействие коллегам по вождению в ущерб собственным интересам.

Для анализа связи между результатами двух методик в пределах одной группы был использован коэффициент ранговой корреляции Спирмена ( $p < 0,05$ ).

В группе начинающих водителей выявлены следующие значимые корреляции измеряемых показателей (Таблица 1).

Таблица 1. Значимые корреляции показателей компонентов эмоционального интеллекта и стратегий поведения в конфликте в группе начинающих водителей

	Эмпатия
Конфронтация	-0,201
Сотрудничество	0,378*
Уклонение	-0,369*
Приспособление	0,029

*Примечание:* \* – наличие статистически значимой взаимосвязи между исследуемыми показателями ( $p < 0,05$ ).

В результате статистического анализа результатов двух методик выявлены следующие закономерности. Склонность к избранию уклонения как стратегии поведения в конфликте свойственна начинающим водителям с низким уровнем эмпатии. Избрание стратегии сотрудничества находится в прямой связи с показателем эмоционального интеллекта. Чем выше уровень эмоционального интеллекта и чем больше опыт водителя, тем чаще он прибегает к стратегии сотрудничества в ситуации конфликта на дороге.

Таким образом, можно сделать вывод о необходимости коррекции уровня эмоционального интеллекта у начинающих водителей еще в период обучения вождению. В качестве методов работы по повышению уровня эмоционального интеллекта специалистами могут быть использованы техники когнитивно-поведенческой терапии.

Необходимо информировать начинающих водителей о важности рефлексии собственного эмоционального состояния перед началом и во время управления автомобилем. Таким образом, помимо развития навыков управления транспортным средством, что составляет поведенческий компонент психологической готовности, осуществляется развитие и ее эмоционального компонента.

## Литература

1. Гоулман Д. Эмоциональный интеллект / Дэниел Гоулман. – М.: АСТ, 2009. – 478 с.
2. Гришина Н.В. Психология конфликта / Н.В. Гришина. – СПб.: Питер, 2008. – 544 с.
3. Деркач А.А. Акмеология: личностное и профессиональное развитие / А.А. Деркач. – М.: РАГС, 2000. – 300 с.
4. Ермолаев В.В. Контроль психоэмоционального состояния как необходимая компетенция для безопасного управления транспортным средством / В.В. Ермолаев, А.И. Четверикова, Ю. Воронцова // E-Scio. – Т. 9. – №36. – 2019. – С. 484–496.
5. Заостровцев А.В. Начинаящий водитель: понятие, факторы риска, пути решения проблемных вопросов / А.В. Заостровцев, С.В. Катальников // Вестник Всероссийского института повышения квалификации сотрудников Министерства внутренних дел Российской Федерации. – 2016. – №3. – С. 83–91.
6. Петровский А.В. Психология: словарь / А.В. Петровский, М.Г. Ярошевский. – М.: Политиздат, 1990. – 494 с.
7. Попов А.В. Исследование склонности к риску среди водителей легковых автомобилей в возрасте 18–25 лет / А.В. Попов // Мир транспорта. – 2021. – Т. 19. – №3. – С. 96–102.
8. Санжаева Р.Д. Готовность и ее психологические механизмы / Р.Д. Санжаева // Вестник Бурятского государственного университета. Образование. Личность. Общество. – 2016. – Т. 2. – С. 3–12.
9. Ahmed J. How does emotional intelligence predict driving behaviors among non-commercial drivers? Transportation Research Part F / J. Ahmed, N. Ward, J. Otto, A. McMahon // Traffic Psychology and Behaviour. 2022. Vol. 85. P. 38–46.
10. Boitzova A. «Psychological readiness». Definition and approaches / A. Boitzova, N. Simonova // Atlantis Press. 2019.
11. Kadoya. Y. How is emotion associated with driving speed? A study on taxi drivers in Japan. Transportation Research Part F / Y. Kadoya, S. Watanapongvanich, M. Khan // Traffic Psychology and Behaviour. 2021. Vol. 79. P. 205–216
12. Kim J. A novel study on subjective driver readiness in terms of non-driving related tasks and take-over performance / J. Kim, W. Kim, H. Kim, S. Lee, O. Kwon, D. Yoon // ICT Express. 2022. Vol. 8. P. 91–96.

13. Magaña V.C. The Effects of the Driver's Mental State and Passenger Compartment Conditions on Driving Performance and Driving Stress / V.C. Magaña, W.D. Scherz, R. Seepold, N.M. Madrid, X.G. Pañeda // *Sensors* (Basel). 2020. Vol. 20. P. 5274–5275.

14. Marquardt N. The impact of mental readiness on driving performance and traffic safety / N. Marquardt, C. Hannig, S. Hannig // *International Journal of Safety and Security Engineering*. 2018. Vol. 8. P. 10–19.

**ИНСТИТУТ УПРАВЛЕНИЯ,  
ЭКОНОМИКИ И ФИНАНСОВ**

# ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ОЗЕЛЕНЕНИЯ КРОВЛИ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА КАЗАНЬ

*Набиуллина А.И.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Набеева Э.Г.*

Целью работы является определение перспективности применения технологий озеленения кровли в условиях города Казань. Задачи, выполняемые в ходе исследования: создание проекта озеленения кровли здания на примере одного объекта городской застройки; расчет экономической стоимости проекта озеленения кровли здания; оценка экономической рентабельности создания зеленых крыш на основе проведенного расчета стоимостной оценки экосистемных услуг.

На основании анализа существующего экологического каркаса города Казани можно сделать вывод о несбалансированности соотношения составляющих элементов экологического каркаса. Планировочная структура города не отвечает требованиям сохранения и устойчивого развития городских систем. Объекты застройки 1950–1960-х гг. – виды построек, которые в ближайшее время будут подвергаться реновациям [1]. Одним из оптимальных решений благоустройства данного типа построек является их использование в качестве элементов вертикального озеленения.

В результате проведенной в 2021 году инвентаризации построек середины XX века было выявлено 1301 здание, из которых 480 панельных и 821 кирпичных. Для визуализации распределения построек данного типа использовалась программа Google Earth, с помощью которой удалось показать расположение построек на космоснимке города Казань.



Рис. 1. Соотношение и распределение рассматриваемого вида построек по городу Казань

Для проекта озеленения был выбран объект застройки 1950–1960-х гг., представляющий собой пятиэтажное здание с четырьмя подъездами. Длина данного здания составляет 72 метра, ширина – 12 метров, высота – 13 метров (высота потолков в квартире – 2,6 м). Общая площадь кровли здания без учета площади естественных вентиляционных каналов составляет 864 м<sup>2</sup>.

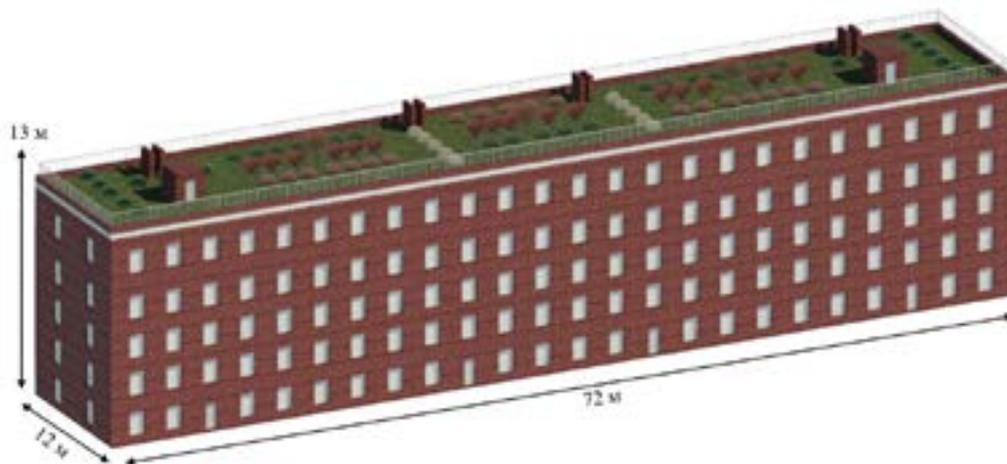


Рис. 2. Визуализация ландшафтного проекта озеленения объекта городской застройки

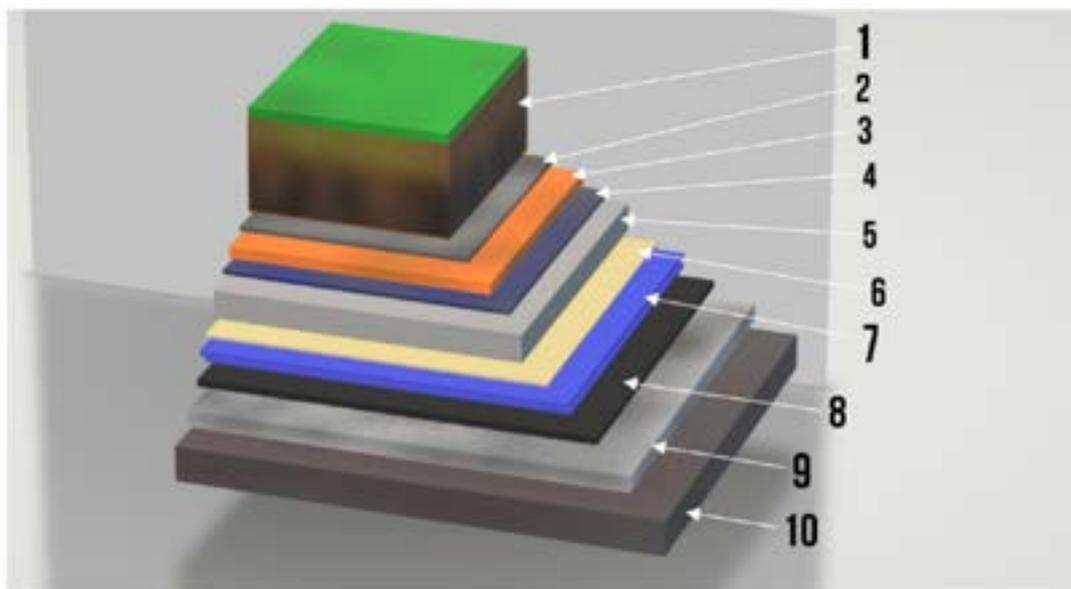


Рис. 3. Схема зеленой кровли:

- 1 – растительный субстрат с зелеными насаждениями (толщиной 50 см);
- 2 – термоскрепленный геотекстиль (разделительного слоя между дренажным слоем, теплоизоляцией и растительным субстратом);
- 3 – профилированная мембрана из полиэтилена высокой плотности (дренажный слой);
- 4 – экструзионный пенополистирол (толщиной 20 см, теплоизоляционный слой);
- 5 – иглопробивной геотекстиль (разделительный слой между кровельным ковром и теплоизоляцией);
- 6 – битумно-полимерный материал (верхний слой кровельного ковра, защита от проникновения корней растений);
- 7 – рулонный битумно-полимерный материал (нижний слой кровельного ковра);
- 8 – армированная цементно-песчаная стяжка (толщиной 5 см и плотностью 41 кг /м<sup>2</sup>);
- 9 – уклонообразующий слой из керамзитобетона (толщиной 10 см и плотностью 40 кг /м<sup>2</sup>);
- 10 – плита перекрытия (толщиной 22 см) [2]

Визуализация проекта озеленения была выполнена с помощью программ «3D Paint» и «Autodesk Revit». В ходе визуализации была представлена схема унифицированной технологии зеленой кровли, схемы примыкания к парапету и к вентиляционному каналу в технологии зеленой кровли, система водоотведения в технологии зеленой кровли, которая предусматривает устройство системы внутреннего организованного водоотвода.

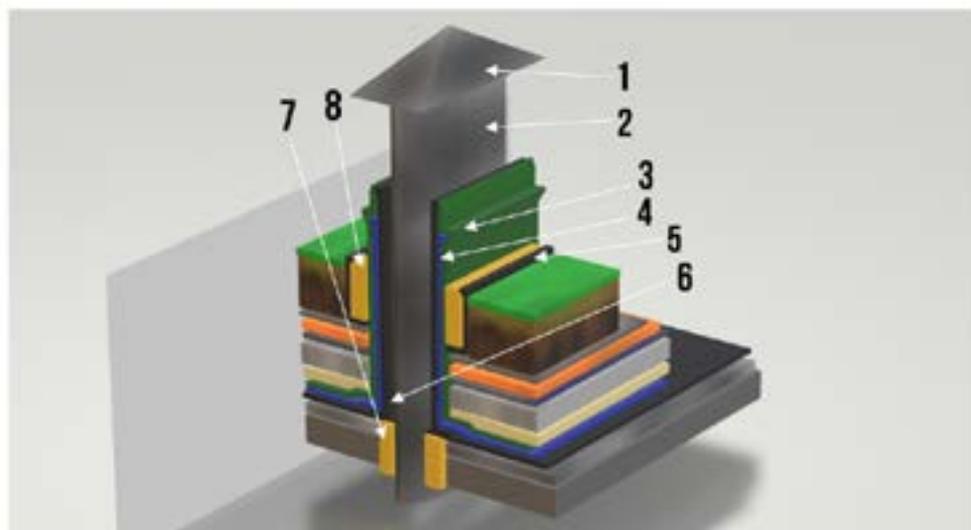


Рис. 4. Схема примыкания к вентиляционному каналу в технологии зеленой кровли:  
 1 – Диаметр колпака больше диаметра трубы минимум на 60 мм; 2 – Труба; 3 – Полиуретановый герметик и обжимной хомут из оцинкованной стали (соединение деталей и улучшение герметизации стыков деталей дымохода); 4 – Юбка из металла должна перекрывать стакан по высоте на 70–100 мм и рулонный кровельный гидроизоляционный материал; 5 – L-образный металлический элемент; 6 – Стакан из оцинкованной стали толщиной не менее 1 мм;  
 7 – Монтажная пена; 8 – Промытый гравий

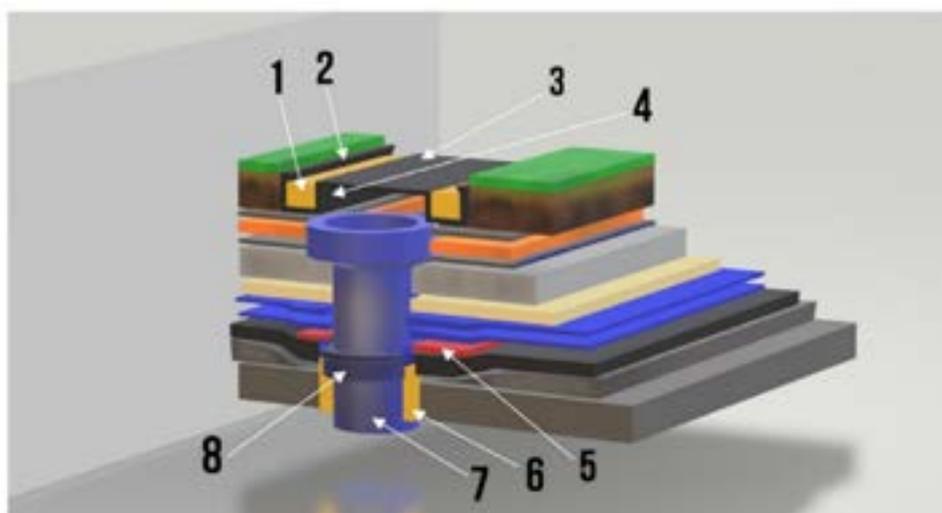


Рис. 5. Схема примыкания к парапету в технологии зеленой кровли:  
 1 – Промытый гравий; 2 – L-образный металлический элемент; 3 – Ограждение крыши; 4 – Фартук из оцинкованной стали; 5 – Крепежный элемент; 6 – Защитный элемент из металла; 7 – Рулонный кровельный гидроизоляционный материал; 8 – Дополнительный слой рулонного битумно-полимерного материала

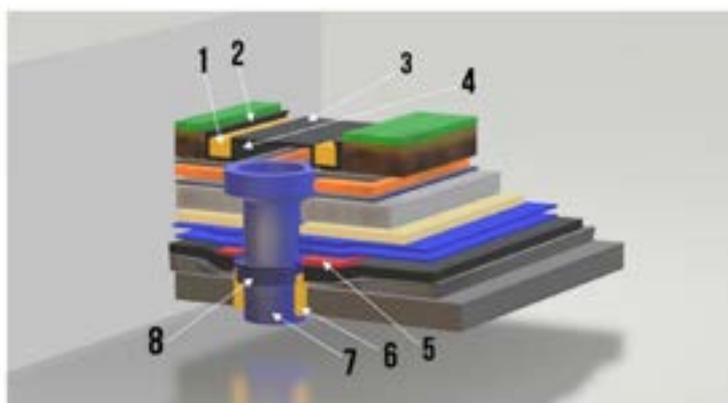


Рис. 6. Система водоотведения в технологии зеленой кровли:

- 1 – Промытый гравий; 2 – L-образный металлический элемент; 3 – Дренажная решетка;  
 4 – Дренажная насадка; 5 – Дополнительный слой рулонного битумно-полимерного материала  
 1м x 1м; 6 – Монтажная пена; 7 – Водосточная воронка;  
 8 – Дренажное кольцо и надставной элемент

Предварительный расчет нагрузки на плиту перекрытия здания от зеленой кровли был произведен на основе исходных данных о плотности покрытия каждого слоя. Расчетная нагрузка от слоев зеленой кровли без учета растительного субстрата с зелеными насаждениями составит 97,35 кг/м<sup>2</sup>. Расчет снеговой нагрузки на кровлю с интенсивным озеленением был произведен на основании СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» [3]. Общее значение с учетом сезонной снеговой нагрузки и массы от слоев зеленой кровли равно 301,35 кг/м<sup>2</sup>. Оставшуюся разницу в разрешенной несущей способности и нагрузке за счет технологии зеленой кровли можно использовать непосредственно для самих зеленых насаждений и грунта.

Таблица 1. Масса и стоимость материалов, используемых в технологии зеленой кровли, на 1 м<sup>2</sup> плиты перекрытия

Материалы	Масса на 1 м <sup>2</sup> , кг.	Цена за 1 м <sup>2</sup> , руб.
Термоскрепленный геотекстиль (плотностью 150 г/м <sup>2</sup> )	0,150	310
Экструзионный пенополистирол (толщиной 20 см)	6	400
Иглопробивной геотекстиль (плотностью 300 г/м <sup>2</sup> )	0,300	88
Рулонный битумно-полимерный материал (нижний слой кровельного ковра)	4,95	382
Битумно-полимерный материал (верхний слой кровельного ковра)	4,95	241
Армированная цементно-песчаная стяжка (толщиной 5 см и плотностью 41 кг/м <sup>2</sup> )	41	520
Уклонообразующий слой из керамзитобетона (толщиной 10 см и плотностью 40 кг/м <sup>2</sup> )	40	200
<b>Итого</b>	<b>97,35</b>	<b>2141</b>

В качестве основы для зеленых насаждений был выбран легкий минеральный субстрат, который обеспечивает здоровый рост и декоративность кровельному озеленению. Вес выбранного минерального субстрата в сухом состоянии – 600 кг/м<sup>3</sup>, а вес субстрата во влажном состоянии по итогам расчетов влагоемкости достигает 900 кг/м<sup>3</sup>. По итогам максимальной дополнительной нагрузки от зеленых насаждений в зависимости от предельно допустимой нагрузки на плиту перекрытия и периода времени было определено, что исходя из минимальной дополнительной нагрузки масса зеленых насаждений на 1 м<sup>2</sup> может составлять 149 кг.

Исходя из особенностей предлагаемой технологии наиболее удачным решением представляется посадка наименее уязвимых видов древесно-кустарниковой растительности, подходящих для суровых климатических условий – они должны быть способны противостоять воздействию осадков, недостатку или переизбытку солнечного света, сильным ветрам, а также иметь поверхностную корневую систему.

Таблица 2. Расчет экономической стоимости проекта озеленения кровли здания

Наименование	Цена за 1 шт., руб.	Кол-во, шт.	Сумма, руб.
Строительство каркаса (материалы + монтаж парапета)	2584 (2184 + 400) за 1 м <sup>2</sup>	168 (периметр кровли)	434 112
Установка ограждения на парапете (материалы + монтаж ограждения)	630 за 1 м	168 (периметр кровли)	105 840
Водосточная воронка с обжимным фланцем обогреваемая	5000	2	10 000
Распительный субстрат	1220 за 1 м <sup>3</sup>	794	968 680
Кровельные материалы под распительным субстратом	2141 за 1 м <sup>2</sup>	794	1 699 954
Можжевеловик княжик	1150	19	21 850
Ирга канадская	900	3	2 700
Аяланг белый	850	16	13 600
Бересклет крылатый	1450	16	23 200
Спирея желтолистная	700	10	7 000
Барбарис Тунберга	590	19	11 210
<b>Итого</b>			<b>3 298 146</b>

Расчет экономической стоимости зеленой кровли производился на основе исходных данных о стоимости материала каждого слоя. Общая стоимость реализации ландшафтного решения проекта озеленения кровли здания для одного объекта составит 3 298 146 руб.

По итогам стоимостной оценки экосистемных услуг получились невысокие значения экономической эффективности, поэтому был сделан вывод

о необходимости проведения комплексной оценки экосистемных услуг матричным методом по показателям.

### Литература

*Монографии, учебники, учебные пособия:*

1. Никитин А.В., Мингазова Н.М., Юпина Г.А. Проблемы формирования экологоприродного каркаса урбанизированных территорий (на примере г. Казани) // Известия КазГАСУ. 2010. С. 88–96.

2. Системы изоляции строительных конструкций: учебное пособие / Б.М. Румянцев, О.Б. Ляпидевская, А.Д. Жуков. 3-е изд., перераб. и доп. Москва: Изд-во Моск. гос. строит. ун-та, 2016. 596 с.

*Материалы интернет-сайтов:*

3. СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия».

# ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РОССИИ

*Романова Е.С.*

*Научный руководитель – канд. геогр. наук, доцент Уленгов Р.А.*

В настоящее время, невозможно представить изучение школьной географии без применения картографической информации. Использование информационных и коммуникационных технологий в сфере образования предназначено для обеспечения эффективности обучения, совершенствования форм и методов работы, а также формирования информационной компетенции участников образовательного процесса. Изменения, которые происходят в системе образования в настоящее время, касаются не только технического оснащения, качества сети интернет, электронных образовательных ресурсов, но и готовности учителя на компетентностном и личностном уровне принять новые технологии, быть в них успешным профессионалом [1].

Повысить результативность усвоения картографических знаний и умений в процессе взаимосвязанной деятельности учителя и учащихся позволит школьная геоинформационная система. Географические информационные системы (ГИС) в широком смысле – это системы, которые создают, управляют, визуализируют и анализируют всевозможные типы данных. ГИС соединяет данные с картой, интегрируя данные о местоположении (где находятся объекты) со всеми типами описательной информации (что из себя эти объекты представляют). Одним из важнейших достоинств геоинформационных систем является то, что они позволяют очень наглядно представить человеку информацию о территориально распределенных объектах и явлениях. К числу таких относится ГИС программа QGIS – это геоинформационная система, которая предназначена для создания и редактирования картографических данных, визуализации, создании карт и выполнения аналитических операций. Международное сообщество активно поддерживает данную разработку. В России она представлена командой NextGIS QGIS. QGIS – свободная геоинформационная система, то есть она бесплатная. Скачать его можно с официального сайта, также предлагается на выбор несколько версий для установки.

Неотъемлемым процессом изучения географии и экологии как в общеобразовательном учреждении, так и в вузе являются полевые иссле-

дования и их камеральная обработка. В настоящее время изучение и исследования окружающей природной среды достаточно тесно связаны с использованием географических информационных систем и разнообразным видом геоинформационных ресурсов: электронно-цифровых карт, наборов и баз пространственных данных, ГИС-сервисов и множество других, учащимся стоит осваивать их возможности и активно применять при своей научно-исследовательской деятельности. Геоинформационные программные комплексы позволяют обрабатывать мощный объем данных, полученных в ходе различных исследований, а также упорядочивать и регулировать сведения, имеющие пространственную привязку [2].

Работа с географической картой является одной из сложных вариантов практической деятельности школьников, поскольку требует сформированности абстрактных представлений и умения мысленно переносить трехмерное изображение на плоскость и обратно. Поэтому использование QGIS позволит визуализировать данные с карты для более легкого усвоения учениками различных форм рельефа.

В программе NextGIS QGIS осуществляется процесс формирования растрового изображения рельефа местности. Это изображение является важной составляющей 3D модели местности. Чем более точно мы можем воссоздать модель рельефа, тем более реалистичной получится 3D модель местности. Для начала работы над созданием 3D модели необходимо подготовить растровую сетку путем проведения интерполяции. Для этого добавляется слой с координатами точек, полученный в программе Easy Trace в формате CSV. После добавления слоя мы увидим массив точек, представленных на экране [4, 5].

Для проведения интерполяции точечного векторного слоя требуется использовать модуль интерполяции. Чтобы начать интерполяцию, переходим на вкладку «Интерполяция». В открывшемся окне выбираем исходный векторный слой и указываем атрибут для интерполяции, затем нажимаем кнопку «Добавить». В появившейся строке изменяем тип на «Линии разбивки». В правой части окна выбираем метод интерполяции «Триангуляция» (TIN) и задаем число столбцов и строк (например, 2000). Также необходимо указать место сохранения файла вывода. После задания всех необходимых параметров, нажимаем «ОК». Появляется черно-белая карта (рис. 1).

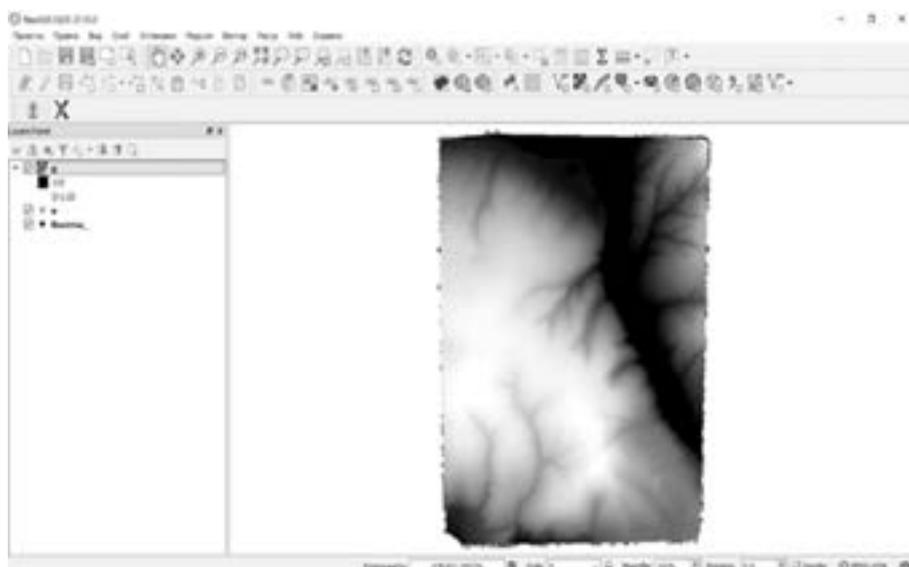


Рис. 1. Интерполируемая поверхность

Для достижения более реалистичного вида 3D модели необходимо настроить стиль и выбрать соответствующую цветовую гамму. Для этого дважды щелкните правой кнопкой мыши по растровому слою. В открывшемся окне переход на вкладку «Изображение» и изменение типа изображения на «Одноканальное псевдоцветное». Выбор цветовой схемы «Spectral» и проставление галочки в поле «Обратить». В разделе «Режим» выбор «Равные интервалы» и увеличение количество классов до 25. После настройки стиля кнопка «Применить» и закройте окно. Затем для создания 3D модели рельефа потребуется использовать модуль «Qgis2threejs» в программе NextGIS QGIS. После применения этого модуля, в браузере будет открыта новая вкладка с построенной трехмерной моделью рельефа. Данную модель можно вращать на 360° и располагать под определенным углом (рис. 2).

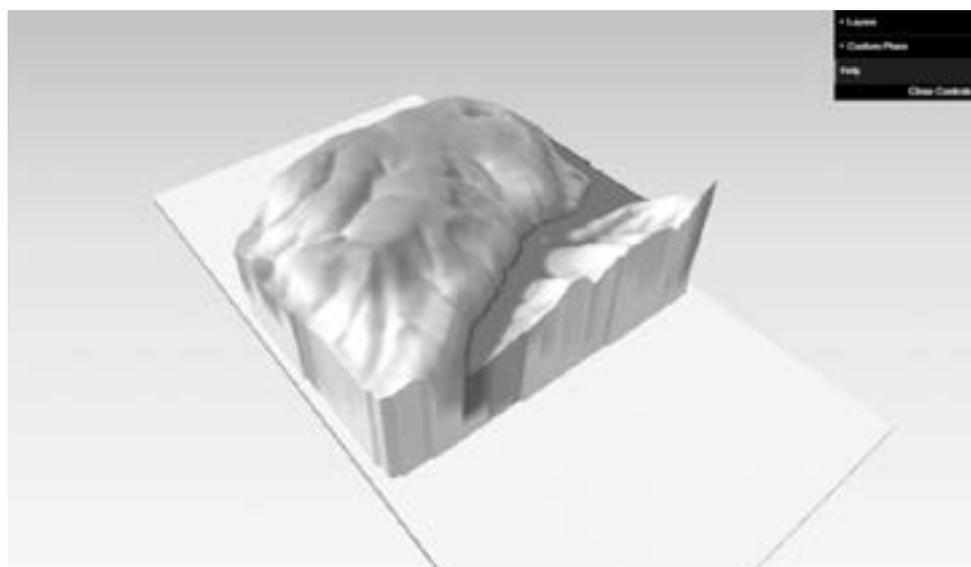


Рис. 2. 3D модель местности

Основным способом изображения рельефа на географических картах является способ горизонталей. Для построения изолиний рельефа в QGIS есть специальный модуль Contour. Источником послужит цифровая модель рельефа, которая была построена с оцифрованного участка топографической карты. После установки модуля, заходим Вектор – Contour. Перед нами появляется отдельное окно для работы с модулем. В нем выбираем точечный слой и значение данных Z. После этого появляются автоматически сгенерированные значения изолиний. Количество значений изолиний можно изменить и настроить как удобно. Далее нажимаем Add и на цифровой модели появятся изолинии (рис 3).

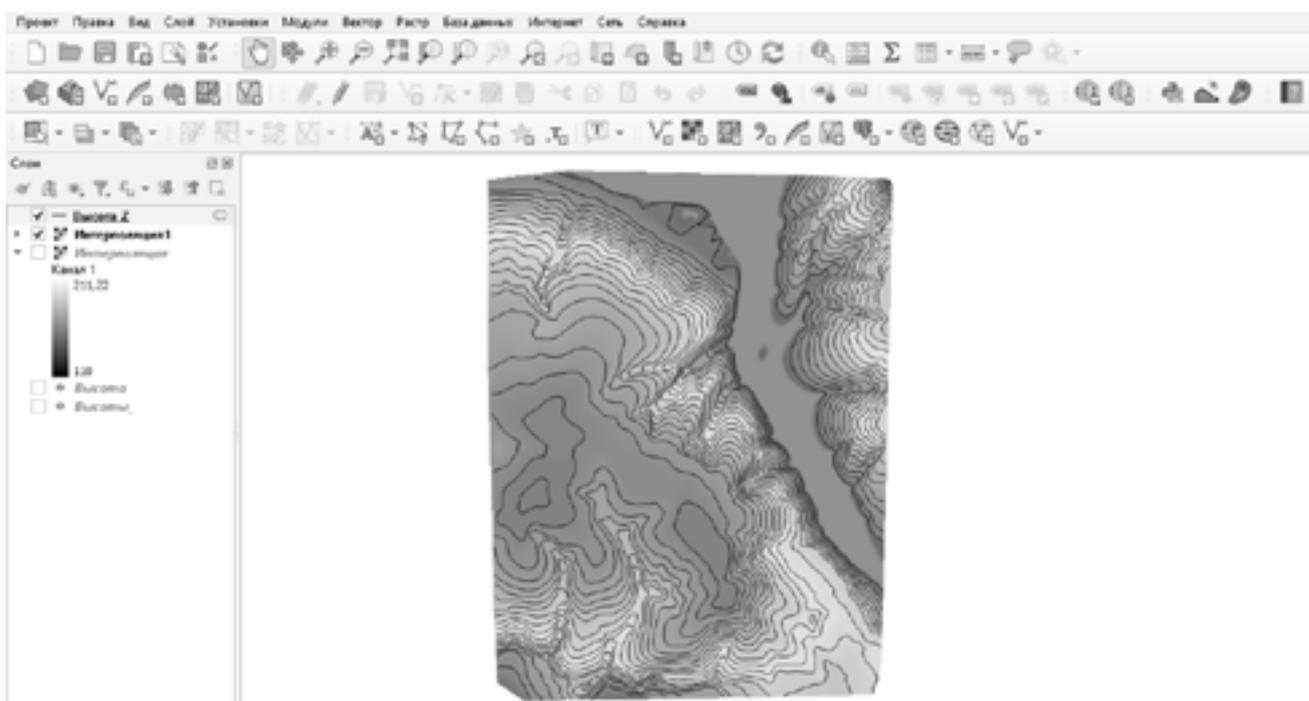


Рис. 3. Построение изолиний

Так же для визуализации рельефа в программе QGIS с помощью модуля Profile Tool можно построить профиль рельефа. Для построения профиля выбрана та же цифровая модель рельефа, которая использовалась в построении изолиний. Первым делом добавляем слой, на основании которого будет строиться профиль. Для построения графика необходимо провести линию, по которой строим профиль. В программе сразу появляется построенный профиль рельефа по заданной нами линии (рис. 4).

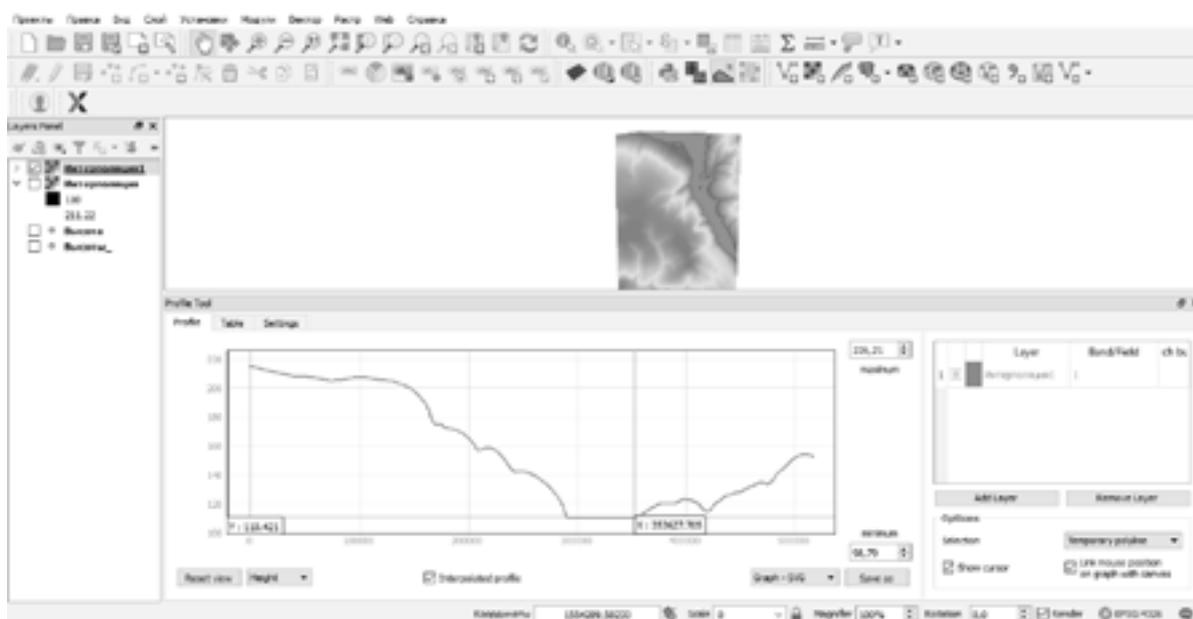


Рис. 4. Построенный профиль рельефа в программе QGIS

Помимо демонстрации профиля местности, способствующего более легкому усвоению учебного материала, учителя могут использовать данную разработку для проверки правильности построения профиля местности учащимися вручную.

Таким образом, визуализация пространственных данных с помощью ГИС технологий позволит сформировать новую, более совершенную модель учебного процесса, которая позволит учащимся быстрее и лучше понять и усвоить учебный материал, проанализировать рельеф. Также данная программа позволяет познакомиться с возможностями современного программного обеспечения.

### Литература

1. Поповкина, О.В. ГИС-технологии в общеобразовательной школе как культурно-информационный ресурс / О.В. Поповкина // Шамовские педагогические чтения: Сборник статей XIV Международной научно-практической конференции. В 2-х частях, Москва, 22–25 января 2022 года. Том Часть 2. – Москва: Научная школа управления образовательными системами, Международная академия наук педагогического образования, «5 за знания», 2022. – С. 300–305. – EDN SWRSXL.
2. Уленгов, Р.А. ГИС-технологии как средство развития географического образования / Р.А. Уленгов, И.А. Уразметов, Е.Н. Кубышкина // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2019. – Т. 5 (15), №3. – С. 361–366. – EDN ЕАКРХО.

3. Ахмедов Б.Н. Построение цифровых трехмерных моделей геопространства // Инженерная графика и трехмерное моделирование. Молодеж. науч.-практ. конф.: сб. научных докладов (16 декабря 2016 г., Новосибирск). – Новосибирск: СГУГиТ, 2017. – С. 9–13.

4. Грищенко Д.В., Кобецкая А.В. Трехмерная картография: преимущества, способы, инструменты // Инженерная графика и трехмерное моделирование. Молодеж. науч.-практ. конф. : сб. науч. докладов (16 декабря 2016 г., Новосибирск). – Новосибирск: СГУГиТ, 2017. – С. 40–46.

# **ИНСТИТУТ ФИЗИКИ**

# ГРАДИЕНТНАЯ ФАЗОВАЯ СТРУКТУРА НЕОРГАНИЧЕСКИХ ГАЛОИДНЫХ ПЕРОВСКИТОВ $\text{CsPbBr}_3$

*Батталова Э.И.*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, профессор Харинцев С.С.*

В настоящей работе предложен способ создания многофазной структуры неорганических галоидных перовскитов  $\text{CsPbBr}_3$ . Для этого разработан способ настройки фазового состава полупроводника, позволяющий детектировать фазовые переходы и локально регулировать температуру. Данный способ опирается на механизм быстрого и эффективного нагрева на нано– и микромасштабах, а также на механизм эффективного теплоотвода, который реализуется с помощью термоплазмонной метаповерхности.

Среди задач современной оптоэлектроники особенно актуальна проблема создания устройств с динамически настраиваемыми свойствами. Для создания подобных устройств привлекательны такие материалы, как неорганические галоидные перовскиты  $\text{CsPbBr}_3$ . Оптические и электронные свойства перовскитов можно настраивать на этапе химического синтеза. Однако у такого подхода существует ряд очевидных недостатков. Изобилие предлагаемых протоколов синтеза приводит к крайне низкой воспроизводимости результатов [1]. К тому же активное управление свойствами полупроводников путём изменения их химических свойств хотя и возможно, но является весьма трудной технологической задачей. Альтернативным подходом к решению данной проблемы является создание гетероструктур, содержащих несколько кристаллических фаз. Неорганические галоидные перовскиты  $\text{CsPbBr}_3$  могут существовать в трёх кристаллографических фазах: орторомбической ( $Pnma$ ), тетрагональной ( $P4/mbm$ ) и кубической ( $Pm3m$ ) [2]. Переходы между данными фазами происходят при температурах выше комнатной ( $88^\circ\text{C}$  для перехода  $Pnma$ - $P4/mbm$  и  $130^\circ\text{C}$  для перехода  $P4/mbm$ - $Pm3m$ ). Это позволяет создавать многофазные гетероструктуры за счёт генерации сильных температурных градиентов. Рисунок 1(а) схематично иллюстрирует концепцию создания подобных гетероструктур. Микроструктура перовскита  $\text{CsPbBr}_3$  в форме площадки (линейные размеры:  $10\text{ мкм} \times 14\text{ мкм} \times 1\text{ мкм}$ ) помещается на термоплазмонную метаповерхность, которая состоит из двумерного массива кремниевых столбиков с субволновым диаметром ( $L < \lambda$ ), как показано на рис. 1(б). Каждый кремниевый столбик сверху покрыт плазмонным

материалом, например нитридом титана (TiN). При освещении сфокусированным лазерным светом (633 нм, 16 МВт, NA = 0,7) плазменная наноструктура выступает в роли наноагрегатора, при этом кремниевый столбик обеспечивает перенос тепла от наноструктуры к термостату. Кремний был выбран в качестве материала термостата из-за его большой теплопроводности ( $148 \text{ Вт м}^{-1}\text{К}^{-1}$ ) и высокой интенсивности линии c-Si ( $521 \text{ см}^{-1}$ ) в спектре комбинационного рассеяния света. Кроме того, поскольку спектральное положение данной линии чувствительно к температуре, сдвиг линии кристаллического кремния использован в качестве зонда для термометрии комбинационного рассеяния света. Поскольку теплопроводность кремния ( $148 \text{ Вт м}^{-1}\text{К}^{-1}$ ) значительно превышает теплопроводность воздуха ( $0,0263 \text{ Вт м}^{-1}\text{К}^{-1}$ ) и CsPbBr<sub>3</sub> ( $0,42 \text{ Вт м}^{-1}\text{К}^{-1}$ ), кремниевый столбик является основным каналом для отвода тепла, а его геометрия является ключевым фактором, определяющим профиль установившейся в системе температуры. Столбик фиксированной высоты задаёт диапазон температур, до которых он может быть нагрет, при этом регулирование температуры внутри этого диапазона осуществляется путём изменения интенсивности падающего света  $I_0$ . Таким образом, массив вышеописанных субволновых наноагрегаторов ( $L < \lambda$ ) может генерировать двумерные температурные профили под действием падающего света [3].

Градиенты температуры, генерируемые вдоль оси z (рис. 1(с)), приводят к распределению фаз внутри кристалла перовскита, зависящему от расстояния до нагреваемой плазменной наноструктуры. Таким образом, в зависимости от температуры на верхней поверхности плазменной наноструктуры внутри кристалла CsPbBr<sub>3</sub> может существовать одна кристаллическая фаза, а также может образовываться структура, состоящая из двух или трёх кристаллических фаз, как показано на рисунке 1(с). Поскольку ширина запрещённой зоны перовскитов в тетрагональной фазе несколько ниже по сравнению с шириной запрещённой зоны для орторомбической и кубической фаз, в многофазной гетероструктуре будет происходить миграция свободных носителей заряда из областей с высокой шириной запрещённой зоны в области с низкой шириной запрещённой зоны [4]. Накопление свободных носителей заряда в области фазы с низкой шириной запрещённой зоны увеличивает вероятность излучательной электрон-дырочной рекомбинации, что повышает эффективность комбинационного рассеяния света и фотолюминесценции.

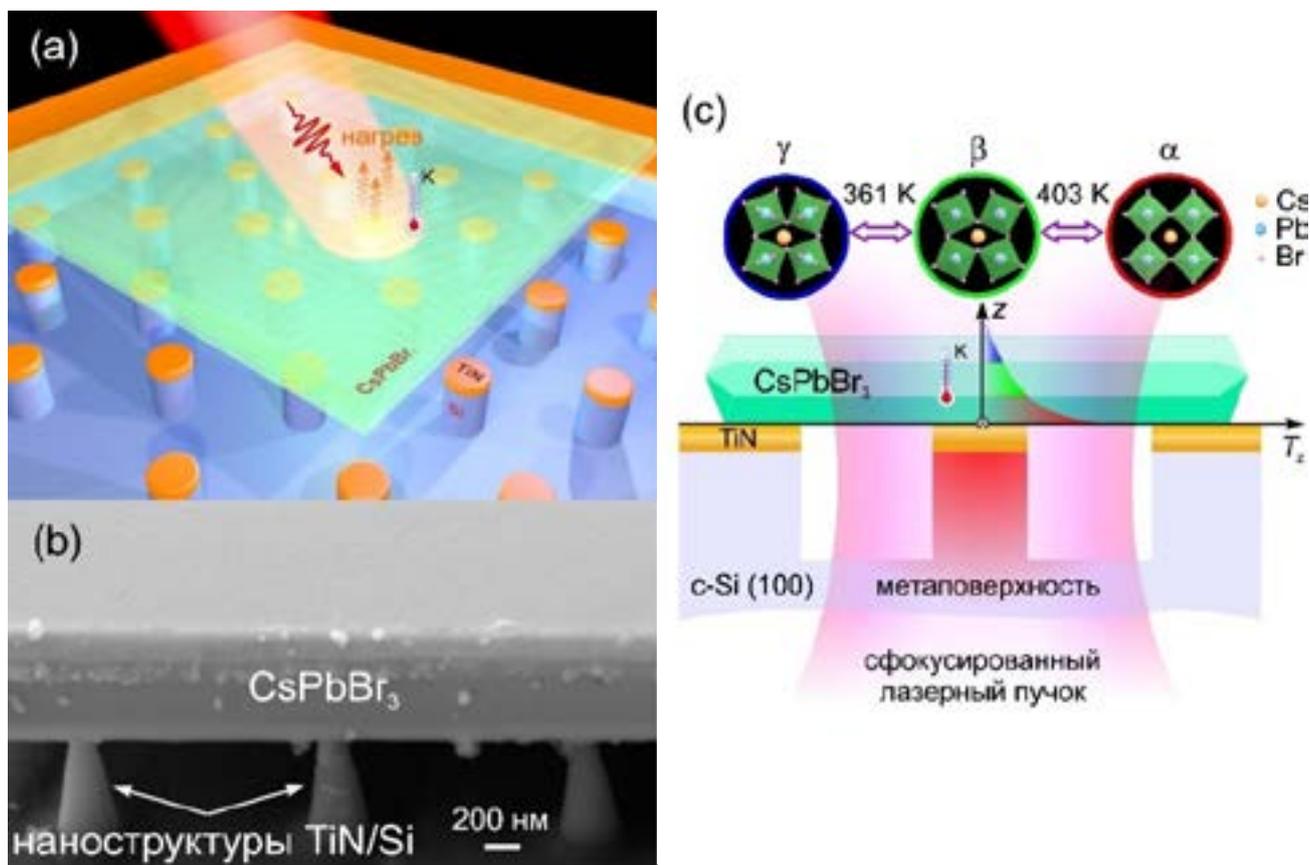


Рис. 1. Концепция создания градиентной фазовой структуры CsPbBr<sub>3</sub>: (a) схематичное изображение микроплощадки CsPbBr<sub>3</sub> на термоплазмонной метаповерхности; (b) изображение торца микроплощадки CsPbBr<sub>3</sub> на термоплазмонной метаповерхности, полученное с помощью сканирующей электронной микроскопии; (c) схема оптического нагрева кристалла перовскита с помощью наноструктур TiN/Si

Оптические методы визуализации дают важную информацию об электронной структуре полупроводников. В данной работе оптические свойства многофазной структуры CsPbBr<sub>3</sub> исследованы с помощью спектроскопии комбинационного рассеяния света (КР). На рисунке 2(a) показано изменение интенсивности фоновой моды CsPbBr<sub>3</sub> (TO 127 см<sup>-1</sup>) в зависимости от интенсивности падающего света/температуры плазмонной наноструктуры. Как показано на рис. 2(a), в данной температурной зависимости вблизи температур фазовых переходов наблюдаются локальные максимумы, что указывает на формирование многофазной структуры. Для анализа распределения температуры внутри микрокристалла перовскита проведено моделирование методом конечных разностей во временной области (англ. аббр. FDTD – Finite Difference Time Domain) и методом конечных элементов (англ. аббр. FEM – Finite Element Modeling) с помощью программного пакета ANSYS/Lumerical. Результаты моделирования показаны на рис. 2 (b)-(d).

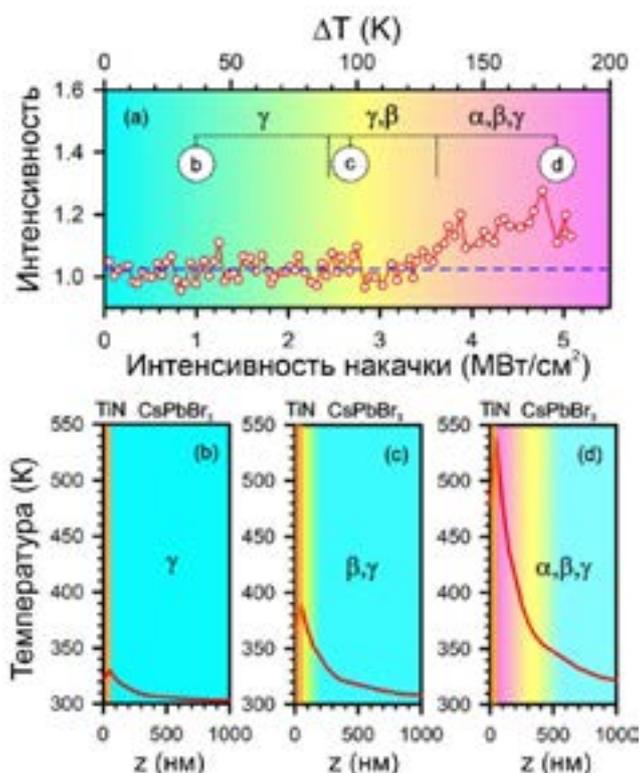


Рис. 2. (а) Зависимость интенсивности сигнала КР  $\text{CsPbBr}_3$  от интенсивности накачки; (b), (c), (d) результаты моделирования градиента температуры, возникающего внутри кристалла  $\text{CsPbBr}_3$  при разных мощностях накачки. Цветом показаны области возникновения разных кристаллических фаз (голубой –  $\gamma$ -фаза, жёлтый –  $\beta$ -фаза, красный –  $\alpha$ -фаза)

Как показано на рис. 2(a)-(b), при интенсивностях накачки  $\approx 1 \text{ МВт/см}^2$  весь кристалл перовскита находится в орторомбической  $\gamma$ -фазе. В однофазной системе интенсивность сигнала КР должна линейно увеличиваться с ростом температуры, поэтому (с учётом нормировки на мощность накачки) на рис. 2 (а) зависимость  $I_R(T)$  представляет собой прямую линию. При увеличении интенсивности падающего излучения происходит образование тетрагональной фазы на границе вблизи верхней поверхности плазмонной наноструктуры (точка «с» на рис. 2 (а)). Градиент температуры, возникающий в этой точке, имеет вид, показанный на рис. 2 (с). Под воздействием такого градиента температуры кристалл находится в переходной форме между орторомбической и тетрагональной фазами, и при интенсивности накачки  $2,8 \text{ МВт/см}^2$  проявляется небольшой максимум интенсивности комбинационного рассеяния света. Дальнейшее повышение температуры плазмонной наноструктуры сдвигает область  $\beta$ -фазы глубже в объём кристалла. При температуре порядка  $130 \text{ К}$  другой небольшой максимум интенсивности комбинационного рассеяния света указывает на образование  $\alpha$ -фазы в непосредственной близости от верхней поверхности плазмонной наноструктуры.

При последующем увеличении интенсивности падающего света области  $\alpha$ - и  $\beta$ -фазы проникают глубже в кристалл и значительно увеличиваются в размерах (рис. 2 (d)). Это приводит к размытию границ между областями различных фаз. Причём эффект размытия неодинаков для границ  $\alpha$ - $\beta$  и  $\beta$ - $\gamma$ , поскольку градиент температуры существенно нелинеен. При более высоких температурах и интенсивностях накачки выше 4 МВт/см<sup>2</sup> интенсивность КР определяется сразу несколькими факторами: толщинами фазовых слоёв, температурой и резкостью границ раздела фаз. Можно предположить, что третий максимум при  $\Delta T = 170$  К является результатом такого кумулятивного эффекта и может быть связан с делокализованной (неупорядоченной или случайно расположенной) границей раздела фаз.

Таким образом, в настоящей работе продемонстрирован способ создания многофазной структуры полупроводников на примере неорганических галоидных перовскитов CsPbBr<sub>3</sub>. Показано, что однофазные, двух- и трехфазные системы могут быть созданы оптически контролируемым образом с помощью термоплазменной метаповерхности. Многофазные полупроводниковые структуры обладают привлекательными оптоэлектронными свойствами. В таких системах носители заряда мигрируют из областей с большой шириной запрещённой зоны (орторомбическая и кубическая фазы) в области с меньшей шириной запрещённой зоны (тетрагональная фаза). В области тетрагональной фазы формируется высокая концентрация носителей заряда, что повышает эффективность излучательной электрон-дырочной рекомбинации и приводит к значительному усилению оптического отклика полупроводника.

#### Литература

1. Goetz K.P. The challenge of making the same device twice in perovskite photovoltaics / K. P. Goetz, V. Vaynzof // *ACS Energy Lett.* – 2022. – V. 7. – P. 1750–1757.
2. Alaei A. Polymorphism in metal halide perovskites / A. Alaei, A. Circelli, Y. Yuan et al. // *Mater. Adv.* – 2021. – V. 2. – P. 47– 63.
3. Kharintsev S.S. Designing two-dimensional temperature profiles using tunable thermoplasmonics / S.S. Kharintsev, A.V. Kharitonov, E.A. Chernykh et al. // *Nanoscale.* – 2022. – V. 14. – P. 12117–12128.
4. Dobrovolsky A. Defect-induced local variation of crystal phase transition temperature in metal-halide perovskites / A. Dobrovolsky, A. Merdasa, E.L. Unger et al. // *Nat. Commun.* – 2017. – V. 8 – P. 34.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ВНИМАНИЯ ШКОЛЬНИКОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФИЗИКИ

*Бердиева Н.Б.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Гарнаева Г.И.*

Преподавание физики в школе требует квалифицированного учителя, который может объяснить сложные понятия таким образом, чтобы ученики могли глубоко и прочно усвоить материал. Учителя используют различные методы обучения, такие как лекции, демонстрации и практические эксперименты. Однако в эпоху цифровизации образования традиционный метод ведения уроков немного уходит в прошлое, так как очень сложно привлечь внимание учащихся без использования современных информационных технологий. В свою очередь, информационные технологии, а в особенности технологии дополненной реальности («AR») все чаще используются в образовании для повышения качества обучения учащихся.

Дополненная реальность («AR») – это одна из технологий интерактивной визуализации, которая дополняет изображение реального мира виртуальными элементами. То есть технология дополненной реальности не только отображает реальный мир, но и одновременно отображает виртуальную информацию, и эти два вида информации дополняют и накладываются друг на друга. В отличие от виртуальной реальности, в дополненной реальности пользователь не отсекается от внешнего мира, а продолжает в нем участвовать.

С ростом числа приложений дополненной реальности каждый день расширяются области ее применения в разных секторах. Многие считают, что это эффективное средство для визуализации контекстной информации и удобный способ ее предоставления пользователю. Новые возможности, предлагаемые технологией дополненной реальности в сфере образования, со временем начали привлекать внимание преподавателей. Так, например, в математике с помощью инструментов дополненной реальности создали увлекательный и образовательный математический контент, который пробуждает любознательность учащихся и помогает им добиться успехов в учебе. Приложение «Photomath» для смартфонов с дополненной реальностью позволяет учащимся сканировать математическую задачу с физического рабо-

чего листа, а затем виртуально проводит их через этапы расчета с помощью анимации.

В области физики технологии «AR» возможно использовать для повышения внимания школьников, предоставляя интерактивный и увлекательный учебный опыт.

Один из способов использования таких технологий в обучении физике – это использование приложений дополненной реальности. Эти приложения могут предоставить учащимся виртуальную симуляцию физических экспериментов, позволяя им взаимодействовать с виртуальной средой и наблюдать за влиянием различных переменных на эксперимент, также просмотреть страницу учебника через приложение дополненной реальности и увидеть дополнительные анимации или объяснения изучаемых понятий.

Основой AR технологии служат:

1. компьютер с профессиональной видеокартой;
2. экран;
3. маркеры, метки;
4. камера, на которую накладывается виртуальная среда;
5. само программное обеспечение, в которых прописаны математические алгоритмы, которые позволяют камере увидеть и распознать метку (маркер) в окружающем пространстве, а затем определить, какая именно модель программно «привязана» к метке.

Для разработки приложения дополненной реальности необходимо «AR SDK» («Augmented reality SDK»). Наиболее популярными являются «AR SDK»: Vuforia, EasyAR, Wikitude, ARToolKit, Kudan, Maxst, Xzing и NyARToolkit. Существуют и более «дружественные» способы разработки дополненной реальности. Программы, с помощью которых можно создавать 3D-модели: Blender, Autodesk 3ds Max, Autodesk Maya, SketchUp.

В настоящее время создается много российских платформ для изучения физики с помощью технологий дополненной реальности. Одна из таких платформ – это образовательный комплекс по физике «Увлекательная реальность». Также имеются мобильное приложение «для одного конкретного учебника физики «Физика. 7 класс». Издательство «Просвещение». Авторы: Белага В.В., Ломаченков И.А., Панебратцев Ю.А. и приложение с использованием дополненной реальности – «Физика AR» для учебников физики «Физика. 8 класс». Издательство «ДРОФА». Автор: Перышкин А.В. 2010 и 2013 года издания.

Для 9-го класса мы разработали приложение самостоятельно с использованием оригинальных 3-D моделей, приложения Augment и платформы Unity.

В качестве маркеров для приложения дополненной реальности мы использовали рисунки из учебника. В процессе создания 3D-модели необходимо, прежде всего, ознакомиться с рисунком и объяснением в тексте учебника, уяснить понимание замысла иллюстратора и авторов учебника.

С целью исследовать и анализировать возможности и эффективность использования технологий дополненной реальности для повышения внимания учащихся на уроках физики, на первом этапе исследования педагогического эксперимента мы изучили возможность использования дополненной реальности в процессе обучения физике, а также отношение учеников к этому новому средству обучения. Для этого я провела уроки, используя разработанное нами приложение и наши собственные 3D-модели физических объектов, которые изучаются в 9-м классе.

Основной задачей уроков с использованием приложения дополненной реальности являлось развитие у учеников вовлеченности, устойчивого интереса к физике; повышение мотивации к углубленному изучению данной науки в целом; развитие пространственного мышления.

При работе в классе ученики не использовали смартфоны по соображениям соблюдения дисциплины на уроке, поэтому модель дополненной реальности проектировалась на экран или на мультимедийную панель.

В исследовании приняли участие 40 учащихся. В каждой группе было по 20 учащихся. Контрольный и экспериментальный классы одинаковы по количеству учащихся,

возрасту, текущей успеваемости, профессиональной подготовке учителя.

Прежде чем, приступить к контрольным исследованиям, проверила равенство экспериментальных групп с помощью вводного тестирования, по заранее пройденной теме и проверила результаты.

Следующим этапом в контрольной группе провела уроки с применением традиционной методики проведения уроков, также в экспериментальной группе провела уроки с применением приложения дополненной реальности.

После данного этапа провела выходное тестирование с целью проверки степени усвоенности материала в обеих группах. Математико-статистическая обработка данных проводилась с использованием статистических па-

кетов программ Microsoft Office Excel. Сравнив среднее арифметическое экспериментальной и контрольной группы, заметили существенное различие в их значениях (рис. 1 и 2).

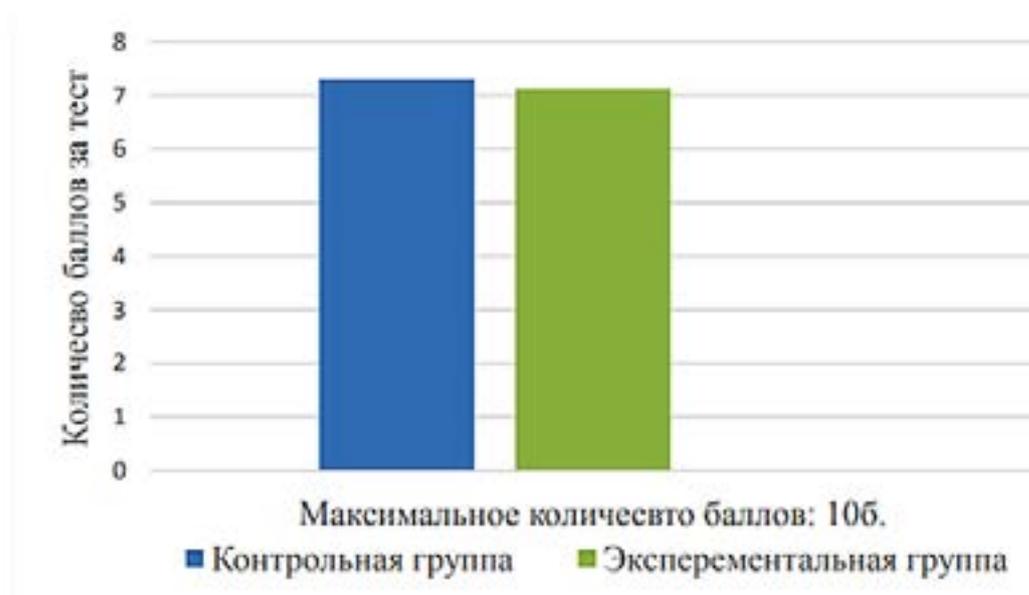


Рис. 1. Диаграмма, характеризующая среднее арифметическое входного тестирования



Рис. 2. Диаграмма, характеризующая среднее арифметическое выходного тестирования

Анализ результатов апробации выявил эффективность применения технологий дополненной реальности в учебный процесс при преподавании физики в общеобразовательных учреждениях, также показал высокую усвояемость материала по сравнению с традиционным методом обучения. В ходе общения с учениками было выяснено, что дополненная реальность запомнился им тем, что такая технология создает эффект присутствия.

Следовательно, можно сказать, что ученики не только предпочитают использовать дополненную реальность для изучения физики, но также они были впечатлены возможностью изучения этой науки с помощью AR. Учебное приложение AR привлекало их внимание, помогало им лучше усваивать учебный материал и стимулировало их интерес к обучению.

В заключении хочется сказать, что перед школьниками и учителями открываются большие перспективы в развитии. В ближайшее время, мы будем свидетелями тесного взаимодействия учеников с технологиями дополненной и виртуальной реальности, что поможет раскрыть творческий потенциал и усовершенствовать качество образования. Главное – проявлять желание и стремиться к этому.

### Литература

1. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 №273-ФЗ//Справочно-правовая система «Консультант», – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140174/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/).

2. Федеральные государственные образовательные стандарты. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fgos.ru/>.

3. Концепция преподавания учебного предмета «Физика» в образовательных организациях Российской Федерации, реализующих основные общеобразовательные программы//Банк документов. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.edu.gov.ru/document/60b620e25e4db7214971c16f6b813b0d/>.

4. Абдулов Р.М. Использование современных интерактивных средств обучения при развитии исследовательских умений учащихся в обучении физике // Педагогическое образование в России. – 2012. – №5. – С. 180–184.

5. Аверьянов В.В. Книги с дополненной реальностью как эффективный образовательный инструмент / В.В. Аверьянов, Д.И. Троицкий // Виртуальная и дополненная реальность-2016: состояние и перспективы / Сборник научно-методических материалов, тезисов и статей конференции. Под общей ред. д.т.н., проф. Д.И. Попова. – М.: Изд-во ГПБОУ МГОК, 2016. С. 7-11.

6. Бобелюк М.Б., Губенко Н.Е. Разработка системы «Увлекательная география» с использованием моделей дополненной реальности в межплатформенной среде Unity // Сборник статей по материалам X Международной научно-технической конференции. Донецк, 2019. С. 319–323.

7. Дюличева Ю.Ю. О применении технологии дополненной реальности в процессе обучения математике и физике//Открытое образование. – 2020. – Т. 24. – №3. – С. 44–51.

8. Каштанова Е.Н. Технология дополненной реальности в процессе изучения физики//Азимут научных исследований: педагогика и психология. – 2021. – Т. 10. – №2 (35). – С. 166–168.

9. Санников С.А. Разработка программного комплекса для проведения виртуальных уроков по физике с использованием дополненной реальности и 3D-стереоскопии //Инновации. – 2014. – №10 (192). С. 2629.

# СОЗДАНИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ РОСТА МЕТАЛЛОРГАНИЧЕСКИХ КРИСТАЛЛОВ ИЗ РАСТВОРОВ

*Буляков Б.Р., Шарафетдинов Д.И.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Дулов Е.Н.*

Соединения с перовскитоподобной структурой в настоящее время занимают значительное место среди объектов исследования в науках о материалах благодаря своим впечатляющим оптоэлектронным свойствам, большой вариативности состава, структурных параметров. Изучение физико-химических основ синтеза таких материалов и способов их получения является актуальной задачей.

Органо-неорганические галоидные перовскиты открывают беспрецедентные возможности для обнаружения ионизирующего излучения благодаря своей дефектоустойчивости, высокой подвижности и продолжительности жизни заряда, а также простому способу получения кристаллов из раствора. Возможна компенсация легирующей примеси в легированных монокристаллах органо-неорганических галоидных перовскитов для преодоления ограничений шума устройства и сбора заряда, что позволяет получать спектр  $\gamma$ -излучения при комнатной температуре [1].

В настоящей работе представлены результаты выращивания монокристаллов  $\text{MAPbBr}_3$ , получаемых путем кристаллизации из раствора на оригинальной кристаллизационной установке, представленной на Рис. 1. Рост кристаллов ведется так, что точка состав-температура движется в области метастабильных растворов вдоль кривой насыщения, в сторону уменьшения растворимости.

Для получения кристаллов с минимально возможным количеством дефектов необходим тщательный контроль за температурой кристаллизации. Для того, чтобы определить подходят ли нам промышленные образцы регуляторов контроля температуры нами была составлена эквивалентная тепловая схема нашей установки, представленная на Рис. 2.

Аналогия ёмкости – тепловая ёмкость, здесь это тепловые ёмкости двух веществ – воды в области с нагревательным элементом  $C_{\text{нэ}}$  и ростового раствора  $C_{\text{р-ра}}$ . Сопротивление в эквивалентных тепловых схемах учитывает потери тепла в области с нагревательным элементом  $R_{\text{нэ}}$  и области ростового стакана  $R_{\text{р-ра}}$  [2], а сопротивление  $1/G * C_{\text{нэ}}$  зависит от скорости переноса

массы  $G$  теплоносителя (кг/с) и теплоёмкости воды. Температура раствора  $T_{\text{ВЫХ}}$  – регулируемая нами температура.

Система уравнений для данной эквивалентной тепловой схемы имеет вид:

$$C_{\text{НЭ}} \frac{dT_{\text{НЭ}}}{dt} + \frac{T_{\text{НЭ}}}{R_{\text{НЭ}}} + GC_{\text{НЭ}}(T_{\text{НЭ}} - T_{\text{ВЫХ}}) = W(t)$$

$$GC_{\text{НЭ}}(T_{\text{НЭ}} - T_{\text{ВЫХ}}) = C_{\text{р-ра}} \frac{dT_{\text{ВЫХ}}}{dt} + \frac{T_{\text{ВЫХ}}}{R_{\text{р-ра}}}$$

Выразив  $T_{\text{НЭ}}$  из второго уравнения и подставив в первое, эту систему можно привести к виду:

$$A \cdot \frac{d^2 T_{\text{ВЫХ}}}{dt^2} + B \cdot \frac{dT_{\text{ВЫХ}}}{dt} + C \cdot T_{\text{ВЫХ}} = W(t)$$

Из данного уравнения видим, что изменение температуры в ростовом стакане в нашей кристаллизационной установке описывается дифференциальным уравнением второго порядка. Из чего следует, что математическая модель в нашем регуляторе изменения температуры должна также соответствовать представленному уравнению.

Изучив доступные регуляторы температуры, мы не смогли найти необходимого для нашей установки, так как представленные на рынке модели не могли предоставить одновременного контроля температуры с малой погрешностью, возможности отработки температурных профилей произвольной формы и их уникальной настройки. Поэтому, был спроектирован и реализован оригинальный регулятор на базе платы Arduino Nano. Благодаря данному регулятору появилась возможность обрабатывать заданные температурные профили с погрешностью 0,5 градуса.

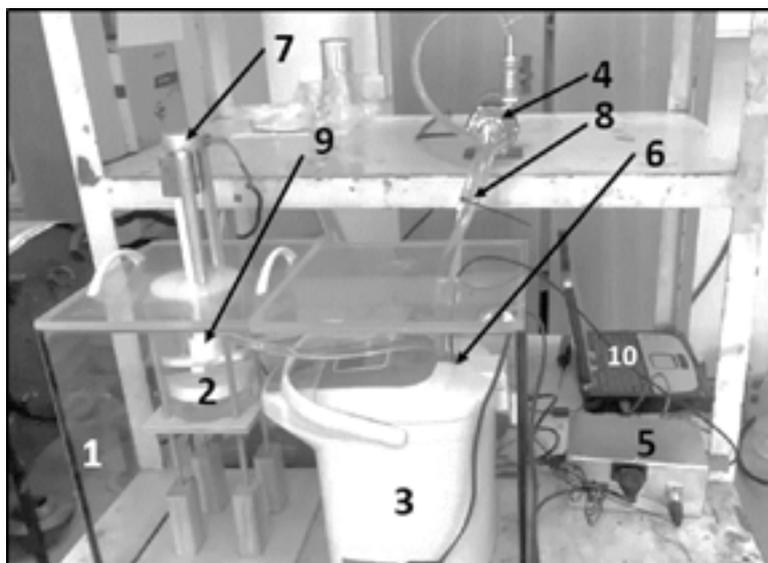


Рис. 1. Вид кристаллизационной установки

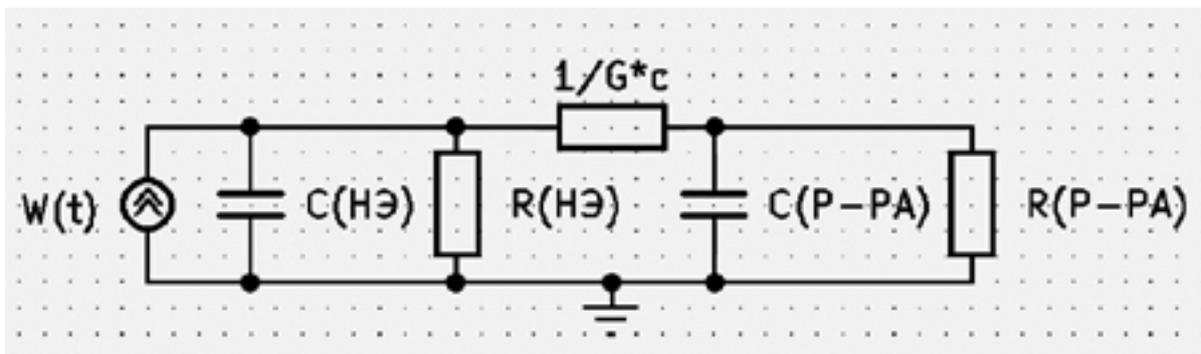


Рис. 2. Эквивалентная тепловая схема оригинальной установки

Нагревание раствора в стакане с термостатирующей рубашкой 2 происходит путем подачи горячей воды из емкости с нагревательным элементом 3 при помощи насоса 4. Был выбран центробежный насос с магнитной муфтой, так как он рассчитан на длительное время работы без остановки и способен выдерживать температуры до 120 градусов. Стакан соединен с емкостью при помощи соединительных шлангов 8. Контроль температуры в емкости контролируется термодатчиком 6, информация с которого поступает на регулятор контроля температуры 5. Регулятор соединен с нагревательным элементом и контролирует его нагрев получая информацию с термодатчиков. Обработка информации с термодатчиков и задание температурных профилей осуществляется при помощи программы Arduino на персональном компьютере 10. Важным этапом роста кристаллов является перемешивание раствора в стакане, которое осуществляется путем перемешивающих лопастей на валу 9. Перемешивание раствора позволяет избежать возникновения нежелательных эффектов во время роста кристалла, например, таких как восходящие токи роста над кристаллом. Вращение осуществляется при помощи синхронного двигателя малой мощности 7. Элементы 2, 3, 8, 9 располагаются в стеклянном термостате со съемной крышкой 1 для уменьшения конвекционных потоков воздуха. Двигатель малой мощности и вал закреплены на крышке внешнего термостата. Заполнение стакана раствором осуществляется путем поднятия крышки.

В качестве первых выращиваемых образцов были выбраны кристаллы метиламмония бромида свинца  $\text{MAPbBr}_3$ . Целью первого выращивания было получение затравочных кристаллов хорошего качества. Для этого раствор нагревался со скоростью 3 градуса в час с комнатной температуры до  $68,5^\circ\text{C}$ . Во время повышения температуры начался процесс кристаллизации и образования первых кристаллов. Далее значение температуры поддерживалось в течение трёх часов. Полученные образцы с размерами  $\sim 1$  мм были

извлечены для будущего их использования в качестве затравочных кристаллов. Выбрав в качестве затравок 3 кристалла, в течение четырёх суток по 10 часов выращивали их при поддержании температуры в области пересыщения раствора. Фотографии полученных кристаллов представлены на Рис. 3.

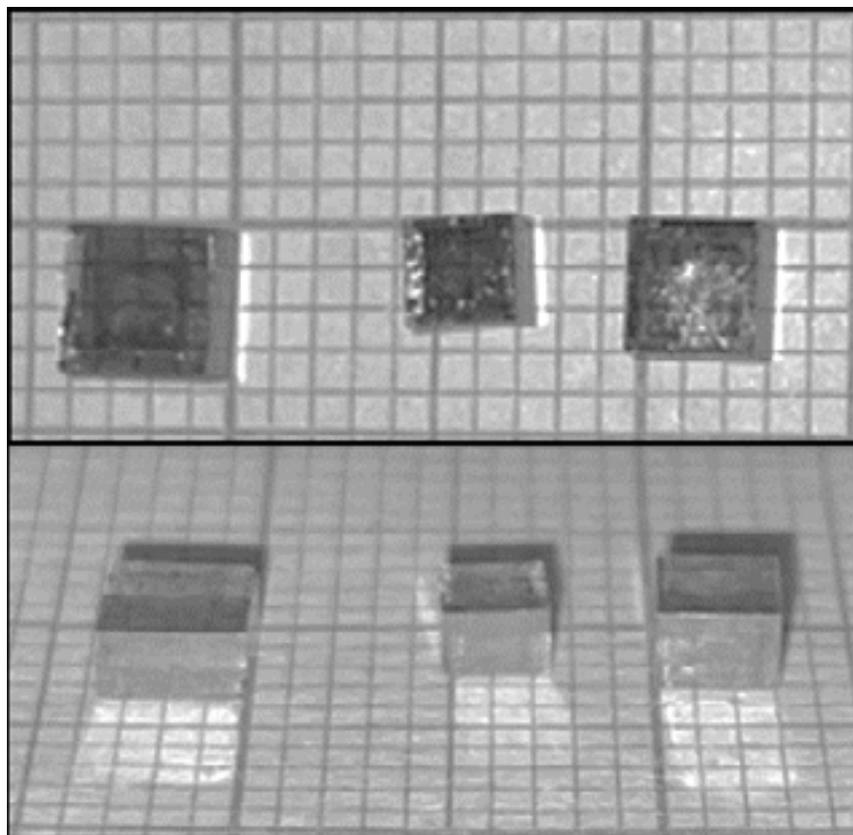


Рис. 3. Фотографии полученных кристаллов  $\text{MAPbBr}_3$ : а) вид сверху; б) вид сбоку

Для оценки качества полученных кристаллов первым этапом выполнялся рентгеноструктурный анализ. Полученная дифрактограмма представлена на Рис. 4. Полученные результаты согласуются с литературными данными [3].

Учитывая, что глубина проникновения рентгеновского излучения вглубь кристалла метиламмония бромид свинца составляет порядка десятков микрометров и кристалл был исследован с каждой грани, мы можем утверждать, что получаемые нами образцы являются монокристаллами  $\text{MAPbBr}_3$ .

Следующим этапом исследования полученных нами кристаллов была проверка их элементного состава методом Оже-спектроскопии. Результаты представлены на Рис. 5. Оже-спектроскопия проводилась в трёх зонах анализа для одного кристалла. По полученным спектрам мы можем сказать, что на поверхности получаемых кристаллов  $\text{MAPbBr}_3$  нет посторонних примесей.

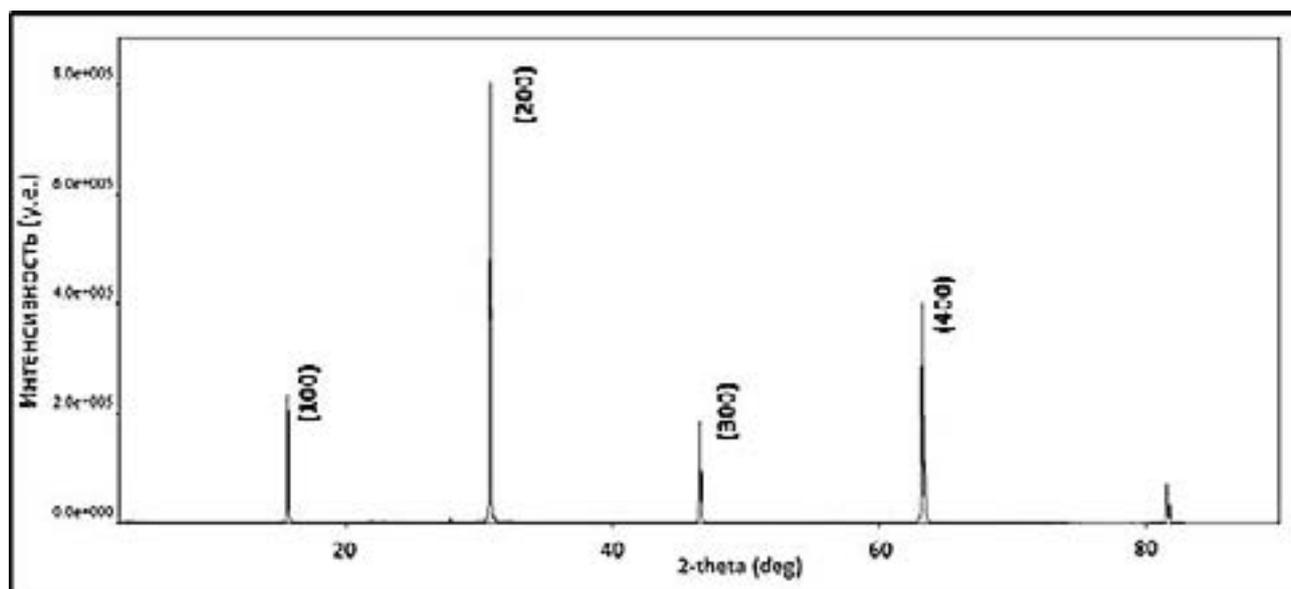


Рис. 4. Полученная дифрактограмма кристалла  $\text{MAPbBr}_3$

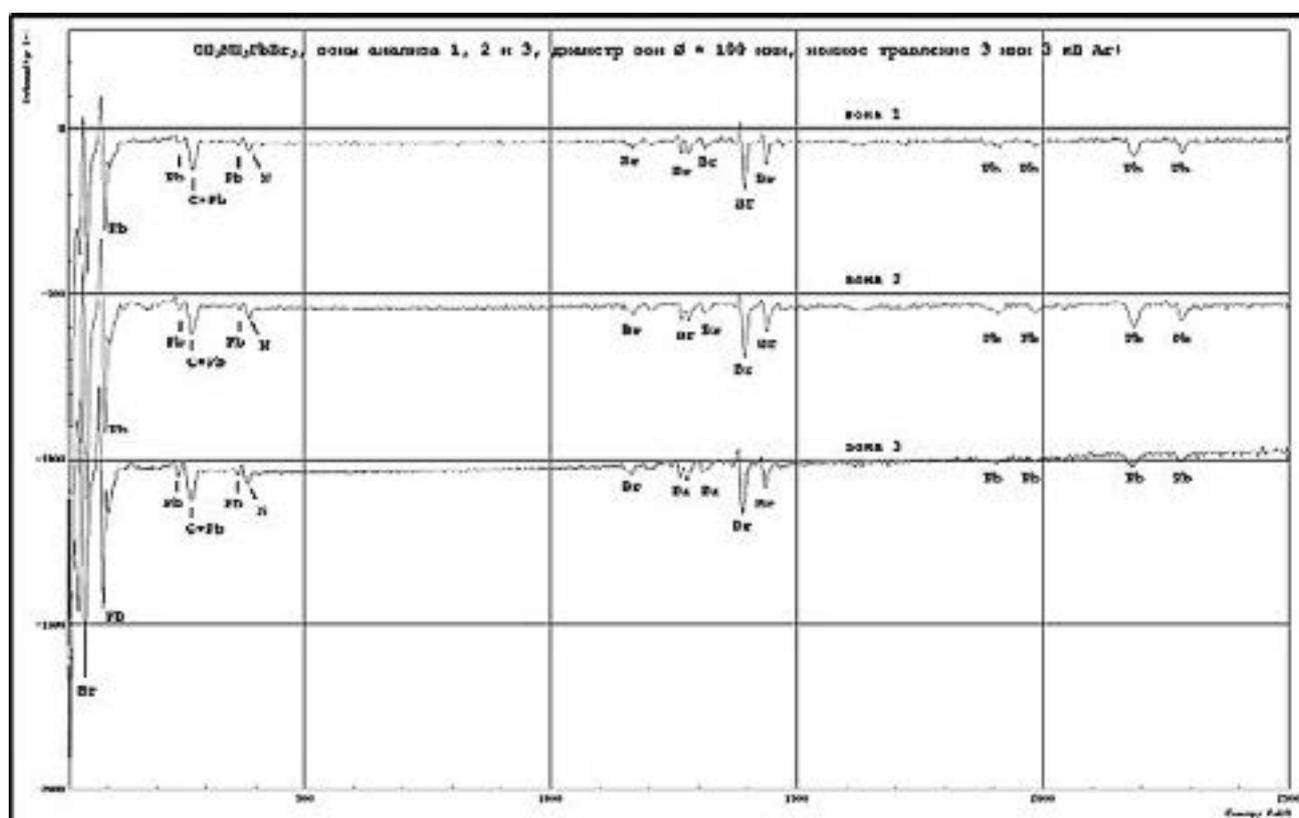


Рис. 5. Полученные спектры Оже-электронов

Таким образом, были выращены кристаллы  $\text{MAPbBr}_3$ , показана их однофазность и монокристалличность. Главным преимуществом собранной установки является качество и скорость роста получаемых кристаллов, так время выращивания кристаллов на установке составило примерно 46 часов, что на порядок быстрее, чем при использовании метода испарения растворителя.

## Литература

1. Haotong W., Dopant compensation in alloyed  $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_{3-x}\text{Cl}_x$  perovskite single crystals for gamma-ray spectroscopy / W. Haotong // *Nature Materials*. – 2017. – V. 16. – P. 826–833.
2. Guoping X., Thermal Management for Electronic Packaging / X. Guoping // *Computer Science & Engineering*. – 2006. – V. 291.
3. Peng W., Solution-Grown Monocrystalline Hybrid Perovskite Films for Hole-Transporter-Free Solar Cells / W. Peng, W. Lingfei, M. Banavoth // *Advanced Materials*. – 2016. – V. 28. – P. 3383–3390.

# КОМПЕНСАЦИЯ ИСКАЖЕНИЙ ТУРБУЛЕНТНОЙ АТМОСФЕРЫ С ПОМОЩЬЮ АДАПТИВНОЙ ОПТИКИ

Гилямова Л.Р.

Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, доцент Калачев А.А.

Свет, распространяясь в неоднородных средах, например, в атмосфере, претерпевает искажения. Эти искажения приводят к потерям, ухудшению качества оптического изображения, снижению плотности потока излучения и т.п. Известно, что в оптике и оптической технике крайне важной является задача обеспечения высокого качества изображения. Однако в следствии флуктуаций атмосферы волновой фронт искажается. Изучением методов устранения таких нерегулярных искажений (аббераций), занимается такой раздел оптики как адаптивная оптика (АО).

Таким образом целями данной работы являлось исследование возможностей собранной адаптивной оптической системы. Для этого были проведены эксперименты по восстановлению волнового фронта при различной турбулентности, созданной нагревательными элементами. Также были проведены эксперименты по увеличению эффективности заведения излучения в оптоволокно с помощью адаптивной оптической системы. В настоящий момент проводятся эксперименты по восстановлению однофотонного излучения с помощью собранной установки.

## Восстановление волнового фронта при различной турбулентности

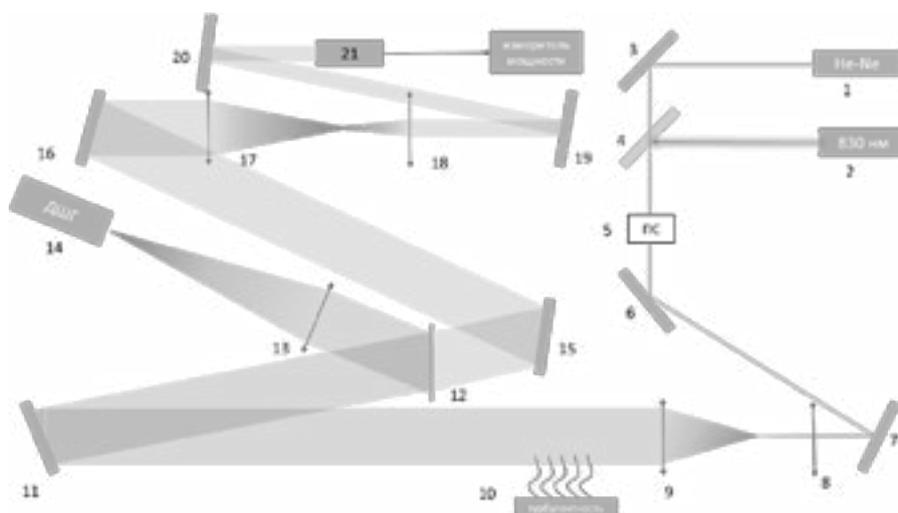


Рис. 1. Схема собранной экспериментальной установки: 1 – He-Ne лазер на длине волны 632 нм; 2 – диодный лазер на длине волны 830 нм; 3, 6, 7, 15, 16, 19, 20 – зеркала (PF 10-03PO1); 4 – дихроичное зеркало; 5 – поляризационный светоделитель; 8 – линза, мм; 9 – линза,  $f = 250$  мм; 10 – турбулентность; 11 – биморфное зеркало; 12 – светоделитель (BSW10); 13 – линза,  $f = 500$  мм; 14 – датчик Шака-Гартмана; 17 – линза,  $f = 400$  мм; 18 – линза,  $f = 50$  мм; 21 – система заведения излучения в оптическое волокно

Нами была собрана экспериментальная установка, изображенная на рис. 1. В качестве источника излучения был выбран лазер на длине волны 830 нм. He-Ne лазер на длине волны 632 нм использовался в установке для юстировки и калибровки оптической системы.

В основе метода измерения турбулентности атмосферы лежит сравнение значений aberrаций волнового фронта эталонного пучка с прошедшим через атмосферу.

Атмосферная турбулентность моделировалась с помощью нагревательных элементов различной температуры, а именно 75, 100 и 150°C.

Нами был установлен нагревательный элемент температурой 75°C. Формы волнового фронта до и после коррекции представлены на рис. 2, а результаты измерения отклонения волнового фронта от эталонного представлены на Графике 1.

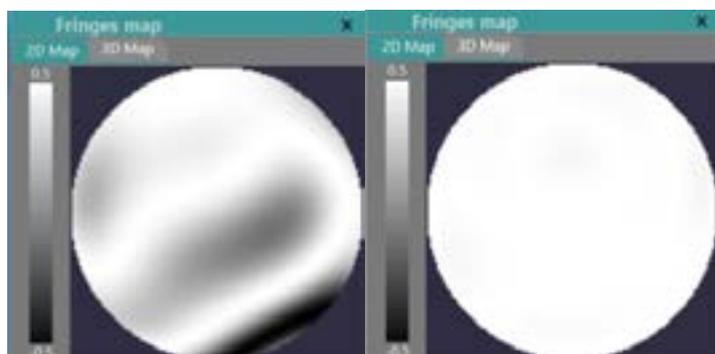


Рис. 2. Волновой фронт до коррекции (слева) и после коррекции (справа) при температуре 75°C

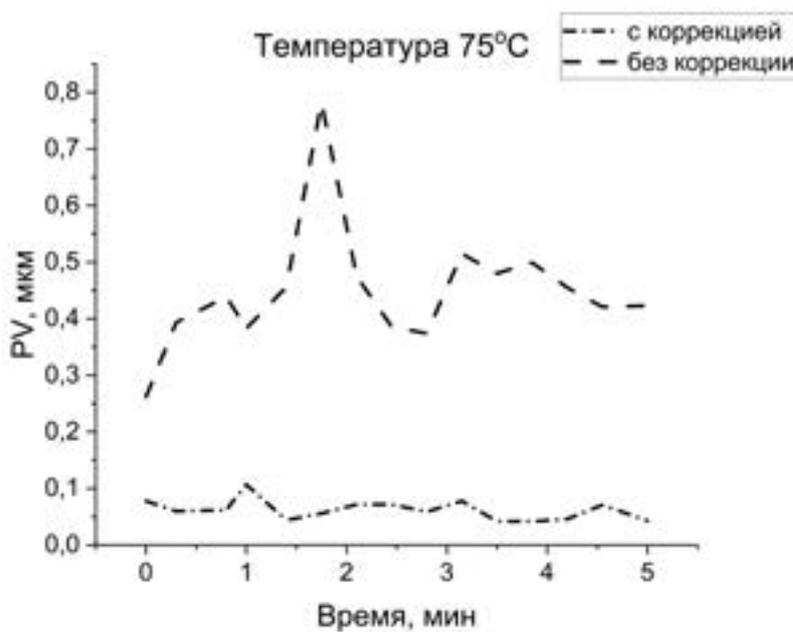


Рис. 3. Отклонения эталонного волнового фронта до коррекции и после коррекции при температуре 75°C

Далее нами был установлен нагревательный элемент большей температуры –  $100^{\circ}\text{C}$ . Данные представлены на рис. 4 и рис. 5.

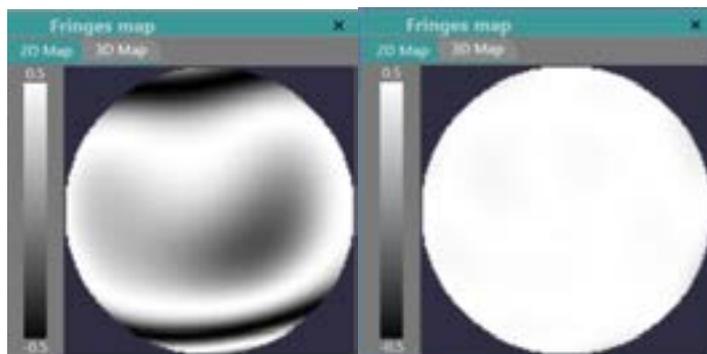


Рис. 4. Волновой фронт до коррекции (слева) и после коррекции (справа) при температуре  $100^{\circ}\text{C}$

Продолжили увеличивать температуру. В этот раз температура была увеличена до  $150^{\circ}\text{C}$ . Данные представлены на рис. 5 и рис. 6.

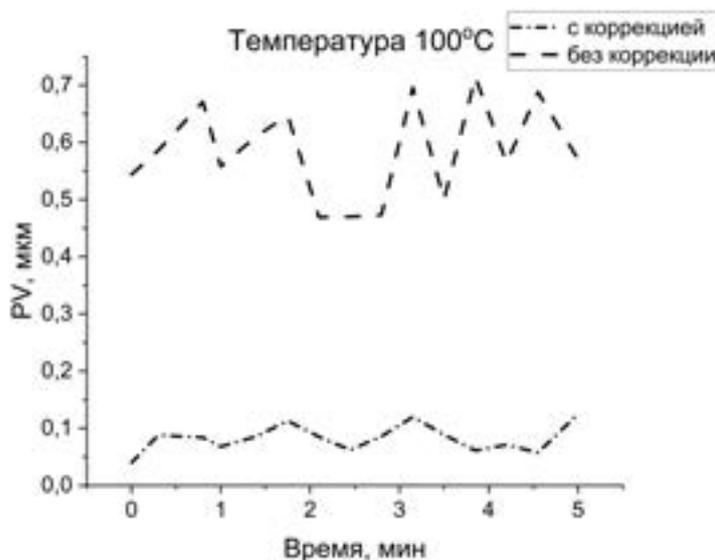


Рис. 5. Отклонения эталонного волнового фронта до коррекции и после коррекции при температуре  $100^{\circ}\text{C}$

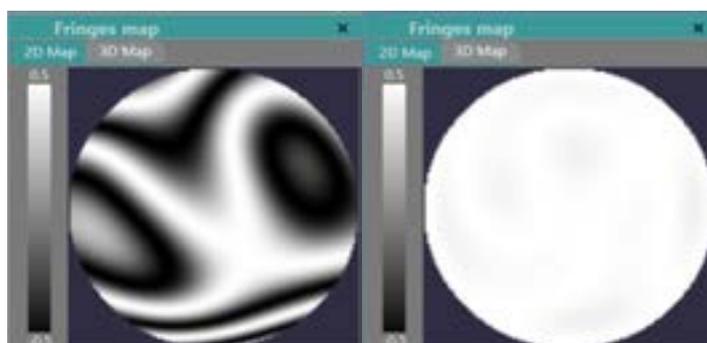


Рис. 6. Форма волнового фронта до коррекции (слева) и после коррекции (справа) при температуре  $150^{\circ}\text{C}$

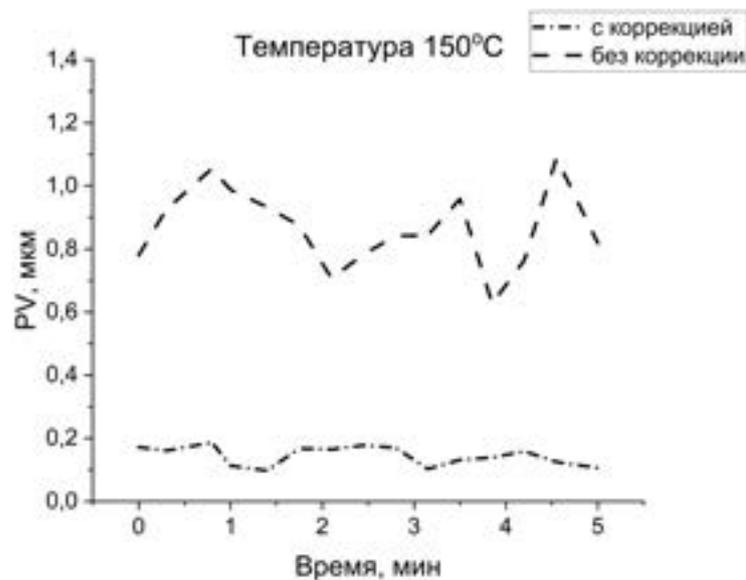


Рис. 7. Отклонения эталонного волнового фронта до коррекции и после коррекции при температуре 150°C

### Эксперименты по увеличению эффективности заведения излучения в оптоволокно

После заведения 50% излучения в одномодовое оптоволокно, была включена турбуленция. При включении турбуленции процент заведения излучения падал до 10-30% в зависимости от температуры нагревательного элемента. После подачи напряжения на электроды деформируемого зеркала процент заведения излучения в оптоволокно увеличивался до 40% в зависимости от температуры нагревательного элемента. Данные представлены в таблице 1. Полученные результаты говорят о большой эффективности зеркала, т.к. получаемый сигнал стал более стабильным.

Таблица 1

Температура	Процент заведения до коррекции	Процент заведения после коррекции
75°С	34%	44%
100°С	14%	40%
150°С		

### Результаты эксперимента

В ходе проделанной работы нами была собрана экспериментальная установка по коррекции волнового фронта светового пучка, прошедшего через турбулентную атмосферу. Было изучено влияние турбулентной атмосферы

на распространение оптического сигнала. Турбулентная атмосфера была создана с помощью нагревательных элементов различной температуры, а именно 75, 100, 150°C. Одной из задач нашей работы являлась коррекция волнового фронта, которая была успешно выполнена для всех описанных в работе аббераций. Были отмечены значительное улучшение волнового фронта после коррекции, а также лучшая стабильность сигнала, что видно из графиков, представленных в работе. Также в ходе работы была поставлена задача по увеличению эффективности заведения излучения в оптическое волокно с помощью адаптивной оптической системы. В результате рядов экспериментов выяснили, что использование собранной нами оптической установки, действительно увеличивает эффективность заведения излучения, прошедшего через турбулентную атмосферу. На данный момент проводятся эксперименты по заведению однофотонного излучения в нашу систему.

#### Литература

1. Венедиктов В.Ю. и др. Голографические датчики волнового фронта // Квантовая электроника. – 2020. – Т. 50. – №. 7. – С. 614–622.
2. Седов Е.С., Седова И.Е. Учебно–практическое пособие «Системы адаптивной оптики и их приложения»: практикум по организации работы студентов. – 2015.
3. Седов Е.С., Седова И.Е. Физические и математические принципы адаптивной оптики: учебно-практическое пособие. – 2016.
4. Татарский В.И. Распространение волн в турбулентной атмосфере. – Рипол Классик, 1967.
5. Зуев В.Е., Банах В.А., Покасов В.В. Оптика турбулентной атмосферы. – 1988.
6. Ермолаева Е.В., Зверев В.А., Филатов А.А. Адаптивная оптика. – 2012.

# ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОБНАРУЖЕНИЯ ЗОН ПРОРЫВА ВОДЫ В ДОБЫВАЮЩИХ СКВАЖИНАХ ПО ДАННЫМ ПАССИВНОЙ АКУСТИКИ

*Гимранова К.Р.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Масленникова Ю.С.*

Разрабатывание газовых и нефтяных месторождений представляет собой чрезвычайно сложный технологический процесс, так как в основе разработки лежат прикладные и фундаментальные знания по большому спектру наук. Во-первых, необходимо понимать процессы, связанные с геологией в отдельном регионе и, конечно, в нефтегазодобывающей сфере. Во-вторых, физических и химических процессах, происходящих в скважинах и при извлечении запасов. Актуальные на данный момент технологии разработки месторождений нефти и газа основываются на тщательном анализе продуктивных слоев и их свойств, содержащихся в нем природных ресурсах и процессах, происходящих в пласте. Данные, получаемые с момента обнаружения и открытия месторождения до извлечения запасов, применяются для дальнейшего усовершенствования систем разработки месторождений [1].

Как на ранних, так и на поздних стадиях разработки месторождений газа и нефти актуальна проблема определения в пластах зон с прорывами воды и газа, что. Нецелевые прорывы жидкости могут оказать значительное воздействие на окружающую среду и отрицательно влиять на экономический показатель компании. Определение таких интервалов осуществляется путем анализа данных, получаемых в следующих геофизических исследованиях: термометрия, механическая расходометрия, влагометрия, метод анализа состава флюида и т. д. Однако большинство перечисленных выше методов не способны обнаружить зоны прорыва воды и газа там, где флюид не выходит напрямую в ствол скважины, или же зачастую состав флюида в стволе скважины могут не совпадать с составом флюида в пласте [2]. Также необходимо отметить, что они имеют ряд ограничений в использовании в горизонтальных скважинах. Но для акустической волны металлическая конструкция скважины не является существенным препятствием. То есть она может содержать признаки, которые способствовали бы распознаванию состава движущегося флюида.

Настоящая работа посвящена развитию методов распознавания данных пассивной акустики для выявления зон прорыва воды в газовых добыва-

ющих скважинах. Для анализа использованы акустические данные, зарегистрированные с использованием скважинного спектрального шумомера. Этот прибор характеризуется высокой чувствительностью и способен регистрировать очень слабые сигналы, фиксируя акустический сигнал в широком диапазоне частот. В масляную камеру гидрофона помещают пьезокристалл, обладающий высокой чувствительностью. Необходимость масляной камеры объясняется тем, что существует разница между плотностями среды вокруг гидрофонного датчика и жидкостью скважины, а эту разницу следует уменьшить. При соблюдении этих критериев у пьезокристаллического датчика достигается максимальная чувствительность, так как уменьшая разницу между плотностями мы делаем возможным отражение акустических волн от поверхности раздел сред минимальным. Прибор обладает широким динамическим диапазоном за счет адаптивного дизайна электроники [3].

Прибор регистрирует акустические сигналы по 2 частотным диапазонам с разной частотой дискретизации: 9,8 кГц и 117,8 кГц. Примеры акустических сигналов, снятых с частотой дискретизации 117,8 кГц показаны на Рис. 1.

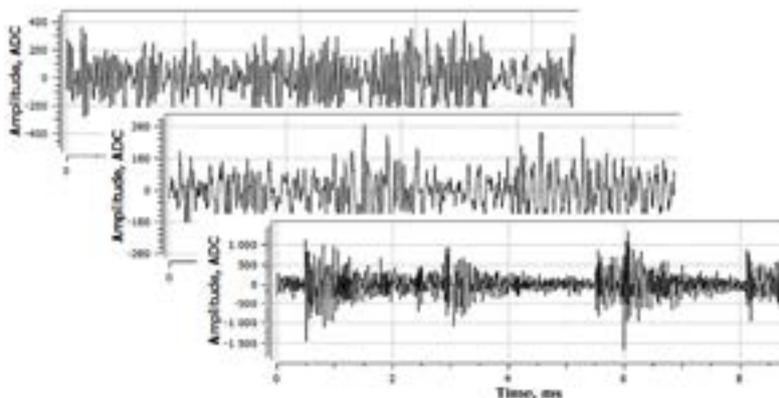


Рис. 1. Примеры вейвформ сигнала

Для разработки и реализации комплекса алгоритмов распознавания акустических данных была использована среда разработки MATLAB. Блок-схема алгоритма работы представлена на Рис. 2.



Рис. 2. Блок-схема работы алгоритма

В ходе анализа и разбора существующих методов и признаков были рассмотрены следующие характеристики сигнала: спектральная плотность

мощность, коэффициенты авторегрессии, коэффициенты отражения, LAR коэффициенты [4].

Для анализа мы в основном использовали методы контролируемого и неконтролируемого обучения: алгоритм k-средних, k-medoids, метод опорных векторов, k ближайших соседей, LSTM, метод дерева классификаций, Наивный байесовский классификатор, метод главных компонент, дискриминантный анализ, а также ансамблевое решение для некоторых методов [5]. При этом рассматривались и изменялись параметры в перечисленных выше методах так, чтобы максимально оптимизировать и улучшить точность определения интервалов, стараясь при этом также уменьшить ошибки ложного срабатывания. Однако наиболее результативными в нашем исследовании оказались следующие методы: алгоритм k-средних, ensemble KNN, LSTM [5].

Для начала была проведена подготовка данных, для анализа загружали данные с шумомера, проводили увязку к глубине, строили спектральные панели и выделяли интересующие нас интервалы. Всего было обработано 14 скважин, однако для обучения и тестирования использовались данные с 8 из них. Также на этом этапе необходимо отметить, что в 4 скважинах водно-газового типа водный интервал определен не с абсолютной гарантией, поскольку клиенты не предоставили полной информации о данных этих скважин.

В ходе предварительной обработки мы сформировали две базы данных для тестирования и обучения, рассчитывали уровень фонового сигнала и удаляли его, после чего рассчитывали необходимые параметры. На основе чего были обучены модели машинного обучения и рассчитаны точности классификации, а наилучшие из них использовались для проверки на тестовой базе данных. На рисунке 3 представлена тестовая газовая скважина без прорывов воды. Серым и черным цветом отмечен тип флюида, газ и вода соответственно, определенный алгоритмом. Как можно заметить все методы отработали очень хорошо, ложных срабатываний не произошло.

На рисунке 4 представлена газово-водная скважина. Наиболее вероятный интервал прорыва воды по данным влагометрии – последняя активная зона. Как мы можем заметить и LSTM, и Ensemble KNN определили эту зону как водную, но также воду данные методы показали и выше предполагаемого отрезка. Однако данные методы могли определить на этих участках воды, поскольку по данным влагометрии есть предположения, что эта зона обводнена.

Также для данных методов, обработавших на тестовых данных, мы считали точность и ошибки ложного срабатывания (Таблица 1).

Таблица 1. Точность и ошибки первого рода для тестовых данных

	LAR коэффициенты		Коэффициенты отражения	
	LSTM	Ensemble KNN	LSTM	Ensemble KNN
Точность	84%	91%	79%	86%
Ошибка первого рода	18%	11%	23%	16%

Исходя из этого, можно сделать вывод, что наиболее точным методом для определения зон прорыва воды в газовых скважинах является метод контролируемого обучения – Ensemble KNN, обученный на LAR коэффициентах с точностью на тестовых данных в 91%. Однако анализ осложняется отсутствием точной информации о зонах прорыва воды. Поэтому мы планируем провести ряд лабораторных экспериментов, с целью проверки предложенных методов. Также, помимо этого, мы планируем рассмотреть такие характеристики сигнала как MFSS и MSFB.

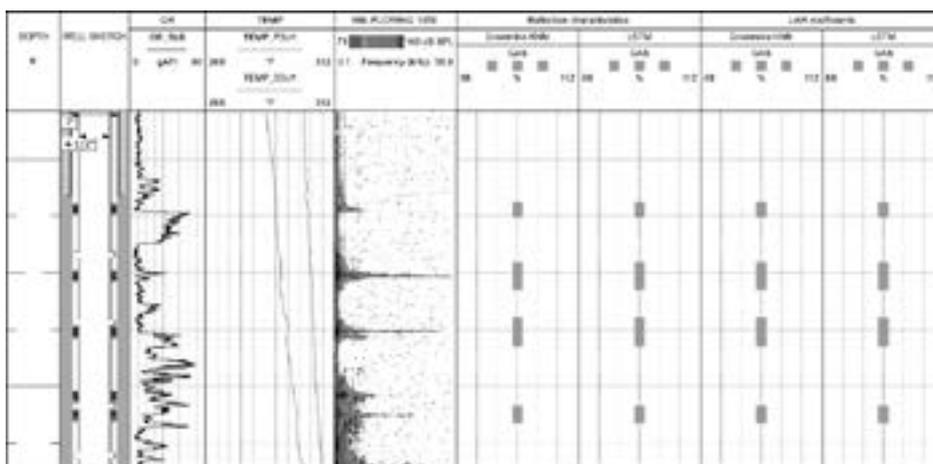


Рис. 3. Результаты на тестовой скважине №1

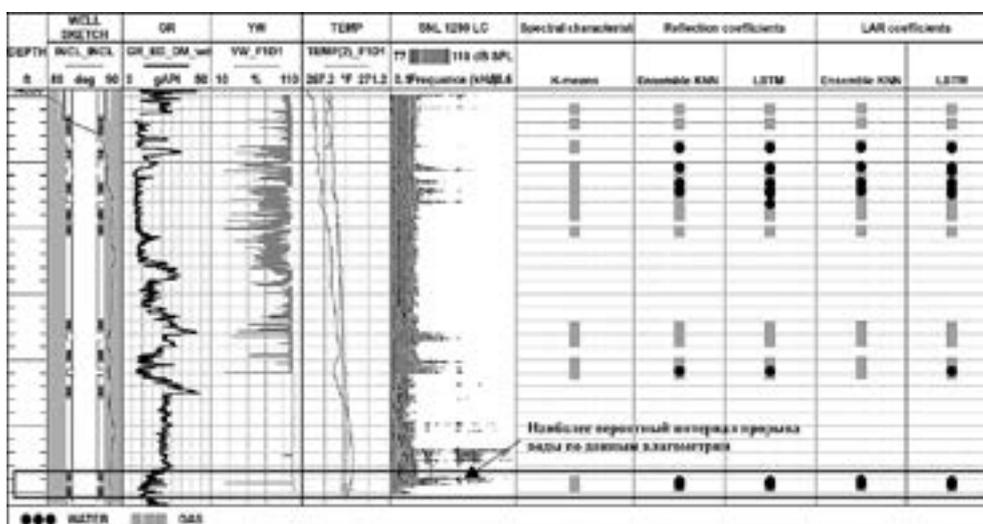


Рис. 4. Результаты на тестовой скважине №2

## Литература

1. Ягафаров А.К. Разработка нефтяных и газовых месторождений: учеб. пособие / А.К. Ягафаров, И.И. Клещенко, Г.П. Зозуля. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2010. – 396 с. – ISBN 978-5-9961-0326-3.
2. Нагимов В. Анализ эффективности выполненного 30-портового ГРП в горизонтальной скважине подгазовой нефтяной залежи по данным расширенного комплекса ПГИ / Нагимов В., Вирт В., Косолапов В., Масленникова Ю., Спирина Л. – Presented at the SPE Russian Oil and Gas Exploration and Production Technical Conference and Exhibition, 22–24 октября 2019. – SPE-196834-RU.
3. Maslennikova, Y.S., Bochkarev, V.V., Savinkov, A.V. et al. Spectral Noise Logging Data Processing Technology. Presented at the SPE Russian Oil and Gas Exploration and Production Technical Conference and Exhibition, 16–18 October, 2012, Moscow, Russia
4. Марпл-мл. С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения. М. Мир 1990 г. 584 с.
5. Bishop C. Pattern Recognition and Machine Learning / C. Bishop – Springer-Verlag New York, 2006. – 738 p.

# ГЕТЕРОСТРУКТУРА MnPt/Pu СО СПИНОВЫМ ЭФФЕКТОМ ХОЛЛА И ОБМЕННЫМ СМЕЩЕНИЕМ

*Кадикова А.Х.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Юсупов Р.В.*

Магниторезистивный тип оперативной памяти (MRAM – англ. *magnetoresistive random-access memory*) является одним из наиболее совершенных. Строение традиционной латеральной магниторезистивной ячейки предполагает, что намагниченность двух ферромагнитных слоев лежит в плоскости гетероструктуры из-за анизотропии формы. Однако при уменьшении латеральных размеров тонкопленочной структуры до величин, сравнимых с ее толщиной, направление намагниченности ферромагнитного слоя перестает быть четко определенным. Это обстоятельство накладывает ограничение на уменьшение размеров MRAM-ячеек, а значит и элемента памяти в целом. В связи с этим перспективными становятся магниторезистивные ячейки с перпендикулярной магнитной анизотропией (ПМА). Так как легкое направление намагниченности материалов с ПМА не зависит от формы магнетика, возможность их использования в магниторезистивных ячейках позволит продвинуть миниатюризацию элементов памяти на новый уровень.

Стоит отметить, что перпендикулярная конфигурация магнитных моментов осложняет процесс переключения направления намагниченности. Упростить процесс можно, создав ненулевую проекцию магнитных моментов в плоскости гетероструктуры с помощью магнитного поля. В функционирующей ячейке роль внешнего магнитного поля может играть обменное смещение, появляющееся при контакте ферромагнетика с антиферромагнетиком.

Известно, что в металлических антиферромагнетиках (AF), таких как MnPd, MnIr и MnPt, проявляются спиновые эффекты Холла [1]. Таким образом, используя вышеупомянутые антиферромагнетики, появляется возможность быстро переключать направление намагниченности с помощью СЭХ, при этом не усложняя структуру MRAM-ячейки дополнительными слоями для создания обменного смещения.

В представленной работе исследовались гетероструктуры типа AF/F, где в качестве антиферромагнетика AF было выбрано интерметаллическое соединение MnPt, отличающееся не только большим углом Холла (коэффициент преобразования спинового тока в зарядовый), но и возможностью эпитакси-

ального роста слоев платины на антиферромагнетике. Они необходимы для формирования магнитных сверхрешеток  $[\text{Fe}/\text{Pt}]_n$  и им подобных, которые формируют искусственный ферромагнетик с перпендикулярной магнитной анизотропией.

### Синтез

Представленная в работе серия из 3-х образцов  $\text{Mn}_x\text{Pt}_{1-x}$  (20 нм)/ $\text{Pt}$  (10 нм) была синтезирована методами молекулярно-лучевой эпитаксии (МЛЭ) и магнетронного распыления. Первый образец выращен на подложке из кремния, а второй и третий на монокристаллах  $\text{MgO}$ . Третий образец осаждался на буферный слой палладия для облегчения эпитаксиального роста пермаллоя ( $\text{Pt}$ ). Синтез антиферромагнитного слоя производился без намеренного нагрева подложки, однако из-за высокой температуры ячейки с  $\text{Pt}$ , при осаждении было зафиксировано, что подложка нагревалась до  $\sim 300^\circ\text{C}$ . Слой пермаллоя осаждался методом магнетронного распыления в режиме постоянного тока, хорошо применимым для проводящих мишеней. Температура подложки при осаждении ферромагнетика составляла  $t_{\text{sub}}=400^\circ\text{C}$ . Использовалась мишень из сплава пермаллоя ( $\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20}$ ). Во избежание окисления, поверхности обеих гетероструктур были закрыты слоем кремния.

### Характеризация образцов

Элементный состав осажденного слоя  $\text{Mn}_x\text{Pt}_{1-x}/\text{Pt}$  определялся методом рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС) без извлечения образца из условий сверхвысокого вакуума. После анализа фотоэлектронных пиков марганца и платины было установлено следующее содержание элементов: в первом образце, выращенном на кремнии, 56%  $\text{Mn}$  и 44%  $\text{Pt}$ , во втором и третьем образцах (выращены на  $\text{MgO}$ ) выявлен 61%  $\text{Mn}$  и 39%  $\text{Pt}$ .

Эпитаксиальность слоев исследовалась *in situ* с помощью дифракции медленных электронов (ДМЭ). Также для исследования кристаллической структуры использовался метод рентгеноструктурного анализа (РСА). Установлено, что образец  $\text{Mn}_{56}\text{Pt}_{44}/\text{Pt}$ -1 неэпитаксиален и имеет разупорядоченную поликристаллическую структуру. Гетероструктура  $\text{Mn}_{61}\text{Pt}_{39}/\text{Pt}$ -2 кристаллизовалась в тетрагональной  $L1_0$ -фазе с осью  $c$ , перпендикулярной плоскости структуры. Дифрактограмма  $\text{Pt}/\text{Mn}_{61}\text{Pt}_{39}$ -3 свидетельствует о том, что у данной гетероструктуры ось  $c$  лежит в плоскости структуры. Так как антиферромагнетик имеет тетрагональную симметрию, то имеется минимум два вида структурных доменов, с направлениями осей  $c$ , перпендикулярными друг другу в плоскости слоя. Также определены характеры эпитаксии для

слоев антиферромагнетика в структурах, выращенных на монокристаллах MgO. У образца  $Mn_{61}Pt_{39}/Py$ -2 вдоль нормали  $[001]Mn_{61}Pt_{39} \parallel [001]MgO$ , в плоскости  $[100]Mn_{61}Pt_{39} \parallel [100]MgO$ . В третьем образце слой пермаллоя является эпитаксиальным, так как он осажден на буферный слой Pd. Таким образом вдоль нормали  $[001]Py \parallel [001]MgO$ , в плоскости  $[100]Py \parallel [100]MgO$ . Для антиферромагнитного слоя того же образца установлено наличие нескольких видов структурных доменов:  $[001]Mn_{61}Pt_{39} \parallel [100]Py$ ,  $[001]Mn_{61}Pt_{39} \parallel [010]Py$ ,  $[001]Mn_{61}Pt_{39} \parallel [001]MgO$ .

#### Вибрационная магнитометрия

Были исследованы петли перемагничивания синтезированных гетероструктур. Результаты исследования петель магнитного гистерезиса образца  $Mn_{56}Pt_{44}/Py$ -1, выращенного на кремниевой подложке (рисунок 1А), свидетельствуют о том, что система является легкоплоскостной без магнитокристаллической анизотропии в плоскости структуры. Коэрцитивная сила  $H_c(Mn_{56}Pt_{44}/Py-1) \approx 29$  Э. Установлено, что пермаллой имеет нетипично низкую намагниченность насыщения при комнатной температуре, равную  $M_s(Mn_{56}Pt_{44}/Py-1) \approx 650$  э.м.е./см<sup>3</sup>, тогда как в литературе указано значение  $M_s \approx 800$  э.м.е./см<sup>3</sup> [2].

Согласно данным магнитометрии гетероструктуры  $Mn_{61}Pt_{39}/Py$ -2 (рисунок 1Б и 1В), осажденной на MgO, намагниченность насыщения Py в структуре соответствует табличным значениям. Также обнаружена магнитокристаллическая анизотропия 4-го порядка в плоскости, что говорит об эпитаксиальности слоя ферромагнетика. По полученным данным можно утверждать, что направление  $[100]Py \parallel [100]Mn_{61}Pt_{39}$  в плоскости. Форма петель магнитного гистерезиса свидетельствует о том, что осью легкого намагничивания является направление  $[100]Py$ , а осью тяжелого намагничивания  $[110]Py$ . Коэрцитивная сила в направлении  $[100] H_c(Mn_{61}Pt_{39}/Py-2) \approx 15$  Э, а в направлении  $[110] H_c(Mn_{61}Pt_{39}/Py-2) \approx 10$  Э.

Кривая перемагничивания тонкопленочной структуры  $Py/Mn_{61}Pt_{39}$ -3 (рисунок 1Г), также выращенной на монокристалле MgO, отличается коэрцитивной силой, практически на порядок большей, чем у образца 2, и равна  $H_c(Py/Mn_{61}Pt_{39}-3) \approx 178$  Э. Это может быть связано с наличием нескомпенсированного магнитного момента на интерфейсе между антиферромагнетиком и ферромагнетиком, обусловленного структурными доменами с осью  $s$ , лежащей в плоскости структуры. Вдоль оси  $s$  упорядочены магнитные моменты антиферромагнетика  $Mn_{61}Pt_{39}$ .

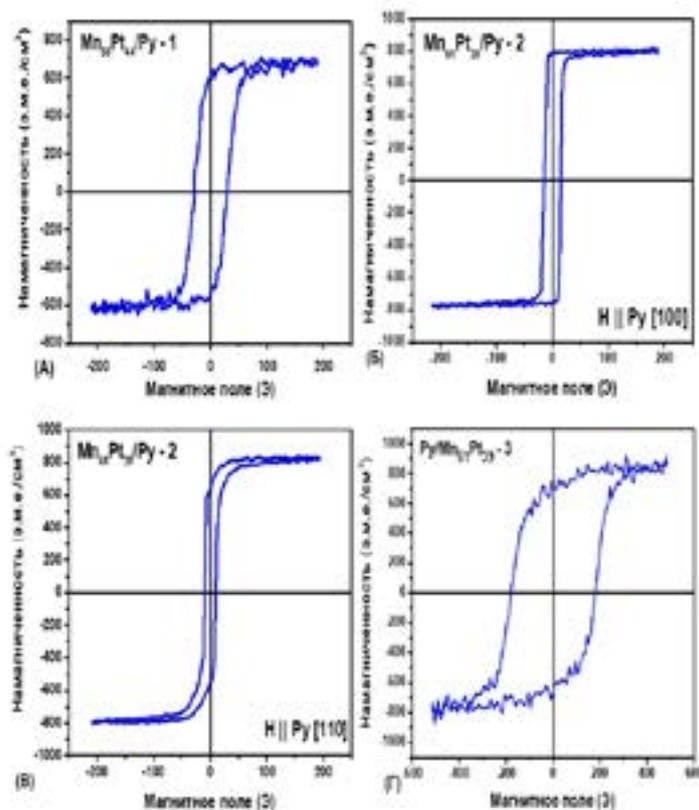


Рис. 1. Кривые перемагничивания (петли гистерезиса) с магнитным полем, лежащим в плоскости образцов: (А) –  $Mn_{56}Pt_{44}/Pu-1$  при  $H \parallel [100]MgO$ , (Б) –  $Mn_{61}Pt_{39}/Pu-2$  при  $H \parallel [100]Pu$ , (В) –  $Mn_{61}Pt_{39}/Pu-2$  при  $H \parallel [110]Pu$ , (Г) –  $Pu/Mn_{61}Pt_{39}-3$  при  $H \parallel [100]Pu$

### Спектроскопия ферромагнитного резонанса

На рисунке 2А представлены спектры ФМР 1-го и 2-го образцов, а также пленки пермаллоя. Для резонансных линий обеих гетероструктур наблюдается уширение: линия  $Mn_{56}Pt_{44}/Pu-1$  уширена более, чем в 2 раза, а у образца  $Mn_{61}Pt_{39}/Pu-2$  ширина линии увеличилась в 1.78 раза по сравнению с линией  $Pu$ . Данное явление свидетельствует об увеличении затухания прецессии намагниченности из-за возросших потерь, связанных с генерацией зарядовых токов в слоях  $Mn_xPt_{1-x}$  в условиях спиновой накачки, вследствие обратного спинового эффекта Холла. Резонансные поля 1-го и 2-го образцов составили  $H_{res}(1) \approx 950$  Э и  $H_{res}(2) \approx 830$  Э, соответственно. Разница в положении линий связана с различием в намагниченностях насыщения, которое отмечалось ранее.

Зарегистрированный спектр ФМР гетероструктуры  $Pu/Mn_{61}Pt_{39}-3$ , осажденной на буферный слой  $Pd$ , имеет заметно большую ширину линии  $\Delta H$  и  $H_{res}$ , в сравнении с другими образцами (рисунок 2Б). Это, на наш взгляд, связано с генерацией зарядовых токов сразу в двух компонентах, контактирующих с ферромагнетиком:  $Pd$  и  $Mn_{61}Pt_{39}$ .

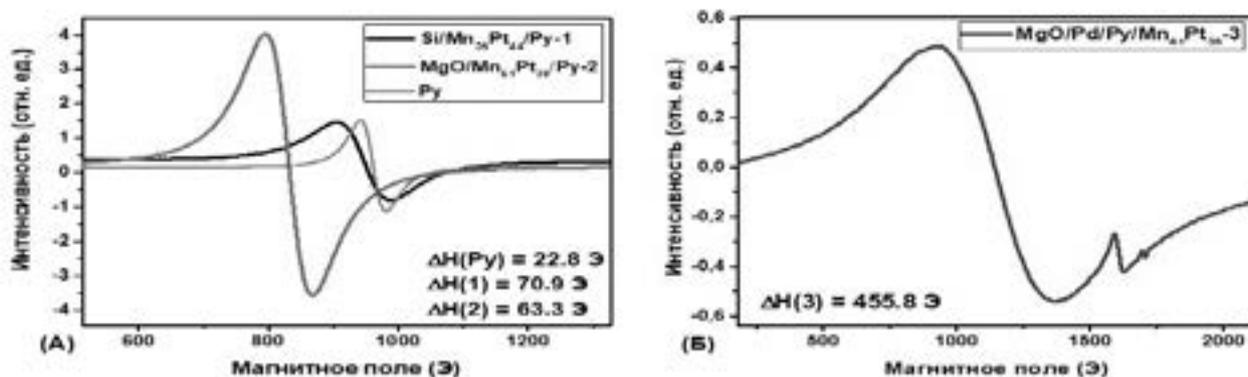


Рис. 2. Спектры ферромагнитного резонанса: (А) – гетероструктур  $Mn_{56}Pt_{44}/Py-1$ ,  $Mn_{61}Pt_{39}/Py-2$  и пленки пермаллоя, (Б) – образца  $Py/Mn_{61}Pt_{39}-3$ , выращенного на буферном слое Pd

### Обратный спиновый эффект Холла

На рисунке 3 представлены сигналы ЭДС, генерируемые в условиях спиновой накачки вследствие обратного спинового эффекта Холла. Сигналы для всех образцов имеют разную форму из-за доминирования различных явлений [3]. Так было обнаружено, что в гетероструктуре  $Mn_{61}Pt_{39}/Py-2$  наибольший вклад в сигнал дают эффекты аномального эффекта Холла и анизотропного магнитосопротивления.

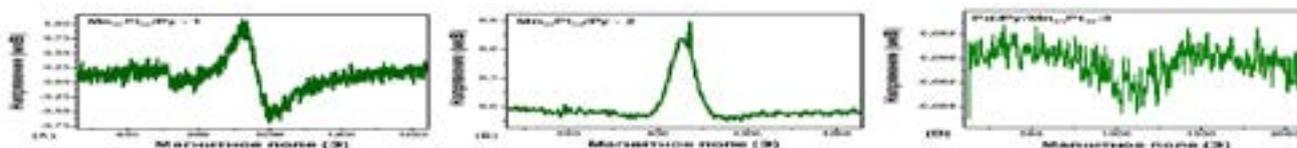


Рис. 3. Сигналы напряжения, генерируемые в условиях спиновой накачки из-за проявления в гетероструктурах обратного спинового эффекта Холла: (А) – гетероструктуры  $Mn_{56}Pt_{44}/Py-1$ , (Б) –  $Mn_{61}Pt_{39}/Py-2$ , (В) – системы Pd/Py/ $Mn_{61}Pt_{39}-3$

Также были рассчитаны значения угла Холла для антиферромагнетиков, содержащих различное количество тяжелого нормального металла: для антиферромагнетика  $Mn_{56}Pt_{44}$   $\theta_{SHE} = 0.073 \pm 0.015$ , а для  $Mn_{61}Pt_{39}$   $\theta_{SHE} = 0.064 \pm 0.015$ .

### Заключение

Слой 20 нм  $Mn_{61}Pt_{39}$ , выращенный на эпитаксиальном слое Py, содержит несколько типов структурных доменов, включая домены с ориентациями (100) и (010), которые способны обеспечить эффект обменного смещения в гетероструктуре. Обратный спиновый эффект Холла, во-первых, проявился в уширении линий ФМР гетероструктур. Во-вторых, впервые в Казанском университете зарегистрирована холловская ЭДС, возникающая в гетероструктурах в условиях спиновой накачки. Оценены величины угла Холла

для антиферромагнетиков с различным содержанием платины  $\text{Mn}_{56}\text{Pt}_{44}$  и  $\text{Mn}_{61}\text{Pt}_{39}$   $\theta_{\text{SHE}}=0.073\pm 0.015$  и  $\theta_{\text{SHE}}=0.064\pm 0.015$ , соответственно. Полученные значения хорошо согласуются с литературными данными [1].

### Литература

1. Hoffmann A. Spin Hall effects in metals //IEEE transactions on magnetics. – 2013. – Т. 49. – №. 10. – С. 5172–5193.
2. Mosendz O. et al. Quantifying spin Hall angles from spin pumping: Experiments and theory //Physical review letters. – 2010. – Т. 104. – №. 4. – С. 046601.
3. Iguchi R., Saitoh E. Measurement of spin pumping voltage separated from extrinsic microwave effects //Journal of the Physical Society of Japan. – 2017. – Т. 86. – №. 1. – С. 011003.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СТРУКТУРНО-МОЛЕКУЛЯРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ НА ПРИМЕРЕ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА НЕФТИ МЕТОДОМ ЯДЕРНОГО МАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА

*Казбаев Т.А.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Иванов Д.С.*

## Введение

По данным ООН, мировые запасы природных битумов и тяжелых нефтей составляют 260 млрд. тонн. Вместе с этим в мировой энергетике прогнозируется значительное наращивание добычи и переработки тяжелой нефти и битумов. Одним из регионов, богатых природными ресурсами такого рода, является Республика Татарстан, занимающая лидирующее место (~36% запасов природных битумов России) среди всех регионов РФ.

Несмотря на значительное содержание запасов высоковязких нефтей, проблемы, с которыми сталкивается нефтяная промышленность при добычи и транспортировке, также многочисленны. К таким в первую очередь стоит отнести высокое содержание парафинов, асфальтенов и смол характерное для тяжелых нефтей и битумов, приводящее к увеличению вязкости [1]. Несмотря на широко распространенные модели, предложенные Йеном, Малинсом, Сергиенко и др., а также обилие информации по химическим свойствам смол, парафинов и асфальтенов, на данный момент не существует однозначного представления о структурно-молекулярной организации этих компонент нефти. При этом в работах [1, 2] отмечается отсутствие однозначного соответствия теоретических представлений и экспериментальных результатов в том числе полученных с помощью метода ядерного магнитного резонанса (ЯМР) и ряда других методов [3, 4].

На наш взгляд, основной из причин несогласованности теоретических представлений и экспериментальных результатов связана с общепринятыми методами анализа нефти. Так химические методы анализа компонентного состава нефти довольно сложны, трудозатратны и длительны [5], так как связаны с выделением компонентов, что приводит к нарушению информационной целостности объекта и ставит под сомнение полученные результаты исследования.

В данной работе будут представлены результаты экспериментальных исследований методом ядерного магнитного резонанса для системы систем нефтяное масло, масло-парафин, нефтяная смола, парафин-смола.

#### Образцы и методы исследований

Для проведения исследований была выбрана легкая и тяжелая нефти, закодированные под №1.2. и №5.3. В состав нефти №1.2 входят следующие высокомолекулярные компоненты: содержание смолы 8%, содержание парафинов 2,85%, содержание асфальтенов 0,43%; №5.3: содержание смолы 22%, содержание парафинов 4%, содержание асфальтенов 4%.

Из выбранной для исследований нефти №5.3 были выделены химическими методом в соответствии ГОСТ 11858-66 спиртобензольные, бензольные смолы и асфальтены.

В работе было использовано 4 образца:

1. Нефтяное масло;
2. Нефтяное масло с различной массовой концентрацией парафинов: 0, 5, 10, 20, 32 и 40%;
3. Спиртобензольная смола;
4. Спиртобензольная смола с массовой концентрацией парафина: 0, 5, 15 и 30%.

Исследование перечисленных выше образцов проводилось методом ядерного магнитного резонанса импульсными методиками Solid-Echo, КПМГ и ИВ, которые достаточно подробно описаны в работах [6].

Аппроксимация сигналов твердотельного эхо была представлена компонентами Лоренцевой формы и Гауссовой формы по формулам, продемонстрированным ниже:

$$A(t, \tau) = A_l(t, \tau) + A_s(t, \tau), \quad (1.1)$$

$$A(t, \tau) = \sum_i A_{li} \exp(-t / T_{2li}), \quad (1.2)$$

$$A_s(t, \tau) = A_s(0, \tau) \exp(-t / T_{2s})^2 \quad (1.3)$$

где  $A_l$  и  $A_s$  – функции, описывающие поведение жидкофазной части и твердотельной компоненты сигнала твердотельного эхо.

Аппроксимация сигналов в последовательности КПМГ так же представлялась в виде суммы экспоненциальных компонент:

$$A(t, \tau) = \sum_i A_{oi} \exp(-t / T_{2oi}), \quad (1.4)$$

Форма твердотельной компоненты для всех образцов в данной работе описывается Гауссовой формой согласно (1.3).

### Результаты

Известно [7], что преобладающей компонентой нефти являются нефтяные масла. При этом, например, в работе [8] было отмечено, что масла в своём компонентном составе могут содержать парафины. Для проверки данного факта и в целом характеристики масла была зарегистрирована температурная зависимость доли твердотельной компоненты сигнала ЯМР).

Проведя анализ температурной зависимости, было обнаружено, что в масле в области температур от  $-10$  до  $-35^{\circ}\text{C}$  при охлаждении наблюдается постоянства уровня доли твердотельной компоненты сигнала ЯМР. В работах [8] было отмечено, что независимость доли твердотельной компоненты для таких систем может быть связано с наличием твердых (кристаллических) образований. Проверим данную возможность регистрации кристаллической фазы парафина в масле на модельной системе. Для этого добавим в масло различное (10, 20, 32 и 40%) содержание парафина. Результаты представлены на рисунках 1–4.

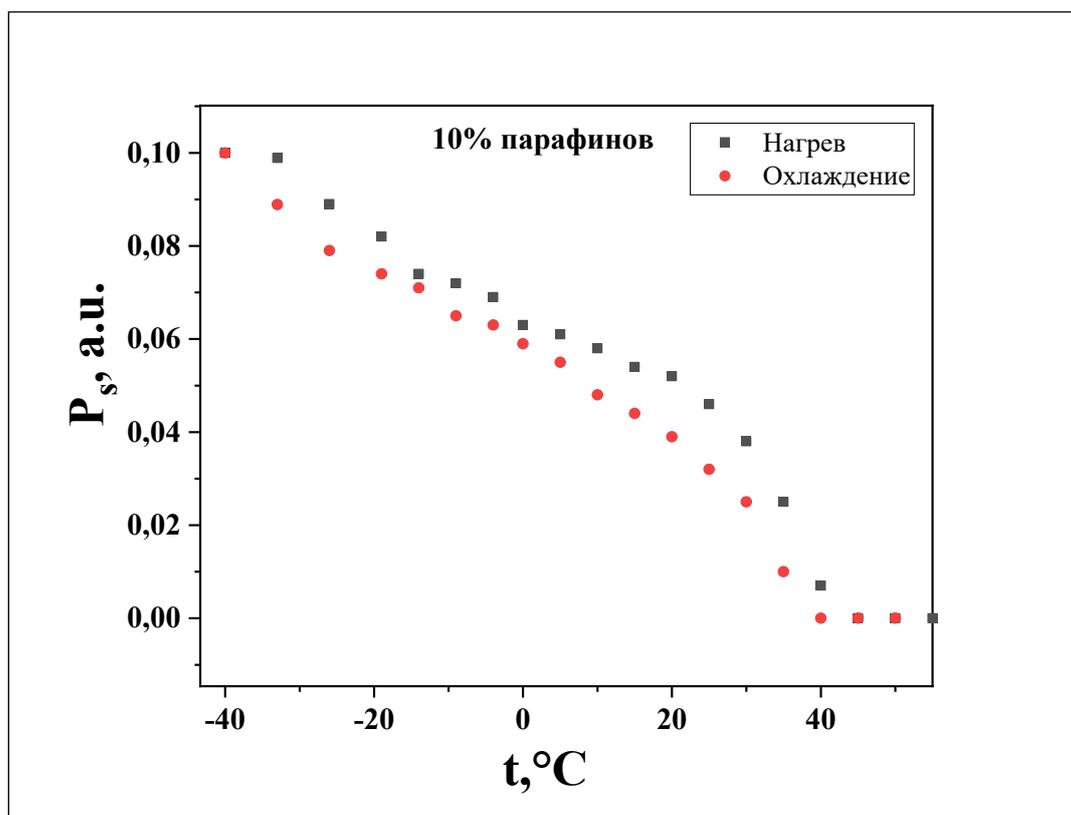


Рис. 1. Зависимость доли твердотельной компоненты  $P_s$  от температуры полученная импульсной методикой Solid-Echo ( $90^{\circ}$  РЧ импульс – 2.4 мкс,  $\tau = 18$  мкс), для образца масла с массовым содержанием парафина 10%. Измерения проводились в температурном диапазоне от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $60^{\circ}\text{C}$

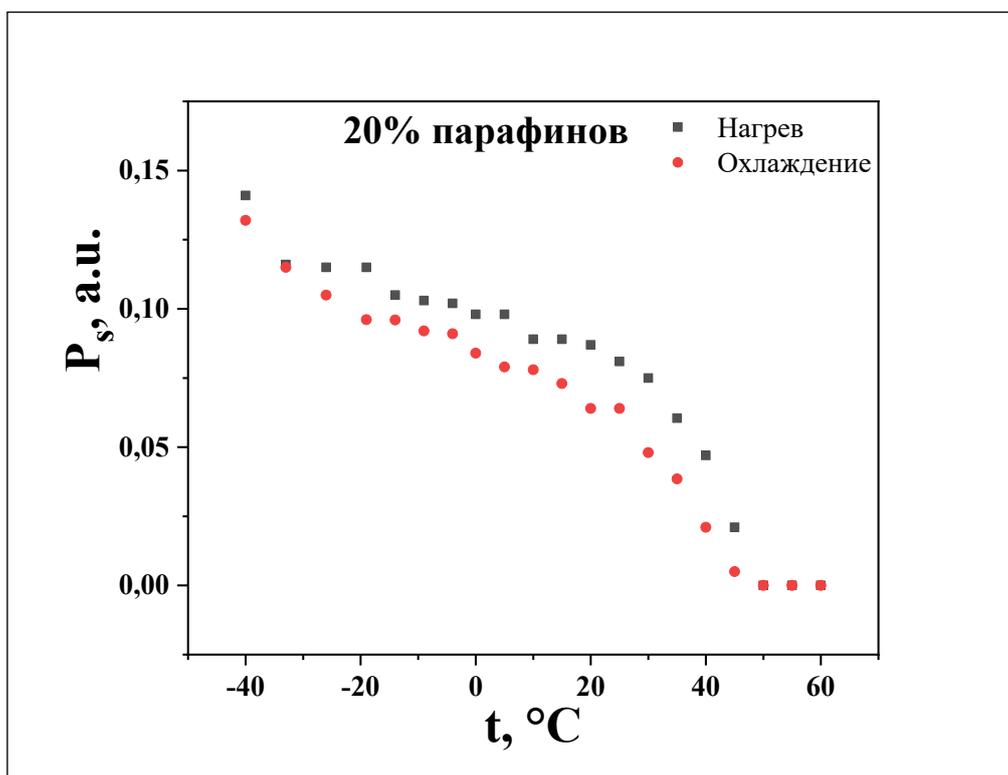


Рис. 2. Зависимость доли твердотельной компоненты  $P_s$  от температуры полученная импульсной методикой Solid-Echo ( $90^\circ$  РЧ импульс – 2.4 мкс,  $\tau = 18$  мкс), для образца масла с массовым содержанием парафина 20%. Измерения проводились в температурном диапазоне от  $-40^\circ\text{C}$  до  $60^\circ\text{C}$

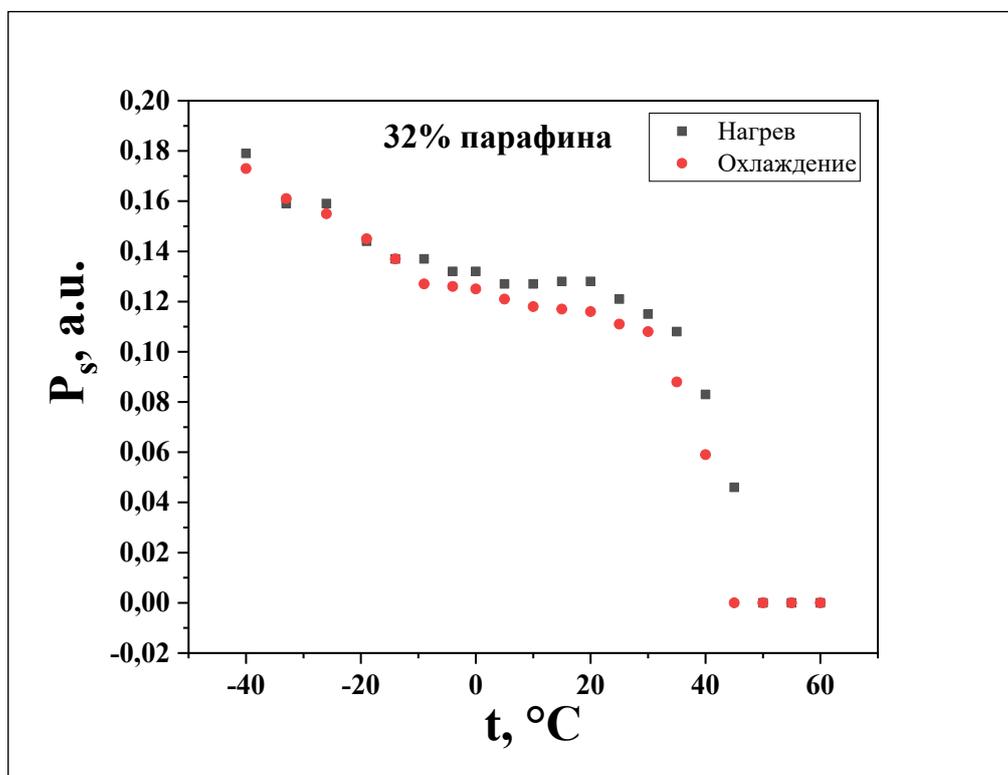


Рис. 3. Зависимость доли твердотельной компоненты  $P_s$  от температуры полученная импульсной методикой Solid-Echo ( $90^\circ$  РЧ импульс – 2.4 мкс,  $\tau = 18$  мкс), для образца масла с массовым содержанием парафина 32%. Измерения проводились в температурном диапазоне от  $-40^\circ\text{C}$  до  $60^\circ\text{C}$

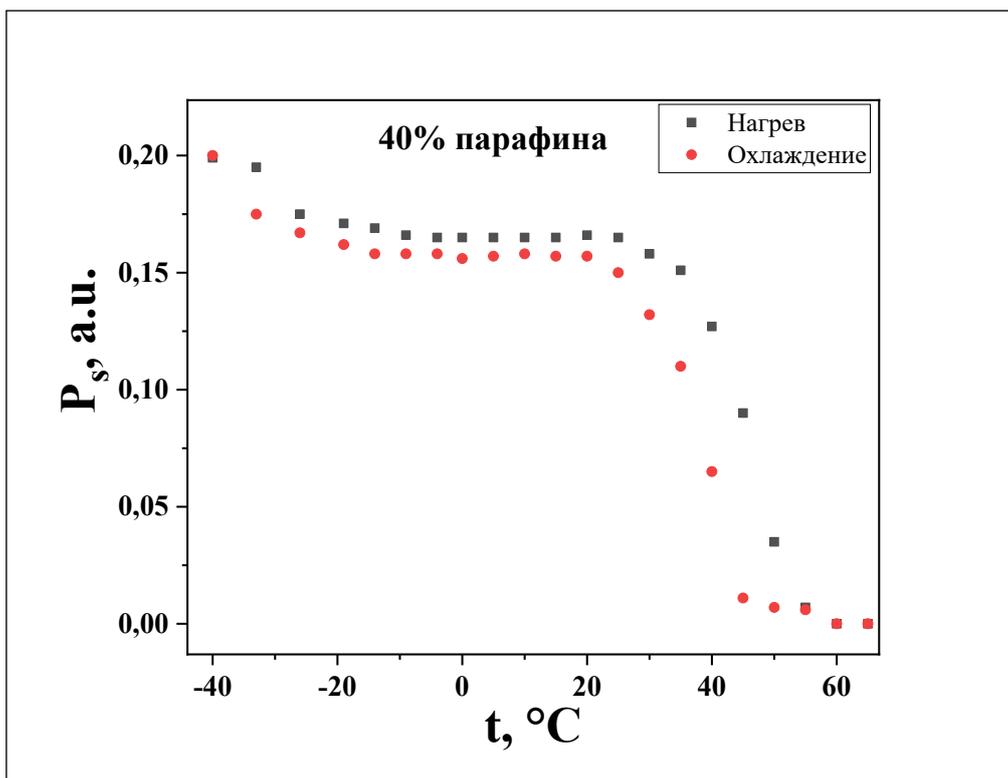


Рис. 4. Зависимость доли твердотельной компоненты  $P_s$  от температуры полученная импульсной методикой Solid-Echo ( $90^\circ$  РЧ импульс – 2.4 мкс,  $\tau = 18$  мкс), для образца масла с массовым содержанием смолы 40%. Измерения проводились в температурном диапазоне от  $-40^\circ\text{C}$  до  $70^\circ\text{C}$

Проанализируем полученные результаты. При концентрациях более 20% (массовое содержание парафина) в определенном температурном диапазоне наблюдается независимость доли твердотельной компоненты сигнала ЯМР. Для масла с концентрацией парафина 32 и 40% температура плавления составляет  $+40 \pm 2^\circ\text{C}$ , что как минимум на  $+100^\circ\text{C}$  меньше, чем для чистого парафина. При этом только при относительном содержании парафина в масле 40% в температурной зависимости наблюдается также гистерезис, наличие которого как показано в работах [9] является признаком кристаллической фазы. Также косвенным результатом является корреляционная зависимость между долей твердотельной компоненты сигнала ЯМР и массовым содержанием.

Охарактеризовав бинарные парафиносодержащие системы, необходимо было получить информацию по данным ЯМР для нефтяных смол, так как именно смолы преимущественно взаимодействуют с маслами. В качестве примера на рисунке 5 представлены результаты исследования для бензольных смол.

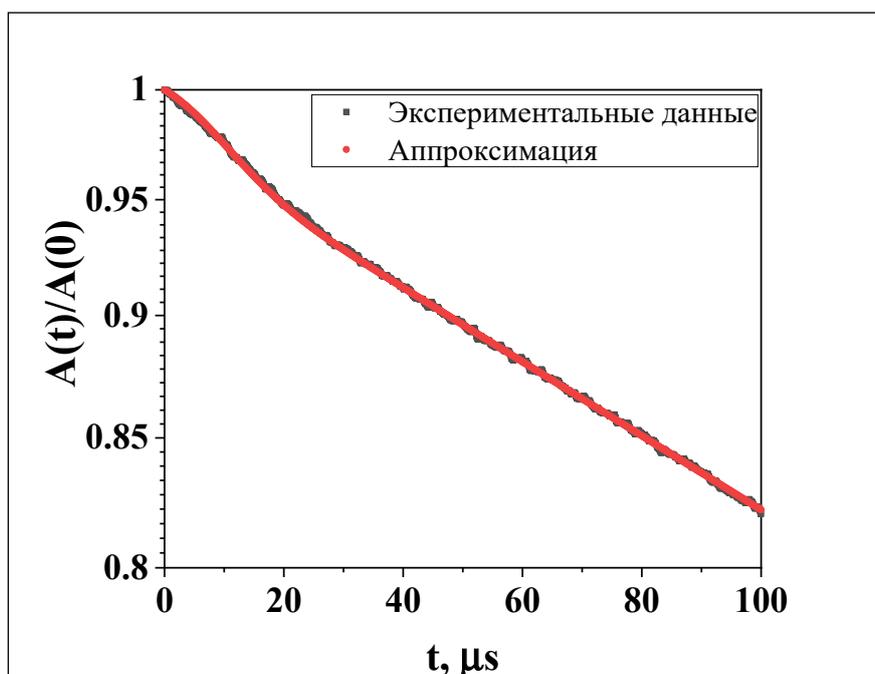


Рис. 5. а) Нормированные на амплитуду в начальный момент времени релаксационные затухания для бензольной смолы полученное импульсной методикой Solid-Echo. Измерения проводились при комнатной температуре 20°C

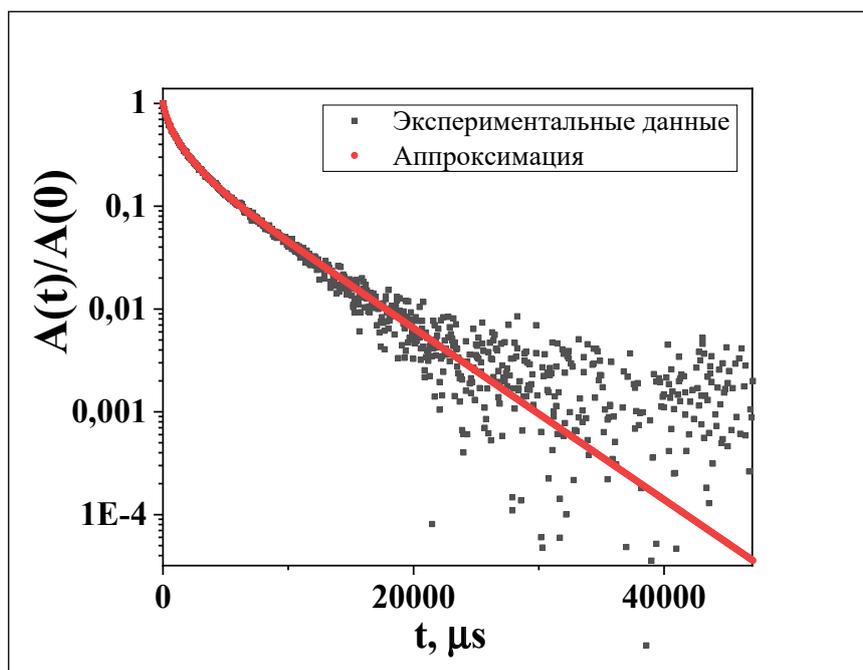


Рис. 5. б) Нормированные на амплитуду в начальный момент времени релаксационные затухания для бензольной смолы, полученные импульсной методикой КПМГ. Измерения проводились при комнатной температуре 20°C

Проведя анализ релаксационных затуханий как для твердотельной, так и для жидкофазной (Лоренцевой) части сигнала ЯМР можно заключить, что бензольные смолы по сравнению со спиртобензольными содержат более конденсированные участки: время спин-спиновой релаксации твердо-

тельной компоненты  $T_{2s} = 15$  и  $24$  мкс, соответственно. В спектре времен спин-спиновой релаксации спиртобензольных смол содержится не характерные для бензольных смол времена порядка  $T_{21} \approx 5$  мс. Что может быть обусловлено наличием длинных алифатических цепей, подвижность которых выше, чем у конденсированных частей смолы. Подвижные алифатические участки, свойственны в нефти не только парафинам, но и маслам в составе которых имеются парафины.

Одной из характеристик состояния смол, является температура стеклования и в целом поведение смолы при изменении температуры. Поэтому были зарегистрированы релаксационные затухания в широком диапазоне температур. Оценивая долю твердотельной компоненты в зависимости от температуры нами был сделан вывод, что спиртобензольные смолы начинают стекловаться при более высоких температурах, чем бензольные. У бензольных смол присутствует температурный гистерезис, свойственный кристаллическим образованиям, в температурном интервале от  $-20^\circ\text{C}$  до  $-75^\circ\text{C}$ . Коллоидная структура нефти не исключает наличия взаимодействия смола-парафин, так, как и в смоле, и в парафине есть алифатические участки. Это коррелирует с наличием в зарегистрированном спектре времен спин-спиновой релаксации (рисунок 5) от алифатических участков смолы. Более того, можно заключить, что в образце спиртобензольной смолы отсутствуют какие-либо примеси высокомолекулярных парафинов. Последний вывод, является весьма интересным и позволяет на качественном уровне говорить о чистоте исследованных образцов смол, поскольку указывает на то, что в процессе [9] десорбции смол из силикагеля не происходит вымывания высокомолекулярных парафинов из его пор. Учитывая наличие алифатических участков в смоле, необходимо рассмотреть процесс взаимодействия смол с нефтяными маслами и содержащимися в них парафинами.

Рассмотрим систему, для части из которой свойственен процесс кристаллизации, а для части – процесс стеклования. Проверим, на сколько процесс стеклования, например, смолы может препятствовать кристаллизации парафина. Имея столь сложную систему, состоящую из аморфной (смола) и кристаллической (парафин) фазы, требуется оценить подвижность по данным спин-решеточной релаксации. Результаты систем смола-парафин представлены на рисунке 5.

Проводя анализ полученных температурных зависимостей для среднего значения спин-решеточной релаксации  $\langle T_1 \rangle$  наблюдается наличие темпера-

турного гистерезиса для данной системы, что позволяет утверждать об изменениях исходной кристаллической структуры парафина. Для зависимостей  $T_1(t)$  наблюдается наличие минимума. При этом при увеличении относительного содержания смолы наблюдается рост  $T_{1min}$ . Данный факт в дальнейшем будет исследован нами отдельно, но по всей видимости является следствием наличия парамагнитных примесей в спиртобензольной смоле.

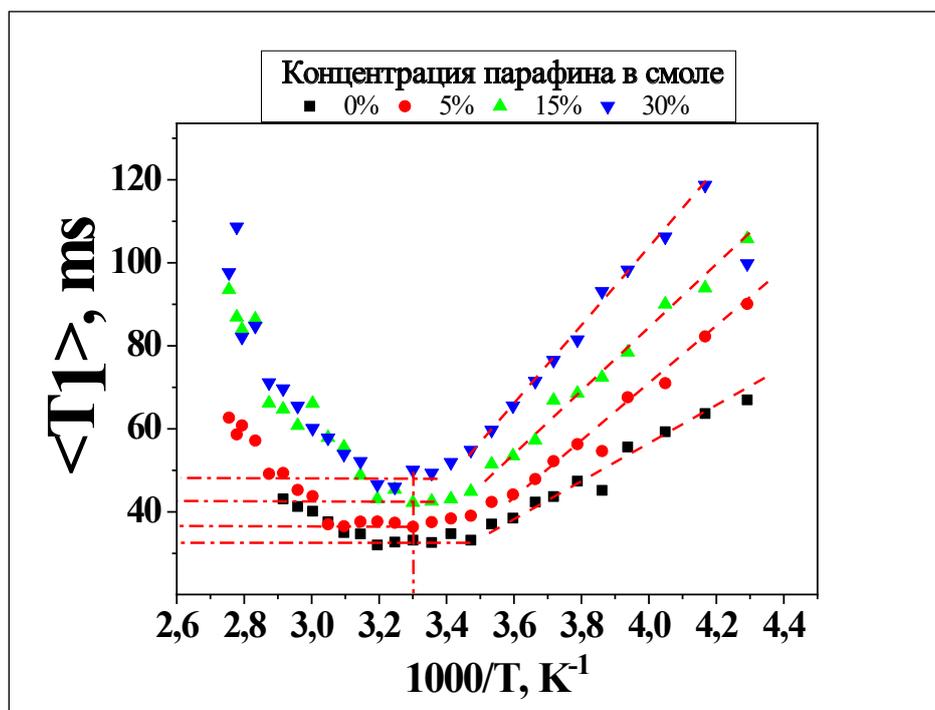


Рис. 6. Температурная зависимость среднего времени спин-решёточной релаксации для смолы с различной концентрацией парафина; б) Зависимость времени спин-решёточной релаксации в минимуме температурной зависимости от содержания парафина в смоле

### Литература

1. Ilyin S. et al. Asphaltenes in heavy crude oil: Designation, precipitation, solutions, and effects on viscosity // Journal of Petroleum Science and Engineering. – 2016. – V. 147. – P. 211–217.
2. Wuhua Chen, Zongchang Zhao, Caoyong Yin The interaction of waxes with pour point depressants // Elsevier, Fuel – 2010. – V.89. – №.5. – P. 1127–1132.
3. Сергиенко С.Р. Высокмолекулярные соединения нефти // монография / С.Р. Сергиенко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Химия, – 1964. – 541 с.: ил. – Библиогр. в конце глав. – 2.65 р.
4. Мухамедзянова А.А. Влияние нефтяных смол на устойчивость модельных дисперсных систем «асфальтены+н-гептан» // Вестник Башкирского университета. – 2015. – V.18. – №20. – С.312–314.

5. Современные методы исследования нефтей (Справочно-методическое пособие) / Н.Н. Абрютин, В.В. Абушаева, О.А. Арефьев и др. Под ред. А.И. Богомолова, М.Б. Темьянко, Л.И. Хотынцевой. – Л.: Недра, 1984. –431 с.
6. Powles, J.G. Double-Pulse Nuclear-Resonance Transients in Solids / J.G. Powles, P. Mansfield // *Phys. Letters*. – 1962. – V. 2, №2. – P. 58.
7. Le Botlan D.J., Ouguerram L. Spin-spin relaxation time determination of intermediate states in heterogeneous products from free induction decay NMR signals // *Analytica chimica acta*. – 1997. – Т. 349. – №1–3. – С. 339–347.
8. Мусин К.М., Абдуллин Т.Р., Скирда В.Д. Оценка вязкости тяжелой нефти методом ЯМР // *Проблемы разработки и эксплуатации месторождений высоковязких нефтей и битумов*. – 2015. – С. 152–158.
9. Шкаликов, Н.В. Исследование n-парафинов в составе нефти методом ядерного магнитного резонанса / Н.В. Шкаликов, В.Д. Скирда, И.В. Николин, С.С. Сафонов // *Георесурсы*. – 2010. – V. 34.–№2. Peculiarities of Asphaltene Precipitation in n-Alkane-Oil Systems Shkalikov N.V., Vasil'ev S., Skirda V.D. // *Colloid Journal* – 2010. – V.72.–№1.–P. 133–140.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ НЕЗАКОННОЙ ВЫРУБКИ ЛЕСОВ

*Конюкова А.С.*

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Безменов В.М.*

Незаконная вырубка леса является серьезной глобальной экологической проблемой. Для точного мониторинга лесов в различных масштабах в передовые технологии вложены большие средства. Традиционные методы не могут в полной мере отслеживать влияние деятельности человека на природу и оценивать текущее состояние экосистемы из-за масштабов и скорости изменений окружающей среды [1]. Спутниковые снимки высокого разрешения сыграли решающую роль в раскрытии экологических преступлений, связанных с незаконными рубками. В данной работе проводится мониторинг использования данных дистанционного зондирования для обнаружения незаконных рубок в России.

## Методика исследования

В работе рассматривается использование дистанционного зондирования для сбора данных о растительности и спектральных показателей для анализа растительных объектов. Эта технология помогает контролировать леса и выявлять незаконные рубки. На основе комбинации значений яркости в определенных каналах, и расчета по этим значениям «спектрального индекса» объекта строится изображение, соответствующее значению индекса в каждом пикселе [2]. Вегетационный индекс NDVI является широко используемым методом, который рассчитывается по следующей формуле:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (1)$$

где NIR – отражение в ближней инфракрасной области спектра, RED – отражение в красной области спектра [2].

Экспериментальные исследования возможности использования космической съемки для оценки состояния лесного покрова

Для сбора данных используется спутниковая система Landsat 8, оснащенная приборами OLI и TIRS [3]. Для мониторинга незаконных рубок в Иркутской области с 2016 по 2022 год подготовлены мультиспектральные снимки со спутника Landsat 8. Спутниковые снимки отобраны для малооблачных летних месяцев и загружены из архива Геологической службы США [4]. Для расчетов индекса NDVI требовался канал 4 и 5, поэтому они загружа-

лись вместе с метаданными. Коррекция изображения была необходима для точного анализа спектральных характеристик. Значения индекса NDVI рассчитывались в ПО QGIS по формуле (1) для июня, июля и августа каждого года. Каждый месяц выбиралось семь точек для анализа изменений растительности и возможного вырубки лесов в прилегающих районах.



Рис. 1. Дискретная шкала NDVI

Программное решение реализовано с использованием языка программирования Java Script. В облачном сервисе Google Earth Engine были отобраны подходящие снимки, сделанные в период с 2016 по 2022 год, и рассчитан индекс NDVI для лесного покрова Иркутской области с использованием коллекции изображений Modis. Полученные средние значения NDVI с 2016 по 2022 год для предлагаемых вырубок показаны в таблице 1.

Таблица 1. Изменение индекса NDVI на территории Иркутской области за период с 2016 года по 2022 год

Год	Значение NDVI
2016	0,55607
2017	0,45432
2018	0,53334
2019	0,56671
2020	0,37941
2021	0,42899
2022	0,45099

Также был построен график изменения NDVI за период с 2016 по 2022 год (рис. 2).



Рис. 2. График изменения среднего значения индекса зеленой массы за период с 2016 по 2022 год

Была рассмотрена одна территория вырубки, которая обнаруживается в 2020 году по картам Google Earth. Анализ проводился в ПО QGIS только по 1 точке за период с 2016 по 2022 год. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2. Изменение индекса NDVI в ПО QGIS на территории Иркутской области за период с 2016 года по 2022 год

Год	Значение NDVI
2016	0,6147
2017	0,5337
2018	0,6901
2019	0,5388
2020	0,2857
2021	0,3093
2022	0,3178

По данным таблицы была построена гистограмма для визуальной оценки изменения индекса NDVI (рис. 3).

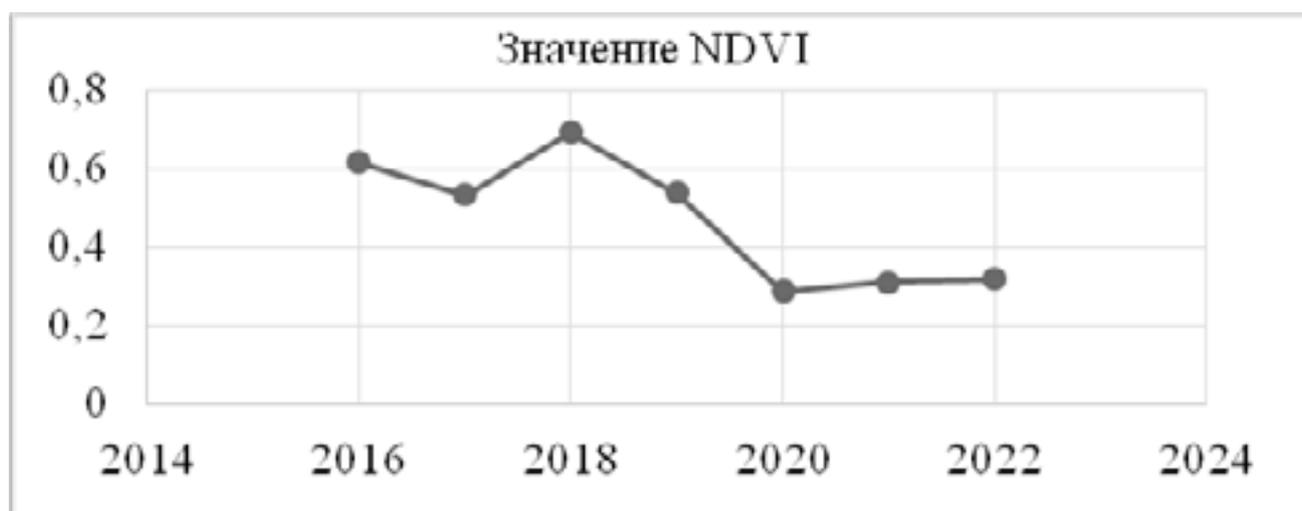


Рис. 3. Изменение NDVI по одной территории вырубки за период с 2016 по 2022 год

Можно заметить, что в 2017 и 2020 году произошло внезапное снижение значений NDVI, это может указывать на то, что на данной территории уничтожили растительность и проводилась рубка. Это может быть подтверждено наземной проверкой, такой как посещение местности для подтверждения наличия бревен, вырубки дорог или других доказательств вырубки леса.

При просмотре карты в Google Earth можно заметить четкие контуры исчезновения леса, что может предполагать вырубку на данной территории (рис. 4).



Рис. 4. Спутниковые снимки предполагаемой области вырубki за 2019 и 2020 годы

В дальнейшем при сравнении с лесными декларациями и иными документами лесной охраны можно выявить незаконную рубку леса или же ее отсутствие. Также были получены графики за каждый год с 2016 по 2022 на платформе Google Earth Engine. Ниже приведены графики за 2016 и 2022 годы (рис. 5).

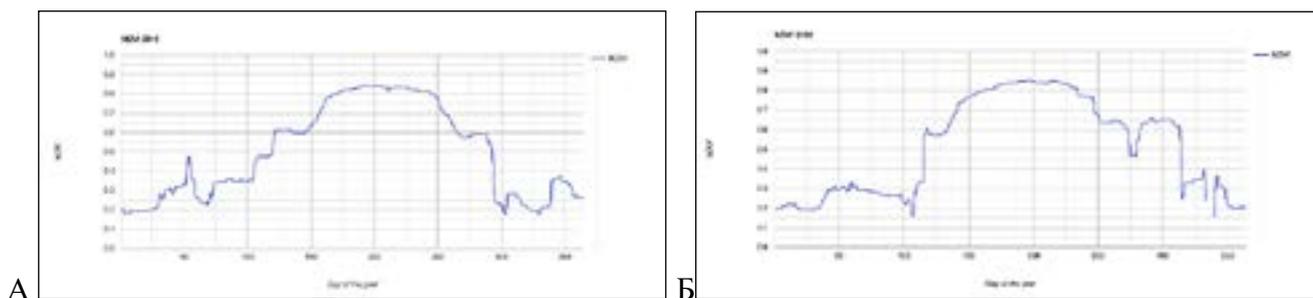


Рис. 5. Изменение индекса NDVI за 2016 год и 2022 год

Общий график за период с 2016 по 2022 года представлен на рисунке 6.

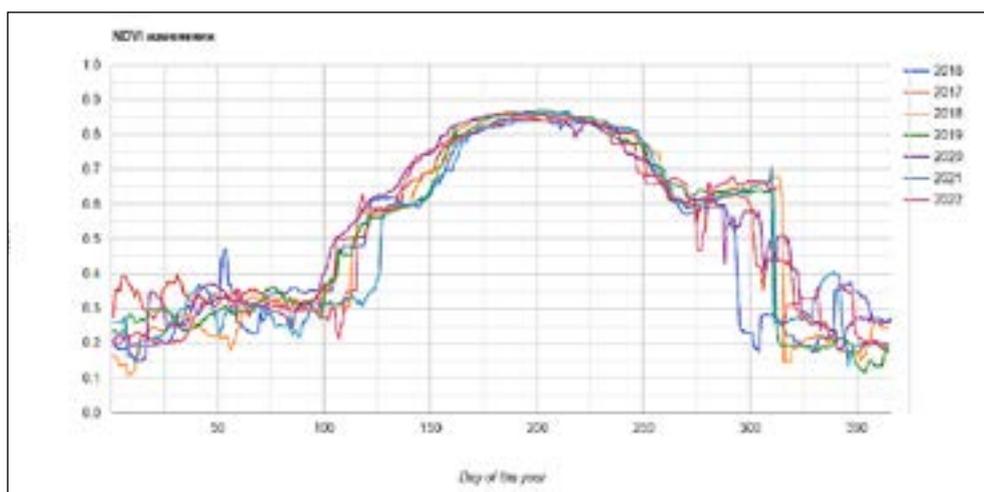


Рис. 6. График отображения динамики роста растительности в разные периоды времени

Также при расчете индекса через Google Earth Engine можем также заметить спад растительности в 2020 году из-за возможной вырубki. Значения

индекса NDVI логично меняются в течение года из-за сезонных изменений в росте растительности, а также присутствия снежного покрова.

### Заключение

Исследование показывает, что расчет индекса NDVI с помощью QGIS и Google Earth Engine дает аналогичные результаты. Однако использование программного обеспечения намного быстрее и автоматизирует процесс. Нет необходимости в ручном отборе и обработке спутниковых снимков. В данной работе с использованием данных дистанционного зондирования Земли из космоса и современных ГИС-технологий получены следующие результаты:

- 1) Проанализированы спутниковые технологии дистанционного зондирования.
- 2) Проведен анализ рассчитанного вегетационного индекса NDVI в местах предполагаемой рубки лесов. Использование данного индекса является эффективным инструментом для оценки состояния лесного покрова и контроля за лесными ресурсами.
- 3) Использование космических снимков и геоинформационных систем, а также более современные методы обработки снимков и их дешифрирования наиболее эффективно решает проблемы мониторинга за большими лесными территориями.

### Литература

1. Малинников В.А. Мониторинг природной среды аэрокосмическими средствами: Учебное пособие для студентов вузов / Стеценко А.Ф., Алтынов А.Е., Попов С.М. – М.: Изд. МИИГАиК. 2008 г., 145 с.
2. Интернет-ресурс: NDVI – теория и практика. – URL: <http://gislab/info/ga/ndvi.html>, (дата обращения: 01.04.2023).
3. Интернет-ресурс: Landsat 8 (США)–СКАНЭКС. – URL: <https://www.scanex.ru/data/satellites/landsat-8/> (дата обращения: 11.03.2023).
4. Интернет-ресурс: Архив Геологической службы (ГС) США. – URL: <https://earthexplorer.usgs.gov/> (дата обращения: 15.04.2023).

# ВЫЯВЛЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ АГРЕГАЦИИ ПЕКТИНОВЫХ ПОЛИСАХАРИДОВ

*Коробкина О.С.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Микшина П.В.*

Пектиновые полисахариды представляют функционально и структурно разнообразный класс растительных биополимеров, ключевым признаком которых служит присутствие в составе остатков галактуроновой кислоты. Специфику строения пектиновым полисахаридам, влияющую на их свойства, функции и применение, могут придавать как состав остова (у полигалактуроновой кислоты, ПГК, он состоит только из остатков галактуроновой кислоты, карбоксильная группа которой может быть метоксилирована, у рамногалактуронана I, РГ-I, остатки галактуроновой кислоты чередуются с остатками рамнозы), так и состав и длина боковых цепей РГ-I, а также определенные соотношения различных видов пектинов в макромолекуле. Одним из критериев, обеспечивающих функциональную пригодность пектинов в растениях и востребованность этих биополимеров в различных технологиях, может служить специфика формирования ими надмолекулярных структур в зависимости от наличия в их строении определенных элементов и особенностей.

Особенности взаимодействия пектиновых полисахаридов друг с другом в пределах одного структурного типа исследуются уже не одно десятилетие. Наибольшие успехи в описании поведения в растворе были достигнуты для полигалактуроновой кислоты – классического гелеобразователя [1-8], активно используемого в различных пищевых технологиях. Единичные сведения о характере поведения в растворе представлены и для рамногалактуронана I [9-11]. При этом большинство работ не ставит своей целью выявить особенности гидродинамического поведения полисахаридов в привязке к специфике их строения и не включают экспериментов сопоставительного плана на различных структурных типах пектиновых веществ. Данная работа направлена на ликвидацию этого пробела. В качестве различных структурных типов пектинов были исследованы: низкометоксилированная ПГК, картофельный РГ-I, имеющий в структуре остова фрагменты ПГК и короткие боковые галактановые цепи, и два варианта льняного РГ-I – с длинными и с укороченными галактановыми боковыми цепями.

Основными инструментами изучения особенностей агрегации пектинов в работе выступали динамическое и статическое светорассеяние. В методе динамического светорассеяния флуктуации интенсивности света, рассеянного раствором частиц, преобразуются в корреляционную функцию, которая затем аппроксимируется суммой экспонент, степени которых несут информацию о гидродинамическом радиусе рассеивающих частиц. В методе статического светорассеяния регистрируется интенсивность света в зависимости от угла рассеяния для серии концентраций; полученные значения экстраполируются к нулевому углу и нулевой концентрации, и параметры экстраполяционных прямых позволяют рассчитать радиус инерции частиц, их молекулярную массу и второй вириальный коэффициент. По отношению значений радиуса инерции к гидродинамическому можно определить форму частиц.

Установлено, что в водных растворах пектины всех анализируемых структурных типов обнаруживаются как в виде отдельных молекул, так и их агрегатов. ПГК, несмотря на наличие отрицательно заряженных карбоксильных групп, формирует агрегаты молекул в растворе, при этом протонирование карбоксильных групп и снятие заряда с молекул ПГК при подкислении способствует их сближению и переходу в агрегаты.

По результатам динамического светорассеяния растворов картофельного рамногалактуронана I в диапазоне концентраций от 0,14 до 1,43 мг/мл, во всех растворах независимо от концентрации были обнаружены частицы трех типов: большие (средний гидродинамический радиус  $R_h = 207$  нм), средние (средний  $R_h = 45$  нм) и малые (средний  $R_h = 5$  нм). Предположительно, малые частицы представляют собой отдельные молекулы, а средние и большие – их агрегаты.

Пропускание раствора кРГ-I через фильтры с размером пор 20 нм позволило избавиться от средних и больших частиц, при этом даже после концентрирования раствора до сопоставимых с предыдущим экспериментом концентраций формирования агрегатов не наблюдается. Это может говорить о том, что отдельные молекулы не имеют способности к самоассоциации в водном растворе (по крайней мере, в исследованном диапазоне концентраций), а агрегаты формируются непосредственно в процессе биосинтеза и транспорта полисахарида в клеточную стенку и либо необратимо разрушаются до молекул при фильтрации, либо совсем не проходят через фильтр.

Иная ситуация наблюдается в случае экспериментов с льняным РГ-I. Как до, так и после пропускания через фильтры с размером пор 20 нм в растворах присутствуют и отдельные молекулы, и их агрегаты, то есть молекулы, прошедшие через фильтр, способны снова ассоциировать с образованием более крупных частиц (рис. 1).

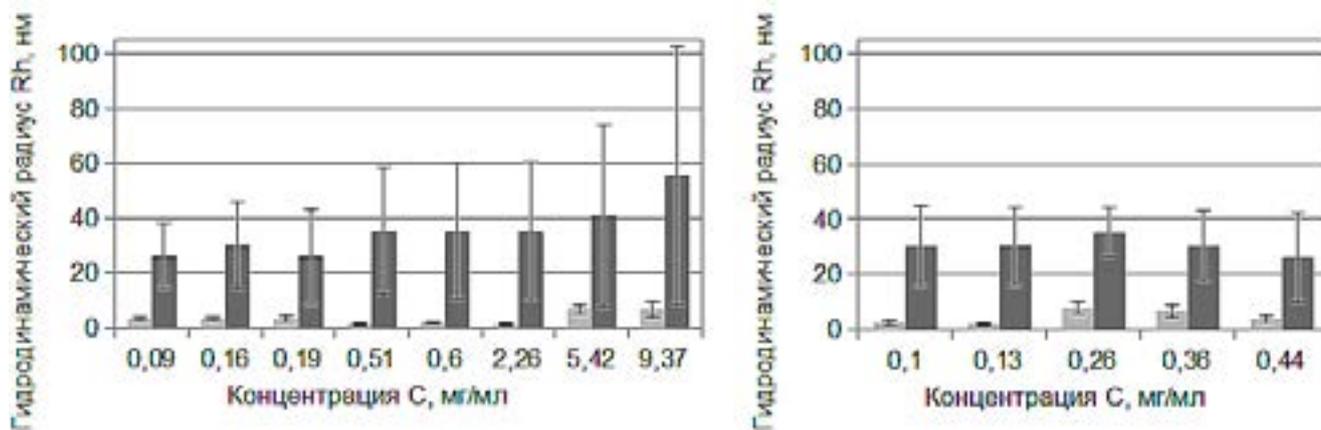


Рис. 1. Гидродинамические радиусы ЛРГ-I (по данным динамического светорассеяния под углом 140°) в растворах, пропущенных через фильтры с размером пор А) 220 нм; Б) 20 нм

Молекулы кРГ-I имеют фрагменты полигалактуроновой кислоты в остове: отношение GalA/Rha составляет 9,8, тогда как ЛРГ-I, согласно данным моносахаридного анализа, имеет отношение GalA/Rha меньше единицы. Это говорит о том, что остов кРГ-I несет намного больший заряд, чем остов ЛРГ-I. При этом отношение рамнозы к галактозе для кРГ-I составляет 3,7, а для ЛРГ-I – 10,3, то есть боковые галактановые цепи кРГ-I почти в три раза короче таковых у ЛРГ-I, и их количество в отдельной молекуле меньше. Заряд остовов кРГ-I мешает сблизиться молекулам на расстояние, достаточное для взаимодействия их боковых цепей, поэтому отдельные молекулы не проявляют склонности к агрегации. У молекул ЛРГ-I заряд остова меньше, что увеличивает возможность сближения молекул и, как следствие, сближения галактановых цепей; эти цепи в данном полисахариде длиннее и присутствуют в большем количестве, что увеличивает возможности для их взаимодействия.

Для определения роли боковых галактановых цепей в агрегации ЛРГ-I было изучено два структурных типа этого рамногалактуронана: исходный ЛРГ-I с длинными боковыми цепями (Gal/Rha = 10,3) и ЛРГ-I с укороченными боковыми цепями (Gal/Rha = 3,9), полученный в результате обработки исходного полисахарида ферментом галактаназой. Оба образца были пропущены через фильтры с размером пор 20 нм. Стоит отметить, что после подобной фильтра-

ции в растворах ЛРГ-I как с длинными, так и с укороченными боковыми цепями присутствовали и молекулы, и их агрегаты, хотя длина боковых цепей обработанного галактаназой ЛРГ-I сопоставима с длиной цепей КРГ-I. То есть после укорочения боковых цепей этот полисахарид не теряет своей способности к самоагрегации. Это может служить еще одним аргументом в пользу предположения о том, что молекулам КРГ-I мешают агрегировать фрагменты ПГК в остове.

На основании данных о зависимости интенсивности рассеяния от угла и концентрации была построена диаграмма Зимма для ЛРГ-I с длинными боковыми цепями. По экстраполяционным прямым был определен радиус инерции  $R_g = 26,08$  нм, зная который, можно рассчитать форм-фактор по формуле  $\rho = \frac{R_g}{R_h}$ . При концентрациях 0,11-3,92 мг/мл форм-фактор частиц ЛРГ-I близок к единице, то есть в водном растворе они имеют эллипсоидную форму. При концентрации 8,58 мг/мл форм-фактор составляет 0,72 – форма частиц ближе к сферической. Эти результаты хорошо согласуются с результатами, полученными ранее с помощью АСМ [12].

Аналогичным образом была построена и проанализирована диаграмма Зимма для растворов ЛРГ-I с укороченными боковыми цепями. Экстраполяция к нулевой концентрации дает значение для радиуса инерции частиц  $R_g = 111,7$  нм. Делением радиуса инерции на усредненный по углам и концентрациям гидродинамический радиус был получен форм-фактор  $\rho = 3,4$ , что соответствует стержню с отношением длины к диаметру  $\frac{l}{D} = 362$ .

То есть после укорочения боковых галактановых цепей частицы ЛРГ-I переходят из сферической и эллипсоидной формы в стержнеподобную. До укорочения боковых цепей молекулы в водном растворе ассоциированы так, что в коровой зоне агрегата находятся способные к взаимодействию галактановые цепи, а заряженный остов оказывается вытолкнутым наружу. После укорочения боковых цепей возможностей для взаимодействия галактозильных остатков в составе боковых цепей становится меньше и, видимо, недостаточно, чтобы образовать плотную коровую зону агрегата; молекулам остается выстраиваться параллельно, сближаясь на расстояние, определяемое равенством сил, обеспечивающих взаимодействие галактановых цепей и кулоновского отталкивания заряженных остовов.

Таким образом, результаты работы демонстрируют наличие взаимосвязи между особенностями строения различных типов пектинов и спецификой поведения их молекул в растворах, в частности, формированием ими надмо-

лекулярных структур определенных типов. Формирование представлений о такой взаимосвязи и сбор сведений для более широкого спектра структурно-функциональных типов пектинов позволит не только пролить свет на роль этих молекул в растительной клетке, но и, учитывая безопасность, биосовместимость и способность к гелеобразованию этих биополимеров, расширит возможности для получения на их основе надмолекулярных структур медицинского назначения, в частности, матриц для доставки лекарств и биологически активных веществ.

### Литература

1. Оводов Ю.С. Современные представления о пектиновых веществах / Ю.С. Оводов // Биоорганическая химия. – 2009. – Т. 35. – №3. – С. 293–310.
2. Yapo B.M. Pectic substances: From simple pectic polysaccharides to complex pectins—A new hypothetical model / B.M. Yapo // Carbohydrate Polymers. – 2011. – V. 86. – №2. – P. 373–385.
3. Мухамеджанова М.Ю. Процессы гелеобразования и реологические свойства умеренно-концентрированных водных растворов цитрусового пектина в присутствии ионов поливалентных металлов / М.Ю. Мухамеджанова, А.В. Филатова, Д.Т. Джурабаев и др. // Химия растительного сырья. – 2012. – №1. – С. 51–60
4. Singthong J. Extraction and physicochemical characterization of Krueo Ma Noy pectin / J. Singthong, S. Ningsanond, S.W. Cui et al. // Food hydrocolloids. – 2005. – V. 19. – №5. – P. 793–801.
5. Manunza B. et al. Molecular dynamics study of polygalacturonic acid chains in aqueous solution / B. Manunza, S. Deiana, M. Pintore // Carbohydrate research. – 1997. – V. 300. – №1. – P. 85–88.
6. Rinaudo M. NMR investigation on oligo- and poly(galacturonic acid)s; gel formation in the presence of Ca<sup>2+</sup> counterions / M. Rinaudo, G. Ravanat, M. Vincendon // Die Makromolekulare Chemie: Macromolecular Chemistry and Physics. – 1980. – V. 181. – №5. – P. 1059–1070.
7. Wehr J.B. Inhibition of cell-wall autolysis and pectin degradation by cations / J.B. Wehr, N.W. Menzies, F.P.C. Blamey // Plant Physiology and Biochemistry. – 2004. – V. 42. – №6. – P. 485–492.
8. Caffall K.H. The structure, function, and biosynthesis of plant cell wall pectic polysaccharides / K.H. Caffall, D. Mohnen // Carbohydrate research. – 2009. – V. 344. – №14. – P. 1879–1900.

9. Morris G.A. Physical characterisation of the rhamnogalacturonan and homogalacturonan fractions of sugar beet (*Beta vulgaris*) pectin / G.A. Morris, M.C. Ralet, E. Bonnin et al. // *Carbohydrate Polymers*. – 2010. – V. 82. – №4. – P. 1161–1167.
10. Mikshina P.V. Physicochemical properties of complex rhamnogalacturonan I from gelatinous cell walls of flax fibers / P.V. Mikshina, B.Z. Idiyatullin, A.A. Petrova et al. // *Carbohydrate polymers*. – 2015. – V. 117. – P. 853–861.
11. Mikshina P.V. Gelation of rhamnogalacturonan I is based on galactan side chain interaction and does not involve chemical modifications / P.V. Mikshina, O.N. Makshakova, A.A. Petrova et al. // *Carbohydrate polymers*. – 2017. – V. 171. – P. 143–151.
12. Petrova A.A. AFM analysis reveals polymorphism of purified flax rhamnogalacturonans I of distinct functional types / A.A. Petrova, L.V. Kozlova, I.Z. Gaifullina et al. // *Carbohydrate polymers*. – 2019. – V. 216. – P. 238–246.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛА УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА ФИЗИКА ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ ЛИЧНОСТНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ДЕВЯТИКЛАССНИКОВ

*Кудрявцева А.Л.*

*Научный руководитель – старший преподаватель Низамова Э.И.*

Согласно ФГОС при обучении в школе должны формироваться личностные, предметные и метапредметные результаты. Одним из пунктов личностных результатов освоения основной образовательной программы основного общего образования является : «воспитание российской гражданской идентичности: патриотизма, уважения к Отечеству, прошлое и настоящее многонационального народа России; осознание своей этнической принадлежности, знание истории, языка, культуры своего народа, своего края, основ культурного наследия народов России и человечества; усвоение гуманистических, демократических и традиционных ценностей многонационального российского общества; воспитание чувства ответственности и долга перед Родиной». Говоря более простыми словами, ученик должен любить свою Родину, уважать свое Отечество, знать русский и родной язык, историю, культуру, традиции своего народа, осознавать единство многонационального народа, понимать чувства ответственности и долга перед Отечеством. То есть ученик должен быть патриотом своей страны.

Однако в условиях мировой интеграции у современных учеников все больше возрастает интерес к зарубежной культуре. Они уделяют много времени на изучение истории, традиций, политики, экономики, творчества и языка других стран. Это ведет к тому, что интерес к истории своей семьи, народа, родного края, большой и малой родины угасает. В связи с этим, проблема формирования гражданско-патриотического воспитания становится особенно острой.

Несомненно, молодежь – это будущее нашей страны. Государство, осознавая это, делает все, чтобы вырастить поколение людей, которые будут любить, уважать свою Родину и гордиться ей. Формирование гражданско-патриотической идентичности, без всякого сомнения, начинается с самого детства в стенах родного дома. Далее эта ответственная роль переходит на образовательную организацию. Особая важность становления и развития патриотического воспитания подтверждается большим количеством феде-

ральных документов, ключевым фактором которых является развитие патриотизма в образовательных учреждениях Российской Федерации.

Главным инструментом в формировании гражданско– патриотического воспитания является образовательная организация. Основной задачей учителя является не только дать знания по предмету, но и помочь учащимся сформировать личностные результаты обучения (то есть гражданско-патриотическое воспитание). Учебный предмет физика обладает огромным потенциалом для достижения личностных результатов обучения (гражданско-патриотического воспитания).

**Цель** исследования: разработать учебные материалы, направленные на достижение личностных результатов обучения (гражданско-патриотического воспитания) обучающихся девятого класса на уроке физики.

**Гипотеза** исследования заключается в том, что достижение личностных результатов обучения (гражданско-патриотического воспитания) у девятиклассников возможно с использованием учебного потенциала предмета физика.

На основании цели и гипотезы работы были поставлены **задачи** исследования:

- Изучить и проанализировать научно-методическую литературу по проблеме формирования личностных результатов обучения (гражданско-патриотического воспитания);
- Разработать банк задач воспитательного характера по разделу механика по программе 9 класса по учебнику А.В. Перышкина, где за основу берутся задачи из учебников и сборников задач по физике;
- Разработать «Календарь физических событий» на учебный год, где на каждый день расписаны открытия, достижения, биографии отечественных ученых;
- Разработать физические кроссворды по различным темам школьного курса механики, при разгадывании которых появляется ключевое слово (фамилия ученого);
- Осуществить педагогический эксперимент и оценить эффективность разработанных материалов для учащихся девятого класса.

**Методы** исследования, которые применялись при решении поставленных задач:

1. Теоретические (изучение, анализ и синтез учебной и методической литературы и нормативно-правовых документов по теме исследования)

2. Эмпирические (проведение педагогического эксперимента, анкетирование, беседа, наблюдение)

3. Математические (статистическая обработка данных).

**Практическая значимость:** с помощью разработанных материалов удастся повысить уровень личностных результатов обучения (гражданско-патриотического воспитания) девятиклассников на уроках физики.

**Этапы исследования:**

1. Предварительный этап – поиск, изучение и анализ литературы для поиска исследуемой проблемы;

2. Теоретический этап – формирование цели, гипотезы, задач исследования и методов проведения эксперимента;

3. Экспериментальный этап – разработка комплекта задач по механике для 9 класса, «Календаря физических событий» на учебный год; физических кроссвордов с ключевым словом, проведение педагогического эксперимента для определения эффективности разработанного материала с целью проверки гипотезы исследования;

4. Интерпретационный этап – статистическая обработка данных и анализ результатов педагогического эксперимента;

5. Заключительный – обобщение результатов всех предыдущих этапов исследования, формулирование выводов, установление истинности гипотезы и достижения цели исследования.

В ходе изучения литературы были проанализированы нормативные документы в сфере образования по вопросам патриотического воспитания. Также были раскрыты понятия «патриотизм» и «патриотическое воспитание». Был выяснен исторический характер процесса формирования гражданско-патриотической идентичности.

Правительство РФ в 2022 году взял курс на «Патриотическое воспитание граждан Российской Федерации». Согласно этому курсу в настоящее время целью патриотического воспитания является формирование у учащихся основного общего образования гражданской ответственности, любви и уважение к Родине, чувства гордости за историю, культуру, традиции, национальный язык и политические, экономические, спортивные, научные достижения своей страны, готовность к защите интересов и служению Отечеству.

Также при достижении поставленных задач пришли к выводу, что именно образовательная организация является главным инструментом в достижении личностных результатов обучения, в том числе гражданско-патрио-

тического воспитания. Убедились, что учебный предмет физика обладает огромным потенциалом для достижения личностных результатов обучения.

И для достижения патриотического воспитания были разработаны различные учебные материалы: банк задач по разделу механика по программе 9 класса по учебнику А.В. Перышкина, где за основу брались задачи из учебников и сборников задач по физике; «Календарь физических событий» на учебный год, где на каждый день расписаны открытия, достижения, биографии отечественных ученых в области физики и астрономии; физические кроссворды по различным темам школьного курса механики, при разгадывании которых появляется ключевое слово (фамилия ученого).

После того как были разработаны учебные материалы для учащихся девятых классов, был осуществлен педагогический эксперимент на базе МБОУ «Школа №22 – Центр образования» Советского района города Казани. Результаты по оценке ценностно-патриотических ориентаций, полученные после проведения педагогического эксперимента, показали значительный прогресс в экспериментальном 9 «В» классе. В контрольном 9 «А» классе никаких заметных изменений в положительную сторону не произошло. Также статистическая обработка данных подтвердила эффективность проделанной работы по достижению личностных результатов обучения с использованием потенциала учебного предмета физика.

Таким образом, поставленные перед нами задачи исследования были достигнуты. То есть разработанные физические задачи, физический календарь событий, кроссворды с ключевым словом смогли повысить ценностно– патриотическую ориентацию учащихся девятых классов.

### Литература

1. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993) (с учетом поправок, внесенных Законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30.12.2008 №6-ФКЗ, от 30.12.2008 №7-ФКЗ, от 05.02.2014 №2-ФКЗ, от 01.07.2020 №11-ФКЗ) // Текст Конституции опубликован в «Российской газете» от 25 декабря 1993 г. №237– ст. 67.1.
2. Лушников И.Д. Системная методика изучения патриотического воспитания; Департамент образования Вологод. обл., Вологод. ин-т развития образования. – Вологда: Виро, 2014. – 64.с.
3. Методические рекомендации по основам патриотического воспитания граждан Российской Федерации [Электронный ресурс] URL: <https://>

[www.рцпв.рф/wp-content/uploads/2022/12/Methodicheskie-rekomendatsii-po-Osnovam-patrioticheskogo-vozpitanija-grazhdan-Rossijskoj-Federatsii.pdf](http://www.рцпв.рф/wp-content/uploads/2022/12/Methodicheskie-rekomendatsii-po-Osnovam-patrioticheskogo-vozpitanija-grazhdan-Rossijskoj-Federatsii.pdf).

4. Перышкин А.В. Физика. 9 класс: учебник/ А.В. Перышкин, Е.М. Гутник. – М.: Дрофа, 2014. – С. 4–142.

5. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования [Текст]/ Министерство образования и науки Российской Федерации. – М: Просвещение, ред. От 11.12. 2020. – С. 3–9.

6. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации», – Москва: Проспект, 31.07.2020 №304-ФЗ. – С. 2–24.

# МЕТАМАТЕРИАЛЫ С ВРЕМЕННОЙ НЕОДНОРОДНОСТЬЮ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ОПТИЧЕСКИМИ ПОЛЯМИ

*Минибаев А.И.*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, профессор Харинцев С.С.*

## Введение

Несмотря на широкое использование цифровых процессоров для выполнения сложных вычислительных задач, существует ряд ограничений, включая низкую скорость, высокое энергопотребление и сложность, которые препятствуют стремительному росту данной технологии. По этой причине в последнее время наблюдается всплеск интереса к выполнению аналоговых вычислений. В частности, были предложены новые схемы волновых аналоговых вычислений на основе искусственно спроектированных фотонных структур, то есть метаматериалов [1]. Идея заключается в том, чтобы производить математические операции над падающим волновым фронтом, путём взаимодействия его с метапластинкой внутри устройства (Рис. 1). Использование данного подхода в реальных аналоговых преобразователях приводит к тому, что размеры вычислительных устройств становятся соизмеримыми с длиной волны падающего света, а скорость преобразований становится такой же быстрой, как скорость света. Не смотря на данные преимущества, первым недостатком вычислительных метаматериалов является не вариативность решаемых задач. Здесь всё упирается в принципы, на которых строится преобразование волнового фронта, а именно его модуляция путём взаимодействия с пространственной неоднородностью. Это приводит к тому, что каждая отдельно взятая задача требует создания неповторимого дизайна метаматериала. Вторым недостатком, является сложность и дороговизна вычислительных метаматериалов с пространственной неоднородностью. Все эти представленные проблемы можно обойти, если построить аналоговое волновое вычислительное устройство на совсем ином принципе взаимодействия света со средой. А именно: мы предлагаем совершать преобразования волнового фронта с помощью временных интерфейсов, и уйти от пространственно-неоднородных метаматериалов.

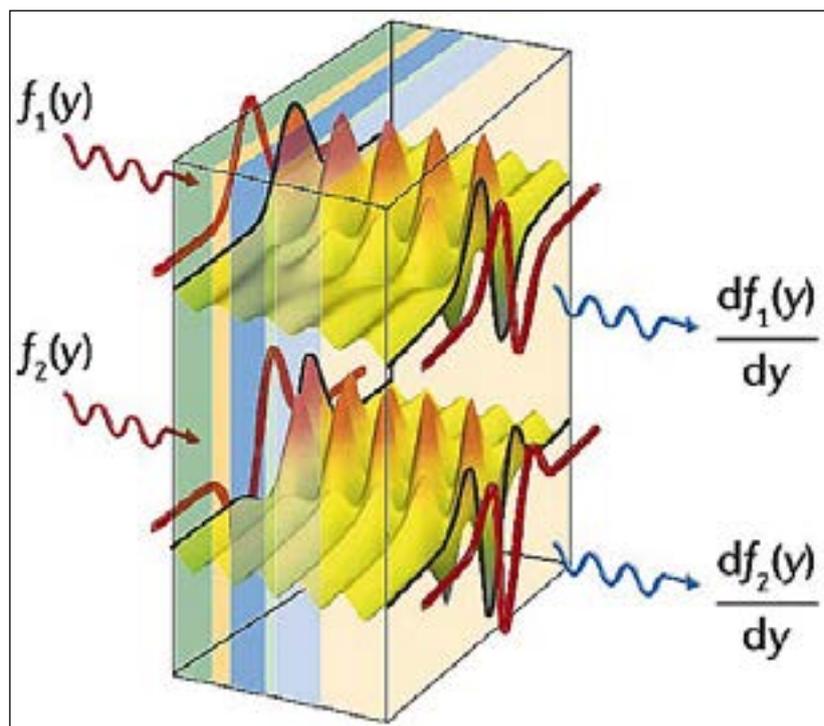


Рис. 1. Прохождение оптического импульса через вычислительный метаматериал [1].  
 Схема волновых аналоговых преобразований состоит в том, что произвольный волновой фронт при прохождении через метапластинку претерпевает деформацию, которая зависит от дизайна метаматериала. Таким образом, метаматериал играет роль линейного оператора для волнового фронта

### Пространственные и временные неоднородности

Под временными неоднородностями в материале подразумевается быстрое изменение одного из оптических параметров среды во времени. Таким образом, материал с временной неоднородностью является нестационарным. Проиллюстрировать свойства таких сред можно с помощью сравнения с материалом, имеющим пространственную неоднородность. Простейшим примером пространственной неоднородности является плоская граница раздела двух сред (пространственный интерфейс) (Рис. 2а). При прохождении света через данную структуру образуются две волны: отраженная и преломлённая. Схожий эффект наблюдается и для случая временного интерфейса (Рис. 2б). При резком переключении показателя преломления всей среды распространяющаяся в ней волна конвертируется в две другие, которые имеют противоположные направления движения. По аналогии со случаем пространственной неоднородности, эти волны принято называть отраженной и преломленной. Частота этих волны изменяется, а волновой вектор сохраняется [2], другими словами, для временного интерфейса выполняется соотношение

$$\omega^- n(t_0^-) = \omega^+ n(t_0^+), \quad (1)$$

здесь  $\omega^-, n(t_0^-)$  и  $\omega^+, n(t_0^+)$  – частота света, показатель преломления среды до и после временной неоднородности. Это свойство является диаметрально противоположным случаю пространственного интерфейса.

На данный момент большинство опубликованных работ [3, 4] используют приближение сверхбыстрых переключений, когда свойства среды изменяются мгновенно. Однако, в любой реальной системе скорость переключения является конечной, что связано с наличием инерции. Как уже было написано, наша идея заключается в том, чтобы заменить пространственные неоднородности на временные. И с помощью нестационарных во времени сред производить аналоговые преобразования. Поэтому в данной работе исследуется влияние параметров временного интерфейса, таких как время и профиль переключения, на процессы отражения и преломления света, на его деформацию.

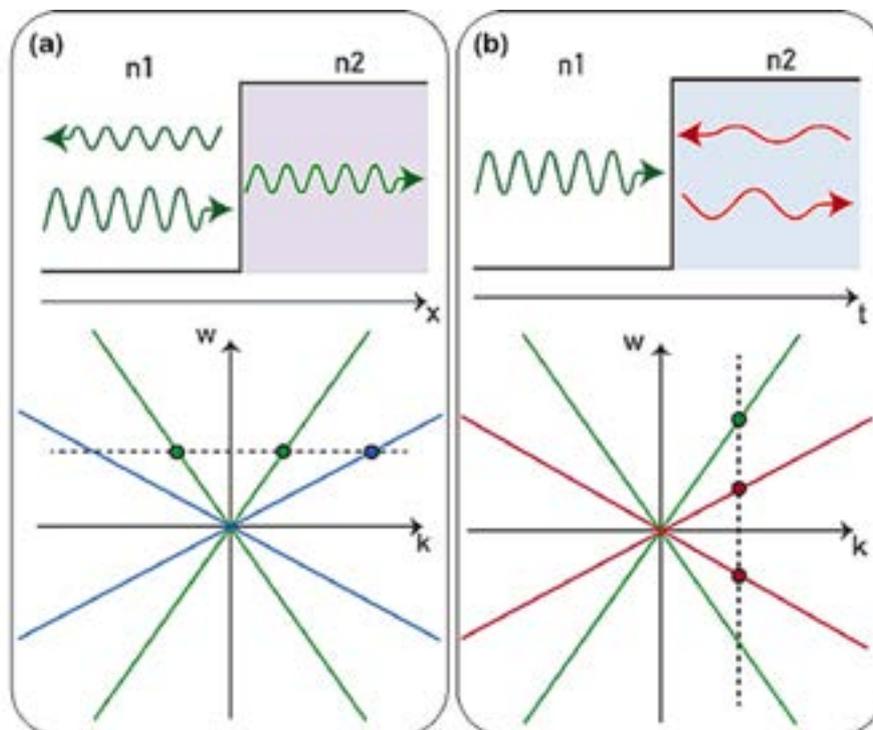


Рис. 2. а – пространственная граница раздела двух сред с показателями преломления  $n_1$  и  $n_2$ , при взаимодействии света с ней возникают две волны равных по частоте первоначальной.  $w$  – частота света,  $k$  – волновой вектор. Прямая  $w = \text{const}$  соответствует случаю пространственной границе раздела, так как волновые вектора новых волн изменились. б – временной интерфейс с мгновенным переключением показателя преломления из  $n_1$  в  $n_2$ , преломлённая и отражённая волны возникают на новых частотах. Прямая  $k = \text{const}$  соответствует случаю временной границе, изменилась частота волны

### Моделирование временных интерфейсов

Для описания прохождения света через временной интерфейс вводятся коэффициенты пропускания ( $T$ ) и отражения ( $R$ ) в следующем виде:

$$T = \left| \frac{\mathbf{E}_{\text{из}}^T}{\mathbf{E}_{\text{во}}^0} \right|,$$

$$R = \left| \frac{\mathbf{E}_{\text{из}}^R}{\mathbf{E}_{\text{во}}^0} \right|,$$

где  $\mathbf{E}_{\text{во}}^0$ ,  $\mathbf{E}_{\text{из}}^R$  и  $\mathbf{E}_{\text{из}}^T$  – амплитуды напряженности электрического поля падающей на частоте  $\omega_0$ , отраженной (R) и преломленной (T) на частоте  $\omega_t$  волн.  $\omega_t$  определяется по формуле (1). Для мгновенного переключения коэффициенты R и T связаны следующим образом

$$T^2 - R^2 = \left( \frac{n_0}{n_t} \right)^2, \quad (2)$$

где  $n_0$  – коэффициент преломления до переключения,  $n_t$  – коэффициент преломления после переключения.

Для исследования влияния временного профиля переключения на отражение и преломление рассматривались следующие случаи (Рис. 3): сигмоидальный (красная линия) (a), треугольный (синяя линия) (b) и двухступенчатый (зелёная линия) (c) профиль. Сигмоидальный профиль задавался в следующем виде:

$$\varepsilon(t) = \varepsilon_0 + \frac{\Delta\varepsilon}{1 + e^{-\frac{(t-t_0)}{\tau}}}. \quad (3)$$

Здесь  $\varepsilon$  – действительная часть диэлектрической проницаемости,  $\Delta\varepsilon$  – изменение диэлектрической проницаемости в результате переключения,  $\varepsilon_0$  – начальное значение  $\varepsilon$  и  $t_0$  – момент времени, к которому среда переключилась на половину. Параметр  $\tau$  описывает характерную длительность переключения.

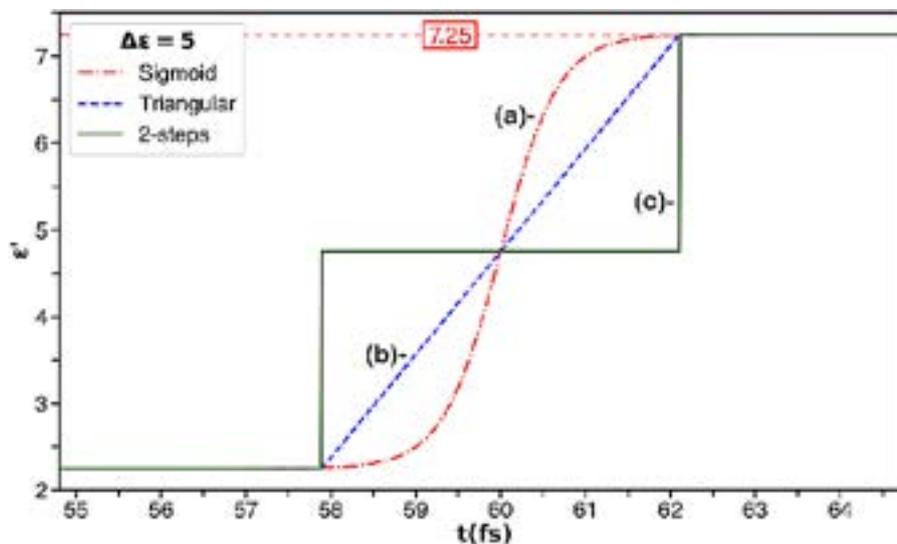


Рис. 3. Зависимость реальной части диэлектрической проницаемости среды  $\varepsilon'$  от времени  $t$ . Профили переключения среды: а – сигмоидальный, б – треугольный, с – двухступенчатый

Коэффициенты отражения и пропускания света через временной интерфейс были рассчитаны путем численного моделирования с помощью метода конечных разностей во временной области. Использовался коммерческий программный пакет Ansys Lumerical FDTD. Работа была выполнена в приближении, что исходный материал не имеет дисперсии. Глубина переключения диэлектрической проницаемости  $\Delta\epsilon$  для всех профилей задавалась равной 5. На основе проведенных исследований построены графики зависимости квадрата коэффициентов пропускания и отражения от времени переключения (Рис. 4). Данные были получены для различных профилей переключения, характерный вид которых показан на Рис. 3. Отметим, что каждой точке на графике соответствует отдельное моделирование, где рассчитывались коэффициенты  $R$  и  $T$  для конкретного профиля и времени переключения.

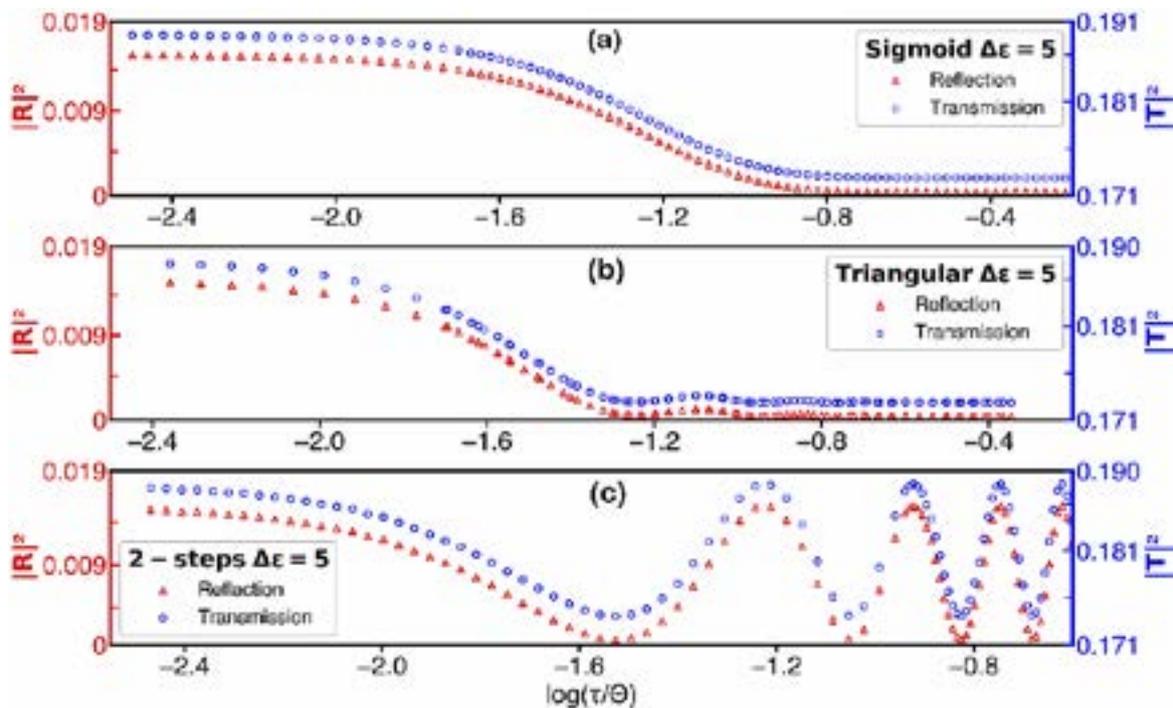


Рис. 4. Зависимость  $|T|^2$  и  $|R|^2$  от  $\log(\tau/\theta)$ . Правая ось – квадрат коэффициента прохождения, левая ось – квадрат коэффициента отражения

### Вывод

В ходе нашего исследования мы выяснили, что для наблюдения отраженной волны в материалах с временной неоднородностью длительность переключения должна быть на порядок меньше периода колебания волны и что профиль изменения показателя преломления влияет на характер модуляции волнового фронта. Таким образом данный принцип управления электромагнитными волнами, применим в аналоговых вычислительных устройствах.

## Литература

1. A. Silva Performing mathematical operations with metamaterials / A. Silva, F. Monticone, G. Castaldi et al. // *Science*. – 2014. – Т. 343. – №6167. – С. 160–163.
2. Mendonça J.T., Shukla P.K. Time refraction and time reflection: two basic concepts / Mendonça J.T., Shukla P.K. // *Physica Scripta*. – 2002. – Т. 65. – №2. – С. 160.
3. Li H. Temporal parity-time symmetry for extreme energy transformations / Li, H., Yin, S., Galiffi, E., Alù, A. // *Physical Review Letters*. – 2021. – Т. 127. – №15. – С. 153903.
4. Lustig E. Topological aspects of photonic time crystals/ Lustig E., Sharabi Y., Segev M. // *Optica*. – 2018. – Т. 5. – №11. – С. 1390–1395.

# РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА ПЕРИМЕТРАЛЬНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДАЛЬНОМЕРА HC-SR04

*Мусеева И.Т.*

*Научный руководитель – старший преподаватель Корчагин П.А.*

Обеспечение информационной безопасности – комплекс задач, которые решаются с использованием программ, технических и организационных мер. Одним из аспектов обеспечения подобной безопасности является использование систем охранной сигнализации, то есть целого комплекса технических устройств, которые позволяют своевременно обнаружить, передать и обработать, поступивший на один из датчиков сигнал, например, о нарушении доступа в помещение, после чего выполнить команды, которые приводят в действие различные устройства по вызову охраны или подаче предупреждающих сигналов. Такие системы отличились быстродействие, что особенно важно в ситуациях, связанных с проникновением на охраняемую территорию, так как подобные инциденты влекут за собой потерю имущества, денег, информации и других ценных предметов.

Цель работы – разработка устройства, которое позволяет обнаружить проникновение на охраняемую территорию и отправить пользователю уведомление о произошедшем.

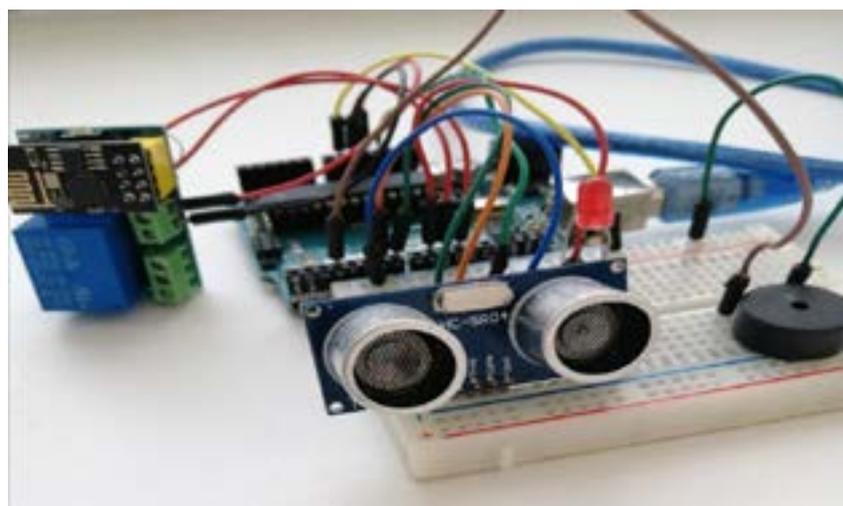


Рис. 1. Прототип периметральной сигнализации на основе ультразвукового дальномера HC-SR04

Тестирование прототипа периметральной сигнализации на основе ультразвукового дальномера HC-SR04 показало, что устройство эффективно в обнаружении злоумышленников, подаче сигнала тревоги и отправке уве-

домления о проникновении. Эффективность работы прототипа была неизменной в ходе многочисленных испытаний.

При выполнении данной работы был проведен анализ существующих систем охраны и произведен полный цикл проектирования прототипа периметральной сигнализации на основе ультразвукового датчика HC-SR04: моделирование, разработка ПО, сборка макета, тестирование.

В результате экспериментальных исследований были получены следующие результаты:

- 1) определена мертвая зона ультразвукового датчика HC-SR04;
- 2) подтверждена способность ультразвукового датчика улавливать сигнал на расстоянии от 2 см до 3 м;
- 3) проведено тестирование разрабатываемого устройства, которое показало работоспособность.

#### Литература

1. Белов, А.В. Управление модулем Arduino по Wi-Fi с мобильных устройств. – СПб.: Наука и Техника, 2020. – 496 с.
2. Блум, Дж. Изучаем Arduino: инструменты и методы технического волшебства. 2-е изд.: пер. с англ. – СПб.: БХВ-Петербург, 2020. – 529 с.: ил.
3. Виноградов, Ю. А. Охранная техника. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2008. – 192 с.: ил. – (Серия «Библиотека Инженера»)
4. Монк, С. Програмируем Arduino. Профессиональная работа со скетчами. – СПб.: Питер, 2017. – 251 с.: ил.
5. Ревич, Ю.В. Занимательная электроника. – 5-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2018. – 672 с.: ил.
6. Ардуино симулятор: подборка лучших программ [Электронный ресурс]. – АрдуиноПлюс.ру. 2018. – URL: <https://arduinoplus.ru/arduino-simulyator/> – (Дата обращения: 18.11.2022).
7. Arduino: Датчики [Электронный ресурс]. – Сайт Александра Климова. 2022. – URL: <http://developer.alexanderklimov.ru/arduino/sensors/> – (Дата обращения: 12.04.2023).
8. Банк данных угроз безопасности информации [Электронный ресурс]. – ФАУ «ГНИИИ ПТЗИ ФСТЭК России». 2023. – URL: <https://bdu.fstec.ru/threat?size=100> – (Дата обращения: 02.04.2023).
9. Виды и различия моделей ESP8266 [Электронный ресурс]. – DIYtimes. 2018. – URL: <https://diytimes.ru/post/5> – (Дата обращения: 26.03.2023).

10. Датчики Arduino: подключение, схемы, скетчи для плат UNO, Mega, Nano [Электронный ресурс]. – ArduinoMaster Российское Ардуино-сообщество. 2017–2019. – URL: <https://arduinomaster.ru/datchiki-arduino/> – (Дата обращения: 17.03.2023).
11. Датчики охранной сигнализации: виды, принцип действия [Электронный ресурс]. – vashumnyidom.ru. 2023. – URL: <https://vashumnyidom.ru/oxrana/datchiki-oxrannoj-signalizacii.html> – (Дата обращения: 28.04.2023).
12. Модель угроз и модель нарушителя физической безопасности [Электронный ресурс]. – docs.yandex.ru. 2012-2023. – URL: <https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1683980270&tld=ru&lang=ru&name=Model-ugroz-i-model-narushitelya.pdf&text=модель%20угроз%20пример&url=http%3A%2F%2Fdvboyarkin.ru%2Fwp-content%2Fuploads%2F2020%2F03%2FModel-ugroz-i-model-narushitelya.pdf&lr=43&mime=pdf&l10n=ru&sign=723580b96b70e6144696bf5ecde94430&keyno=0&nosw=1&serpParams=tm%3D1683980270%26tld%3Dru%26lang%3Dru%26name%3DModel-ugroz-i-model-narushitelya.pdf%26text%3D%25D0%25BC%25D0%25BE%25D0%25B4%25D0%25B5%25D0%25BB%25D1%258C%2B%25D1%2583%25D0%25B3%25D1%2580%25D0%25BE%25D0%25B7%2B%25D0%25BF%25D1%2580%25D0%25B8%25D0%25BC%25D0%25B5%25D1%2580%26url%3Dhttp%253A%2F%2Fdvboyarkin.ru%2Fwp-content%2Fuploads%2F2020%2F03%2FModel-ugroz-i-model-narushitelya.pdf%26lr%3D43%26mime%3Dpdf%26l10n%3Dru%26sign%3D723580b96b70e6144696bf5ecde94430%26keyno%3D0%26nosw%3D1> – (Дата обращения: 13.05.2023).
13. Охранная сигнализация: состав, принцип работы, типы, нюансы установки и монтажа [Электронный ресурс]. – Информационный интернет-сайт «ASUTPP», – URL: <https://www.asutpp.ru/oxrannaya-signalizaciya.html> – (Дата обращения: 7.04.2023).
14. Рыжова, В.А. Проектирование и исследование комплексных систем безопасности. – СПб.: НИУ ИТМО, 2013. – 156 с.

**ВЫСОКОЭНТРОПИЙНАЯ СИСТЕМА**  
**Mg<sub>0.2</sub>Co<sub>0.2</sub>Ni<sub>0.2</sub>Cu<sub>0.2</sub>Zn<sub>0.2</sub>O:**  
**СИНТЕЗ, РЕНТГЕНОСТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ,**  
**МАГНИТОМЕТРИЯ И МЕССБАУЭРОВСКАЯ**  
**СПЕКТРОСКОПИЯ**

*Мусин В.Ф.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Вагизов Ф.Г.*

Высокоэнтропийные оксиды (ВЭО) представляют собой однофазные твердые растворы, состоящие из пяти или более элементов в катионной подрешетке в пропорциях близких к эквиполным [1]. Однофазная структура, состоящая из большого числа компонентов, позволяет ВЭО как проявлять полезные качества каждого из них, так и кардинально их улучшать. Благодаря этому возможные области их применения крайне обширны: катализаторы, диэлектрические материалы для суперконденсаторов, защитные покрытия, биосовместимые материалы и многое другое. Однако на данный момент отсутствует полное понимание всех процессов происходящих в ВЭО. Поэтому исследование данных материалов различными экспериментальными методами, включая структурные, магнитные, диэлектрические, оптические, в том числе и мессбауэровской спектроскопией, имеет актуальное фундаментальное значение.

Для приготовления образцов стехиометрическое соотношение оксидов MgO, CoO, NiO, CuO и ZnO в виде порошка были тщательно перемешаны в агатовой ступке в течение 2,5 часов. Затем, полученный порошок был спрессован в несколько таблеток массой ~ 500 мг одноосным давлением ~ 4000 атм. в течение 15 минут. Таким образом было подготовлено несколько образцов, которые отжигались в горизонтальной трубчатой печи в течение 24 часов при температурах: 1000°C, 1050°C, 1070°C, 1100°C. Часть образцов, синтезированных при температуре 1070°C, непосредственно после окончания отжига, извлекалась из горячей зоны для быстрого охлаждения на воздухе. После отжига таблетки были тщательно размолоты в агатовой ступке до состояния тонкого порошка для последующего исследования.

Из рис. 1, на котором представлены фотографии поверхностей отожженных при различных температурах таблеток перед их размолотом, видно, что только образец, отожженный при температуре 1070°C с быстрым охлаждением, обладает равномерной поверхностью без инородных вкраплений. Та-

ким образом, можно предположить, что данный образец полностью откристаллизовался и имеет однофазную структуру.

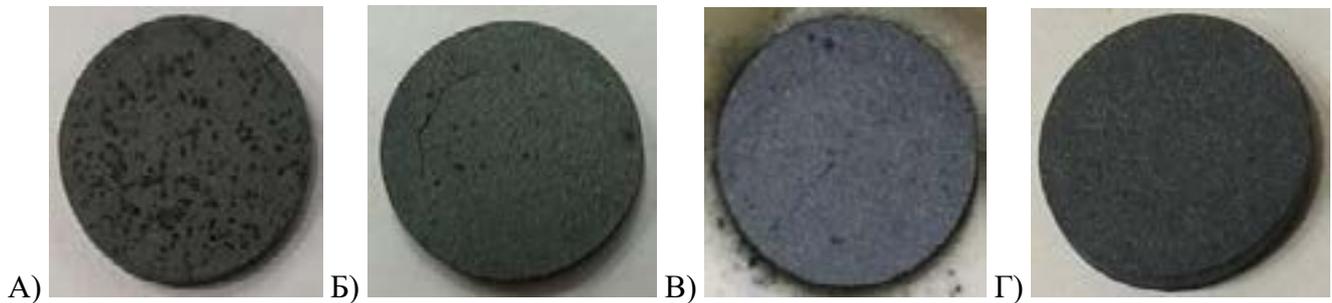


Рис. 1. Морфология поверхности образцов ВЭО, отожженных в течение 24 часов в печи при различных температурах: А) 1000°C; Б) 1050°C; В) 1100°C; Г) 1070°C (с быстрым охлаждением)

Методом рентгеноструктурного анализа были получены данные о фазовом составе и кристаллической структуре синтезированных образцов. Было определено, что наиболее оптимальным является синтез при температуре 1070°C в течение 24 часов с последующим быстрым охлаждением до комнатной температуры. Фаза, наблюдаемая на дифрактограмме этого образца, обладает кубической кристаллической структурой типа NaCl с параметром решетки  $a = 4.23 \text{ \AA}$  (рис. 2). Рассчитанное значение параметра решетки близко к литературному значению  $4.20 \text{ \AA}$  [2].

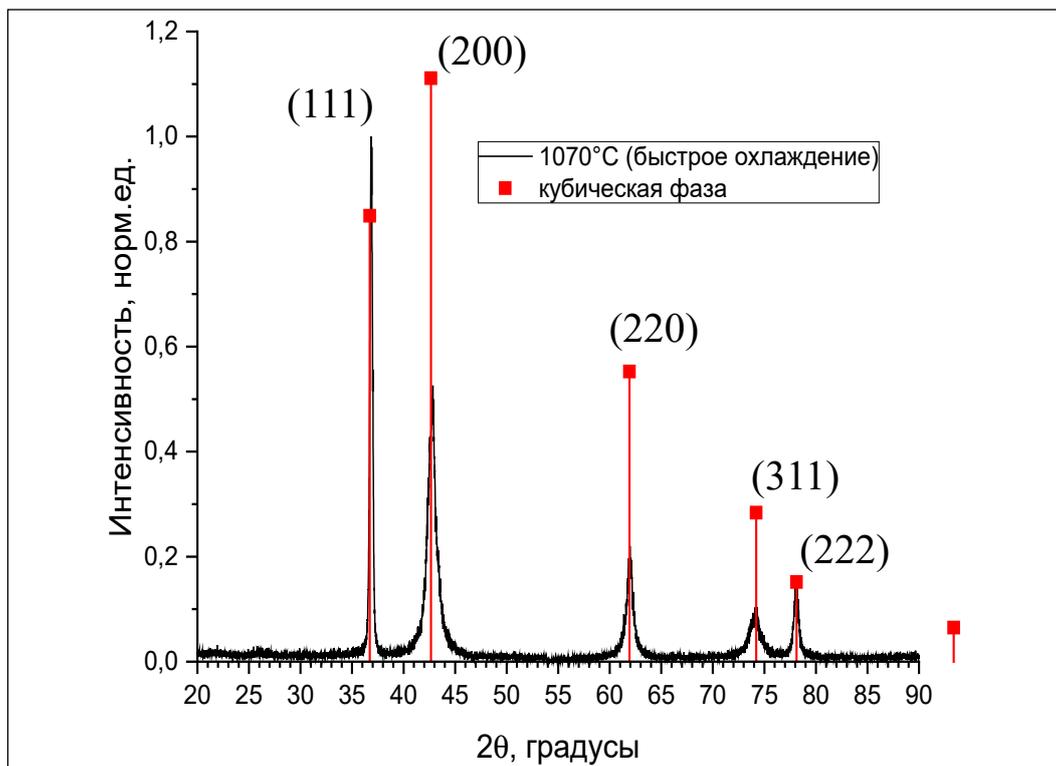


Рис. 2. Дифрактограмма образца, синтезированного при 1070°C с быстрым охлаждением

Магнитные исследования образца, полученного при температуре 1070 °С, методом вибрационной магнитометрии показали, что ВЭО проявляет дальнедействующее упорядоченное антиферромагнитное поведение. Согласно температурной зависимости удельной намагниченности, приведенной на рис. 3, температура Нееля исследованного оксида порядка 152 К. Магнитная восприимчивость продолжает увеличиваться ниже 152 К. Согласно Чжану и его коллегам [3], это говорит о том, что не все локальные моменты участвуют в дальнем порядке. Обратная магнитная восприимчивость  $1/\chi$  (рис. 3), также показывает аномалию вблизи 152 К и нелинейное поведение при высокой температуре выше 152 К. По полученной зависимости была определена температура Кюри-Вейса (-182 К).

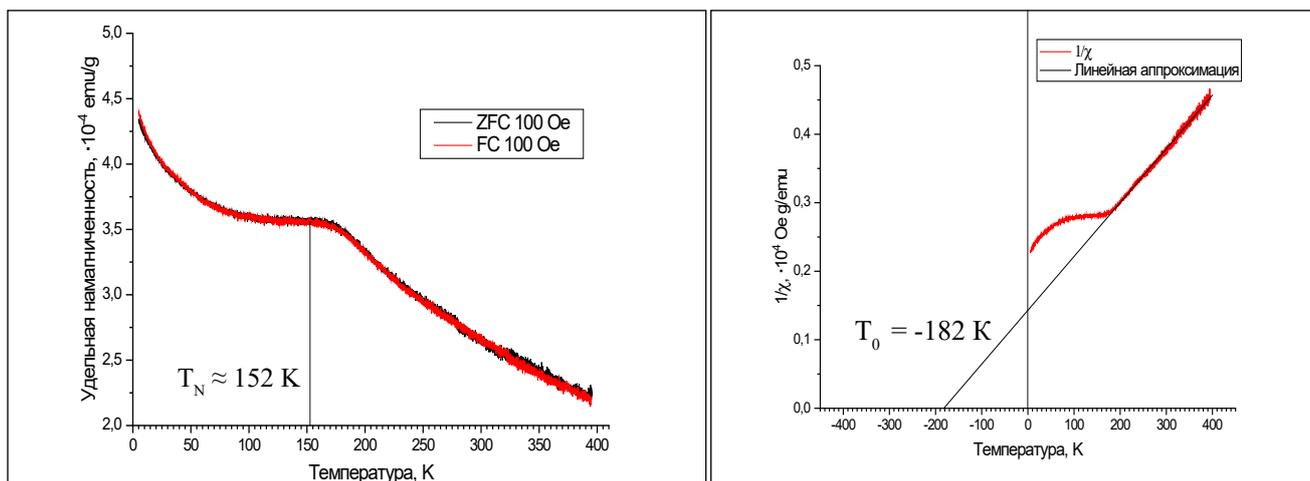


Рис. 3. Зависимость удельной магнитной намагниченности и обратной удельной магнитной восприимчивости от температуры образца без содержания  $^{57}\text{Fe}$

Для исследования образца методом мессбауэровской спектроскопии перед прессованием к 500 мг порошковой смеси было добавлено 2 мг  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , обогащенного по изотопу  $^{57}\text{Fe}$  до 95%. Для равномерного распределения оксида железа смешивание проводилось путём поэтапного добавления исходной смеси ВЭО. Измерения проводились при температурах 80 К, 120 К, 140 К, 160 К, 195 К, 230 К, 265 К и 295 К.

В спектре, накопленном при комнатной температуре, проявляется дублет, обусловленный парамагнитным состоянием ионов железа (рис. 4). Линии дублета уширены и ассиметричны, что свидетельствует о распределении изомерных сдвигов и квадрупольных расщеплений.

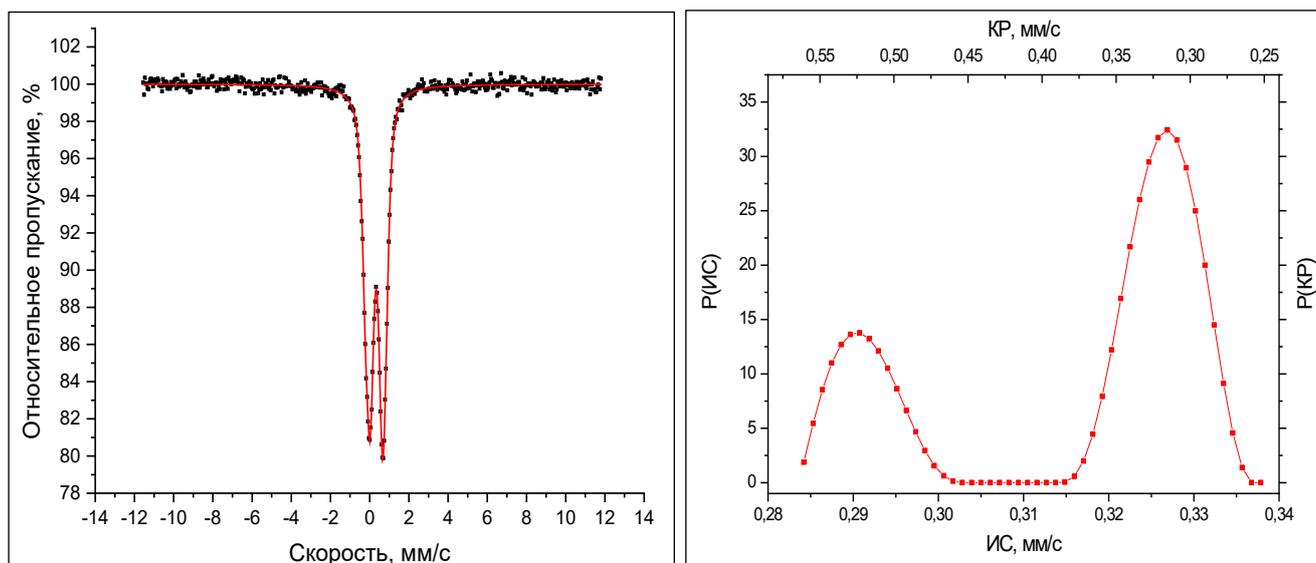


Рис. 4. Мёссбауэровский спектр образца при комнатной температуре и распределения изомерного сдвига  $P(ИС)$  и квадрупольного расщепления  $P(КР)$  в образце 295 К

Полученный спектр обрабатывался с помощью программного обеспечения SpectrRelax. В результате обработки спектра было получено распределение, показывающее наличие двух центров ионов Fe (рис. 4). Согласно данной модели в образце преобладают две конфигурации расположения атомов в решётке.

Данная модель использовалась для обработки мёссбауэровских спектров, полученных при более низких температурах. В результате были построены зависимости изомерного сдвига и квадрупольного расщепления от температуры (рис. 5).

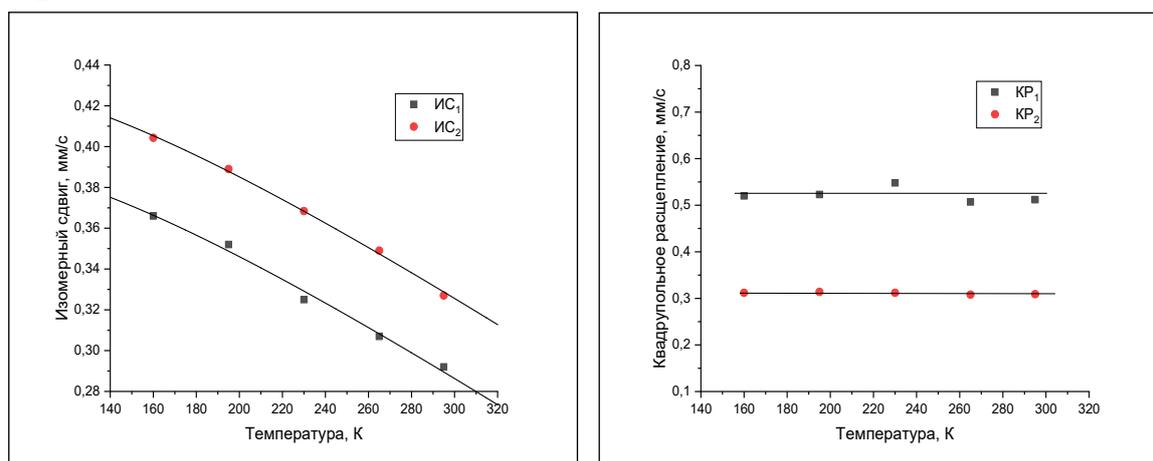


Рис. 5. Зависимость изомерного сдвига и квадрупольного расщепления от температуры

Значения изомерного сдвига соответствуют состоянию  $^{57}Fe$  со степенью окисления +3. Увеличение значения изомерного сдвига с понижением температуры вызвано Доплеровским сдвигом второго порядка, который может быть проанализирован с использованием модели Дебая для фононного

спектра. В результате было получено значение температуры Дебая порядка 505 К.

В спектре, накопленном при 80 К, проявляется секстет, обусловленный магнитным упорядочением (рис. 6). Средняя величина изомерного сдвига 0,46 мм/с, величина среднего сверхтонкого магнитного поля на ядрах  $^{57}\text{Fe}$  порядка 320 кЭ.

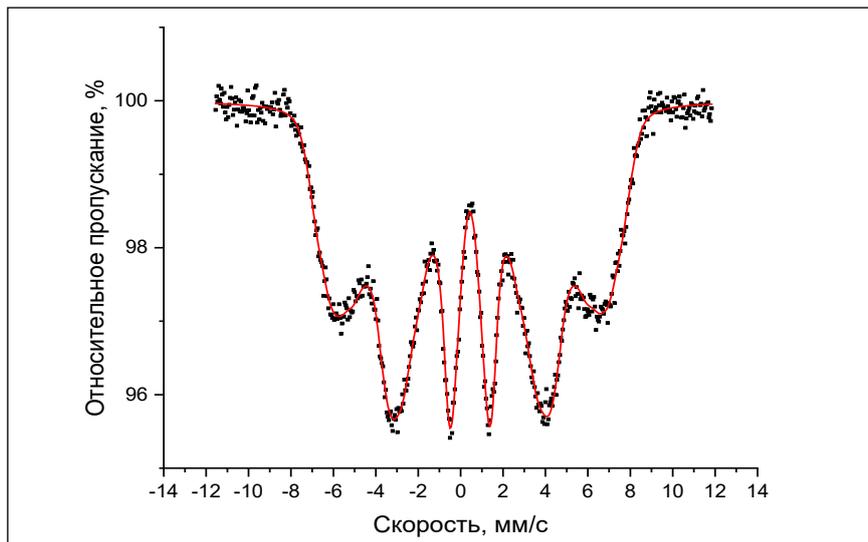


Рис. 6. Мёссбауэровский спектр образца при температуре 80 К

### Литература

1. Rost C.M. Entropy-stabilized oxides / C.M. Rost, E. Sachet, T. Borman et. al. // Nature Communications. – 2015. – V. 6. – P. 1–8.
2. Qiu N. A high entropy oxide ( $\text{Mg}_{0.2}\text{Co}_{0.2}\text{Ni}_{0.2}\text{Cu}_{0.2}\text{Zn}_{0.2}\text{O}$ ) with superior lithium storage performance / N. Qiu, H. Chen, Z. Yang et. al // Journal of Alloys and Compounds. – 2019. – V. 777. – P. 767–774.
3. Zhang, J. Long range antiferromagnetic order in a rocksalt high entropy oxide / J. Zhang, J. Yan, S. Calder et. al. // Chemistry of Materials. – 2019. – V. 31. – P. 3705–3711.

# СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНИВАНИЯ ДОСТИЖЕНИЯ ПРЕДМЕТНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ УЧАЩИХСЯ 5-Х КЛАССОВ ПО МАТЕМАТИКЕ

*Мухамматгалиева А.М.*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, профессор Нефедьев Л.А.*

Оценка качества усвоения детьми учебных программ отдельных предметов, являющаяся составной частью единой системы оценки качества образования, позволяет осуществлять мониторинг знаний учащихся с целью не только полного представления о качестве их знаний, но и выявления имеющихся проблем. Поэтому учителю важно иметь хороший инструментарий оценивания предметных и метапредметных результатов, учащихся по своему предмету.

Актуальность темы обусловлена, во-первых, потребностью учителей математики, преподающих в 5-6 классах, в оценивании планируемых предметных результатов обучения в связи с изменением распределения содержания образования курса «математика» в 2022/23 учебном году в соответствии с обновленными ФГОС ООО. Во-вторых, необходимостью внедрения в учебный процесс заданий, обеспечивающих повышение математической грамотности, как одного из основных направлений функциональной грамотности. Исходя из актуальности, целью исследования является разработка инструментария для оценивания качества обучения учащихся 5-х классов по математике в рамках урочной и внеурочной деятельности.

Для достижения поставленной цели был проведен анализ научных трудов по теме исследования, раскрывающих основные понятия системы оценивания. Были изучены требования к условиям проведения, структуре и критериям оценивания качества образования учащихся, содержащихся в нормативно-правовых документах. Также в теоретической части исследования выделены основные требования к организации проектной деятельности в школе и оцениванию предметных знаний в рамках проектной деятельности.

В практической части исследования на основе сравнительно-сопоставительного анализа разработаны контрольно-измерительных материалов УМК по математике комплект заданий для оценки достижений планируемых предметных и метапредметных результатов. Все контрольные работы имеют одинаковую структуру и критерии оценки, что является удобным, как и для учителя, так и для обучающихся. Данные работы были апробированы

в течение всего учебного года и показали свою эффективность. На основе статистической обработки данных мониторинговых исследований проанализированы уровни усвоения предметных знаний, метапредметных универсальных учебных действий, математической грамотности. Составленные таблицы в программе Microsoft Excel могут помочь учителю визуализировать полученные данные для того, чтобы в дальнейшем повысить качество усвоения предметных знаний.

Теоретическая значимость исследования заключается в том, что представленная работа вносит вклад в изучение методов и способов оценивания планируемых результатов учащихся. А практическая направленность исследования заключается в том, что составленный на основе требований новых ФГОС ООО комплект контрольно-измерительных материалов по математике можно будет использовать для оценки качества обучения учащихся 5 классов.

Исходя из проделанной работы, мной были сделаны выводы, что до внедрения новых стандартов обучения методы диагностики были более нацелены на выявление одних предметных знаний учащихся и умению решать типовые задачи. Сейчас же все большее внимание уделяется развитию творческих способностей обучающихся, к их умению применять полученные знания в реальных жизненных ситуациях. Можно сказать, что теперь процесс оценивания не сводится к простому выявлению ошибок, а становится элементом управления качества образования. Благодаря технологии формирующего оценивания ученик из объекта оценивания становится его субъектом, что помогает ему непосредственно произвести самостоятельную оценку своих знаний и умений. Несомненным преимуществом новых стандартов также является их единость для всех учебных заведений. Обучающимся, которые были вынуждены сменить образовательное учреждение, становится намного легче адаптироваться, так как содержание курса математики для 5-х классов на данный момент не зависит от конкретного УМК, а одинаково для всех школ. Благодаря ограничению объема учебного времени, затраченного на проведение оценочных процедур, учебная программа также становится более рациональной и целесообразной.

# СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТОЧНЫХ ЭФЕМЕРИД И МОДЕЛЬНЫХ РАСЧЕТОВ НА ПРИМЕРЕ НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВ ГЛОНАСС, GPS, GALILEO, BEIDOU

*Никитина Л.А.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Когогин Д.А.*

В настоящее время навигационные спутники являются неотъемлемой частью жизнедеятельности человека. Они используются людьми каждый день, несмотря на то, что многие даже не задумываются об этом. Что же такое искусственный спутник? Искусственные спутники Земли – это летательные аппараты, выведенные на околоземную орбиту с целью решения многих прикладных и научных задач. Несколько спутников, а также земной сегмент образуют спутниковую навигационную систему – это совокупность приборов, программного обеспечения, позволяющие определить положение тела в пространстве.

Целью данной работы является сравнение прогнозируемого перемещения спутника с его действительным перемещением по орбите. Актуальность исследования заключается в важности определения точного положения спутника на орбите, ведь чем точнее мы определяем положение спутника, тем точнее спутниковая система определяет положение тела в пространстве (на поверхности земли, воды и в воздушном пространстве).

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

- разработать скрипт для определения прогнозируемого перемещения спутника;
- разработать скрипт для построения траектории точного перемещения спутника;
- провести сравнительный анализ полученных результатов.

Методы, используемые в работе:

- сравнительный анализ;
- моделирование;
- расчет и измерения.

## Теоретическая часть

На данный момент существует четыре глобальные спутниковые навигационные системы (ГНСС), которые обеспечивают полное покрытие земного шара и бесперебойную работу. Это ГЛОНАСС, GPS, Galileo, BeiDou.

ГЛОНАСС – российская спутниковая система навигации и позиционирования. Она состоит из сети спутников, земных станций управления и приемников, которые могут использоваться для определения координат, скорости и времени в любой точке на земной поверхности. ГЛОНАСС была создана для обеспечения навигационной поддержки в различных областях, включая автомобильный и морской транспорт, аэронавигацию, лесозаготовительную и геодезическую деятельность.

GPS – спутниковая система навигации, обеспечивающая измерение расстояния, времени и определяющая местоположение во всемирной системе координат WGS 84. Система разработана, реализована и эксплуатируется Министерством обороны США, при этом в настоящее время доступна для использования в гражданских целях [1].

Galileo – совместный проект спутниковой системы навигации Европейского союза и Европейского космического агентства, является частью транспортного проекта Трансъевропейские сети. Система предназначена для решения геодезических и навигационных задач [1].

BeiDou – это китайская спутниковая навигационная система. Её разработка началась в 1994 году (версия «Бэйдоу-1»), на полную мощность она вышла в 2020 году (версия «Бэйдоу-3»). В состав системы также входят геостационарные спутники [1].

В таблице 1 приведены сходства и отличия названных выше ГНСС.

Таблица 1. Сходства и отличия ГНСС

	ГЛОНАСС	GPS	Galileo	BeiDou
Первый запуск	октябрь 1982 года	февраль 1978 года	октябрь 2011 года	октябрь 2000 года
Количество спутников	24	32	28	49
Высота орбиты, км	19100	20180	23 222	21 500
Наклон орбиты, °	64,8	55	56	55
Количество плоскостей	3	6	3	3
Время полного оборота	11 часов и 15 минут	11 часов 58 минут	14 ч 4 мин 42 с	12 ч 53 мин 24
Покрытие	глобальное	глобальное	глобальное	глобальное

*Источник: составлена автором на основе [2].*

### Практическая часть

На примере одного спутника ГЛОНАСС с номером 54031 построим прогнозируемую и точную траектории движения за 4 марта 2023 года и проведем сравнительный анализ.

Для выполнения поставленной задачи были разработаны скрипты на языке программирования Python. Первая программа направлена на получения прогнозируемого перемещения спутника. Для этого используются файлы формата TLE (Two-Line Element). Они представляют собой двухстрочный формат данных, содержащий набор элементов орбиты для спутника Земли [3]. На выходе мы получаем траекторию движения спутника. На рисунке 1 представлено прогнозируемое перемещение спутника 54031.

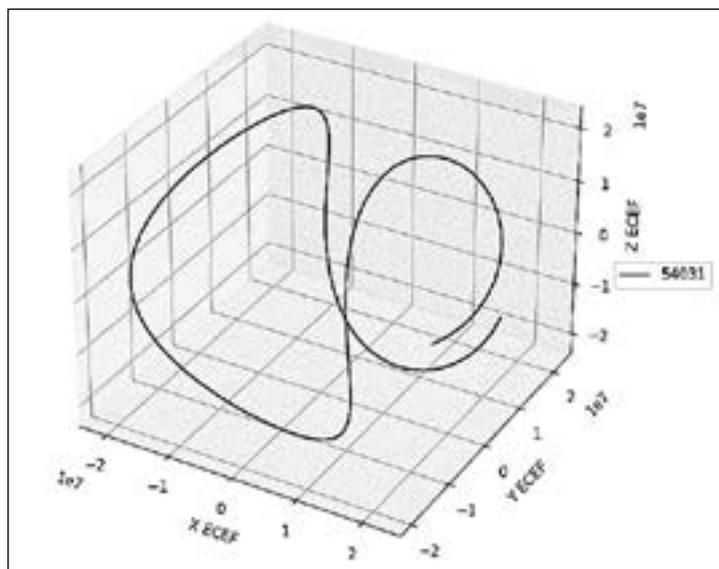


Рис. 1. Прогнозируемое движение спутника 54031

В работе используется ещё один формат данных – sp3 (Standard Product 3). Это формат файла, используемый для хранения позиционных данных о спутниках, получаемых с помощью навигационных приемников. Он описывает точное положение спутника на небесной сфере в заданное время, так как содержат координаты, а также информацию о скорости, ускорении и других параметрах [4]. Во второй программе используется именно этот формат, с его помощью получена информация о точном перемещении спутника 54031.

Последним этапом в данном исследовании является сравнительный анализ. Он заключается в нахождении среднеарифметического отклонения прогнозируемого от точного перемещения.

В определенный момент времени выбирается прогнозируемая координата спутника и сравнивается с точной координатой:

$$\Delta x = \frac{x_{\text{ecef}} - x}{n},$$

где  $x_{\text{ecef}}$  – прогнозируемая координата,  $x$  – точная координата,  $\Delta x$  – среднеарифметическая погрешность, количество точек сравнения. В файле фор-

мата  $sr3$  представлены координаты спутников для 96 положений на орбите, поэтому и точек сравнения тоже 96.

Далее аналогично для осей  $y$  и  $z$ :

$$\Delta y = \frac{y_{срcf} - y}{n} \text{ и } \Delta z = \frac{z_{срcf} - z}{n}.$$

Таким образом для спутника 54031 среднеарифметическое отклонение составило:  $\Delta x = 2834,31$  м,  $\Delta y = 545,67$  м,  $\Delta z = 1687,53$  м.

Для более точных результатов аналогичные действия были проведены для более 20 спутников из каждой ГНСС ГЛОНАСС, GPS, Galileo и BeiDou. В таблице 1 представлены средние отклонения для спутников из четырех выше названных ГНСС за 4 марта 2023.

Таблица 2. Средние отклонения прогнозируемого от точного перемещения для ГНСС ГЛОНАСС, GPS, Galileo, BeiDou

Среднее отклонение	$\Delta x_{ГНСС}, \text{ м}$	$\Delta y_{ГНСС}, \text{ м}$	$\Delta z_{ГНСС}, \text{ м}$
ГЛОНАСС	1895,980	2014,865	2649,924
GPS	64,843	55,638	163,058
Galileo	4827,992	5125,346	5350,701
BeiDou	2535,314	2202,066	2834,964

### Вывод

В ходе данного исследования был проведен сравнительный анализ, по результатам которого можно сделать следующие выводы: прогнозируемое перемещение имеет заметное отклонение от точного, причем для разных ГНСС оно имеет различные значения. Для GPS среднеарифметическое отклонение самое маленькое, не превышающее 200 м, а для Galileo самое значительное, в пределах 5 км. Для ГЛОНАСС и BeiDou среднеарифметическое отклонение колеблется от 2 до 3 км.

Причина отклонения спутника от прогнозируемой орбиты может быть связана с разными факторами, например, аэродинамическим сопротивлением, массовой неравномерностью Земли, изменениями магнитного поля Земли, взаимодействием с другими спутниками и мусором в околоземном пространстве, точностью измерений и используемыми моделями.

### Литература

- Интернет-ресурс: Министерство цифровых технологий и связи URL: <https://digital.gov39.ru/activity/connection/glonass/> (дата обращения: 10.04.2023).

2. Интернет-ресурс: Прикладной потребительский центр ГЛОНАСС – URL: <https://glonass-iac.ru/> (дата обращения: 8.04.2023).

3. Интернет-ресурс: R4UAB – URL: <https://r4uab.ru/tle/> (дата обращения: 10.04.23).

4. Steve Hill. The Extended Standard Product 3 Orbit Format (SP3d)/ Steve Hill// National Geodetic Survey National Ocean Service, NOAA Silver Spring, MD 20910. (USA, 21 February 2016). – 2016. – С. 1–4.

# ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ТУМАННОСТЕЙ БЫСТРОЛЕТЯЩИХ ПУЛЬСАРОВ

*Никоноров И.Н.*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук,  
в.н.с. Института астрономии РАН Барков М.В.*

Пульсары являются источниками ультрарелятивистского ветра. Существует широкий класс туманностей, образованных быстролетающими пульсарами (англ. bow shock nebulae), которые покинули родительские остатки сверхновых и имеют скорости до тысяч километров в секунду. В линии H $\alpha$  проводился поиск таких туманностей, результаты обзора можно найти в статье С.П. Браунсбергера и др. [1]. Наблюдения в линиях, приходящихся на оптический диапазон, позволили непосредственно восстановить форму образующейся в межзвёздной среде (МЗС) ударной волны. Различные диаметры сечения по длине хвоста туманности, по мнению многих авторов, вызваны неоднородностями плотности МЗС. Например, магнитогидродинамическое моделирование в работе О.Д. Торопиной и др. [2] подтверждает вариации в структуре ударной волны при различной форме таких неоднородностей. Похожий результат в статье М.В. Баркова и др. [3], релятивистское гидродинамическое моделирование с расчётом ионизации показывает возможность использования синтетических карт излучения в спектральных линиях для изучения неоднородностей МЗС путём сравнения с наблюдательными данными. Возможен и обратный подход – рассчитав карты излучения в различных линиях УФ-, оптического и ИК-диапазонов, можно предсказать, в каких из них будет перспективно проводить поиск подобных объектов.

Для построения моделей требовался программный комплекс, позволяющий строить гидродинамические симуляции течений плазмы, двигающихся с релятивистскими скоростями, и одновременно достаточно точно рассчитывать ионизационный баланс во всей расчётной области. Эта работа основана на программном пакете PLUTO, общие сведения о котором даны в статье А. Мигнона и др. [4]. Расчёт течения газа производился посредством интегрирования уравнений релятивистской гидродинамики методом Рунге-Кутты 2-го порядка точности по времени. Потоки на интерфейсах находились методом HLLC с реконструкцией по координатам с помощью схемы 3-го порядка (PPM).

Для расчёта охлаждения в оптически тонкой среде туманности использовался модуль MINEq (Multi-Ion Non-Equilibrium Cooling) программного пакета PLUTO. Принципы его работы описаны в статье О. Тешиляну и др. [5]. Главное отличие данной работы от статьи М.В. Баркова и др. [3], в которой использовался модуль SNEq (Simplified Non-Equilibrium Cooling) – значительно более подробный и точный метод подсчёта функции охлаждения и ионизационного состояния вещества. В то время, как в SNEq рассматривается состояние только водорода, MINEq учитывает: 1) H, He и первые 5 стадий ионизации C, N, O, Ne и S – всего 30 ионов. Для всех решаются уравнения ионизационного баланса; 2) процессы ионизации-рекомбинации при взаимодействии с электронами и ионами H и He; 3) f-f переходы для HII и HeII; 4) ударные и спонтанные переходы и охлаждение в линиях в рамках 5-уровневой модели для каждого иона.

Вместе с уравнениями гидродинамики интегрируются уравнения, описывающие количество ионов в вычислительной ячейке:

$$\partial_t(\Gamma \rho X_{k,i}) + \nabla \cdot (\Gamma \rho X_{k,i} \mathbf{v}) = \Gamma \rho S_{k,i}. \quad (1)$$

Индекс  $k$  соответствует химическому элементу,  $i$  – стадии ионизации.  $\Gamma$  – фактор Лоренца,  $X_{k,i} = \frac{n_{k,i}}{n_k}$  – доля данного иона среди всех ионов рассматриваемого элемента по числу частиц.  $S_{k,i}$  – темпы ионизации и рекомбинации в единице объёма в единицу времени. Консервативная часть уравнения 1 интегрируется вместе с уравнениями адвекции. При охлаждении изменяются только плотность энергии и ионизационное состояние, поэтому действие оператора можно описать с помощью системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Она интегрируется методом Рунге-Кутты 2-го порядка точности по времени с адаптивными уточнениями. Совместное решение достигается методом разделения Стрэнда, обеспечивая 2-й порядок точности по времени и 3-й по координате.

В данной работе выбран хим. состав, подобный туманности Ориона: H – 0.93, He – 0.074, C –  $3.0 \times 10^{-4}$ , N –  $5.0 \times 10^{-5}$ , O –  $4.0 \times 10^{-4}$ , Ne –  $7.0 \times 10^{-5}$ , S –  $1.5 \times 10^{-5}$ . Используемые атомные данные приведены в статье О. Тешиляну и др. [5]. После проведения основных вычислений для расчёта карт излучения (см. далее) была дополнена модель иона HeII: использованы сечения ударного возбуждения электронами из базы данных TIPbase (см. статью Р. Киселиуса и др. [6]) и атомные данные из базы данных CHIANTI 10 (см. статью Г. Дель Занна и др. [7]).

Задача была рассмотрена в системе отсчёта пульсара в 2D случае в цилиндрических координатах  $(R, z)$ :  $R \in [0; 35a]$ , 520 ячеек;  $z \in [-3a; 100a]$ , 1560 яче-

ек ( $[-5a; 100a]$ , 1690 ячеек для модели с низкой скоростью пульсара), здесь  $a = 10^{16}$  см.

Далее изложены основные начальные и граничные условия. Главным фактором, задающим форму головной ударной волны туманности является скорость пульсара относительно МЗС ( $V_{NS}$ ). Скорость течения холодного ( $p \ll \rho v^2$ ) газа: Рассмотрены случаи:

$V_{NS} = 150, 450, 1500 \frac{\text{км}}{\text{с}}$  (типичные низкое, умеренное и высокое значения).

Плотность вещества МЗС:  $\rho_{ISM} = \frac{\rho_0}{1 - a_p \sin \left[ \frac{z - tV_{NS}}{\lambda} \right]}$ , где  $\rho_0 = \frac{m_p}{\text{см}^3}$ ,  $\lambda = 30 \times 10^{16}$  см – длина волны колебаний  $\rho_{ISM}$ ,  $a_p$  – её амплитуда (для  $V_{NS} = 150 \frac{\text{км}}{\text{с}}$  рассмотрен случай с постоянной плотностью вещества МЗС  $\rho_0$ ), ионизационный баланс равновесный. Зона впрыска пульсарного ветра характеризовалась холодным веществом ( $\frac{\rho c^2}{p} = 100$ ) и сферическим разлётом. При фиксированных  $V_{NS}$  и расстоянии между пульсаром и ударной волной ( $r_s = 1a$ ) находились остальные параметры. Со стороны хвоста туманности было задано условие выдувания ветра. На оси вычислительной области – условие отражения потока, на её внешней радиальной границе – условие свободного истечения потока. Газ считался идеальным с постоянным показателем адиабаты, были рассмотрены граничные случаи (для  $V_{NS} = 150 \frac{\text{км}}{\text{с}}$  рассмотрен только случай  $\gamma = \frac{4}{3}$ ):

$\gamma = \frac{4}{3}, \frac{5}{3}$  (ультрарелятивистский и классический пределы соответственно).

Для расчёта карт излучения в гидродинамических моделях был разработан высокопроизводительный пакет программ, действующий как процессорные ядра, так и графический ускоритель, что обеспечивает использование всех возможностей рабочей станции. Чтение контрольных точек гидродинамической модели производилось в MPI-процессах Python-рантайма с помощью пакета PyPLUTO. Адреса данных после преобразования поступали в модуль расчёта коэффициентов излучения, написанный на языке C и основанный на глубоко переработанном MINEq. Различия между ними основаны на следующем – в MINEq оценивается мощность охлаждения единицы объёма газа (см. ур-е 2), в то время как разработанной программе рассчитывается коэффициент излучения (см. ур-е 3):

$$\text{MINEq: } S_E = -(n_{at} n_{el} \Lambda(T, X) + L_{FF} + L_{I-R}), \quad (2)$$

$$\text{Данная работа: } \eta = \frac{n_{at} n_{el} \hat{\Lambda}(T, X_{kl})}{4\pi}, \quad (3)$$

где  $\Lambda$  – часть функции охлаждения газа за счёт излучения в линиях, нормированная на концентрации электронов и ионов;  $\hat{\Lambda}$  – её часть, отвечающая линии или суммируемому набору линий, в котором производится расчёт излучения. На графическом ускорителе реализовались поворот системы координат, пересчёт коэффициентов излучения из неравномерной двухмерной на равномерную трёхмерную вычислительную сетку с помощью интерполяции методом ближайшего соседа и суммирование вдоль оси, соответствующей лучу зрения.

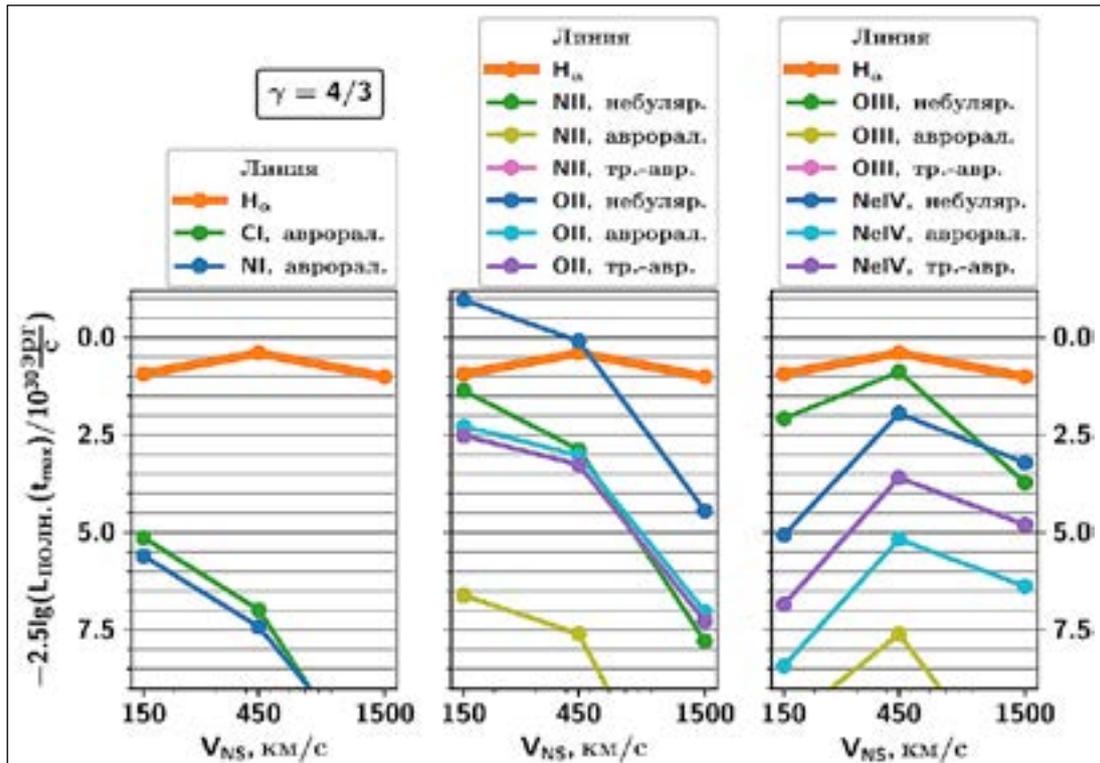


Рис. 1. Зависимость светимости участка туманности (в масштабе шкалы звёздных величин) до  $z = 49.5a$  по завершении симуляций от скорости пульсара для  $\gamma = 4/3$  в некоторых спектральных линиях (для мультиплетов – в их суммах)

Впервые рассчитаны и проанализированы карты излучения в линии  $H\alpha$  (до этого были рассчитаны карты излучения в  $L\alpha$ ), а также в линиях атомов  $Cl$ ,  $NI$  и ионов  $HeII$ ,  $SII$ ,  $NII$ ,  $OII$ ,  $OIII$  и  $NeIV$  от УФ- до ИК-диапазона. Исследована возможность поиска туманностей быстролетающих пульсаров при наблюдении в данных линиях. Наибольшая интенсивность в рассмотренных случаях, помимо  $H\alpha$ , ожидается в небулярных линиях  $SII$ ,  $NII$ ,  $OII$ ,  $OIII$  и  $NeIV$ , а также при подходящих условиях в небулярных линиях  $SII$  и  $NII$ , авроральной и трансавроральных линиях  $OII$ . Получены потоки на порядок меньше, чем в  $H\alpha$ , а при подходящих условиях сравнимые с ней в случае  $OIII$  (и, при малых скоростях пульсара,  $SII$  и  $NII$ ) и превосходящие их почти

на порядок в случае ОII. При высоких скоростях в линиях NeIV выявлено исчезновение головной части туманности, а сама туманность приобретает форму усечённого конуса. При промежуточных скоростях пульсара в линиях, формируемых нейтральными и однократно ионизованными атомами, исчезает видимая структура, за исключением частей квазисферических ударных волн с максимальной плотностью. В то время как в случае OIII образуется форма колокола, подобная наблюдаемой в H $\alpha$ . Также в линиях NeII, SII, NII, OII, OIII и NeIV ожидается формирование «колец» на стыках квазисферических ударных волн. Их наличие может оказаться хорошим индикатором умеренных скоростей движения пульсара. При низких скоростях межзвёздное вещество может глубоко проникать в зону пульсарного ветра, формируя внутренние кольцеобразные структуры. В случае трёхмерных расчётов они, вероятно, будут неустойчивы и сформируют не кольца, а отдельные яркие области внутри туманности.

#### *Благодарности*

Работа выполнена при поддержке гранта РФФ 23-22-00385 и при поддержке Фонда имени Геннадия Комиссарова. Основные вычисления были выполнены на кластере CfCA Национальной Астрономической Обсерватории Японии. Авторы выражают благодарность команде PLUTO за возможность использования программного пакета PLUTO.

#### Литература

1. Brownsberger Sasha, Romani Roger W. A Survey for H $\alpha$  Pulsar Bow Shocks // *The Astrophysical Journal*. – 2014. – Т. 784, №2. – С. 154.
2. Toropina O.D., Romanova M.M., Lovelace R.V.E. Modelling the bow shock Pulsar Wind Nebulae propagating through a non-uniform ISM // *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. – 2019. – Т. 484, №2. – С. 1475–1486.
3. Barkov Maxim V., Lyutikov Maxim, Khangulyan Dmitry. Fast-moving pulsars as probes of interstellar medium // *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. – 2020. – Т. 497, №3. – С. 2605–2615.
4. PLUTO: A Numerical Code for Computational Astrophysics / A. Mignone, G. Bodo, S. Massaglia [и др.] // *The Astrophysical Journal Supplement Series*. – 2007. – Т. 170, №1. – С. 228–242.
5. Teşileanu O., Mignone A., Massaglia S. Simulating radiative astrophysical flows with the PLUTO code: a non-equilibrium, multi-species cooling function // *Astronomy and Astrophysics*. – 2008. – Т. 488, №1. – С. 429–440.

6. Kisielius R., Berrington K.A., Norrington P.H. Atomic data from the IRON Project. XV. Electron excitation of the fine-structure transitions in hydrogen-like ions He II and Fe XXVI. // *Astronomy and Astrophysics Supplement*. – 1996. – T. 118. – С. 157–162.

7. CHIANTI–An Atomic Database for Emission Lines. XVI. Version 10, Further Extensions / G.Del Zanna, K.P. Dere, P.R. Young [и др.] // *The Astrophysical Journal*. – 2021. – Т. 909, №1.– С. 38.

# СПЕКТРАЛЬНО-КИНЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИЗАЦИЯ ЛЮМИНОФОРОВ $\text{LiGd}_x\text{Y}_{1-x}\text{F}_4$ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ И СЕНСОРИКИ

*Олейникова Е.И.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Низамутдинов А.С.,  
научный консультант – канд. физ.-мат. наук Пудовкин М.С.*

В современном мире существует потребность в бесконтактных способах измерения температуры с высоким пространственным разрешением для целей клеточной биологии, гипертермии [1] и сенсорики мироустройств [2]. Одним из таких способов является люминесцентная термометрия, где в качестве температурного зонда служит нано– или микро-люминофор, параметры сигнала люминесценции которого зависят от температуры. Дизайн таких люминофоров является очень актуальной задачей.

К задачам и цели данной работы можно отнести расчет коэффициента распределения ионов  $\text{Gd}^{3+}$  в матрице  $\text{LiYF}_4$  и характеристика частиц  $\text{LiGd}_x\text{Y}_{1-x}\text{F}_4$  и  $\text{Eu}^{3+}:\text{LiGdF}_4$ , а также исследование таких параметров их люминесценции, как форма спектра люминесценции и кинетики затухания люминесценции в зависимости от температуры.

Частицы были получены путем перемалывания соответствующих кристаллов. Фазовый состав был определен методом порошкового рентгенофазового анализа на дифрактометре «Shimadzu XRD-7000S,  $\text{K}\alpha$  ( $\lambda = 0.15406$  нм), люминесцентные характеристики были исследованы методом лазерной абсорбционной спектроскопии. Оптическое возбуждение производилось лазером  $\lambda = 274$  нм ( $T=10$  нс,  $\nu=10$  Гц), переход  ${}^8\text{S}_{7/2} \rightarrow {}^6\text{I}_j$  ( $\text{Gd}^{3+}$ ). Регистрация спектров и кинетик люминесценции осуществлялась с использованием оборудования Stellarnet (разрешение 0,5 нм), криостат CRYO industries, МДР-23, ФЭУ-62, ФЭУ-100 и Tektronix DPO 7354.

Поскольку в объемных кристаллах ионы матрицы стараются вытеснить примесь, следовательно, в нашем случае существует коэффициент распределения ионов  $\text{Gd}^{3+}$  в матрице  $\text{LiYF}_4$ . Поэтому перед тем как изучать концентрационные серии, нам нужно узнать коэффициент распределения в кристалле. Поэтому были записаны спектры поглощения образца  $\text{LiGd}_x\text{Y}_{1-x}\text{F}_4$  ( $x=0.05$ ), в зависимости от расстояния от шапки к носику кристалла. Для данной концентрации не происходит полного поглощения излучения образцом, но в тоже время интенсивности полос поглощения хватит для регистрации за-

висимости поглощения. Далее был посчитан коэффициент распределения примеси, который равняется  $k=0,84$ . Для дальнейших экспериментов мы всегда берем одинаковую часть всех кристаллов, а далее перемалываем ее в микрочастицы.

Важной характеристикой люминофоров является время затухания люминесценции ( $t_{\text{decay}}$ ), для образцов  $\text{LiGd}_x\text{Y}_{1-x}\text{F}_4$  ( $x=0.05; 0.3; 0.7$  и  $1.0$ ) представлено на рисунке 1. Видим, что для образцов  $\text{LiGd}_x\text{Y}_{1-x}\text{F}_4$  ( $x=0,05; 0,3$  и  $0,7$ ) время затухания люминесценции укорачивается с увеличением температуры из-за процессов многофононной релаксации на дефектах, особенно явно это становится заметно с 200-220 К. Однако для образца  $\text{LiGdF}_4$  наблюдается увеличение времени затухания люминесценции с ростом температуры, начиная с 200 К из-за такого явления, как пленение излучения. Пленение излучения – задержка выхода фотонов из образца, обусловленная многократностью актов их поглощения и последующего переизлучения соседними ионами. Для данного образца конкурируют как минимум два процесса: многофононная релаксация на дефектах и пленение излучения, поэтому он был выбран и легирован ионами  $\text{Eu}^{3+}$  для дальнейшего исследования. Известно, что для получения более высокой температурной чувствительности люминофоров нужно как можно больше температурно-зависимых процессов, которые в итоге могут друг на друга усилить. Также мы замечаем, что время затухания люминесценции  $t_{\text{decay}}$  для образца  $\text{LiGdF}_4$  значительно ниже остальных, это связано с концентрационным тушением в образце.

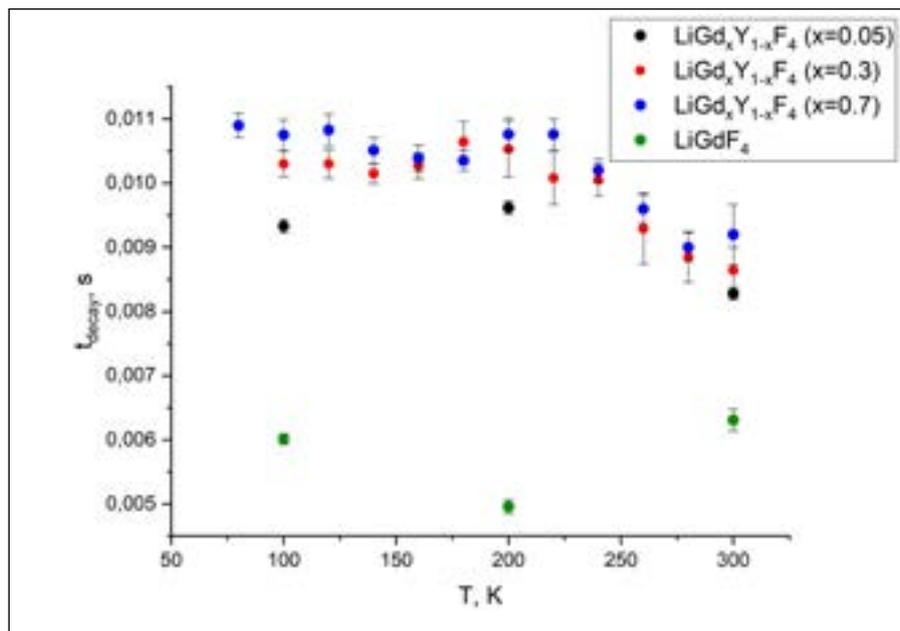


Рис. 1. Время затухания люминесценции ( $t_{\text{decay}}$ ) образцов  $\text{LiGd}_x\text{Y}_{1-x}\text{F}_4$  ( $x=0,05; 0,3; 0,7$  и  $1,0$ ) на длине волны 312 нм ( ${}^6\text{P}_{7/2} \rightarrow {}^8\text{S}_{7/2}$ ) в диапазоне температур 100– 300 К

Следует отметить, что  $\text{LiGdF}_4$  имеет низкую температуропроводность, что делает его актуальным материалом для температурных датчиков, так как минимизируется воздействие на исследуемый объект [3]. Более того  $\text{LiGdF}_4$  может быть использован в качестве активной среды твердотельных лазеров, так как его преимуществом является возможность получения относительно более высоких концентраций легированных ионов (например,  $\text{Nd}^{3+}$  для неодимовых лазеров) [4].

Далее были получены микрочастицы  $\text{Eu}^{3+}$  (1 ат.%): $\text{LiGdF}_4$ , спектр люминесценции данного образца представлен на рисунке 2.

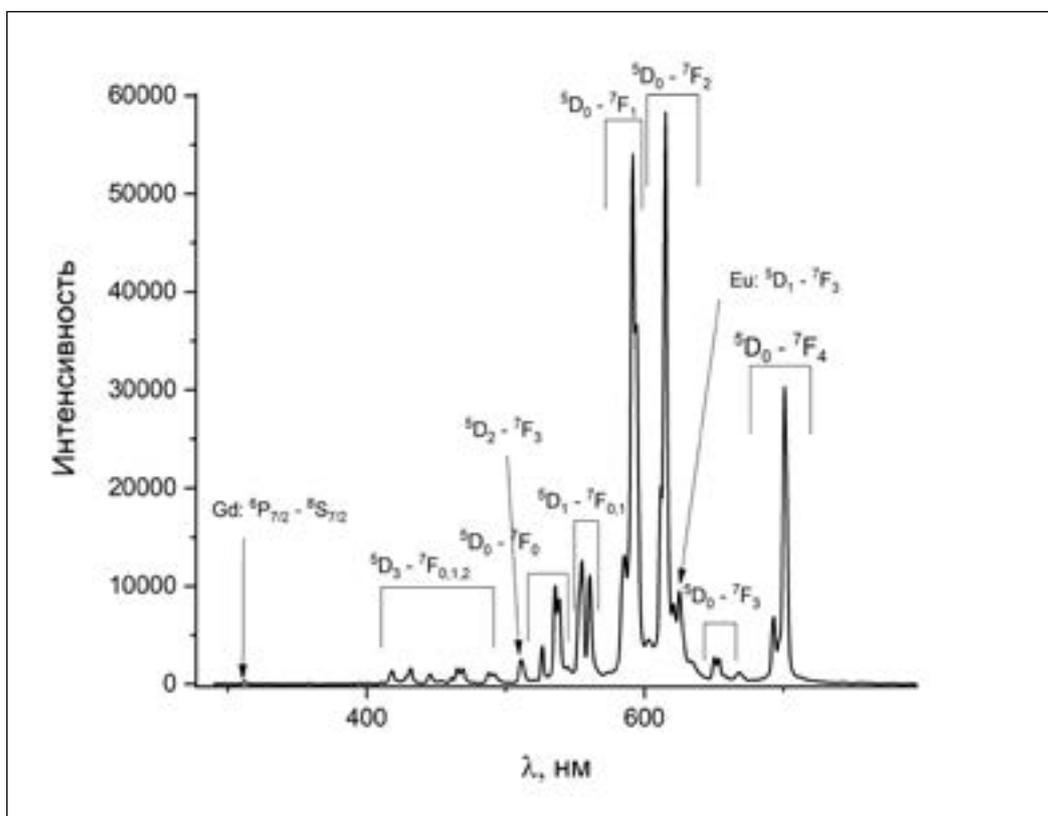


Рис. 2. Спектр люминесценции образца  $\text{LiGdF}_4:\text{Eu}^{3+}$  (1 ат.%) при комнатной температуре

На рисунке 2 видим большое количество интенсивных узких полос люминесценции  $\text{Eu}^{3+}$  и практически не видим полосы люминесценции  $\text{Gd}^{3+}$  из-за эффективной передачи энергии от  $\text{Gd}^{3+}$  к  $\text{Eu}^{3+}$ . Для проверки были получены микрочастицы  $\text{Eu}^{3+}:\text{LiYF}_4$ , которые затем оптически возбуждались на длине волны 274 нм. Никаких полос люминесценции ионов  $\text{Eu}^{3+}$  обнаружено не было, следовательно, данной длиной волны мы не попадаем ни в один из уровней  $\text{Eu}^{3+}$ . Получается, что для образца  $\text{Eu}^{3+}$  (1 ат.%):  $\text{LiGdF}_4$  имеет место именно передача энергии от  $\text{Gd}^{3+}$  к  $\text{Eu}^{3+}$ . Благодаря этому свойству, данный материал может быть использован для покрытий солнечных батарей на основе кремния [5].

Также для образца  $\text{Eu}^{3+}$  (1 ат.%):  $\text{LiGdF}_4$  были записаны спектры люминесценции при различных температурах (рис. 3). Сразу замечаем широкополосное излучение в видимой области и одновременное уменьшение интенсивности свечения ионов-активаторов при низких температурах. Данное явление мы связываем с излучением дефектов, которое часто встречается во фторидах и связано с образованием комплексов из кислорода и фтора [6].

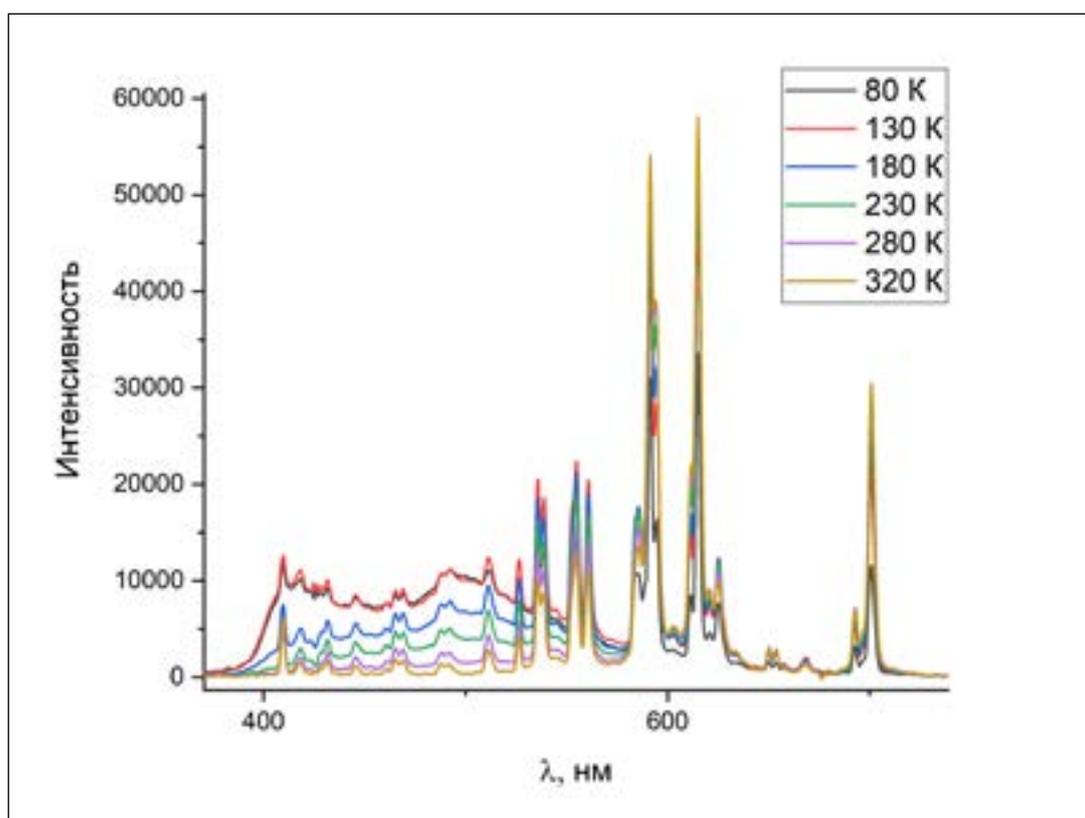


Рис. 3. Спектр люминесценции образца  $\text{Eu}^{3+}$  (1 ат.%):  $\text{LiGdF}_4$  в диапазоне температур 80-320 К

Как уже известно, важной характеристикой люминофоров является время затухания люминесценции. Кинетики затухания люминесценции  $\text{Eu}^{3+}$  для образца  $\text{Eu}^{3+}$  (1 ат.%):  $\text{LiGdF}_4$  представлены на рисунке 4. Видим, что для данных образцов существуют два типа кинетик затухания люминесценции, соответствующие переходам с двух уровней  $\text{Eu}^{3+}$  ( ${}^5\text{D}_1$  и  ${}^5\text{D}_0$ ). Такая значительная разница в кинетиках нарастания и затухания люминесценции происходит из-за процессов кросс-релаксации между ионами  $\text{Eu}^{3+}$ . Таким образом, кросс-релаксация способствует более быстрому опустошению уровня  ${}^5\text{D}_1$  и дополнительному населению уровня  ${}^5\text{D}_0$ , чем и объясняется заметная разница в кинетиках затухания и нарастания.

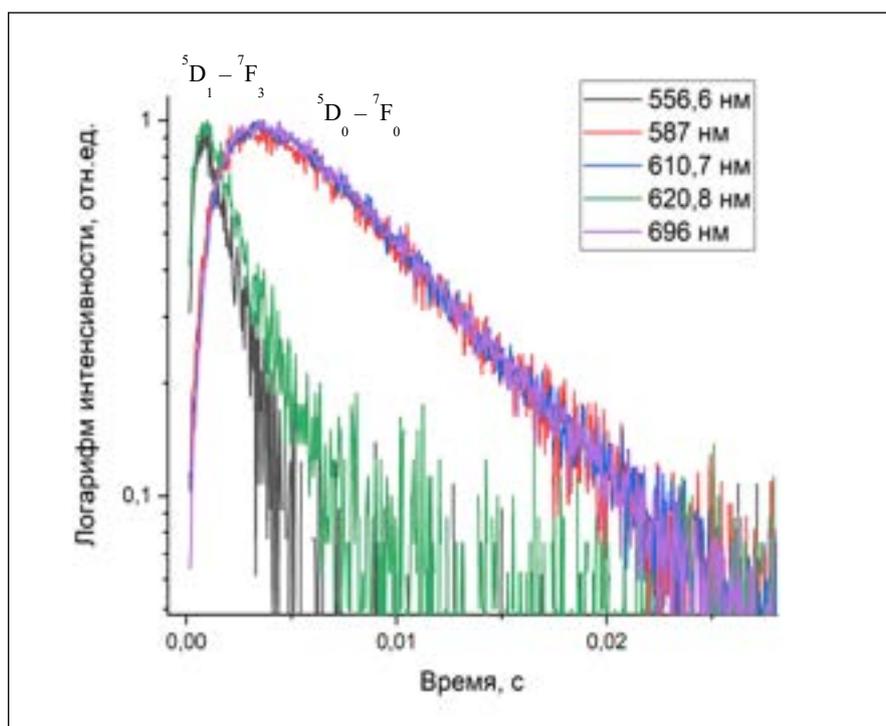


Рис. 4. Кинетики затухания люминесценции  $\text{Eu}^{3+}$  в образце  $\text{Eu}^{3+}$  (1 ат.%)  $\text{LiGdF}_4$  на разных длинах волн при комнатной температуре

В образце  $\text{LiGdF}_4:\text{Eu}^{3+}$  (1 ат.%) выявлено два процесса интересных с точки зрения температурной сенсорики: широкополосное излучение и одновременно уменьшение интенсивности свечения ионов активаторов при низких температурах (для создания температурных сенсоров на основе анализа интенсивности полос люминесценции) и кинетики нарастания и затухания люминесценции ионов  $\text{Eu}^{3+}$  (процесс кросс-релаксации может происходить при участии фононов).

#### Благодарности

Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной в рамках государственной поддержки Казанского (Приволжского) федерального университета в целях повышения его конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров (ПРИОРИТЕТ 2030). Авторы выражают благодарность Кораблевой С.Л., Морозову О.А., Семашко В.В. и Киямову А.Г. за помощь в проведении экспериментов.

#### Литература

1. Ximendes E.C. Unveiling in vivo subcutaneous thermal dynamics by infrared luminescent nanothermometers / E.C. Ximendes, W.Q. Santos, U. Roch et al. // Nano letters. – 2016. – 16(3). – PP. 1695–1703.

2. Aigouy L. Scanning thermal imaging of microelectronic circuits with a fluorescent nanoprobe / L. Aigouy, G. Tessier, M. Mortier et al. // *Applied Physics Letters*. – 2005. – 87(18). – PP. 184105.

3. Morozov O.A. Growth and characterization of optical and thermal properties of LiGdF<sub>4</sub> single crystal / O.A. Morozov, S.L. Korableva, L.A. Nurtdinova et al. // *Optical Materials*. – 2023. – 137. – PP. 113490.

4. Fornoni M. Neodymium concentration measurements in Nd: YLF laser rods: a nondestructive method // *Applied optics*. – 1990. – V. 29. – №12. – PP. 1758–1764.

5. Sheoran S. Down-conversion characteristics of Eu<sup>3+</sup> doped M<sub>2</sub>Y<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>9</sub> (M= Ba, Ca, Mg and Sr) nanomaterials for innovative solar panels // *Progress in Natural Science: Materials International*. – 2019. – V. 29. – №4. – P. 457–465.

6. Santos H.D.A. Optimizing the Nd: YF<sub>3</sub> phosphor by impurities control in the synthesis procedure / H.D.A. Santos, S.M.V. Novais, C. Jacinto // *Journal of Luminescence*. – 2018. – V. 201. – P. 156–162.

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ КАРЛИКОВОЙ НОВОЙ V455And

*Панарин С.С.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук,  
старший преподаватель Колбин А.И.*

Системы типа WZ Sge – довольно малочисленный и слабо изученный подкласс карликовых новых, тесных двойных систем, состоящих из мало-массивной звезды главной последовательности (донор, вторичная компонента) и немагнитного белого карлика (далее – БК, донор, главная компонента) и демонстрирующих повторяющиеся вспышки с интервалами до десятков лет (Warner, 1995). БК аккрецирует вещество донора, вследствие чего в условиях слабых магнитных полей главной компоненты ( $B < 10^5$  Гс) формируется аккреционный диск, процессы в котором ответственны за многие наблюдательные проявления таких систем. Интересной особенностью переменных типа WZ Sge является их вспышечная активность, которая пока не поддается теоретическому моделированию без введения спорных предположений. Наблюдения показывают, что WZ Sge демонстрируют редкие и экстремально яркие сверхвспышки с амплитудой в  $6 - 8^m$  в результате выпадения вещества аккреционного диска на поверхность белого карлика после чего на десятилетия уходят в состояние «затишья», не демонстрируя никакой вспышечной активности (в том числе меньших амплитуд). Для понимания природы таких систем важно определять параметры их звездных компонент (прежде всего массы). Традиционные методы измерения масс, основанные на определении лучевых скоростей, неприменимы для данных систем: звезда-донор является слишком слабой для выделения ее спектральных линий, а белый карлик сильно тяжелее донора, чтобы выделить его орбитальное движение. Работа посвящена разработке альтернативных методов исследования систем типа WZ Sge с их применением для оценки параметров компонент карликовой новой V455 And, являющейся представителем рассматриваемого подкласса.

БТА САО РАН с использованием многорежимного фокального редуктора первичного фокуса SCORPIO-1 при помощи гризмы VPHG1200G, покрывающей оптический диапазон электромагнитного спектра ( $\lambda\lambda = 3900-5700 \text{ \AA}$ ). Автором работы выполнены все необходимые процедуры первичной редукции и подготовки к дальнейшему анализу наблюдательных

данных в программном пакете IRAF<sup>8</sup>. Пример полученного среднего спектра представлен на рис. 2.

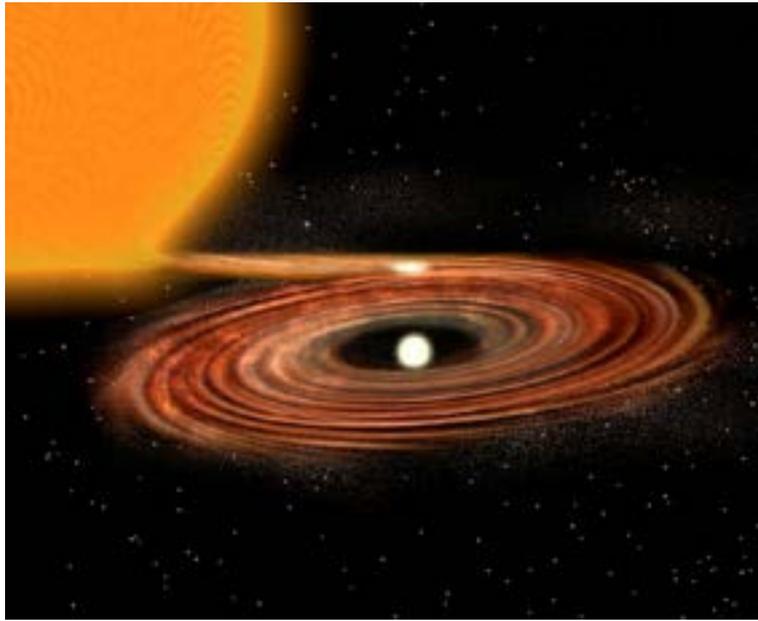


Рис. 1. Художественное представление аккреционного диска в тесных двойных системах в состоянии вне вспышки на примере WZ Sge. В центре диска – белый карлик, в крайнем левом верхнем углу – звезда-компаньон, поставляющая материал в диск. Источник – P. Marenfeld and NOIRLa/NSF/AURA

Серия спектральных наблюдений V455 And выполнена на 6-м телескопе.

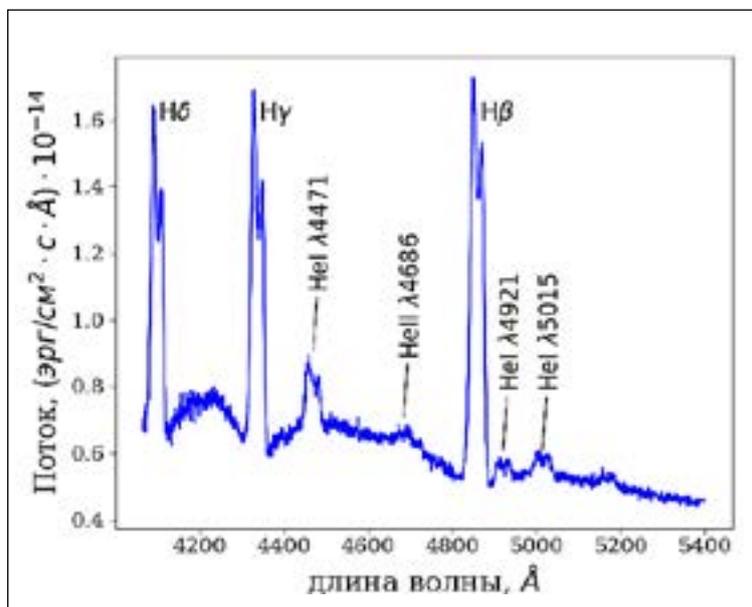


Рис. 2. Средний спектр V455 And с отмеченными спектральными линиями, полученный по наблюдениям 26 октября 2016 года на телескопе БТА САО РАН

Определение параметров атмосферы БК выполнено методом моделирования абсорбционных деталей Бальмеровской водородной серии в наблюдае-

<sup>8</sup> Пакет программ обработки и анализа астрономических данных IRAF доступен по адресу <https://irafcommunity.github.io>

мом среднем спектре (рис. 2). Для этого при помощи программных комплексов STAR (Жучков Р.Я., астрофиз. бюллетень, 2005. №58) и TLUSTY (1995, Hubeny, I., & Lanz, T., ApJ, 439, 875) рассчитаны сетки теоретических спектров водородных белых карликов в диапазонах температур  $T_{\text{eff}} = 15000 - 50000$  К и ускорений силы тяжести  $\lg g = 7.0 - 9.5$  dex. По результатам моделирования построены карты распределения приведенного хи-квадрата (рис. 3) с нанесенными на них доверительными областями и отмеченными решениями. Решением является точка в пространстве «эффективная температура – ускорение силы тяжести», которой соответствует минимальное значение приведенного хи-квадрата. В доверительные интервалы входят точки указанного пространства, для которых хи-квадрат отстоит от минимального значения на карте не более, чем на единицу. В процессе моделирования показано, что комплекс TLUSTY позволяет получить более гладкую сетку теоретических спектров. Для подсчета ошибок определения параметров атмосферы белого карлика автором работы написана программа GREC на языке программирования C#, реализующая расширение сетки теоретических атмосфер путем интерполяции и непосредственным подсчетом ошибок методом Монте-Карло. Ошибки отмечены красными линиями вблизи точек, указывающих найденное решение. Полученные параметры атмосферы белого карлика на основе сетки теоретических спектров, рассчитанных комплексом TLUSTY, принимают значения  $T_{\text{eff}} = 26000 \pm 5000$  К и  $\lg g = 8.4 \pm 0.9$  dex.

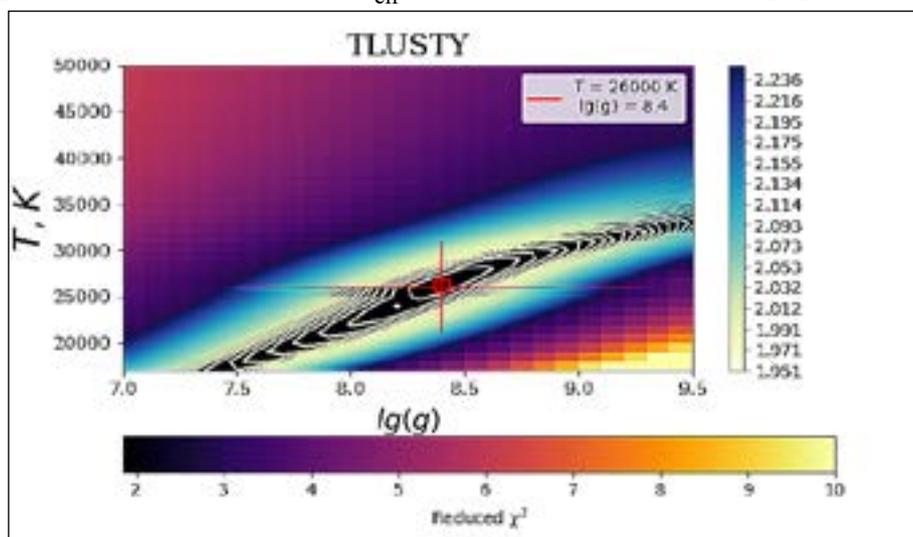


Рис. 3. Карта распределения приведенного хи-квадрата (соответствует горизонтальной цветной кодировке снизу графиков) в зависимости от  $T_{\text{eff}}$  и  $\lg g$ , построенная на основе моделирования с использованием комплекса TLUSTY. Зелено-голубыми контурами отмечены доверительные интервалы

С использованием открытого кода из статьи (Kotze E.J., *Astron. Astrophys.*, 2016, V. 595, P. 12 pp.) в наиболее интенсивных линиях водородной серии

Бальмера ( $H_\beta - H_\delta$ ) восстановлены доплеровские томограммы, при помощи которых выполнена оценка полуамплитуды  $K_1$  кривой лучевых скоростей БК путем выделения орбитального движения БК и исключения вклада горячего пятна в излучение аккреционного диска, производя свертку томограммы с функцией Гаусса и центрируя ее пик на максимальную интенсивность в диске. Определение параметров аккреционного диска на томограмме выполнено методом минимизации Нелдера-Мида. Метод дает среднее значение лучевой скорости  $K_1 = 48 \pm 14$  км/с.

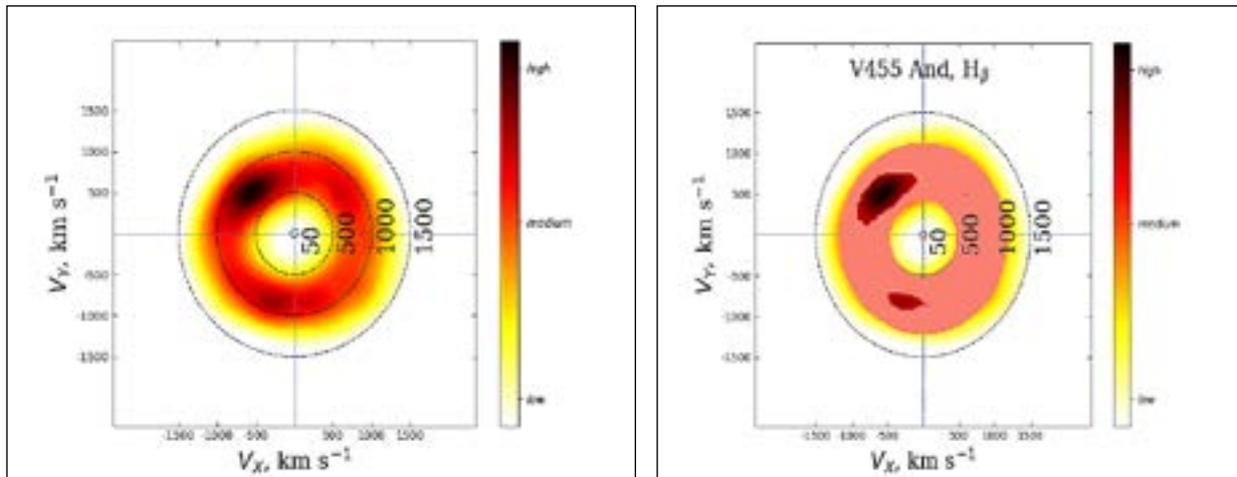


Рис. 4. Доплеровская томограмма в линии  $H\beta$ . Слева показана исходная томограмма, цвет отражает интенсивность излучающего вещества, наиболее темным областям соответствует излучение горячего пятна. Справа показана аппроксимация аккреционного диска функцией Гаусса (розовые точки) с исключением вклада горячего пятна

Определение оставшихся параметров компонент системы выполнено с использованием известных теоретических соотношений, на основе полученных в настоящей работе параметров БК ( $\lg g$  и  $K_1$ ). Заимствуя из (Kato, Publ. Astron. Soc. Japan 60, L23–L26, 2008 August 25) период одиночных сверхгорбов, а значение орбитального периода из (Arujo-Betancour S. et al., Astron. and Astrophys. 430, 629–642 (2005)), можно определить эксцесс периодов

$$\varepsilon = \frac{P_{SH} - P_{orb}}{P_{orb}}, \quad (1)$$

где  $P_{SH}$  – период сверхгорбов, и используя эмпирическую калибровку зависимости эксцесса периодов  $\varepsilon$  (Patterson et. al., Publications of the Astronomical Society of the Pacific, Volume 130, Issue 988, pp. 064202 (2018))

$$q(\varepsilon) = (0.114 \pm 0.005) + (3.97 \pm 0.41) \cdot (\varepsilon - 0.025), \quad (2)$$

$$q = \frac{M_2}{M_1} \quad (3)$$

Далее, используя определенное из моделирования значение ускорения силы тяжести на поверхности белого карлика  $g$  и его связь с массой и радиусом

$$\lg \left( \frac{\frac{M}{M_{sun}}}{\left(\frac{R}{R_{sun}}\right)^2} \right) = \lg g - \lg g_{sun}, \quad (4)$$

где  $M_1, R_1$  – искомые параметры белого карлика,  $M_{sun}, R_{sun}, g_{sun}$  – масса, радиус и ускорение свободного падения Солнца, а также соотношение «масса-радиус» для белых карликов (Nauenberg M., The Astrophysical Journal, 175:417-430, 1972 July IS)

$$\frac{R}{R_{sun}} = \frac{0.0225 \left[ 1 - \left( \frac{M}{M_{ch}} \right)^{\frac{4}{3}} \right]^{\frac{1}{2}}}{\mu \left( \frac{M}{M_{ch}} \right)^{\frac{1}{3}}}, \quad (5)$$

где  $M_{ch}$  – предел Чандрасекара, в конечном итоге определяем массу белого карлика. При подстановке (10) в (9) получаем уравнение на массу белого карлика, которое решается численно, например, методом простых итераций. Подставляя найденную массу белого карлика вновь в уравнение (9), определяем его радиус и с помощью уравнения (8) находим массу вторичной компоненты. Используя функцию масс первичной компоненты, для которой уже известны все параметры (полуамплитуда лучевой скорости белого карлика K1 определена в данной работе), находим угол наклона системы  $i$

$$f_1(M) = \frac{M_2^3 \sin^3(i)}{[(M)_1 + M_2]^2} = 1.038 \cdot 10^{-7} K_1 P_{orb} \cdot (1 - e)^{\frac{3}{2}}, \quad (6)$$

где  $e$  – эксцентриситет орбиты, который в предположении круговой орбиты полагается равным нулю. Радиус вторичной компоненты определяется из условия заполнения донором своей полости Роша – тогда для него выполняется зависимость «плотность-период» (C. Knigge, Mon. Not. R. Astron. Soc. 373, 484–502 (2006))

$$\frac{R_2}{R_{sun}} = 0.2361 \cdot P_{orb}^{\frac{2}{3}} \cdot \left( \frac{M_2}{M_{sun}} \right)^{\frac{1}{3}}, \quad (7)$$

Итоговый список параметров системы V455 And представлен в таблице 1. Ошибки параметров (за исключением  $K_1, T_1^{eff}, \log g_1$ ) определены как ошибки косвенных измерений.

Таблица 1. Итоговые оценки параметров компонент V455 And

Параметр	V455 And
$q$	$0.099 \pm 0.01$
$M_1/M\odot$	$0.836 \pm 0.001$
$M_2/M\odot$	$0.083 \pm 0.008$
$R_1/R\odot$	$0.0091 \pm 0.0004$
$R_2/R\odot$	$0.126 \pm 0.058$
$K_1$ , км/с	$48 \pm 14$
$T_1^{\text{eff}}$ , К	$26000 \pm 5000$
$\log g_1$ , dex	$8.4 \pm 0.9$
$i$ , °	$\sim 74$

### Литература

1. The Cataclysmic Variable Stars, Brian D. Warner, 1995.
2. Жучков Р.Я., Сулейманов В.Ф., Шиманский В.В. Программа моделирования звездных атмосфер star // Астрофизический бюллетень. – 2005. – №58.
3. Hubeny I., Lanz T. NLTE line blanketed model atmospheres of hot stars. I. Hybrid Complete Linearization Accelerated Lambda Iteration Method // Astrophysical Journal. – 1995. – Т. 439. – С. 875.
4. E.J. Kotze, S.B. Potter and V.A. McBride // Astron. and Astrophys. – 2015. – V. 579. – P. A77.
5. Taichi Kato, Hiroyuki Maehara and Berto Monard. Late Superhumps in WZ Sge-Type Dwarf Novae // Publ. Astron. Soc. Japan. – 2008. – V. 60. – P. L23–L26.
6. HS 2331+3905: The cataclysmic variable that has it all, Arujo-Betancour S. et al. // Astron. and Astrophys. – 2005. – V. 430. – P. 629–642.
7. Nauenberg M. Analytic approximations to the mass-radius relation and energy of zero-temperature stars // The Astrophysical Journal. – 1972. – V. 175. – P. 417–430.
8. C. Knigge // Mon. Not. R. Astron. Soc. -2006. – V. 373. – P. 484–502.

# ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ И МОНИТОРИНГА ЛЭП 6–10 КВ

*Сарычев Д.В.*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, профессор Карпов А.В.*

## Аннотация

Работа посвящена разработке рефлектометрического метода определения местоположения повреждения (ОМП) для линий электропередачи (ЛЭП) с древовидной топологией, которые включают в себя ЛЭП 6–10 кВ. Основные проблемы использования ОМП на основе рефлектометрии связаны с неопределенностью определения неисправности и значительным увеличением уровней шума из-за переотражений от ответвлений на линиях с древовидной топологией. В работе представлена разработанная компьютерная модель интеллектуального электоромодема, в которой реализована двухэтапная система диагностики разработанной в программных средах PSCAD/EMTDC и MATLAB. Представлены результаты моделирования ЛЭП с различным количеством ответвлений линий при моделировании таких повреждений, как обрыв линии, межфазные короткие замыкания и короткое замыкание на землю. Показана чувствительность двухэтапного метода определения места повреждения.

## Введение

Одним из основных методов ОМП является локационный метод [1,2], который основан на измерении времени между моментами посылки в линию зондирующего электрического импульса и прихода к приемопередатчику импульса, отраженного от места повреждения. Локационный метод позволяет с достаточно высокой точностью определить место повреждения на неразветвленной ЛЭП. В случае разветвленной ЛЭП, наличие подключений приводит к появлению переотражений, воздействие которых приводит к уменьшению SNR (отношения сигнал/шум) на входе приемника. Но даже наличие самого факта фиксации ОМП будет недостаточно так как непонятно на каком ответвлении произошло повреждение при одном и том же расстоянии до места повреждения. В работе [3] была предложена концепция интеллектуальной сети для ЛЭП со сложной топологией. В рамках этой концепции локализация места повреждения предлагается путем реализации дополнительного механизма ОМП.

Целью работы является развитие концепции интеллектуального электромодема и обоснование возможности применения локационного метода на линиях с разветвленной структурой в зависимости от вида возможного повреждения ЛЭП. Для решения этой комплексной проблемы предлагается сделать сначала упор на моделирование, на основе результатов которого в дальнейшем могут быть разработаны практические рекомендации по проведению натуральных экспериментов.

#### Концепция интеллектуального электромодема

На рис. 1 представлен пример ЛЭП с разветвленной топологией. На рисунке используются следующие обозначения:  $C_{TX}$  – центральный оконечный пункт,  $RX_i$  – оконечный пункт ответвления.

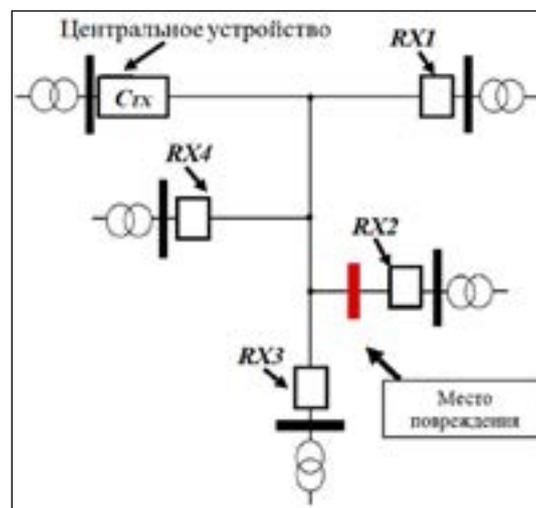


Рис.1. ЛЭП с разветвленной топологией

На реализацию системы ОМП накладывается одно практическое условие: только на центральном пункте используются дорогостоящие устройства присоединения. Предложенная система диагностики является двухступенчатой. На первом этапе определяется наличие повреждения и его характеристики. При использовании локационного метода диагностики на центральном пункте с помощью устройства присоединения устанавливается интеллектуальный электромодем, который представляет собой устройство, реализующее функцию диагностики, мониторинга и управление работой всей электросети в целом. На оконечных пунктах устанавливаются устройства, работающие под управлением центрального устройства, в совокупности с центральным модемом составляют информационную сеть ЛЭП.

В настоящей работе предлагается следующий механизм ОМП. На первом этапе реализуется стандартный локационный метод. Пример обработки рефлектограмм на первом этапе показан на рисунке 2.

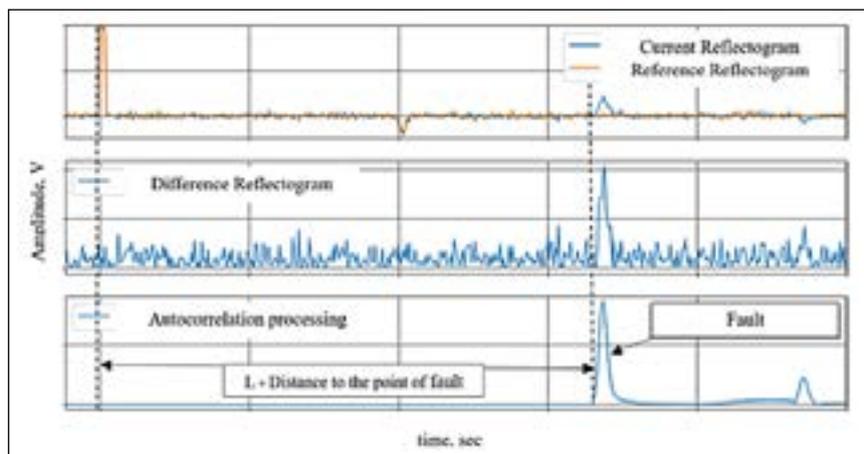


Рис. 2. Пример обработки рефлектограмм осуществляемый на первом этапе ОМП

В ЛЭП имитируется повреждение, задаются вид повреждения и расстояние до него  $L_0$  и характеристики проводников. Выполнена модель электролинии в программной среде PSCAD/EMTDC. Центральное устройство посылает в линию импульсный сигнал, сгенерированный в программной среде MATLAB. В качестве зондирующих сигналов в работе рассмотрены: Видеоимпульсы, ЛЧМ – сигналы и последовательность Баркера. После прихода импульса к приёмопередатчику осуществляется сравнение эталонной (без повреждения) и текущей (с имитацией повреждения на линии) рефлектограммы. По разностной рефлектограмме определяется, измеренное в имитационном эксперименте, расстояние от центрального пункта до места повреждения  $L$ . С учетом скорости распространения сигнала  $v$  в проводнике вычисляется расстояние до места повреждения  $L = t_0 v / 2$ , а ошибку ОМП будем измерять по формуле:

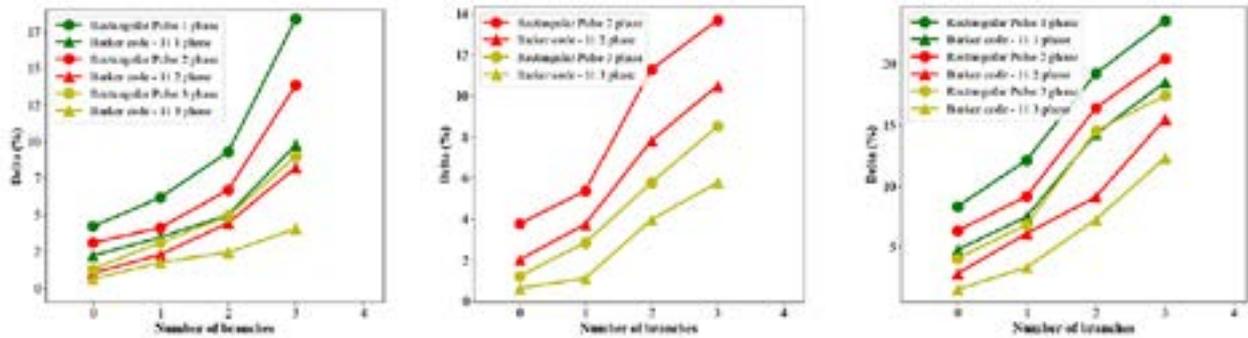
$$\delta = |L_0 - L| / L \times 100\%$$

На втором этапе, во всех ветвях информационной сети измеряется коэффициент битовой ошибки. Для каждого ответвления ЛЭП рассчитывается эталонное значение битовой ошибки  $P_{bnf}$ . В имитационном эксперименте мы определяем значение битовой  $P_{bf}$  при заданном повреждении. После чего происходит сравнение эталонного значения  $P_{bnf}$  ошибки, с текущим значением битовой ошибки, полученной при повреждении  $P_{bf}$  и по возросшему значению выявляем поврежденный участок сети. По увеличению значения битовой ошибки можно определить тот участок ЛЭП, на котором находится повреждение.

### Результаты моделирования

На рис. 3 представлена зависимость точности ОМП от количества ответвлений с числом ответвлений от 0 (магистральная ЛЭП) до 3 при зонди-

ровании видеоимпульсом и последовательностью Баркера. Параметры зондирующего сигнала близки к тем, которые используются на практике [4]. В качестве повреждений моделировались короткие замыкания на землю, междуфазные замыкания и обрывы фаз (однофазные – зеленая кривая, двухфазные – красная кривая и трехфазные – желтая кривая).



Моделирование замыканий на землю

Междуфазные замыкания

Обрывы фаз

Рис. 3. Графики зависимости точности ОМП от количества ответвлений при зондировании видеоимпульсом и последовательностью Баркера при различных видах повреждений

Из всего многообразия возможных ЛЭП мы остановились на ЛЭП с фиксированными размерами ответвления в 50 км. Для того чтобы сфокусировать внимание на изменение точности ОМП в зависимости от числа ответвлений, в модельном эксперименте расстояние от повреждения до центрального пункта составляет 30 км при любом количестве ответвлений. Наиболее точно диагностируются трехфазные замыкания. При одном ответвлении точность ОМП всегда не хуже 10%. При двух ответвлениях только при использовании кода Баркера точность ОМП лучше 10%. При трех ответвлениях даже трехфазное повреждение определяется с точностью в 13%. Результаты моделирования близки к результатам работы [5], в которой также установлено, что наивысшая точность ОМП достигнута при использовании кода Баркера.

При реализации второй степени ОМП было проведено моделирование изменения коэффициента битовой ошибки на поврежденных участках трёхфазных линий с линейной и разветвлённой структурой. Модемы подключались к одной из фаз, в данном имитационном эксперименте они подключались к фазе А. В таблице представлены результаты моделирования по снятию неоднозначности путем сравнения уровня битовой ошибки до и после имитации повреждения в виде коротких замыканий на землю. В первой строке представлена величина битовой ошибки на ЛЭП без повреждений.

Таблица 1. Результаты моделирования частоты битовых ошибок (BER) на линии с прямолинейной структурой

Результаты моделирования BER	
Без ответвлений	BER
Без повреждений на линии	0.0020
Замыкание фазы А на землю	0.0160
Замыкание фазы В на землю	0.0020
Замыкание фазы А – В на землю	0.0170
Замыкание фазы А – В – С на землю	0.2400

По результатам моделирования замыканий на землю, можно сказать, что хорошо диагностируется трехфазное повреждение – уровень ошибок возрастает в 120 раз. На порядок возрастает уровень ошибок при замыкании на землю пары фазных проводников, один из которых фазный проводник А. Невозможно обнаружить одиночное повреждение проводников В. Представленные результаты моделирования носят, несомненно, предварительный характер и требуют дальнейшего уточнения. Но уже по ним можно оценить возможности локационного метода при различном числе ответвлений и сравнить эффективность использования различных зондирующих сигналов.

### Литература

1. Furse C.M. «Fault diagnosis for electrical systems and power networks: A Review / Furse, C.M. Kafal, M. Razzaghi, R. Yong-June Shin // IEEE sensors journal. – 2021. – V. 21. – No. 2. – P. 888–906.
2. Kim C. Detection and location of intermittent faults by monitoring carrier signal channel behavior of electrical interconnection system / Kim C. // Proc. IEEE Electric Ship Technol. Symp. – 2009. – P. 449–455.
3. Shagiev R.I. A Method of fault location detection on branched power transmission lines/ Shagiev, R.I. Karpov, A.V. Kalabanov S.A. // Journal of Electrical Engineering. – 2019. – V. 90. – No. 2. – P. 135–139.
4. STO 56947007-33.060.40.052-2010, Guidance about computation of parameters and selection of schemes of PLC channels over alternating current power transmission lines 35-750 kV, Moscow: Industry Standard of «ROSSETI Power Grid Company», 2010.
5. Shagiev R.I. The model of the power lines fault location method using time domain reflectometry / Shagiev, R.I. Karpov, A.V. Kalabanov A.V. // Journal of Physics: Conference Series. – 2017. – V. 803. – P. 1–7.

# ЭЛЕКТРОННОЕ АНТИСТОКСОВО РАССЕЙАНИЕ СВЕТА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ НАНОЧАСТИЦ

*Соловьянов Д.С.*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, профессор Харинцев С.С.*

## Введение

Разработка методов создания наноструктур для достижения большего разрешения является одним из направлений современных научных исследований. Современная микроконтактная печать позволяет создавать структуры с точностью менее 100 нм<sup>9</sup>. Методы создания металлических наноструктур необходимы для изготовления наноразмерных электрических схем (чипов)<sup>10</sup>, поэтому увеличение разрешения таких методов способствует миниатюризации электронных устройств.

Наноразмерная печать, в основе которой лежит плавление металлических наночастиц может иметь точность от 1 нм ввиду малых размеров наночастиц (точность предполагается порядка наименьшего размера наночастицы). Если плавление частиц достигается с помощью светового воздействия, то наиболее предпочтительными являются золотые наночастицы (ЗНЧ), поскольку они обладают выраженным спектром плазмонного резонанса, что позволяет эффективно управлять их оптическим нагревом<sup>11</sup>.

Для реализации такого метода необходимо умение измерять температуру ЗНЧ, чтобы предсказывать их плавление, поскольку температура плавления и скорость нагрева зависят от морфологии ЗНЧ.

В данном исследовании для определения температуры ЗНЧ используется явление электронного комбинационного рассеяния света (ЭКР) в металлических наночастицах (рис. 1)<sup>12</sup>.

Процессы, происходящие при ЭКР включают в себя рамановское рассеяние и рамановскую фотолюминесценцию и изображены на рис. 1. Электрон наночастицы поглощает летящий фотон и переходит с дисперсионной кривой на виртуальный энергетический уровень (рис. 1, f). Затем он может совершить обратный переход в другую точку дисперсионной кривой (рама-

<sup>9</sup> Perl, András, David N. Reinhoudt, and Jurriaan Huskens. "Microcontact printing: limitations and achievements." *Advanced Materials* 21.22 (2009): 2257-2268.

<sup>10</sup> Xu, Xiangming, et al. "Status and prospects of MXene-based nanoelectronic devices." *Matter* (2023).

<sup>11</sup> Baffou, Guillaume, Romain Quidant, and F. Javier García de Abajo. "Nanoscale control of optical heating in complex plasmonic systems." *ACS nano* 4.2 (2010): 709-716.

<sup>12</sup> Baffou, Guillaume. "Anti-Stokes thermometry in nanoplasmonics." *ACS nano* 15.4 (2021): 5785-5792.

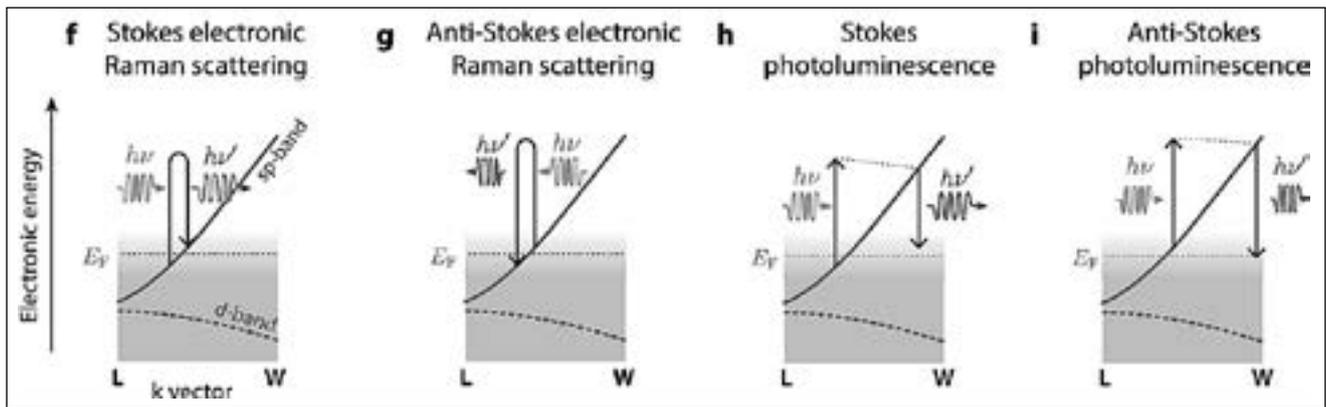


Рис. 1. Процессы при ЭКР света золотой наночастицей

новское рассеяние), в результате чего рождается фотон с измененной энергией. В случае рамановской фотолюминесценции электрон после поглощения фотона вступает во взаимодействие с фононом, либо другим электроном, в результате чего возвращается на дисперсионную кривую. Затем в результате спонтанного перехода излучается фотон с измененной энергией.

Если в результате ЭКР рождается фотон с увеличенной энергией, то такой процесс называется антистоксовым, в ином случае – стоксовым.

Спектр антистоксова электронного рассеяния зависит от сечения взаимодействия света с веществом при ЭКР и от количества частиц, способных «передать фотону» ту или иную энергию (родить фотон с увеличенной энергией), то есть обладающих такой энергией относительно уровня Ферми. Количество таких частиц определяется функцией статистического распределения, которая представляется в виде комбинации статистик Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака вследствие электрон-фононного взаимодействия<sup>13</sup>:

$$f(E, T) = \alpha \cdot f_{BE}(E, T) + (1 - \alpha) \cdot f_{FD}(E, T) \quad (1)$$

Электрон-фононное взаимодействие играет ключевую роль в процессе рамановской фотолюминесценции, вероятность которого выражается сечением поглощения материала. Вероятность рамановского рассеяния, в свою очередь, выражается сечением рассеяния. Таким образом, сечение электронного комбинационного рассеяния (СЭР) представляется в виде аналогичной комбинации сечений рассеяния и поглощения материала:

$$\sigma_{\text{raman}}(\omega) = \alpha \cdot \sigma_{\text{abs}}(\omega) + (1 - \alpha) \cdot \sigma_{\text{scatt}}(\omega) \quad (2)$$

Итак, интенсивность антистоксова рассеяния света в золотой наночастице определяется следующим соотношением<sup>14</sup>:

$$I(\omega, T) \sim \sigma_{\text{raman}}(\omega) \cdot f(\hbar(\omega - \omega_{\text{scatter}}), T) \quad (3)$$

<sup>13</sup> Baffou, Guillaume. "Anti-Stokes thermometry in nanoplasmonics." ACS nano 15.4 (2021): 5785-5792.

<sup>14</sup> Barella, Mariano, et al. "In situ photothermal response of single gold nanoparticles through hyperspectral imaging anti-stokes thermometry." ACS nano 15.2 (2020): 2458-2467.

Данная модель используется в текущем исследовании для описания экспериментальных данных и нахождения температуры ЗНЧ.

### Эксперимент и результаты

Основной эксперимент заключался в снятии спектров антистоксова электронного рассеяния света с золотых наночастиц. Для нахождения сечений рассеяния и поглощения ЗНЧ соответствующих размеров использовался численный метод решения уравнений Максвелла с помощью программы Lumerical ftd. Параметры модели (3) были посчитаны численным методом наименьших квадратов (matlab). Результаты аппроксимации трех спектров антистоксова электронного рассеяния света представлены на рис. 2.

Погрешность измерения температуры была посчитана как погрешность аппроксимации. Таким образом, температура наночастиц была оценена с точностью около 20 К, в то время как современные методы, основанные на молекулярном комбинационном рассеянии света, оценивают температуру металлических наночастиц с точностью порядка 50 К<sup>15</sup>.

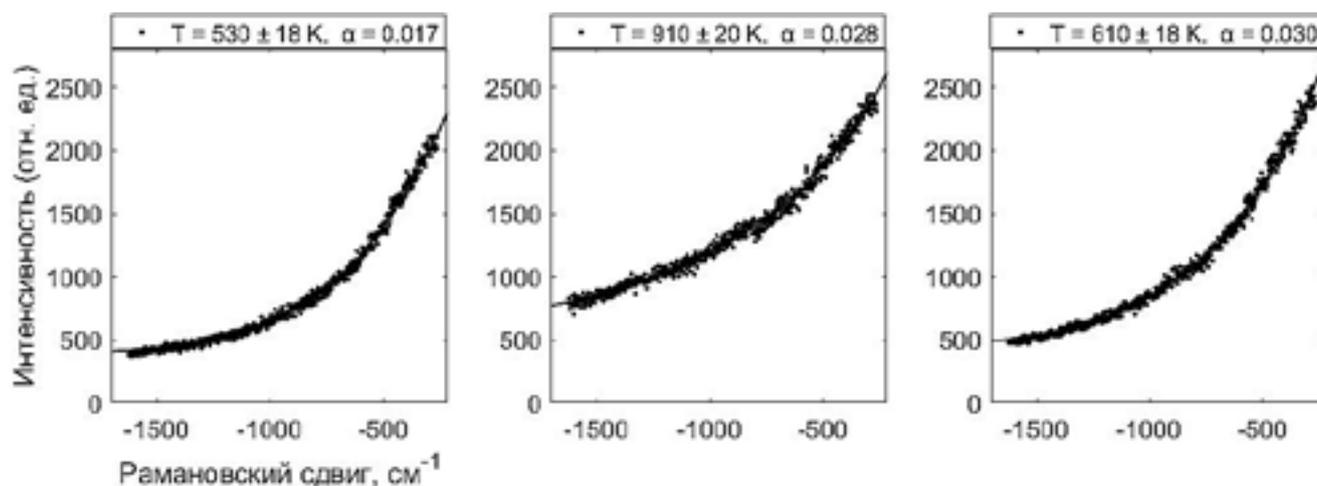


Рис. 2. Результаты оценки температуры золотых наночастиц

Коэффициенты  $\alpha$  в функции распределения (см. формулу 7) оказались порядка нескольких сотых. Это означает, что функция распределения в нашем случае практически совпадает со статистикой Ферми-Дирака (см. формулу (7)) и вклад в энергию новых фотонов, обусловленный наличием электрон-фононного взаимодействия, пренебрежимо мал.

Во время проведения эксперимента не было замечено характерных признаков плавления ЗНЧ: частицы не растекались и не меняли своей формы. Однако, температура одной из золотых наночастиц оказалась около 900 К,

<sup>15</sup> Nam, Wonil, et al. "Plasmonic electronic raman scattering as internal standard for spatial and temporal calibration in quantitative surface-enhanced raman spectroscopy." *The journal of physical chemistry letters* 11.22 (2020): 9543-9551.

что превышает температуру плавления ЗНЧ, составляющую 600-700 К. Оказалось, что расплавленные ЗНЧ не растекаются из-за сил поверхностного натяжения, что было подтверждено нами в следующем эксперименте по плавлению ЗНЧ в муфельной печи.

#### Заключение

В данной работе был установлен и применен метод измерения температуры металлических наночастиц, основанный на явлении электронного комбинационного рассеяния света. Погрешность измерений составила около 20 К, что говорит о возможности более точной оценки температуры по сравнению с методами, основанными на спектроскопии молекулярного комбинационного рассеяния света. Результаты измерения температуры ЗНЧ установленным методом помогли нам понять особенности их плавления: расплавленные ЗНЧ не растекаются и сохраняют свою форму из-за сил поверхностного натяжения, что, в свою очередь, накладывает ограничения на разрешение наноразмерной печати, основанной на плавлении ЗНЧ лазерным светом: расплавленные частицы будут падать на поверхность только целиком и их части не будут отделяться друг от друга.

Проводя эксперименты по типу предложенного в данном исследовании с последующим анализом результатов, можно получать информацию об особенностях взаимодействия металлической наночастицы со светом при ЭКР, что в перспективе может способствовать созданию полной теории электронного комбинационного рассеяния света и позволить эффективнее использовать данное явление для определения температуры металлических наночастиц.

#### Литература

1. Perl A., Reinhoudt D.N., Huskens J. Microcontact printing: limitations and achievements // *Advanced Materials*. – 2009. – Т. 21. – №. 22. – С. 2257–2268.
2. Wang C.M. et al. Gap-directed chemical lift-off lithographic nanoarchitectonics for arbitrary sub-micrometer patterning // *Beilstein Journal of Nanotechnology*. – 2023. – Т. 14. – №1. – С. 34–44.
3. Xu X. et al. Status and prospects of MXene-based nanoelectronic devices // *Matter*. – 2023.
4. Baffou G., Quidant R., García de Abajo F. J. Nanoscale control of optical heating in complex plasmonic systems // *ACS nano*. – 2010. – Т. 4. – №2. – С. 709–716.

5. Fan J.H. et al. Biocompatibility study of gold nanoparticles to human cells //13th International Conference on Biomedical Engineering: ICBME 2008 3–6 December 2008 Singapore. – Springer Berlin Heidelberg, 2009. – C. 870–873.
6. Nam W. et al. Plasmonic electronic raman scattering as internal standard for spatial and temporal calibration in quantitative surface-enhanced raman spectroscopy //The journal of physical chemistry letters. – 2020. – T. 11. – №22. – C. 9543–9551.
7. Baffou G. Anti-Stokes thermometry in nanoplasmonics //ACS nano. – 2021. – T. 15. – №4. – C. 5785–5792.
8. Barella M. et al. In situ photothermal response of single gold nanoparticles through hyperspectral imaging anti-stokes thermometry //ACS nano. – 2020. – T. 15. – №2. – C. 2458–2467.
9. Novotny L., Hecht B. Principles of nano-optics. – Cambridge university press, 2012.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МУЛЬТФИЛЬМОВ В ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ

*Сошникова Е.А.*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, профессор Нефедьев Л.А.*

Распространение и развитие информационных технологий оказывают значительное влияние на систему образования в целом, что приводит к необходимости ее адаптации к современным требованиям мира и изменения содержания, подходов, форм и технологий осуществления образовательного процесса. В связи с этим образование нуждается в механизмах восприятия, которые бы позволили вовлечь учеников в процесс усвоения новых знаний. В настоящее время, в частности, вопрос внедрения мультфильмов в процесс обучения школьников все чаще затрагивается в педагогических трудах: роль мультипликации в жизни современного ребенка возрастает, поэтому изучение возможностей использования мультфильмов в образовательных и воспитательных целях вызывает интерес у современных исследователей.

Также нерешенной остается проблема отсутствия необходимого образовательного контента для проведения занятий на высоком технологическом уровне. Возможной причиной возникновения данной проблемы является отсутствие продуманной методологии и каталога (библиотеки или банка) электронных образовательных ресурсов по физике, которые позволят, опираясь на когнитивные способности учащихся и возможности информационных технологий, повысить уровень познавательного интереса школьников и эффективность освоения учебной дисциплины, что и обуславливает актуальность исследования.

Целью данной работы является изучение влияния применения разработанного электронного методического пособия по физике с использованием мультфильмов на познавательный интерес обучающихся основной школы.

В теоретической части работы были определены педагогические возможности использования технических средств в образовательном процессе, изучена роль наглядных средств и возможности использования мультипликационных материалов в обучении физике.

Для диагностики доминирующего канала восприятия информации у учащихся был проведен тест по методике С. Ефремцевой в общеобразовательной школе-интернате «Лицей имени Н.И. Лобачевского» федерального

государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет» (КФУ) среди 7 и 8 классов [3]. В тестировании приняли участие 144 респондента. Результаты теста позволили подтвердить данные исследователей о том, что самым распространенным типом восприятия информации является визуальный, это приводит к необходимости использования учителем на уроках визуальных средств наглядности.

Основываясь на проведенном исследовании о доминирующей перцептивной модальности и анализе научно-методической литературы, были разработаны календарно-тематические планы для 7 и 8 классов на основе УМК А.В. Перышкина, созданы и описаны видеокаталог мультфильмов и электронное методическое пособие «Физика в мультфильмах» на платформе «Google Сайты» (ссылка для ознакомления с материалами пособия – <https://sites.google.com/view/fizika-v-multfilmah/>). Методическое пособие состоит из главной страницы и двух разделов: «7 класс» и «8 класс» (см. Рис. 1).



Рис. 1. Главная страница электронного методического пособия «Физика в мультфильмах»

Раздел «7 класс» состоит из четырех подразделов: «Введение. Первоначальные сведения о строении вещества», «Взаимодействие тел», «Давление твердых тел, жидкостей и газов» и «Работа и мощность. Энергия», соответствующих названиям глав в календарно-тематическом плане для 7 класса. Аналогичную структуру имеет раздел «8 класс», состоящий из подразделов «Тепловые явления», «Электрические и магнитные явления» и «Световые явления». На сайт были загружены видеоматериалы согласно разработанным видеокаталогам. После названия темы урока прикреплены мультфильмы, затрагивающие данную тематику, отдельная теоретическая вставка и

вопросы, на которые необходимо ответить после просмотра. Также были добавлены качественные и количественные задачи по кадрам из различных мультфильмов, сгруппированные по темам, изучаемым в 7 и 8 классах. В качестве исходных материалов преимущественно использовались задачи из сборников В.И. Лукашика для 7–9 классов [4] и Л.Э. Генденштейна для 7 класса [1] и 8 класса [2].

Для оценки эффективности разработанных материалов была проведена фрагментарная апробация в общеобразовательной школе-интернате «Лицей имени Н.И. Лобачевского» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет» (КФУ). Были отобраны две группы обучающихся: экспериментальная (7 «М» класс) и контрольная (7 «В» класс). Количество респондентов составило 51 человек. В экспериментальной группе обучение проводилось с использованием методического пособия «Физика в мультфильмах» согласно разработанному календарно-тематическому плану. В контрольной группе использовалась традиционная форма проведения занятий. В обоих классах был проведен входной и выходной тесты для диагностики уровня развития познавательного интереса к изучению физики по методике Е.В. Ненаховой [5]. Математическим инструментом проверки различия между экспериментальной и контрольной группами послужил критерий Пирсона. Полученные данные позволили сделать вывод о том, что в рамках проведенного эксперимента наша гипотеза подтвердилась, и применение мультфильмов в обучении физике действительно способствует повышению познавательного интереса учащихся 7 класса.

Практическая значимость научной работы состоит в том, что использование материалов методического пособия на уроках физики расширяет возможности организации индивидуальной и групповой работы, а также дает возможность использования дополнительных интерактивных наглядных материалов на уроках разного типа. На уроках открытия новых знаний мультипликационные видеофрагменты позволяют дополнить рассказ учителя аудиовизуальными образами. Вопросы, на которые необходимо ответить после просмотра обучающего мультфильма, позволяют сформировать у учащихся более крепкие теоретические связи и способствуют лучшему запоминанию информации. Качественные и количественные задачи, расположенные на сайте, можно использовать на этапе закрепления знаний, а также они могут быть предложены учащимся в качестве домашнего задания. На уро-

ках контроля знаний разработанные задачи можно использовать в качестве контрольной или самостоятельной работы.

Таким образом, обучающая мультипликация обладает высоким педагогическим потенциалом, и при соответствующей профессиональной подготовке учителя может найти достаточно широкое применение в образовательной работе со школьниками.

#### Литература

1) Генденштейн Л.Э. Физика. 7 класс. В 2 ч. Ч. 2: задачник для общеобраз. учреждений / Л.Э. Генденштейн, Л.А. Кирик, И.М. Гельфгат; под ред. Л.Э. Генденштейна. – 3-е изд., стер. – М.: Мнемозина, 2012. – 191 с.

2) Генденштейн Л.Э. Физика. 7 класс. В 2 ч. Ч. 2: задачник для общеобраз. учреждений / Л.Э. Генденштейн, Л.А. Кирик, И.М. Гельфгат; под ред. Л.Э. Генденштейна. – 5-е изд., стер. – М.: Мнемозина, 2012. – 191 с.

3) Диагностика доминирующей перцептивной модальности. – URL: <https://psycabi.net/testy/289-test-audial-vizual-kinestetik-diaagnostika-dominiruyushchej-pertseptivnoj-modalnosti-s-efremtseva> (дата обращения 05.04.2022).

4) Лукашик В.И. Сборник задач по физике. 7–9 классы: учеб. пособие для общеобраз. учреждений / В.И. Лукашик, Е.В. Иванова. – 30-е изд. – М.: Просвещение, 2016. – 240 с.

5) Ненахова Е.В. Диагностика познавательного интереса у обучающихся старших классов средней общеобразовательной школы / Е.В. Ненахова // Наука и школа. – 2014. – 5 с.

# ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ МІМО И ПРОГРАММНО-ОПРЕДЕЛЯЕМОГО РАДИО ДЛЯ ОЦЕНКИ ИМПУЛЬСНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ МНОГОЛУЧЕВОЙ СРЕДЫ

*Халиуллин Р.Ф.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Сулимов А.И.*

## Введение

Импульсная характеристика (ИХ) является одной из важнейших характеристикой канала связи, дающей информацию о полосе пропускания и характерных временных задержках на различных участках системы. Она непосредственным образом влияет на пропускную способность канала [1]. Являясь одной из наиболее общих характеристик канала, содержащей в себе более частные характеристики, ИХ широко используется для изучения физических свойств среды распространения сигналов [2]. В рамках данной работы изучалась пространственно-временная структура среды распространения сигнала, где в качестве основы экспериментальной установки использовалась технология программно-определяемого радио (SDR = Software Defined Radio), которая является универсальным инструментом реализации беспроводных систем связи.

Целью данной работы являлась разработка программно-аппаратного комплекса на основе программно-определяемого радио для измерения импульсной характеристики многолучевой среды методом широкополосного зондирования с применением дальномерных кодов.

## Методика оценки импульсной характеристики

Пусть  $h(t)$  является искомой импульсной характеристикой изучаемого канала, а  $y(t)$  – регистрируемым в приемной точке откликом на входной зондирующий сигнал  $x(t)$ . Тогда отсчеты отклика могут быть вычислены по интегралу Дюамеля:

$$y(t_i) = \sum_{\tau=0}^{N-1} h(t_i - \tau) \cdot x(t_i) \quad (1)$$

Метод нахождения ИХ основан на определении взаимной корреляционной функции входного и выходного сигналов. Для случая дискретной выборки записывается в виде:

$$R_y(k\Delta t) = \sum_{i=0}^{N-1} x(t_i) \cdot y(t_i - k\Delta t) \quad (2)$$

где,  $k\Delta t$  – рассматриваемая задержка сигнала,  $\Delta t$  – задержка между принятым и эталонным сигналом.

Для генерации зондирующего сигнала было использовано специальное программное обеспечение, подробно описанное в работе [3]. Использовалась BPSK модуляция псевдослучайным дальномерным кодом Голда длиной 1024. На первом этапе процедуры генерации выбиралась пара порождающих полиномов  $f = x^0 + x^9 + x^8 + x^7 + x^6 + x^5 + x^4 + x^3 + 1$  и  $g = x^0 + x^9 + x^7 + x^6 + x^4 + x + 1$  с различными длинами и начальными состояниями регистров. На 1 чип сигнала приходилось 16 периодов колебаний несущей частоты. Формирование отсчетов квадратур I и Q зондирующего сигнала с BPSK модуляцией согласно коду Голда осуществлялась в свободно распространяемой среде GNU Radio и использовались для генерации эталонного сигнала. Так как в рамках проведенных экспериментов использовался сигнал в квадратурном представлении, и каждый отсчет принятого сигнала представляется в комплексном виде, для корректной операции свертки между комплексными числами вводилось комплексное сопряжение одного из операндов:

$$R_y(k\Delta t) = \sum_{i=0}^{N-1} \bar{x}(t_i) \cdot y^*(t_i - k\Delta t) \quad (3)$$

На первом этапе проводилось вычисление автокорреляционной функции (АКФ) зондирующего сигнала по формуле (3) с целью определения периода его повторения. Затем вычислялась свертка между эталонным и принимаемым сигналами. Для снижения шумовых погрешностей выполнялось усреднение оценок импульсной характеристики по всем периодам однозначности автокорреляционной функции зондирующего сигнала. Для этого выборка значений взаимной корреляционной функции  $R_y(k\Delta t)$  разбивалась на отрезки длиной, равной периоду повторения эталонного сигнала, после чего все отрезки усреднялись.

#### Описание экспериментальной установки

В качестве передатчика и приемника использовались программно-конфигурируемые радио-платформы (ПКР) EttusResearch USRP N210. Указанные приемопередатчики радиосигналов не могут работать в автономном режиме и требуют подключения к персональному компьютеру, который осуществляет обработку сигнала. Для управления приемопередатчиками используются программы, разработанные с помощью программного инструментария GNU Radio, который предоставляет возможность создания программного обеспечения для управления радиосистемами. Для удоб-

ства разработки в GNU Radio используется графический интерфейс GNU Radio Companion (GRC), который позволяет сравнительно быстро создавать программы управления в графическом исполнении.

В разделе 2 была сформирована последовательность значений фазы сигнала, модулированная кодом Голда. Данная последовательность подавалась на вход блока «*Magnitude\_and\_phase\_to\_complex*», на выходе которого генерировался вектор отсчетов квадратур зондирующего сигнала. Сгенерированные отсчеты квадратур зондирующего сигнала далее подавались на передающую радиоплатформу ПКР №1, которая формировала физический радиосигнал. Отклик канала поступал на приемную антенну радиоплатформы ПКР №2. В ПКР №2 происходила оцифровка данных и формирование вектора выборки  $\bar{Y}$ .

Для обеспечения строгой частотной синхронизации приемной и передающей программно-конфигурируемых радиоплатформ в установке использовался рубидиевый стандарт частоты Pendulum Instruments GPS-12RG. План экспериментальной установки для проведения натурных экспериментов представлен на рис. 2, а блок-схема установки – на рис. 1.

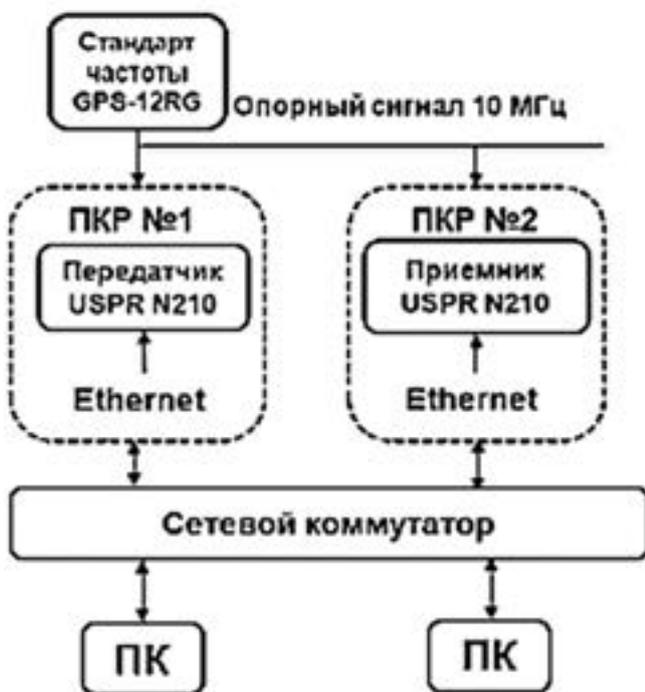


Рис. 1. Структурная схема экспериментальной установки

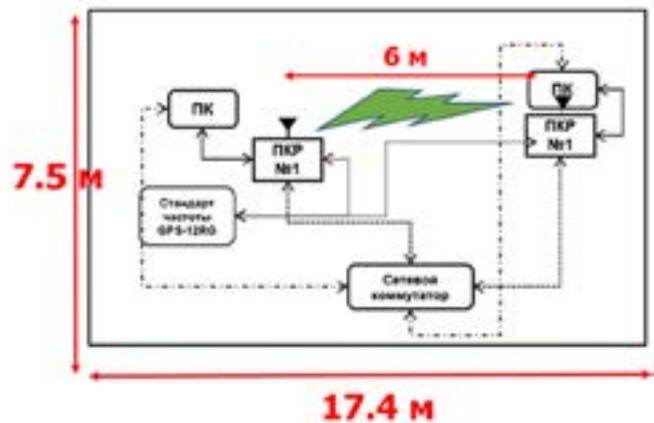


Рис. 2. План эксперимента

В ходе экспериментов ПКР №1 работала в режиме передатчика, а ПКР №2 – в режиме приемника. В экспериментах использовались зондиру-

щие сигналы двух типов: 1) с псевдослучайной квадратурной амплитудной манипуляцией QAM-16 и шириной спектра 6 МГц; 2) с псевдослучайной двоичной фазовой манипуляцией BPSK и шириной спектра 1,2 МГц. Несмотря на большую ширину спектра и потенциально более высокую точность оценки ИХ канала, сигнал с QAM-16 содержит дополнительные скачки по амплитуде, что осложняет последующую обработку измерений. По этой причине, в экспериментах предпочтение отдавалось сигналу с BPSK-модуляцией. Соответственно, передающая ПКР формировала зондирующий сигнал на несущей частоте  $f = 900$  МГц либо с псевдослучайной QAM-16, либо с BPSK модуляцией. Длительность накопления отсчетов квадратур сигнала составляла 10 секунд с частотой дискретизации 20 МГц.

Данная экспериментальная установка использовалась для проведения серии экспериментов в условиях закрытого лабораторного помещения. План экспериментальных исследований описывается в следующем разделе.

#### Результаты эксперимента

В рамках каждого эксперимента ПКР №1 излучала в когерентном (непрерывном) режиме зондирующий радиосигнал, содержащий модуляцию согласно дальномерному коду Голда. На приемной стороне в ПКР №2 записывались осциллограммы и спектрограммы отклика канала на зондирующее воздействие. Спектрограмма в последующем использовалась для измерения отношения сигнал/шум (SNR) в точке приема, что, согласно результатам моделирования, предопределяет дисперсию погрешности измерений.

Эксперимент проводился для 2-х случаев: 1) статичного положения антенн 2) хаотического перемещения антенны Rx. Были вычислены корреляционные функции между зондирующим сигналом  $x(t)$  с BPSK-модуляцией согласно коду Голда и записанным на приемной стороне откликом  $y(t)$ . Эмпирическая взаимная корреляционная функция  $R_{xy}(k\Delta t)$  представлена на рис.3-4. В ходе экспериментов было выяснено, что модуляция QAM-16 предъявляет более жесткие требования к синхронизации приемника и передатчика. Из-за недостаточной синхронизации, качество вычисленной по экспериментальным измерениям корреляционной свертки оказалось недостаточным для корректного восстановления импульсной характеристики. Ниже представлены результаты лишь для случая зондирования канала с BPSK-модуляцией.

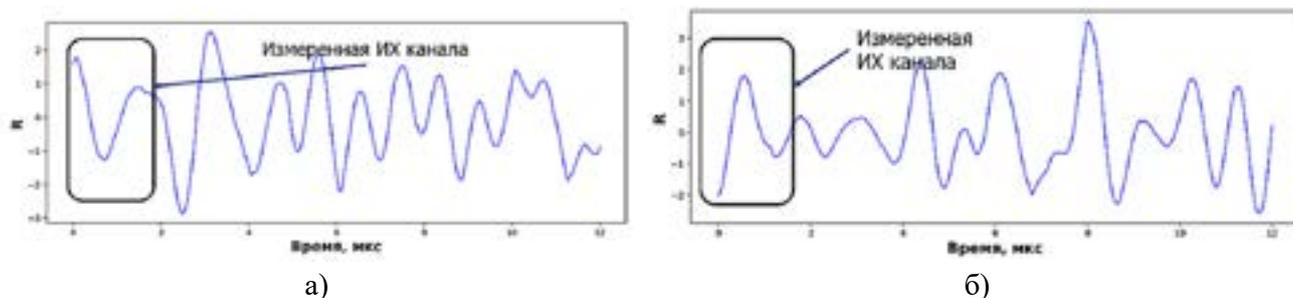


Рис. 3. Взаимная корреляционная функция между зондирующим и принимаемым сигналом для статичного случая 1) – а) реализация 1, б) реализация 2

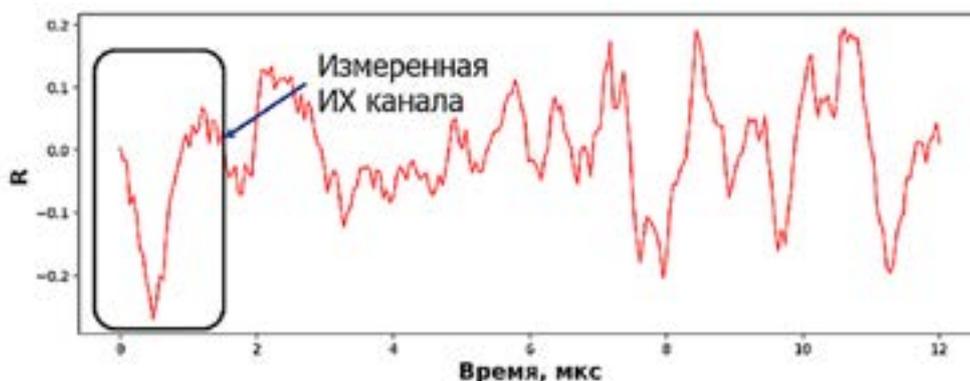


Рис. 4. Взаимная корреляционная функция между зондирующим и принимаемым сигналом при хаотичном перемещении антенны

Вследствие недостаточной ширины спектра зондирующего сигнала, восстановленная импульсная характеристика лишилась начального фронта. Для использованной в экспериментах радиолинии протяженностью 15 м задержка основного сигнала составляет порядка 50 нс. Чтобы зарегистрировать фронт с такой задержкой необходима ширина спектра зондирующего сигнала не менее 20 МГц. В нашем случае, ширина спектра оказалась много меньше. Из рис. 4 следует, что при хаотическом перемещении приемной антенны в импульсной характеристике возникает дополнительная модуляция, вследствие доплеровского смещения частоты.

#### Заключение

В ходе проведенных исследований была продемонстрирована теоретическая и практическая возможность определения импульсной характеристики многолучевой среды с использованием технологий ММО-радиосистем и программно-определяемого радио. Результаты предварительных экспериментов предоставили ценные сведения о способах возможной модернизации установки. Последующие эксперименты будут проводится с учетом полученных результатов для более сложной радиосистемы формата 2 передающие и 2 приемные антенны, а также с использованием зондирующего сигнала с большей шириной спектра.

## Литература

1) Щелкунов, Н.С. Исследование и разработка аналитической модели канала ММО на основе результатов экспериментальных измерений: специальность 2.2.15 «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Щелкунов Николай Сергеевич; Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики. – Новосибирск, 2022. – 108 с. – Текст: непосредственный.

2) Kislitsin, A.A., Ivanov, D.V., Ivanov, V.A., Chernov, A.A., & Ovchinnikov, V.V. (2018). Studying Impulse Response Peak Power Losses in a Satellite Communication Transionospheric Radio Channel with the Use of GPS/GNSS Data. 2018 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications (SYNCHROINFO).

3) Епонешников, А.В. Оценка многолучевой задержки широкополосных импульсных сигналов: специальность «радиофизика»: Выпускная квалификационная работа / Епонешников А.В.; Казанский федеральный университет. – Казань, 2019. – 91 с. – Текст: непосредственный.

# ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ МАГНЕТОСОПРОТИВЛЕНИЯ ТОПОЛОГИЧЕСКОГО ИЗОЛЯТОРА $\text{Bi}_{1.08}\text{Sn}_{0.02}\text{Sb}_{0.9}\text{Te}_2\text{S}$

*Эндерова Т.Н.*

*Научные руководители – канд. физ.-мат. наук Сахин В.О.,  
д-р физ.-мат. наук, в.н.с. Таланов Ю.И.*

Топологические изоляторы (ТИ) в последнее десятилетие привлекают к себе внимание исследователей из-за перспектив практического применения при создании устройств квантовой электроники и спинтроники. ТИ – материал, свойства объема которого совпадают с свойствами изолятора, в то время как поверхность характеризуется бесщелевым проводящим состоянием, возникающим из-за смены порядка следования энергетических зон.

Исследование ТИ привлекает значительное внимание научного сообщества благодаря своим уникальными электромагнитными свойствами поверхностного проводящего состояния материалов: носители тока на поверхности ТИ являются фермионами Дирака, энергия которых подчиняется линейному закону дисперсии, при этом спин и импульс электрона жестко связаны друг с другом – направление спина строго перпендикулярно направлению движения электрона. Кроме того, носители тока топологически защищены от рассеяния на немагнитных примесях. Топологическая защищенность изолятора повышает устойчивость к помехам, а высокая подвижность носителей позволяет рассматривать ТИ в качестве материалов для создания практических устройств. На сегодняшний день ТИ являются единственными реальными материалами-кандидатами, на базе которых можно создать устройства спинтроники.

Для использования ТИ на практике, необходимо знать, как можно воздействовать на проводящее поверхностное состояние. Мы исследуем, как магнитное поле влияет на транспортные свойства кристалла ТИ  $\text{Bi}_{1.1-x}\text{Sn}_x\text{Sb}_{0.9}\text{Te}_2\text{S}$  ( $x = 0.02; 0.04$ ), так как магнетизм оказывает довольно сильное влияние на свойства поверхностного проводящего состояния ТИ. Обычно для исследования влияния магнетизма вносят магнитную примесь в исследуемое соединение, или наносят слой ферромагнетика на его поверхность [1, 2].

Мы изучаем механизмы, влияющие на транспортные свойства топологических изоляторов при изменении внешних параметров (температуры и маг-

нитного поля). Полученные знания можно будет использовать при создании практических устройств квантовой электроники и спинтроники. В данной работе с помощью четырехконтактного метода измерения сопротивления исследуются температурные и полевые зависимости сопротивления трехмерного топологического изолятора с целью выявления механизмов изменения магнитоэлектрических свойств топологических изоляторов.

В качестве объекта исследования были выбраны одни из лучших по своим транспортным характеристикам ТИ:  $\text{Bi}_{1.1-x}\text{Sn}_x\text{Sb}_{0.9}\text{Te}_2\text{S}$  ( $x = 0.02; 0.04$ ) [3]. Кристаллы были выращены в Казанском физико-техническом институте им. Е.К. Завойского. Изначальное соединение – теллурид висмута  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  обладает высокой концентрацией носителей тока в своем объеме, что затрудняет анализ поверхностных состояний топологического изолятора. По этой причине вводятся компенсирующие примеси: олово Sn, сурьма Sb и сера S. Из-за влияния компенсирующих примесей концентрация носителей тока в объеме становится меньше, в результате при низких температурах проводящие свойства образца определяются свойствами поверхностного проводящего состояния. Перед проведением измерений расщеплением кристалла была получена тонкая пластинка, параллельная плоскости  $ab$ .

С помощью четырехконтактного метода измерения сопротивления была получена зависимость  $\rho_{xx}(T)$  в температурном диапазоне от 4 К до 270 К для обоих образцов (Рис. 1). В области высоких температур ( $T > 150$  К) образец ведет себя как полупроводник с шириной запрещенной зоны  $\Delta E$  примерно 150 мэВ. При  $T < 100$  К ход сопротивления становится металлическим и определяется вкладом от поверхностного проводящего состояния ТИ.

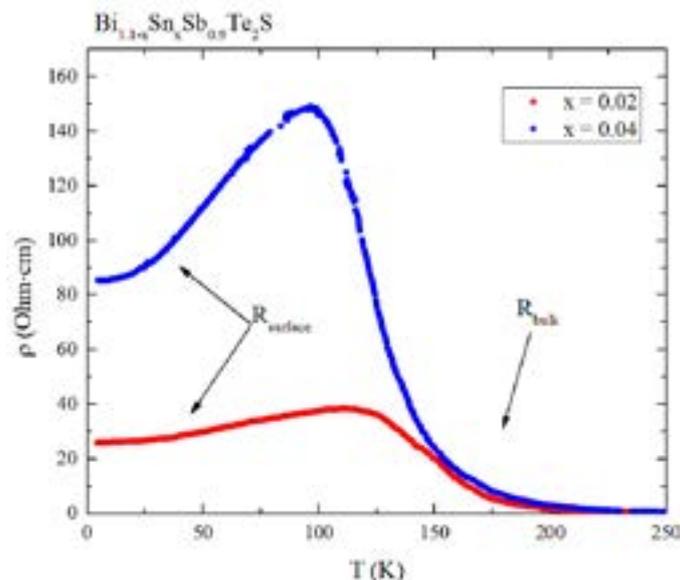


Рис. 1. Температурные зависимости сопротивления образцов  $\text{Bi}_{1.1-x}\text{Sn}_x\text{Sb}_{0.9}\text{Te}_2\text{S}$

При  $T = 4.2$  К были получены зависимости магнетосопротивления при изменении угла  $\theta$  между плоскостью  $ab$  образца и направлением внешнего магнитного поля. На рисунке 2 приведены полученные зависимости  $\Delta\rho_{xx}(H)$ , где  $\Delta\rho(H) = \rho(H) - \rho(H = 0)$ . Стоит отметить, что при развороте образца на  $180^\circ$  относительно направления внешнего магнитного поля, наблюдается анизотропия магнетосопротивления, причиной возникновения которой, возможно, является вклад от Холловского сопротивления  $\rho_{xy}$ .

Известно, что для топологических изоляторов при низких температурах характерно явление слабой антилокализации, которое заключается в росте проводимости. Этот эффект подавляется внешним магнитным полем напряженностью порядка нескольких сот эрстед [4]. В нашем случае в поле от  $H = 600$  Э вклад от слабой антилокализации практически не наблюдается. По поведению магнетосопротивления очевидно, что в полях выше 600 Э существуют дополнительные механизмы, приводящие к увеличению сопротивления.

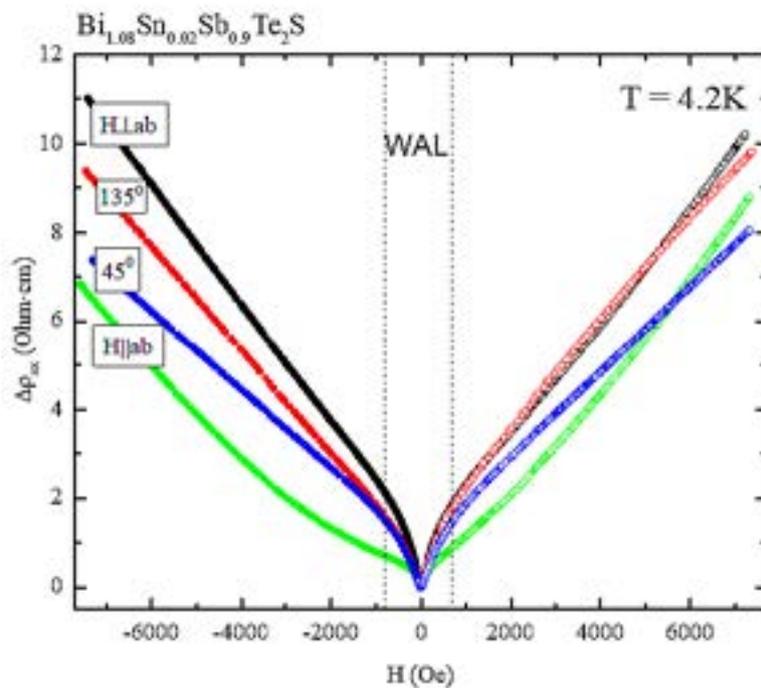


Рис. 2. Магнетосопротивление образца  $\text{Bi}_{1.08}\text{Sn}_{0.02}\text{Sb}_{0.9}\text{Te}_2\text{S}$  при разной ориентации образца в магнитном поле при  $T = 4.2$  К

Мы предположили, что дальнейший рост магнетосопротивления может быть связан с возникновением энергетической щели в спектре поверхностных носителей тока. Для этого были изучены температурные зависимости сопротивления при наличии магнитного поля  $H = 5$  кЭ. На рисунке 3 приведены зависимости  $\rho_{xx}(T)$ , полученные при отогреве в магнитном поле  $H =$

5 кЭ после охлаждения в нулевом поле и  $\rho_{xx}(T)$  при  $H = 0$  для обоих образцов. Для образца с содержанием олова  $x = 0.02$  при температурах ниже  $T = 25$  К  $\rho_{xx}(T)$  в магнитном поле незначительно растет с уменьшением температуры. Для образца с содержанием олова  $x = 0.04$  в области температур, где сопротивление определяется поверхностным состоянием, поведение сопротивления имеет ярко выраженный активационный характер.

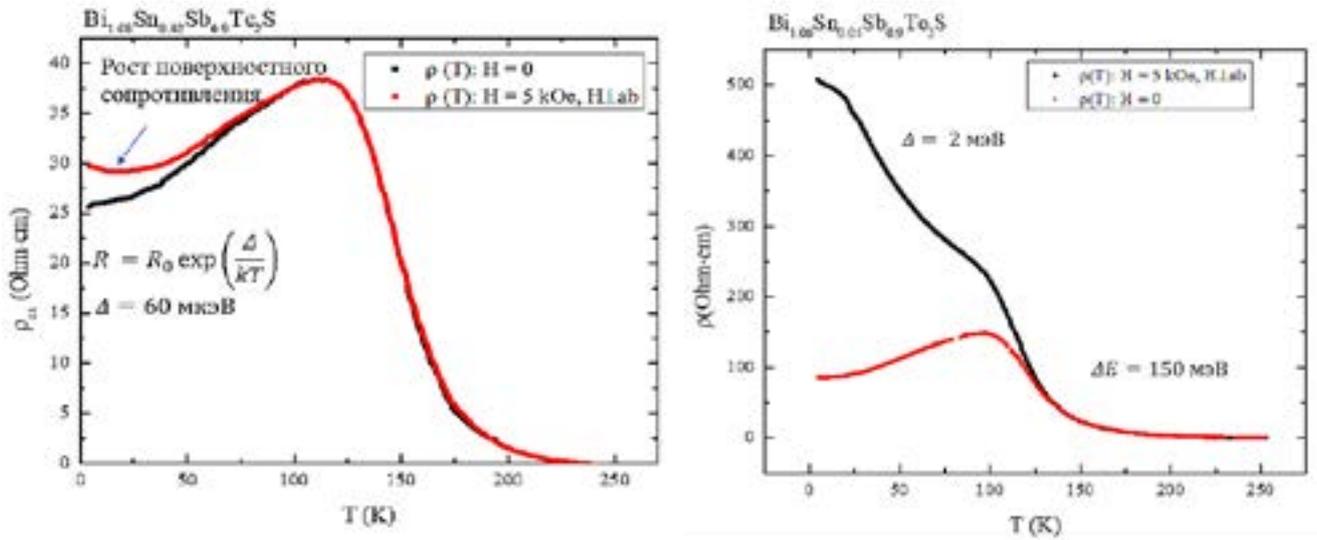


Рис. 3. Температурная зависимость сопротивления  $\rho_{xx}$  при отсутствии магнитного поля (красная кривая) и при  $H = 5$  кЭ (черная кривая) для образца с а)  $x = 0.02$ ; б)  $x = 0.04$

При обработке диапазона, где наблюдается рост поверхностного сопротивления в магнитном поле уравнением Аррениуса, была оценена величина возникающей активационной щели:  $\Delta$  порядка 2 мэВ для образца  $\text{Bi}_{1.06}\text{Sn}_{0.04}\text{Sb}_{0.9}\text{Te}_2\text{S}$  и 60 мкэВ для  $\text{Bi}_{1.08}\text{Sn}_{0.02}\text{Sb}_{0.9}\text{Te}_2\text{S}$ .

Данное явление экспериментально наблюдалось в измерениях ARPES для топологических изоляторов с магнитными ионами. В немагнитном топологическом изоляторе  $\text{Bi}_{1.1-x}\text{Sn}_x\text{Sb}_{0.9}\text{Te}_2\text{S}$  ( $x = 0.02; 0.04$ ) подобный эффект наблюдается под действием внешнего магнитного поля.

### Литература

1. Абдуллаев Н.А. и др. Механизм переноса заряда в новом магнитном топологическом изоляторе  $\text{MnBi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_4$  // Физика твердого тела. – 2021. – Т. 63. – №8. – С. 1062–1067.
2. Yano R. et al. Magnetic gap of Fe-doped  $\text{BiSbTe}_2\text{Se}$  bulk single crystals detected by tunneling spectroscopy and gate-controlled transports // The Journal of Physical Chemistry Letters. – 2021. – Т. 12. – №17. – С. 4180–4186.

3. Kushwaha S.K. et al. Sn-doped Bi<sub>1-x</sub>Sb<sub>x</sub>Te<sub>2</sub>S bulk crystal topological insulator with excellent properties //Nature communications. – 2016. – T. 7. – №1. – C. 11456.

4. Lu H.Z., Shen S.Q. Weak antilocalization and interaction-induced localization of Dirac and Weyl Fermions in topological insulators and semimetals //Chinese Physics B. – 2016. – T. 25. – №11. – C. 117202.

# КОЛЛАБОРАЦИЯ ФИЗИКИ И ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОГО ИСКУССТВА В РАМКАХ ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА ДЛЯ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ

*Юрова В.И.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Гарнаева Г.И.*

Физика – это одна из основополагающих наук о природе. Освоение школьного курса физики способствует формированию у обучающихся научных знаний об окружающем их мире, необходимых для понимания различных природных явлений и процессов, происходящих в технике и быту. В современном мире физика является чрезвычайно значимой наукой. Знания о физических основах процессов, происходящих в окружающем мире, непрерывно расширяются и углубляются. Вследствие этого возникает необходимость в популяризации физики и большей осведомленности общества в области естественных наук. Поэтому актуальной на сегодняшний день педагогической проблемой является формирование у обучающихся познавательного интереса к изучению естественнонаучных дисциплин, который будет способствовать качественному и эффективному усвоению знаний школьниками.

Целью нашего исследования является разработка элективного курса по физике для младших школьников и анализ его влияния на формирование познавательного интереса к изучению физики у обучающихся.

Объектом исследования является организация внеурочной деятельности младших школьников.

Предметом исследования выступает применение элективного курса по физике в процессе обучения младших школьников.

Гипотеза исследования заключается в том, что использование во внеурочной деятельности курса, основанного на коллаборации физики и изобразительного искусства, будет способствовать формированию познавательного интереса к изучению физики у младших школьников.

Познавательный интерес можно определить, как устойчивое желание человека узнать что-то новое, получить знания и понимание различных явлений. Он стимулирует людей к поиску новой информации, удовлетворению любопытства, расширению знаний об окружающем мире. Знания законов физики необходимы для понимания многих феноменов, происходящих в

нашей жизни, от падения яблока с дерева до функционирования новейших технических устройств.

Г.И. Щукина дала следующее определение познавательному интересу: «это важный вид интереса, который несет в себе все функции интереса как психического образования: его избирательный характер, единство объективного и субъективного, наличия в нем органического сплава интеллектуальных и эмоционально-волевых процессов» [5].

Познавательный интерес к изучению определенного предмета определяет общую направленность деятельности ученика и имеет большое значение в структуре его деятельности. Влияние познавательного интереса обуславливается рядом аспектов: уровнем развития, мотивационной направленностью, характером, связью с планами на будущее.

В научных трудах Г. И. Щукиной [5] и Н. Г. Морозовой [2] выделено несколько стадий развития познавательного интереса: любопытство, занимательность, любознательность, познавательный интерес и теоретический интерес.

Элективные пропедевтические курсы по физике для младших школьников являются прекрасной возможностью познакомить детей с основами физики и заинтересовать их научными исследованиями. В курсах физики для младших школьников учащиеся изучают теоретические основы физики, а проведение красочных занимательных экспериментов помогает детям познакомиться на практике с различными физическими явлениями и законами, множество опытов ребята могут проводить самостоятельно в рамках домашних исследований.

Идея внедрения пропедевтических элективных курсов по физике во внеурочную деятельность младших школьников активно используется в современной педагогике. Своим опытом внедрения подобного элективного курса в своей статье поделилась Е. С. Седина. Автор статьи разработала курс «Физика для младших школьников» [4].

Е.С. Седина в своей работе отмечает, что естественнонаучное образование является фундаментом научного мировоззрения школьников. В частности, изучение физики способствует пониманию законов и закономерностей явлений окружающего мира, а также функционирования различных технических устройств. В возрасте 10-11 лет детям присущ особый интерес ко всем явлениям, происходящим вокруг них. Поэтому начать обучение школьников основам физических явлений желательно уже в этот период.

Элективный курс естествознания «Физика для младших школьников», разработанный Е.С. Сединой, включает в себя множество ребусов, кроссвордов, занимательных задач и загадок, а также проектную деятельность школьников. В рамках этого курса учащиеся знакомятся с простейшими измерительными приборами, физическими свойствами воды, воздухоплаванием и биографиями великих ученых.

Развитие познавательного интереса младших школьников в рамках элективных курсов – это важная задача, поскольку данный процесс помогает детям не только расширить свой кругозор, но и сформировать у них увлечения и интересы, которые могут стать основой для дальнейшего развития в конкретной области.

В целом, развитие познавательного интереса младших школьников в рамках элективных курсов требует создания стимулирующей, интересной и доступной среды, учета интересов и потребностей каждого ученика, использования дифференцированных методов работы, что поможет детям сформировать интерес к изучаемым областям и увлечения, которые могут стать основой для дальнейшего развития.

Концепция разработанного нами элективного курса заключается в коллаборации физики и изобразительного искусства. На первый взгляд довольно трудно найти взаимосвязь между этими областями. Однако если рассмотреть этот вопрос более тщательно, то станет ясно, что физические законы и принципы играют важную роль в создании и восприятии произведений изобразительного искусства. В свою очередь, художники могут использовать физические законы и явления как источник вдохновения для создания произведений искусства.

Некоторые законы физики имеют прямое отношение к изобразительному искусству. Например, закон преломления света помогает понять, как создаются оптические иллюзии в живописи. Законы оптики играют важную роль в создании правильных светотеневых переходов на рисунках.

Существует множество мнений ученых и искусствоведов о связи физики и изобразительного искусства. Некоторые считают, что физика – это ключ к пониманию истинной красоты, в то время как другие считают, что наука не в состоянии описать творческий процесс. Одним из первых авторов, рассматривающих эту тему, был Джеймс Клерк Максвелл. Он утверждал, что физические законы можно выразить в терминах математических уравнений, а физическая реальность может быть представлена визуально. Он считал,

что изображения могут помочь людям понять физические теории и принципы, и соответственно, изобразительное искусство может быть полезным инструментом для учебного процесса в физике.

В целом, можно сказать, что взаимосвязь физики и изобразительного искусства довольно тесная и важная. Физические законы помогают художникам создавать более точные и реалистичные изображения, а изобразительное искусство может быть полезным инструментом для обучения физике. Поэтому, совместное изучение этих двух областей может привести к новым открытиям и к пониманию природы в целом.

Для того чтобы помочь преодолеть все барьеры, мешающие пониманию и освоению физики обучающимися в основной школе, мы считаем целесообразным внедрение в образовательный процесс специального подготовительного курса для школьников начальной ступени общего образования. В дальнейшем обучающимся процесс овладения знаниями по данному предмету будет даваться намного проще благодаря заложенному в рамках этого курса теоретическому фундаменту и сформированному интересу к изучению физики.

К элективному курсу мы разработали методический сборник, в котором подробно описали систему занятий по курсу «Научное творчество», включающую в себя тематическое планирование и конспекты занятий. Данный курс предназначен для детей младшего школьного возраста. Занятия направлены на расширение кругозора школьников и формирование у них целостного восприятия окружающего мира. Идеей курса является коллаборация физики и изобразительного искусства. В пособии представлены 10 занятий, охватывающих различные разделы физики – молекулярные, механические, электрические и оптические явления. Продолжительность каждого занятия от 1 часа.

В пособии собраны занимательные физические эксперименты, интересные творческие задания и необычные техники рисования. В основе представленных техник лежат проявления различных физических явлений (смешение красок – диффузия, граттаж – трение, пуантилизм – оптическое смешение цветов, монотипия – взаимодействие молекул, рисование брызгами – инерция и т.д.). Данные техники рисования весьма необычны, они помогают активно развивать творческие способности обучающихся, подробнее познакомиться с ними можно в книгах Давыдовой Г.Н., посвященным нетрадиционным техникам рисования [2]. Волшебство представленных опытов

объяснено детям в доступной им форме. Выполняя веселые эксперименты своими руками, школьники смогут познать окружающий их мир.

Экспериментальное исследование проводилось на базе МБОУ «Гимназия №125» Советского района г. Казани. В исследовании принимали участие учащиеся 4 А (24 ученика) и 4 Б классов (25 учеников).

В начале исследования нами был проведен опрос учеников обоих классов. Целью данного опроса являлось определение первоначального уровня познавательного интереса школьников к изучению физики и выявления их общего отношения к данной науке. Для этого был использован опросник изучения познавательного интереса обучающихся, разработанный психологом Б.К. Пашневым [3].

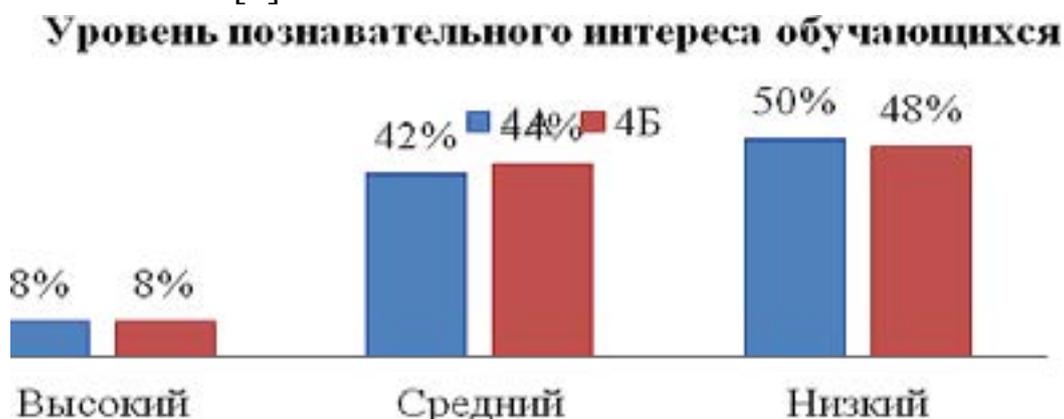


Рис. 1. Столбчатая диаграмма, отражающая результаты обработки входного опроса учеников 4А и 4Б классов

В качестве статистического критерия, позволяющего достоверно оценить результаты апробации, нами был выбран  $\chi^2$  – критерий Пирсона.

Согласно проведенным расчётам  $\chi^2$  – критерий Пирсона получился равным 0,027. Данное значение меньше критического, равного 5,991. А это значит, что характеристики сравниваемых выборок совпадают на уровне значимости 0,05. И можно сказать, что первоначально ученики и 4 А и 4 Б классов имеют примерно одинаковый уровень познавательного интереса. Поэтому обучающиеся одного из этих классов (4 А) могут составить экспериментальную группу, а обучающиеся другого класса (4 Б) – контрольную группу в нашем педагогическом эксперименте.

В экспериментальном классе в рамках внеурочной деятельности мы будем проводить разработанные нами занятия курса «Научное творчество». А в контрольном классе внеурочная деятельность будет проводиться с помощью традиционных форм и методов организации образовательного процесса. А по окончании апробации школьники обоих классов пройдут по-

вторный опрос, направленный на определение уровня учебной мотивации, чтобы оценить влияние применения элективного курса на уровень заинтересованности школьников к изучению физики.

После проведения 10 занятий курса «Научное творчество» в рамках внеурочной деятельности экспериментальной группы для повторного определения уровня познавательного интереса школьников снова был использован опросник, разработанный психологом Б.К. Пашневым [3]. Результаты выходного опроса учеников после проведения занятий элективного курса «Научное творчество» приведены ниже в виде диаграммы:

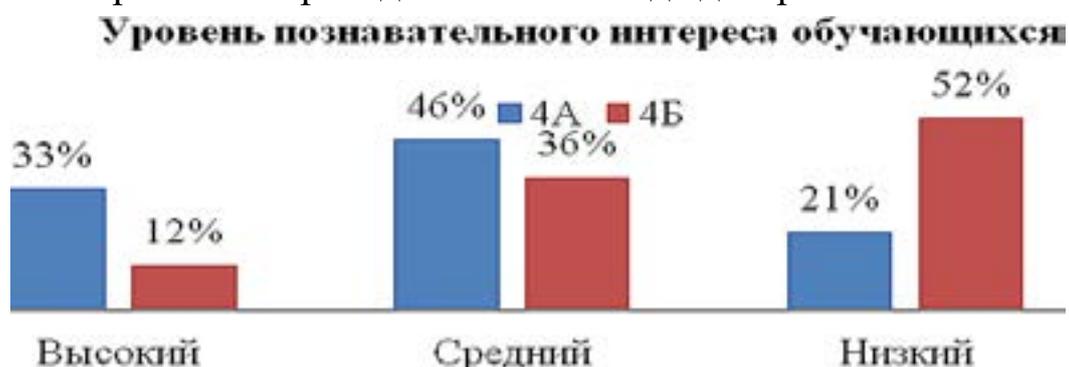


Рис. 2. Столбчатая диаграмма, отражающая результаты обработки выходного опроса учеников 4А и 4Б классов

Для того чтобы достоверно оценить результаты апробации снова используем  $\chi^2$  – критерий Пирсона. Рассчитанное эмпирическое значение критерия Пирсона –  $\chi^2$  равно 6,010. Критическое равно 5,991. Достоверность различий характеристик сравниваемых выборок составляет 95%.

По итогам обработки полученных нами результатов опроса школьников мы можем говорить о положительной динамике развития познавательного интереса к изучению физики у учеников экспериментальной группы, что свидетельствует об эффективности применяемого нами в рамках внеурочной деятельности курса «Научное творчество». Поэтому разработка и внедрение в учебный процесс элективного курса, построенного на коллаборации физики и изобразительного искусства, являются актуальным и перспективным направлением развития технологий обучения предметам естественнонаучного цикла.

Элективный курс «Научное творчество» действительно позволяет активно развивать познавательный интерес к изучению физики у учеников начальной школы, помогает подготовить детей к освоению курса физики в будущем, а также прививает им любовь и интерес к науке, открывая для них новые горизонты знаний и возможностей.

## Литература

1. Давыдова, Г.Н. Нетрадиционные техники рисования в детском саду. Часть 1. – М.: Издательство Скрипторий 2003., 2007. – 80 с.
2. Морозова, Н.Г. Учителю о познавательном интересе / Н.Г. Морозова // – М.: Знание, 2009. – 246 с.
3. Пашнев, Б.К. Психодиагностика : практикум школьного психолога : [индекс одаренности, склонность к творчеству, познавательная активность] / Б.К. Пашнев. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2010. – 316 с. – (Серия «Психологический практикум»); ISBN 978-5-222-17017-5
4. Седина, Е.С. Физика для младших школьников (программа элективного курса для младших школьников) / Е.С. Седина // – 2018. – №1. – С. 111–114. – EDN ХРСХВJ.
5. Щукина, Г.И. Педагогические проблемы формирования познавательных интересов учащихся / Г.И. Щукина // – М.: Педагогика, 1988. – 208 с.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ДОПЛЕРОВСКОГО СПЕКТРА В МОБИЛЬНЫХ СЕТЯХ СВЯЗИ СО СЛУЧайНОЙ ПОДВИЖНОСТЬЮ АБОНЕНТА

*Яфарова А.Р.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Сулимов А.И.*

Проблема определения статистических характеристик канала в системах подвижной связи является актуальной задачей. Необходимость их исследования также обусловлена возможностью их использования для генерации случайных последовательностей при защите информации. Одной из характеристик случайности канала является доплеровский спектр сигнала. Особенности случайных замираний канала хорошо изучены [1]. Однако связь статистических характеристик генерируемой многолучевым методом случайности последовательности [2] с формой доплеровского спектра исследована недостаточно. Предположительно, о достаточности энтропии канала для генерации случайной последовательности можно судить по наблюдениям за доплеровским спектром принимаемого сигнала, который определяется характером движения абонента. Исходя из этого, целью данного исследования является идентификация модели движения абонента по форме доплеровского спектра регистрируемого радиосигнала. Указанная цель достигается путём разработки стохастической модели движения абонента, проведение с её помощью серии имитационных экспериментов. Для проверки адекватности разработанной модели выполнен цикл натурных экспериментов.

## Стохастическая модель системы

Для изучения взаимосвязи доплеровского спектра и случайности траектории движения абонента рассматривалась система сотовой связи с неподвижной базовой станцией (БС на рис.1), расположенной в точке (0;0), от которой распространяется сигнал на несущей частоте 1000 МГц к подвижному приёмнику – телефону пешего абонента, движущегося со скоростью  $v(t)$ . Для генерации реалистичной траектории абонента была разработана оригинальная модификация Гауссо-Марковской модели движения [2].

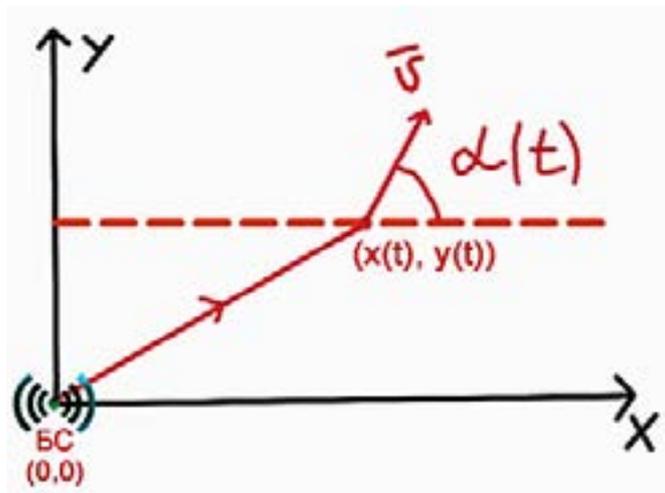


Рис. 1. Модель рассматриваемой системы сотовой связи

Траектория формируется отрезками, в пределах которых параметры движения остаются постоянными. При переходе к следующему отрезку параметры получают случайное приращение, согласно формулам (1), (2).

$$v(t_i + \Delta t_i) = v_0 + \rho_v(\Delta t_i) * (v(t_i) - v_0) + \sqrt{1 - \rho_v(\Delta t_i)^2} * (\Delta v(t_i) - v_0), \quad (1)$$

где  $v_0$  – средняя скорость абонента,  $\rho_v(\Delta t_i)$  – автокорреляционная функция скорости,  $\Delta v(t_i)$  – случайный скачок скорости, распределённый по закону  $N(0, \sigma^2)$ ,  $\tau_v$  – интервал корреляции.

$$\alpha(t_i + \Delta t_i) = \alpha_0 + \rho_\alpha(\Delta t_i) * (\alpha(t_i) - \alpha_0) + \sqrt{1 - \rho_\alpha(\Delta t_i)^2} * (\Delta \alpha(t_i) - \alpha_0), \quad (2)$$

где  $\alpha_0$  – среднее направление движения абонента,  $\rho_\alpha(\Delta t_i)$  – автокорреляционная функция направления,  $\Delta \alpha(t_i)$  – случайный скачок направления, распределённый равномерно на  $[-\pi, \pi]$ ,  $\tau_\alpha$  – интервал корреляции направления.

Автокорреляционная функция скорости задаётся формулой:

$$\rho_{v}(\Delta t_i) = e^{-(\Delta t_i) / \tau_{1v}} * (1 + (\Delta t_i) / \tau_{1v}). \quad (3)$$

Автокорреляционная функция направления  $\rho_\alpha(\Delta t_i)$  задаётся аналогичным выражением. Интервал корреляции влияет на статистическую связь между соседними участками траектории абонента. Чем шире интервал корреляции, тем меньше по амплитуде случайные скачки и более упорядочено движение.

Интервал постоянства параметров движения  $\Delta t_i$  на отрезках задаётся в виде случайной величины с экспоненциальным распределением с интенсивностью событий  $\lambda$ .

Доплеровский сдвиг вычисляется с учётом известных параметров движения абонента:

$$f_D(t_i) = \frac{v(t_i)}{\lambda_0} * \left( \frac{x(t_i) * \cos \alpha(t_i)}{\sqrt{x(t_i)^2 + y(t_i)^2}} + \frac{y(t_i) * \sin \alpha(t_i)}{\sqrt{x(t_i)^2 + y(t_i)^2}} \right) \quad (4)$$

где  $\lambda_0$  – длина волны несущей частоты,  $(x(t_i); y(t_i))$  – текущие координаты абонента,  $v(t_i)$  – текущая скорость абонента,  $\alpha$  – угол между волновым вектором радиоволны и вектором скорости абонента.

Случайное движение абонента моделировалось на длительном отрезке времени наблюдения, что позволяло сгенерировать выборку отсчётов доплеровского смещения  $f_D(t_i)$ . Путём статистического анализа данной выборки строилась гистограмма, которая была пропорциональна искомому доплеровскому спектру мощности.

#### План моделирования и экспериментов

Разработанная модель была реализована в виде комплекса программ на языке Python. Путь абонента генерировался из 5000 элементарных отрезков. Рассматривались семь модельных сценариев движения абонента, отличавшихся значениями дисперсии скорости, интервалов корреляции  $\tau_v$  и  $\tau_\alpha$ , а также интенсивностью  $\lambda$  возникновения преград на пути абонента. Это позволило выявить шесть характерных форм доплеровского спектра.

Кроме того, был проведён эксперимент по захвату реальной траектории движения абонента. Для сбора данных использовалось приложение «Гео-трекер – GPS-трекер» версии 5.2.0.3156. Приложение каждую секунду фиксировало географические координаты размещения абонента и сохраняло их в отдельном файле формата \*.csv.

Дальнейшая обработка данных предусматривала: 1) переход от географических координат к декартовым координатам [3]; 2) вычисление скорости передвижения от точки к точке; 3) вычисление направления движения; 4) вычисление доплеровского смещения частоты по формуле (4). Указанные этапы обработки экспериментальных данных выполнялись в автоматическом режиме специально разработанной программой.

#### Анализ полученных результатов

На рис. 2-9 представлены результаты моделирования двух сценариев с интенсивностью  $\lambda = 1$  Гц, отличавшихся интервалами корреляции и дисперсией скорости. В сценарии 1  $\tau_v = 0,1$  мс,  $\tau_\alpha = 0,1$  мс,  $\sigma = 1,5$  см/с, а в сценарии 2 –  $\tau_v = 60$  с,  $\tau_\alpha = 300000$  с,  $\sigma = 0,5$  м/с. На рис.2 и рис.3 представлены траектории абонента, а на рис.4 и рис.5 соответствующие вариации скорости. Из рисунков можно заметить, что в сценарии 1 была случайная траектория, но не случайная скорость абонента, а в сценарии 2 – наоборот, наблюдались случайные вариации скорости при неслучайной траектории движения.

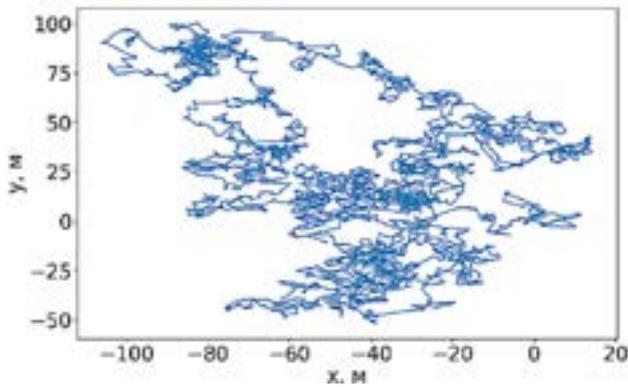


Рис. 2. Траектория абонента в сценарии 1

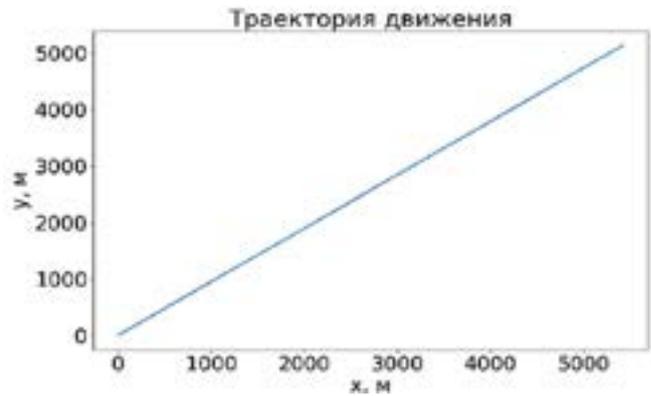


Рис. 3. Траектория абонента в сценарии 2

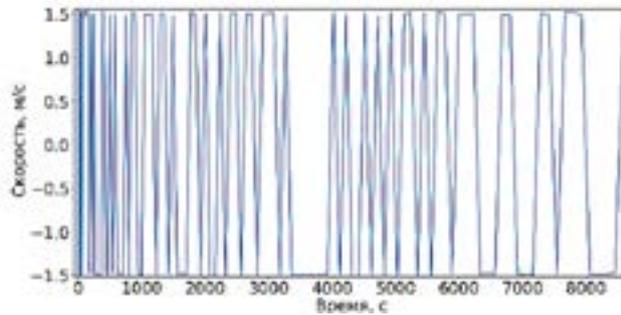


Рис. 4. Вариации скорости абонента в сценарии 1

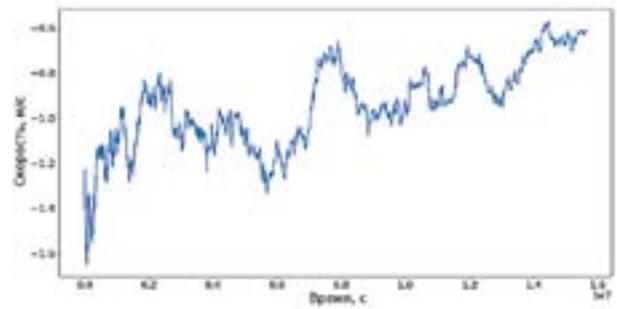


Рис. 5. Вариации скорости абонента в сценарии 2

Представленная на рис. 6 и рис. 7 динамика доплеровского смещения частоты демонстрирует явную зависимость от характера движения абонента: в сценарии 1 вариации сильнее, чем в сценарии 2. Построенные путём обработки рис. 6 и рис. 7 доплеровские спектры показаны на рис. 8 и рис. 9. В сценарии 1 доплеровский спектр демонстрировал большее разнообразие, что сопряжено с более случайными условиями в канале связи. Следовательно, на форму доплеровского спектра доминирующее воздействие оказывает случайность направления движения абонента, при этом случайность режима скорости не порождает новых гармоник в доплеровском спектре, а лишь приводит к размытию существующих.

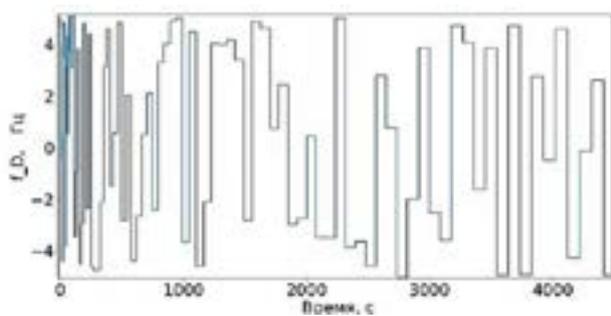


Рис. 6. Фрагмент вариаций доплеровской частоты в сценарии 1

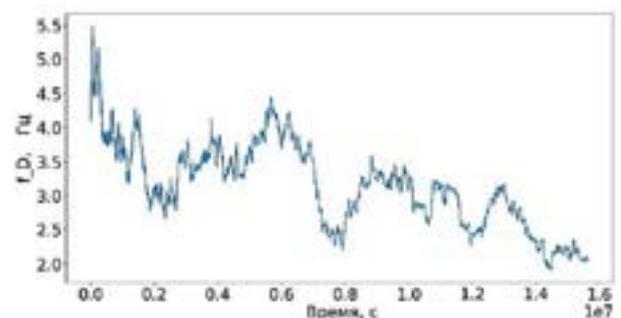


Рис. 7. Динамика доплеровской частоты в сценарии 2

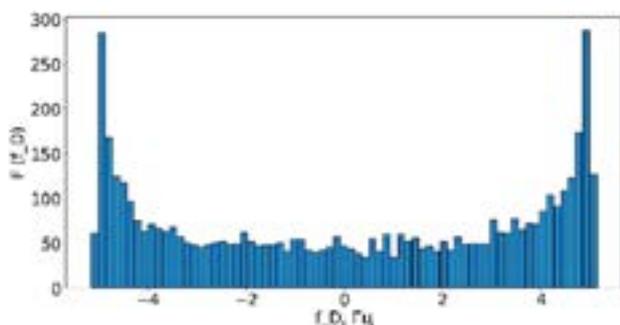


Рис. 8. Доплеровский спектр регистрируемого сигнала в сценарии 1

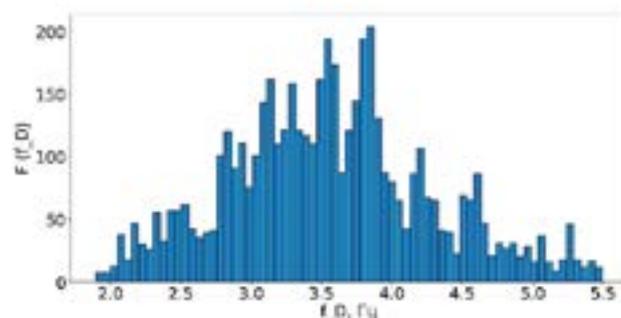


Рис. 9. Доплеровский спектр регистрируемого в сценарии 2

Пример экспериментальной траектории представлен на рис.10, а реконструированный доплеровский спектр – показан на рис.11. Экспериментальные данные соответствуют промежуточному случаю между двумя рассмотренными выше модельными сценариями.

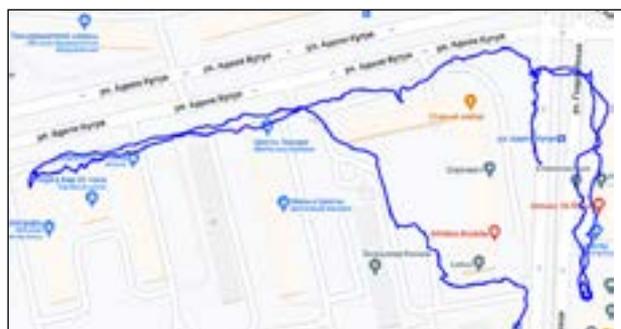


Рис. 10. Траектория движения в эксперименте

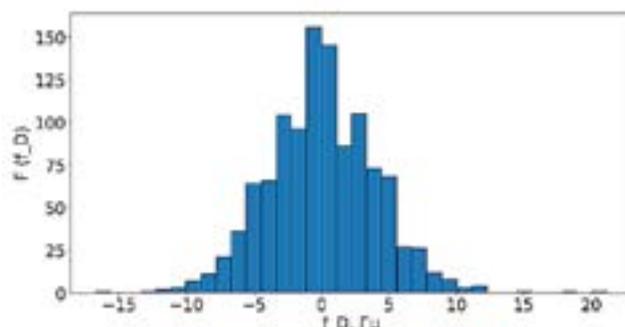


Рис. 11. Эмпирический доплеровский спектр

Сравнение с экспериментом показывает, что разработанная модель, в целом, адекватно описывает характер реальной подвижности абонента. Однако для дисперсии и интервала корреляции скорости при моделировании задавались заниженные значения. Нормальный закон распределения скорости подтверждается экспериментальными данными, при этом закон распределения направления движения оказался неравномерным, что говорит о необходимости накопления более длительных выборок. Хотя и наблюдаются некоторые расхождения в профилях теоретических и эмпирических автокорреляционных функций, общая структура корреляционной зависимости в имитационной модели было воссоздана корректно.

## Заключение

В рамках данной работы исследовалось влияние хаотичности канала связи на форму доплеровского спектра регистрируемого сигнала. Была разработана универсальная имитационная модель и выполнен цикл имитационных экспериментов, корректность которых подтверждена сопоставлением с накопленными экспериментальными данными.

Установлено, что степень случайности канала определяет размах и симметрию доплеровского спектра. Случайность направления движения абонента влияет на доплеровский спектр сильнее, чем вариации скорости движения абонента. Наиболее случайному каналу соответствует равномерный доплеровский спектр. Анализ экспериментальных данных показал, что при типовой траектории перемещения пешего абонента форма доплеровского спектра занимает промежуточное положение между симметричным двуимодальным и унимодальным профилями модельных спектров.

## Литература

1. Camp T., Boleng J., Davies V.A Survey of Mobility Models for Ad Hoc Network Research // *Wireless Communication and Mobile Computing*. -2002. – vol. 2(5). – pp. 483–502.
2. Galiev A.A, Sulimov A.I, Karpov A.V. Experimental Study of Channel Frequency-Correlation in an Indoor Multipath Environment for Wireless Key Generation // *Proc. 2021 Int. Conf. Engineering and Telecommunication (En&T)*. – 2021. – pp. 1–5.
3. Поклад Г.Г. Геодезия: учебное пособие / Г.Г. Поклад, С.П. Гриднев. – Москва: Академический проект, 2007. – 592 с.

**ИНСТИТУТ ФИЛОЛОГИИ  
И МЕЖКУЛЬТУРНОЙ  
КОММУНИКАЦИИ**

## МОТИВЫ ИНДЕЙСКОГО ФОЛЬКЛОРА В РОМАНЕ Х. ЛАРЫ «ЯНАКУНА»

*Габдельхакова З.Р.*

*Научный руководитель – д-р филол. наук, профессор Хабибуллина Л.Ф.*

Судьба коренных жителей Америки, подвергшихся переселению, с давних пор интересовала учёных и писателей. В частности, писателей-индихенистов. Индихенизм (исп. *indigenismo*) – это течение в искусстве стран Латинской Америки, характеризующееся особым вниманием к жизни коренного населения Нового света. В латиноамериканской литературе тема национальной идентичности индейцев получает своё развитие во второй половине XVIII века, благодаря Б. де Гаме (*Basílio da Gama, 1740–1795*), автору эпической поэмы «Уругвай» (*O Uruguai, 1769*), С.-Р. Дурану (*Santa Rita Durão, 1722–1784*), написавшему поэму «Карамуру» (*Caramuru, 1781*) о жизни португальского моряка среди индейцев, и многим другим писателям и поэтам.

Произведения, относящиеся к этому уникальному явлению, пропитаны мотивами индейского фольклора и стремятся к воссозданию особенностей культуры коренных американских племён. Актуальность исследования обусловлена изучением в литературоведении индихенизма как направления в латиноамериканской литературе через знакомство с образом жизни и мировоззрением жителей резерваций. Целью данной работы является изучение и анализ элементов устного народного творчества индейцев в романе Х. Лары «Янакуна».

Хесус Лара Лара (*Jesús Lara Lara, 1898 – 1980*) – боливийский писатель, поэт, лингвист, изучавший особенности языка кечуа, журналист и политик. Он является автором поэтического сборника «Аравиу, Аравику» (*Arawiy, Arawiky, 1927*), повести «Репете, дневник участника войны в Чако» (*Repeté, diario de un hombre que fué a la guerra del Chaco, 1937*) и четырёх романов: «Суруми» (*Surumi, 1943*), «Наша кровь» (*Yawarninchij, 1962*), «Мужество» (*Sinchikay, 1962*) и «Янакуна» (*Yanakuna, 1952*), а также составитель кечуа-испанского словаря.

Участие Х.Лары в Чакской войне (вооружённом конфликте между Парагваем и Боливией в 1932–1935 годах), во многом определила его дальнейшую жизненную позицию и направление его деятельности. Он возглавляет объединений бывших комбатантов (участников военных действий) и учите-

лей, организовывает комитеты, выступающие за мир и равенство прав всех наций, проживающих на территории Латинской Америки. Также изучает антологию и хроники, занимаясь переводами с языка кечуа на испанский сборников стихов, народных песнопений, мифов и легенд. Его литературная деятельность неразрывно связана с культурой быта и попытками разрешить проблемы латиноамериканских индейцев. Писатель старался социально реабилитировать коренное население в условиях дискриминационной по отношению к нему политики, благодаря чему творчество Х. Лары относится к направлению индихенизм.

Его художественный стиль во многом отражает его особую чувствительность поэта, погруженного в размышления о судьбе коренных жителей Америки. Его герои – жители Боливии, являющиеся, как и сам писатель, представителями народа кечуа, а те в свою очередь наследниками культурных традиций Империи инков, индейского государства Южной Америки с XI–XVI веков. Тема нищеты и голода прослеживается в повести «Репете, дневник участника войны в Чако». Произведение отражает повседневные эпизоды жизни солдата, каким когда-то был и сам писатель, взявший за основу сюжета собственные походные дневниковые записи, а в романе «Суруми» Х. Лара повествует о взрослении индейца Васкара: его отношениях с испанцами, первой любви, переживаниях, участии в войне.

Важной отличительной чертой, лежащей в основе всех произведений, является неразрывная связь героев-индейцев и народного творчества кечуа, живущей вопреки навязыванию испанцами светских и христианских традиций. «Янакуна» не стала исключением. Роман насыщен описаниями образа жизни и привычными для боливийских кечуа бытовыми ситуациями. В центре повествования девочка Вайра, отличающаяся весёлым нравом и проводящая всё своё время на пастбищах с овцами и друзьями. Однако, после смерти отца, Вайра становится жертвой насилия во влиятельной испанской семье, которая из-за крупного долга забирает индианку у матери.

Само повествование «Янакуны» строится на сопоставлении характеров индейцев и испанцев, на наблюдении за развитием их политических, экономических и личных отношений, поскольку Хесуса Лару, как и других писателей-индихенистов, беспокоили разрушительные для культуры его народа последствия конкисты. Индейцев обращали в христианство, предварительно уничтожая скульптурные изображения индейских божеств, рукописей и храмов, доказывая «бессилие индейских божеств и могуще-

ство христианского бога» [1, с. 68]. Однако даже напуганные действиями испанцев индейские племена, хоть и обязанные соблюдать христианские традиции, остаются верными своим «идолам» [2, с. 52] и передают из поколения в поколение языческие представления о мире и человеке, что чётко прослеживается в романе «Янакуна». Так, например, герои произведения, будучи индейцами, семьями посещают церковь и употребляют в речи риторические обращения, свойственные христианам: «Хесус, Мария и Хосе!». [3, с. 109]. Между тем, в главе «Мирная кончина» отец Вайры, Ланчи, находясь в предсмертном состоянии, называет причиной своей болезни оскорбление им богини Пачамамы, ведь он «не принёс ей дара» [3, с. 3]. Деревенский ханпири (знахарь) велит совершить паломничество к пропасти окрестностей Сахракаки и ждать. Х. Лара подробно описывает церемонию: «Мужчины один за другим подходили к могильному холму и, обращаясь с молитвой к богине, клали пережеванную коку в отверстия между камнями. Потом настала очередь женщин. Каждая из них, тоже творя молитву, приближалась к могиле и оставляла небольшой камень у ее подножья» [3, с. 3]. Таким образом, происходит смешение христианских и языческих традиций в культуре народов кечуа.

В главе «Всякий срок оканчивается – всякий долг оплачивается» христианский священник рассказывает индианке Вайре, в которую тайно влюблён, старинные предания, одним из которых было сказание народов кечуа о Манчай Пуиту. Согласно этой истории, молодой индеец, ставший католическим священником, убивает свою возлюбленную, которая долгие годы подвергается гонениям за связь со служителем церкви, и, плача над её могилой, играет на прекрасной флейте под названием кена. Инструмент он изготовил из большеберцовой кости девушки, сожалея о содеянном и воспевая свою любовь и, таким образом, даря возлюбленной вторую жизнь в музыке. Х. Лара в одной главе сталкивает два мира – трагический сюжет легенды и глубинные страхи своей героини. Вайра сопоставляет себя и священника-испанца с героями легенды. Индианка «Янакуны» поняла, что её, как и девушку из напугавшей её истории, ждёт та же страшная участь. Писатель описывает переживания Вайры, избегая прямого пересказа истории о Манчай Пуиту: «...в сердце ее звучала странная рыдающая музыка, а перед глазами стоял грозный образ получеловека, полудьявола, служащего перед алтарем» [3, с. 78]. В дальнейшем Вайру ещё долгое время будет преследовать данная параллель, что во многом отражает проблему отношений

индейцев и испанских колонизаторов, чья жестокость была не оправданной и вызывала страх в простых семьях коренных жителей Америки.

Говоря о мифологии инков, необходимо упомянуть, что она в целом имела сельскохозяйственный характер [4]. Следовательно, герои романа Х. Лары, работающие в поле, считали себя тесно связанными с божествами плодородия Пачамамой, грома Чукильей, солнца Инти и многими другими, а также обязанными уважать Супая, бога смерти и правителя Уху-паша, подземного мира инков. В целом, жесткому противостоянию двух наций и внушению европейской культуры индейцам посвящено большое количество сказаний, некоторые из которых упоминаются в романе «Янакуна» и занимают в нём особое место: легенда об Апу Ольянтай, трагический сюжет которой лёг в основу десятка пьес, мюзиклов и опер [5], и миф о хукумари Хуане Осо.

Стоит также отметить, что фольклорист Лара упоминает в своём романе истории, которые получили широкое распространение за пределами Боливии, Перу и Эквадора, таким образом, ориентируя читателя на уже знакомые сюжеты и напоминая об их истинном происхождении. К примеру, упомянутая ранее легенда о Манчай Пуиту во многом послужила источником вдохновения для перуанского композитора Даниэля Роблеса, автора известной сарсуэлы «Полёт кондора», повествующей о кровопролитной вражде инков и колонизаторов и пролетающем над землёй андском кондоре, ставшим главным символом свободы индейцев.

Подводя итоги, нам важно отметить, что мотивы народного творчества индейцев, которые интерпретируются боливийским писателем Х. Ларой в романе «Янакуна», служат важным структурным элементом произведения, помогая донести до читателя переживания действующих лиц произведения. Писатель позволяет героям оценить собственную жизнь через призму культурного наследия своего народа. Более того, использование элементов фольклора народов кечуа передаёт особенность исторической эпохи, заключающуюся во влиянии христианских ценностей на культуру потомков инков. Результаты этого процесса прослеживаются в произведении Х. Лары, герои которого следуют как политеистическим, так и монотеистическим традициям.

## Литература

1. Григулевич И.Р. Крест и меч. Католическая церковь в Испанской Америке, XVI–XVIII вв./ И.Р. Григулевич. – М.: Наука, 1977. – 295 с.

2. Ricard R. La conquete spirituelle du Mexique. – Paris: Institut d'ethnologie, 1933. – 404 p.
3. Лара Х. Янакуна / Пер. с исп. Д. Дьяконова. – М.: Иностранная Литература, 1958. – С. 109.
4. Х. Янакуна / Пер. с исп. Д. Дьяконова. – М.: Иностранная Литература, 1958. – 381 с.
5. Куприенко С.А. Источники XVI–XVII веков по истории инков: хроники, документы, письма. / С.А. Куприенко. – К.: Видавець Купрієнко С.А. 2013. – 418 с.
6. Драмы и трагедии древних инков / сост. и пер. Ю.А. Зубрицкий. – М.: Муравей-Гайд, 1999. – С. 39–139.

# ЛИНГВОСТРАНОВЕДЧЕСКИЙ АСПЕКТ ОБУЧЕНИЯ ТУРЕЦКОМУ ЯЗЫКУ

*Галияхметов И.И.*

*Научный руководитель – д-р филол. наук, профессор Юсупова А.Ш.*

Подход к обучению действительности и культуре вместе с иностранным языком постоянно развивался на протяжении веков. Такие языки, как латынь и греческий, преподавались в рамках грамматико-переводного метода в основном с целью перевода и чтения по истории, искусству и литературе. Люди, которые умели это делать и знали об этих культурных компонентах, считались образованными. В этот период речь шла прежде всего о результатах культуры – продуктах, созданных человеком.

Гипотеза работы заключается в том, что в обучении на основе лингвокультурного подхода не хватает времени для обучения реальности по причине включения более важных языковых навыков. В то же время обращение к лингвокультуре будет способствовать формированию понимания языка и того, каким способом носители турецкой культуры пользуются этим языком.

Преподавание культуры и действительности на уроках иностранного языка является широко обсуждаемым вопросом. Ученые занимаются этим уже много лет. Известно, что включение информации о культуре данного иностранного языка в обучение очень полезно для учащихся не только с точки зрения мотивации, но и с точки зрения языка. Мотивация может не только повысить энтузиазм, но и положительно повлиять на подход к отдельным занятиям в классе и, таким образом, способствовать повышению эффективности текущей деятельности в классе. Кроме того, студенты могут быть в целом мотивированы на более глубокое и детальное изучение будущего иностранного языка или даже на изучение другого иностранного языка [1, с. 225].

Как известно, знание иностранного языка – это не только знание грамматических правил или лексики. Включение реалий в языковое обучение дает бесчисленные преимущества, которые помогают обогатить не только культурные, но и лингвистические знания учащегося. Из этого следует, что преподавание иностранного языка также требует знания культуры изучаемого языка, чтобы можно было полностью понять значение слов, связанных с культурными обычаями данной страны [3, с. 115].

В представлении лингвистов культура вызывает изменения в восприятии каждого человека, которые впоследствии влияют на восприятие всего мира. В том числе и по этой причине учащимся необходимо как можно больше знакомиться с информацией о реалиях, так как это в конечном итоге поможет им сформировать собственное представление о данной стране и людях, проживающих в ней.

Детям при изучении иностранного языка необходимо знать причину или цель данной деятельности. Как предполагает Сандра Ли Маккей, учебная программа, ориентированная на культуру, может повысить мотивацию учащихся к изучению иностранного языка. Однако, важно, чтобы сам учащийся интересовался данными материалами, в противном случае, это вызовет неприязнь для культуры и, в последствии, приведет к снижению мотивации.

Преподаватели могут мотивировать своих учеников, используя иностранный язык для нормального общения на уроках. Таким образом, учителя фактически демонстрируют практическое использование языка своим ученикам. Эта теория вполне оправдана, так как если принять во внимание тот факт, что у человека, который видит практичность и пользу своих усилий, также выше вероятность того, что он выучит иностранный язык лучше, быстрее и притом в более веселый способ.

Авторы Б. Томалин и С. Стемплески представляют учителям следующие пять пунктов, которые содержат принципы правильного подхода к обучению культуре и лингвистическим реалиям:

1. Постарайтесь приблизиться к иностранной культуре через изучаемый язык.
2. Постарайтесь сделать культуру неотъемлемой частью каждого урока.
3. Стремитесь к тому, чтобы ученики достигли социально-экономической компетентности, что им нужно.
4. Убедитесь, что учащиеся понимают межкультурные различия между их собственной культурой и культурой иностранного языка.
5. Имейте в виду, что не всякое «культурное обучение» заставит учащихся полностью изменить их поведение, но речь идет только о взаимопонимании и терпимости отдельных культур [3, с. 134].

Еще один способ включить реальность в обучение – это рассказы. Дети любят сказки, и благодаря им они могут узнать интересные факты о чужой стране, ее обычаях, истории и памятниках в необычной и увлекательной форме. Кроме того, преимуществом этой методики является то, что боль-

шинство детских книг содержат различные иллюстрации, дополняющие весь рассказ, поэтому больше вероятность того, что дети лучше поймут данный факт.

В современных учебниках авторы практически не используют лингвострановедческие материалы в качестве учебного материала для работы не только над языковыми навыками, но и над социокультурными. Можно предположить, что использование аудиовизуальных элементов предполагает трудности в процессе проработки дидактического ряда [4, с. 112].

Относительно социокультурной составляющей можно сделать вывод, что она представлена в учебниках очень скудно. Во многих книгах есть раздел, который посвящен теме культуры Турции. Найденное в них содержание носит в основном общий характер, авторы дают сведения о выдающихся деятелях культуры, аспектах культуры Турции и реализации особенностей книг, изобразительных элементов и структур.

На основе данных, собранных в результате обзора исследований в области преподавания иностранных языков и анализа пособий по обучению турецкому языку, представлено дидактическое предложение по работе над лингвокультурными реалиями.

Дидактическое предложение содержит три дидактических последовательности, целью которых является развитие лингвокультурной компетентности учеников с помощью следующих направлений: «Особенности турецкой культуры», «Символы Турции» и «Туристические достопримечательности». Целевая группа – учащиеся турецкому языку старших классов с уровнем владения языком от В1, так как согласно ФГОС с таким уровнем студент способен понимать аутентичный материал.

В секвенциях отрабатываются не только фрагменты текстов, но и целые произведения, чтобы ученик помимо работы над необходимым компонентом знал особенности культуры с пояснениями преподавателя. В настоящих занятиях больше внимания уделяется устному восприятию и выражению, а также сравнению элементов родной социокультуры с элементами целевого языка, чтобы учащиеся могли не только передавать необходимую информацию, но и знать, как реагировать соответствующим образом. любая ситуация.

Результаты дидактической эксплуатации лингвокультурных материалов во многом зависят от учителя. Он должен уметь тщательно выбирать ресурсы, принимая во внимание уровень обучаемых, их способности, их интере-

сы и, особенно, цель занятия. По этой причине процесс подготовки занятия с аудиовизуальными средствами требует от него больше времени и усилий. Учитель должен тщательно продумывать каждую деталь, каждое действие, которое он готовит к занятию.

Лингвокультурная компетентность является неотъемлемой частью коммуникативной компетенции и такой значимый компонент процесса обучения иностранному языку, как языковые навыки. Приобретая лингвокультурные знания, студенты учатся преодолевать предрассудки, ломать стереотипы, развивать толерантность и уважение к различным культурам и менталитетам [2, с. 427].

На следующем этапе исследования было бы уместно принести эти последовательности в классную комнату, затем провести опрос учащихся и учителей и определить сильные и слабые стороны, чтобы уточнить этот дидактический материал. Кроме того, было бы полезно работать над регистрами, характерными чертами столичной речи по сравнению с деревенской, акцентами и различиями в речи сельчан, представителей разных социальных слоев.

### Литература

1. Авдеева И.Г. Формирование социокультурной компетенции студентов языкового вуза // Россия и Запад: диалог культур. – Москва: Центр по изучению взаимодействия культур, 2018. – С. 221–228.
2. Берн Э. Трансакционный анализ и психотерапия / Э. Берн; пер. с англ. – Санкт-Петербург.: Братство, 2014. – 427 с.
3. Бурмистрова Е.В. Методы организации исследовательской и проектной деятельности обучающихся: учебное пособие для вузов / Е.В. Бурмистрова, Л.М. Мануйлова. Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 115 с.
4. Вислобоков Н.Ю. Технологии организации интерактивного процесса обучения // Информатика и образование. – 2011. – №6. – С. 111–114.

# ПРИМЕНЕНИЕ ХИТАНХАФОР КАК ПСЕВДОСЛОВ ПРИ ОЦЕНКЕ ОРФОГРАФИЧЕСКИХ НАВЫКОВ И НАВЫКОВ ФОНОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ НА ИНОСТРАННОМ ЯЗЫКЕ

*Гарипова А.Б.*

*Научный руководитель – канд. филол. наук, доцент Колабинова Т.И.*

В рамках данного исследования мы рассматривали возможности использования псевдослова в тестировании орфографических навыков и навыков фонологической обработки информации на испанском языке у студентов, изучающих данный иностранный язык. Определив способ конструирования псевдослов и орфограммы для проверки и создав сами стимулы для эксперимента, мы обратились к еще одной активно используемой квазиформе – хитанхафоре, распространенной в сфере не научных, а литературных экспериментов.

Псевдослово является удачным инструментом для тестирования различных языковых навыков людей и возможностей систем (машинная обработка естественного языка), поскольку представлено единицами, не являющимися элементами лексического уровня языка, при этом имеющими адекватную для языковой системы форму [6, с. 2]. «Адекватная форма» предполагает не просто соответствие оболочки псевдослова фонологическим и фонематическим правилам языка, а возможность функционировать согласно морфологическим и синтаксическим законам языковой системы – приобретать грамматические характеристики определенного лексико-грамматического класса.

При подготовке эксперимента мы основывались на наиболее ярких примерах использования псевдослов в педагогической практике: системе тестирования объема словарного запаса на изучаемом языке, разработанной Полом Мearом [5, с. 142–154], и диктанте из псевдослов на русском языке среди учащихся младших классов для оценки навыков записи слов под диктовку [1, с. 139]. Так, была применена методика О. А. Величенковой по оценке орфографических навыков и навыков фонологической обработки информации в сфере изучения второго языка. Однако в эксперимент было включено задание не только типа «словарный диктант», но и запись фрагмента текста под диктовку. Последний тип задания имеет повышенную сложность, поскольку квазиформы в нем приобретают грамматические зна-

чения соответствующих частей речи, «мимикрируя» под лексические единицы языка.

Помимо псевдослов, сконструированных нами морфологическим способом (*sobreiloso, superhielozo, quinquefocar, congüete, abigamente, filigeno, epiguese*) в исследование были включены другие квазислова – хитанхафоры в рамках фрагмента главы 68 романа Хулио Кортасара «Игра в классики»:

*Apenas él le amalaba el noema, a ella se le agolpaba el clémiso y caían en hidromurias, en salvajes ambonios, en sustalos exasperantes. Cada vez que él procuraba relamar las incopelusas, se enredaba en un grimado quejumbroso y tenía que envulsionarse de cara al nóvalo, sintiendo cómo poco a poco las arnillas se espejunaban, se iban apeltronando, reduplicando, hasta quedar tendido como el trimalciato de ergomanina al que se le han dejado caer unas filulas de cariaconcia [4, с. 462].*

Выбранный для эксперимента фрагмент для записи под диктовку является примером употребления в художественном произведении вымышленного языка – артланга. *Глиглико* – артланг, использующийся главным героем для выражения тех чувств, для которых в испанском языке он не может подобрать словесных эквивалентов. Единственным отличием глиглико от системы испанского языка является лексический уровень – именно своеобразие словарного запаса привлекает к этому артлангу большое внимание. «Вымышленные» слова, созданные Хулио Кортасаром, – это хитанхафоры, или «продукт словотворчества, ритмически и мелодически дополняющий художественный текст», не имеющий лексического значения [7, с. 180]. Данный термин был введен Альфонсом Рейесом, назвавшим данную поэтическую фигуру псевдословом, созданным кубинским поэтом М. Брулем.

Хитанхафоры стали инструментом десемантизации текста, которым активно пользовались авангардисты, стремившиеся расширить «каналы» передачи информации, в частности через особую графическую или фонетическую форму слова [2, с. 218–219]. Относительно степени десемантизации хитанхафоры выделяют следующие типы данной фигуры:

- хитанхафоры, находящиеся вне системы языка (*jitanjáfuras puras*): не функционируют в соответствии с фонетическими, морфологическими и синтаксическими законами языка и тесно связаны с ономастией, потому имеют не привычную для данного языка форму;
- хитанхафоры, расположенные внутри языковой системы, которые делятся на два подтипа:

- «потенциальные» слова, в конструировании которых применялись монофункциональные суффиксы, не выполняющие смысловую функцию (*clémiso, ambonios, nóvalo, arnillas, espejunar, trimalciato, ergomanina, filulas*), данные хитанхафоры способны интегрироваться в язык благодаря форме, подходящей языку;
- составные хитанхафоры, «полуизвестные» слова, включающие в себя аффиксы не только классифицирующие, но и смыслообразующие, от чего формы отчасти наделяются лексическим значением (*hidromurias, incopelusas, envulsionarse, cariaconcia*) [3, с. 583–584].

Хитанхафоры были выбраны для эксперимента, поскольку данная поэтическая фигура отвечает основным критериям псевдослова морфологического способа конструирования:

1. Они обладают определенной степенью узнаваемости, поскольку фонетически или посредством морфемного состава напоминают какие-либо лексические единицы испанского языка. Для данного критерия важную роль играет смысловая функция аффиксов, использованных в конструировании хитанхафоры, поскольку читатель посредством данных морфем может догадаться, каким будет «частичное» значение единицы. Например, в хитанхафоре *hidromurias* читатель сможет безошибочно распознать аффиксоид *hidro*. И даже несмотря на то, что регионализм *turia*, вероятнее всего, неизвестен читателю, данная хитанхафора будет отчасти понятна читателю-носителю языка, не мешает восприятию им текста. В случае образования хитанхафоры *cariaconcia* догадаться, какой смысл данная форма передает, будет не затруднительно, если читателю знакомо имя прилагательное *cariacontecido* («печальный, расстроенный») [3, с. 218].
2. Следующий критерий предполагает способность образовывать грамматические связи с другими лексическими единицами, что для хитанхафор второго типа становится возможным благодаря присоединению классифицирующих суффиксов и обретению других грамматических характеристик соответствующих лексико-грамматических категорий (*desinencias verbales* для глаголов, окончание множественного числа для существительного и прилагательного и пр.). Так, хитанхафора *espejunar* в тексте приобрела форму *se espejunaban* (*desinencia verbal -n*, местоимение *se*), не отличающую ее от реального испанского глагола.

Можем предположить, что в связи с этой особенностью респонденты допускали такую ошибку, как замена стимула на существующее слово (*figuras* вместо хитанхафоры *filulas*, *nomado* вместо хитанхафоры *nóvalo*).

Так, соответствуя требованиям, предъявляемым к инструменту описанной в данном исследовании методики, хитанхафоры вошла в число стимулов эксперимента. Определенным достоинством хитанхафор также является то, что они встречаются в художественных текстах, фрагменты которых можно применять для диктантов, с помощью чего удастся разнообразить набор типов заданий для данной методики.

Использование псевдослов и хитанхафор при оценке тестируемых навыков помогло избежать возможности того, что какая-либо единица будет известна участникам эксперимента семантически, графически или грамматически. Данные формы также позволяют упростить процесс подбора единиц с необходимыми для проверки позициями, поскольку псевдослова можно сконструировать по словообразовательным моделям, существующим в испанском языке, подобрав необходимые морфемы.

#### Литература

1. Величенкова О.А., Зорюкова И.Н. Фонологическая обработка псевдослов младшими школьниками при письме под диктовку // *ВЫЗОВЫ И ТRENДЫ МИРОВОЙ ЛИНГВИСТИКИ*. – 2020. – Т. 16. – С. 139.
2. Гирин Ю.Н. О десемантизации авангардного текста // *Искусствознание*. – 2015. – №. 1–2. – С. 215–231.
3. Angulo A.C.I. Función de las innovaciones estilísticas en *Rayuela* // *Revista Iberoamericana*. – 1973. – Т. 39. – №. 84. – С. 583–592.
4. Cortázar J. *Rayuela*, ed // *Cátedra*, Madrid. – 1996.
5. Meara P., Buxton B. An alternative to multiple choice vocabulary tests // *Language testing*. – 1987. – Т. 4. – №. 2. – С. 142–154.
6. Needle J.M., Pierrehumbert J.B., Hay J.B. Phonotactic and morphological effects in the acceptability of pseudowords // *Morphological Diversity and Linguistic Cognition*. – 2022. – 79 с.
7. Reyes A. Las jitanjáforas // *La experiencia literaria*. – 1942. – Т. 3. – С. 178–220.

## ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СЛОВАРЯ ОБЩЕНАУЧНОЙ ЛЕКСИКИ

*Мухаметзянова Л.А.*

*Научный руководитель – д-р филол. наук, профессор Солнышкина М.И.*

Понимание научных текстов предполагает, что читатель должен обладать знаниями соответствующей – специализированной – лексики. Исследования показывают, что терминологическая плотность текста – хороший предиктор сложности текста. Однако кроме специальных терминов существует пласт лексики общенаучного характера. Как отмечает Л.И. Борисова, терминологическая лексика занимает только 25% лексики, в то время как лексика общего характера, то есть общенаучные и общеупотребительные слова, составляет 75% [2, С. 117–121].

Сложность текста – валидированный параметр восприятия и понимания, детерминирующий мотивацию к учению и, в конечном счете, успех обучения. В данной статье предлагается метод оценки сложности текста, лексическим предиктором которого является доля общенаучной лексики. В рамках данной научной проблематики создание словаря общенаучной лексики для автоматического анализа сложности научных текстов является актуальной задачей. Дополнительную актуальность создания данного словаря обеспечивает отсутствие современного словаря общенаучной лексики русского языка. Предметом исследования явились сложность общенаучной лексики и технология создания словаря общенаучной лексики.

Созданию словаря общенаучной лексики предшествовало исследование, подтвердившее, что слова общенаучного характера представляют большую для восприятия трудность, чем общеупотребительные слова. Материалом данного этапа исследования стали 20 предложений из НКРЯ [10]. В исследовании использован метод айтрекинга, а также программы Experiment Builder и Data Viewer. Айтрекер – устройство, представляющее собой систему регистрации движения глаз. В процессе чтения камера фокусируется на зрачке реципиента и передает некоторую информацию на компьютер. Айтрекер записывает время, координаты и длительность фиксаций [1, 410 с.].

Исследование осуществлялось для подтверждения/опровержения следующей гипотезы: общенаучные слова имеют большую эксплицитность фиксаций взглядов, а частоты их использования в речи ниже частот об-

щеупотребительных слов. Алгоритм исследования включал следующие этапы:

1. Отбор списка общенаучных слов разной длины и частотности.
2. Отбор 20 предложений, содержащих одно общенаучное слово и одно общеупотребительное слово одной длины. Гипотезой для каждого предложения является утверждение о том, что общенаучное слово представляет большую сложность для восприятия.
3. Чтение текста каждым из респондентов списка из 20 отобранных предложений с экрана с использованием айтрекера.
4. Выгрузка и статистическая обработка данных, интерпретация результатов исследования, подтверждение или опровержение гипотезы.

Продемонстрируем алгоритм исследования на примере 17 предложения, прочитанного участником 17. Гипотеза к предложению 17 сформулирована следующим образом: слово «обобщить», являясь общенаучным, будет иметь большую эксплицитность в предложении «Я решил обобщить некоторые свои знания», поскольку его частота ниже частот всех других слов в предложении. Исследование показало, что среднее значение длительности фиксации на слове «обобщить» – 454 мс., длительности фиксации на слове «знание» – 354,9 мс. Таким образом, слово «обобщить» имеет большую эксплицитность, что выше среднего значения по данному предложению. Следовательно, данный вывод дает основания считать гипотезу подтвержденной: общенаучное слово имеет большую длительность фиксации, чем общеупотребительное слово одинаковой длины.

Анализ данных показал, что гипотезы к 14 предложениям из 20 оказались подтвержденными, что составляет 70%. Это дает право считать общую гипотезу подтвержденной.

На втором этапе исследования был разработан и реализован алгоритм создания словаря общенаучной лексики.

Второй этап исследования включал следующие шаги:

1. Создание авторского корпуса учебных текстов, включающий тексты учебников ФГОС для 8 класса по 5 предметным областям. Объем корпуса составил около 195 тысяч слов.
2. Создание референциального списка слов, зафиксированных в ранее изданных словарях. В качестве источника референциального списка при отборе слов были использованы оригинальные или переводные словники следующих словарей общенаучной лексики: Academic Word List от Averil

Soxhead [8]; Частотный словарь общенаучной лексики под ред. Е.М. Степановой [6, 88с.]; Словарь науки. Общенаучные термины и определения, науковедческие понятия и категории Сарыбекова М.Н., Сыдыкназарова М.К. [5, 504 с.]; Русско-китайский словарь общенаучной лексики С.С. Нестерова, пер. на кит. яз. Н.В. Донских (разд. «География», «Экономика», «История России»); А.Х. Юсупова, пер. на кит. яз. Лю Янь [4, 160 с.]. Словники иностранных изданий были переведены на русский язык и объединены в общем списке.

3. Разработка программы поиска общенаучных слов в Корпусе учебных текстов. Для удобства мы разграничили словники uni- и n-грамм. Каждый словник содержал информацию о частотности входящих в него языковых единиц. Для написания программы автоматического поиска общенаучной лексики в нашем корпусе мы импортировали три библиотеки: rymorphy2, nltk и spacy.

4. Первичный словник имел в своем составе 5125 слов, после удаления языковых единиц-дубликатов в словнике осталось 3848 слов. В финальный словник вошли лемматизированные термины (uni- и n-грамм) и их абсолютная частота.

Разработанный алгоритм создания словаря общенаучной лексики может быть использован на материале текстов других предметных областей. Перспектива исследования видится в валидации созданного словника общенаучной лексики на полном Учебном корпусе русского языка (УКРЯ), созданном на материале текстов 12 предметных областей [8].

#### Литература

1. Барабанщиков В.А. Айтрекинг в психологической науке и практике / Отв. ред. В.А. Барабанщиков. – М.: Когито-Центр, 2015. – 410 с.
2. Борисова Л.И. Об опыте создания переводческого словаря-справочника общенаучной лексики // Слово. Словарь. Термин. Лексикограф [Электрон. текстовые дан. (15,6 Мб)]: Сб. статей по материалам Междунар. науч.-практич. конф. памяти д-ра филол. наук, проф. Юрия Николаевича Марчука (г. Москва, 1–2 марта 2019) / Л.И. Борисова. – М.: ИИУ МГОУ, 2019. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). С. 117–121.
3. Сарыбеков М., Сыдыкназаров М. Словарь науки. Общенаучные термины и определения, науковедческие понятия и категории: Учебное пособие. Издание 2-ое, доп. и перераб. – Алматы: ТРИУМФТ, 2008. – 504 с.

4. Степанова Е.М. Частотный словарь общенаучной лексики. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 88 с.
5. Нестерова С.С. Русско-китайский словарь общенаучной лексики / сост. С.С. Нестерова, Н.В. Донских, А.Х. Юсупова, Лю Янь. – Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2010. – 160 с.
6. Coxhead, A.J. An academic word list (English Language Institute Occasional Publication No. 18). – Wellington, New Zealand: Victoria University of Wellington, 1998. – 41 p.
7. Интернет-ресурс: Национальный корпус русского языка. – URL: <http://ruscorpora.ru/> (дата обращения: 31.05.2021).
8. Солнышкина М.И., Соловьев В.Д., Гафиятова Э.В., Мартынова Е.В. Сложность текста как междисциплинарная проблема // Вопросы когнитивной лингвистики. – 2022. – №1. – С. 18–39.

## РОЛЬ РОДНОГО ЯЗЫКА В ОБУЧЕНИИ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ

*Мухаметшина А.Ф.*

*Научный руководитель – канд. филол. наук, доцент Нурмухаметова Р.С.*

Потребность в изучении языков сохранялась на протяжении всей истории человечества. Люди издавна стремились изучать иностранные языки, знакомиться с другими культурами. В современных общественных условиях обучение детей нескольким языкам становится все более актуальным. В последние годы все больше внимания уделяется китайскому. В связи с этим при обучении китайскому языку возникает проблема опоры на родной язык ребенка – татарский.

Начнем с того, что в процессе обучения иностранному языку и родному языку есть огромные различия. Известно, что язык в нашей жизни является важнейшим средством познания окружающего мира. С помощью языка люди общаются между собой, происходит их взаимовлияние друг на друга. И именно в процессе общения происходит развитие личности ребёнка, его умственное, речевое и нравственное развитие. Таким образом, роль языка в жизни общества определяет и основную цель обучения учеников родному языку и иностранному языку. И это является первым различием в изучении этих двух языков. Цель обучения родному языку – развитие речи. Цель обучения иностранному языку – коммуникативная компетенция. Во-вторых, существует разница в процессах и механизмах овладения языком. Дети, начиная изучать татарский язык в школе, уже умеют говорить на родном разговорном языке. Иностранный же язык ребёнок начинает изучать с нуля. Процессы и механизмы овладения родным и иностранным языками очень сложны, изучены недостаточно. Л.С. Выготский писал, что «ребенок усваивает родной язык неосознанно ненамеренно, а иностранный – начиная с осознания и намеренности. Поэтому, можно сказать, что развитие родного языка идет снизу-вверх, в то время как развитие иностранного языка идет сверху-вниз» [1, с. 87]. Поэтому и методики обучения родному и иностранному языку разные. Третье отличие в овладении иностранным и родным языками в том, что родной язык изучается практически неосознанно, а затем идет осознание и совершенствование, а иностранный – сначала осознание новых речевых явлений, а затем реализация в речевой практике. В четвертых, следующее отличие было отмечено И.А. Зимней как «незначительная плотность обще-

ния на иностранном языке». Именно поэтому коммуникативный метод стал главным в обучении иностранному языку. А изучение «языковых средств (лексики, грамматики и фонетики) ради самих этих средств не отвечает актуальным познавательным и коммуникативным потребностям школьников». Зимняя И.А. пишет также о неоднородности иностранного языка как учебного предмета, имеющим непосредственное отношение к разноплановым явлениям, как система иностранного языка, иноязычная речевая деятельность, иноязычное общение, языковые способности ученика [2, с. 84].

В работе мы рассматривали разные аспекты китайского и татарского языка. Анализировали фонетику, грамматику. В настоящее время занимаемся сравнением лексики в области блюд китайского и тюркских народов, а через нее сопоставляем и их культуру. Китайский и тюркские народы во многом отличаются. Они расположены на разных территориях, исповедуют разные религии, придерживаются разных политических режимов, у них разные взгляды на мир и разный быт, даже их языки относятся к разным семействам. Но, несмотря на это, у них есть и много общего. Рассмотрим некоторые из них. Самым интересным моментом в фонетике китайского и татарского языков является наличие схожих «особенных» гласных и согласных звуков. Например, гласные [y], [ø] есть в обоих языках, а придыхательность китайских согласных [t] и [p] похоже на произношение татарских согласных [кь], [гь]. Если в татарском языке принято считать, что есть 12 гласных звуков, то шесть из них такие же, как в китайском (рис. 1).

Китайский язык	Татарский язык
[a]	[a] яки [ə]
[o]	[o] (рус теленнән)
[i]	[и] яки [ы]
[u]	[y] яки [ү]
[u]	[ү] яки [ø]
[e]	[ы] яки [ə]

Рис. 1. Китайские гласные звуки и их татарские эквиваленты

Схожее произношение показанных чуть выше гласных звуков можно понять на примере слов:

[ə] – [a] (тән – kàn (看));

[и] – [i] (дин – qíng (晴));

- [ы] – [i] (тын – chī(吃));  
 [ү] – [u] (күз – qù (去));  
 [у] – [u] (кунак – zhù (祝));  
 [ө] – [ü] (көл – lǜ (绿));  
 [ы] – [e] (кыр – chē (车));  
 [ә] – [e] (фән – rén (人)) һ.б.

В части морфологии самым сложным, но и интересным являются глаголы. Занятым является то, что в китайском языке есть результативные глаголы и глаголы направления. Они не являются основными, идут только как дополнение к основному и дают какой-либо оттенок действию. Например, добавляем к глаголу «吃» (кушать) + «完» (глагол, выражающий окончание действия) получаем «吃完» (закончил кушать). Если же к этому же глаголу добавить другой результативный глагол как «了», то выходит, что человек просто покушал «吃了», неизвестно закончил он кушать или нет и так далее (рис. 2). В татарском языке есть похожий признак у глагола, который называется «фигыль дәрәжәсе» (степень действия). Он так же показывает, насколько совершено то или иное действие. Например, возьмем то же самое слово «ашарга». Можно сказать, «ашап бетерде», где «ашап» – основной глагол, а «бетерде» – показатель окончания действия, то получается, что данное сочетание глаголов значит, что человек «полностью съел» либо «закончил кушать».

нероглиф	мәгънә
到	эш-хәрәкәтнең бетү точкасына килү
着	эш-хәрәктәнең дәвамлылы булу
住	ирешелгән нәтижәне ныгыту
见	сизү-тою органнары белән тасвирлану
好	яхшы нәтижәне булдыру
成	уңышлы нәтижә булдыру
完	эш-хәрәкәтнең тулысынча тәмамлануы
了	эшнең тәмамлануы
掉	нәтижәнең юкка чыгуы

Рис. 2. Значения результативных глаголов китайского языка

Перейдем же к теме лексики китайского и тюркских народов. Хотя различий у данных народов огромное количество, тематика еды имеет много схожестей.

Во-первых, нужно отметить само отношение к ней. У тюркских народов естественным считается спросил ли человек про то, поел ли еще другой человек, когда они узнают о делах друг друга. Особенно, это относится к общению между старшим и младшим поколением. Бабушки-дедушки, папы-мамы всегда спрашивают своих детей именно об этом. У китайцев же сама конструкция предложения «Как ты?», «Как дела?». переводится как «Ты еще покушал?», – «你吃饭了吗?». (пinyin – *Nǐ chīfàn le ma?*).

Рассмотрим сами блюдам. У этих национальностей часто встречаются блюда со схожими названиями, схожим внешним видом, схожим вкусом. Например, известные в Таджикистане, Казахстане, Узбекистане, Башкортостане, Татарстане «манты» идентичны китайским 馒头 (пinyin – *mán tou*). В данном случае речь идет не только о схожем названии, но даже о схожих вкусе и способе приготовления. Слово 馒头 отдельно по иероглифам значит «наполненная голова», то есть «блюдо в форме головы, заполненная различной начинкой». И у тюркских, и у китайского народов они одинаковой формы, они готовятся на пару, только наполнение этих блюд немного отличается. У тюркских обычно используется мясо и картофель, у китайцев же часто встречается сладкая начинка (персик, сакура варенье из роз и т.п.), но можно найти и с соленой (грибы, доуфу, капуста). Мясо и картофель в данном блюде не встречается вообще. Так же схожими по форме и употреблению является чак-чак. Особенно популярный у татар и башкир данное блюдо обжаривается в огромном количестве масла, а после остывания скрепляются при помощи меда. У татар название этого блюда объясняется тремя способами. Первое – что оно похоже на росу, которая в татарском языке переводится как «чык». Второе объясняется звуком, который воспроизводится при приготовлении теста в масле. А также третье объяснение, что компонент «чэк» используется как синоним слова «мелкий». В китайском языке данное блюдо носит название 油条 (пinyin – *yóu tiáo*). Отдельно по иероглифам оно значит «продолговатый предмет в масле». В Китае оно так же золотистого цвета. Конечно же, мед здесь не используется, и тесто не скрепляют между собой. В большинстве случаев, тесто подслащивают различными вкусовыми добавками, но встречается и соленая вариация. Есть еще много других блюд, схожих по внешнему виду, по названию или же наполнением.

Сегодня в век глобализации важно знать два и более языка. Это объединяется людей, разрушает границы между ними, приводит различные народы к пониманию друг друга. Обучение на полилингвальной основе способствует совершенствованию общей языковой подготовки и владения иностранными

ми языками в специальных научных целях, углублению предметной и межкультурной сферы обучения, а также повышению мотивации к изучению иностранного языка. При обучении детей второму языку необходимо также знакомить их с культурой и историей этого народа. Есть огромные различия в обучении родному языку и иностранному, поэтому важно учитывать каждый момент. Несмотря на то, что татарский и китайский не являются родственными языками, в области фонетики и грамматики этих двух языков обнаруживаются значительные сходства. Если в фонетике присутствуют звуки, характерные для обоих языков, то в грамматике можно заметить сходство групп слов, частей предложения и порядка слов в предложении. В лексике же (особенно, если речь про блюда) много общего, как и в наименовании, так и в способах и методах готовки.

Используя наравне два языка или используя родной (татарский) язык, школьники могут проводить интересные уроки, внеклассные мероприятия на иностранном (китайском) языке. Поскольку у этих двух языков есть много общего, это может помочь ученикам как овладеть языками в совершенстве, так и замотивировать самих себя на изучение таким путем других языков.

#### Литература

1. Выготский Л.С. Проблемы общей психологии / Л.С. Выготский. – М.: Педагогика, 1982. – 503 с.
2. Зимняя И.А. Психология обучения иностранным языкам в школе / И.А. Зимняя. – М.: Просвещение, 1991. – 222 с.
3. Татар грамматикасы: өч томда. Тулыландырылган 2 нче басма. – Казан: ТӘҺСИ, 2015. – Т.1: Фонетика. – 512 б.
4. Татар грамматикасы: өч томда. Тулыландырылган 2 нче басма. – Казан: ТӘҺСИ, 2015. – Т. 2: Морфология. – 431 б.
5. Чжао Юньпин Сопоставительная грамматика русского и китайского языков / Юньпин Чжан – М.: Прогресс, 2020. – 455 с.

# РАЗВИТИЕ КОММУНИКАТИВНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТОВ С ПОМОЩЬЮ МОБИЛЬНЫХ ПОДКАСТОВ В УСЛОВИЯХ ЯЗЫКОВОГО ВУЗА

*Нурғалиева Л.Р.*

*Научный руководитель – д-р филол. наук, профессор Кулькова М.А.*

Изучение иностранного языка всегда подразумевает под собой освоение общих компетенций – некий набор стандартных знаний об окружающем мире, общие умения и навыки, которые обучающиеся могут применять в жизни. Далее, несомненно, стоит упомянуть коммуникативную компетенцию.

Термин «коммуникативная компетенция» был введен в отечественную науку М.Н. Вятютневым. Он определял ее «как выбор и реализацию программ речевого поведения в зависимости от способности человека ориентироваться в той или иной обстановке общения; умение классифицировать ситуации в зависимости от темы, задач, коммуникативных установок, возникающих у учеников до беседы, а также во время беседы в процессе взаимной адаптации» [2].

Наиболее интересной же в рамках изучаемой темы является иноязычная коммуникативная компетенция, которая напрямую соотносится с механизмом прослушивания подкастов. Поскольку это современный, удобный, мобильный, дидактически обоснованный способ развития аудитивных навыков при изучении иностранного языка, мы можем говорить о том, что погружение в иноязычную среду положительно сказывается по обучающимся во время использования данного инструмента для изучения иностранного языка. Сам термин «подкаст» – слово, образованное от слов «iPod» и «broadcast», которые переводятся, соответственно, как «аудио на iPod» и «радиовещание». Это формат аудио– и видеотрансляции, который возник в начале 2000-х благодаря развитию Интернета. Его главное отличие – возможность загрузки и последующего прослушивания на медиаплеерах

Слово «podcasting» возникло позже, в 2004 году, и было придумано журналистом Беном Хэммондом. Он применил его в своем блоге для обозначения процесса создания и распространения подкастов. Название быстро стало популярным благодаря массовому распространению портативных медиаплееров iPod компании Apple, основанной Стивом Джобсом.

С технической точки зрения, подкасты действительно являются одной из разновидностей проявления цифровизации современного образования, ведь подкастами принято называть разновидность аудиозаписи, которая распространяется бесплатно через сеть Интернет для массового прослушивания с различными целями: познавательной, развлекательной, методической, и т.д. [4]. Из определения мы уже можем видеть, что подкасты являются цифровым продуктом, что, несомненно, даёт нам основание полагать, что внедрение их в процесс изучения языков уже будет соответствовать требуемым запросам образовательного процесса. Однако для того, чтобы рассмотреть практическую пользу подкастов, мы предлагаем ознакомиться с их практическую пользу с точки зрения развития иноязычной коммуникативной компетенции.

В рамках изучения данной темы мы провели эксперимент, чтобы доказать эффективность использования подкастов на занятиях английского языка. Во время эксперимента мы придерживались методики работы с подкастами, разработанной профессором П.В. Сысоев, основанную на трехэтапной модели обучения аудированию, которая включает в себя три этапа:

1. перед прослушиванием;
2. во время прослушивания;
3. после прослушивания [5].

В соответствии с каждым этапом мы разработали авторские упражнения по развитию коммуникативной компетенции. Упражнения апробировались в ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет». В эксперименте приняли участие 20 студентов группы 10.1-102А (экспериментальная) и 20 студентов группы 10.1-102Б (контрольная). В одной из групп были введены упражнения, которые должны помочь при борьбе с недостаточным развитием коммуникативной компетенции. Во второй группе обучающихся данные методики не использовались.

1) На первом этапе «перед прослушиванием» учащиеся погружаются в контекст последующего подкаста. На этом этапе мы приведем следующие примеры заданий:

- прочтите название подкаста и выскажите свои предположения в руководстве по содержанию;
- посмотрите на иллюстрацию (картинку) и название и попытайтесь определить, о чем будет интервью;
- обсудите проблемы в группах. При составлении вопросов необходимо, чтобы они отражали основные идеи и содержание подкаста;



Таким образом, в ходе реализации педагогического эксперимента было выявлено, что подкасты являются более информативным и эффективным способом для изучения языкового материала. Они стимулируют интерес и познавательную активность учащихся, а также повышают их мотивацию за счет привлекательной эмоциональной подачи учебной информации. Таким образом, использование подкастов в процессе изучения английского языка позволяет сделать его более интересным и эффективным.

#### Литература

1. Агафонова Л.И., Аникина Ж.С. Дидактико-методические особенности использования подкастов при обучении иностранному языку / Л.И. Агафонова, Ж.С. Аникина. – М.: Вестник Томск. гос. пед. ун.-та., 2009. – 341 с.
2. Вятютнев М.Н. Коммуникативная направленность обучения русскому языку в зарубежных школах // Русский язык за рубежом. 1977. – №6. – С. 39–45.
3. Мильруд Р.П., Максимова И.Р. Коммуникативная готовность учащихся – новая парадигма коммуникативной компетенции // Язык и культура. 2017. – №38. – С. 250–268.
4. Белогрудова В.П. Технология формирования иноязычной коммуникативной компетенции / В.П. Белогрудова, М.А. Мосина // Пермский педагогический журнал. – 2011. – №2. – С. 71–76.
5. Сысоев П.В. Информационные и коммуникационные технологии в обучении иностранному языку: теория и практика / П.В. Сысоев. – М.: Глосса-Пресс, 2012. – 252 с.

# ПОВЫШЕНИЕ МОТИВАЦИИ К ИЗУЧЕНИЮ ТУРЕЦКОГО ЯЗЫКА ПОСРЕДСТВОМ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*Умутбаева Л.Р.*

*Научный руководитель – д-р филол. наук, профессор Юсупова А.Ш.*

В настоящее время многие ученые стали задумываться о внедрении эффективного метода обучения, чтобы стимулировать обучающихся к изучению турецкого языка. Актуальность данной темы заключается в том, что в процессе изучения иностранного языка, обучающиеся могут сталкиваться с такими препятствиями, как отсутствие интереса, затруднения в понимании аспектов языка и боязнь потерпеть неудачу. В результате ученик сосредотачивает внимание на своих ошибках, что приводит к его неуверенности и снижению мотивации к изучению языка.

В словаре-справочнике по педагогической психологии термин «учебная мотивация» рассматривается как «частный вид мотивации, включенный в деятельность учения, учебную деятельность» [4]. Другими словами, мотивация в обучении – это вид мотивации, который служит причиной увеличения и ослабления усилий человека в обучении.

Известно, что человек, мотивированный внутренне, обращает внимание на то, чтобы его активность совпадала со своими естественными интересами, так как именно благодаря ей, развиваются знания и способности человека. Эта естественная мотивация очень важна для психического, социального и психологического развития человека [1, с. 293].

Перед учителем стоит важная задача заинтересовать обучающихся изучать иностранный язык, подобрав правильный уместный проектный материал. Проект, отвечающий потребностям обучающихся станет мотивом для изучения языка. Очевидно, повышение мотивации – сложный процесс, так как для того, чтобы стимулировать учеников, учителю нужно создавать в классе ситуацию, позволяющую интересно овладеть предметом, говорить ученикам об их победах, обращать внимание на психологический климат в классе. Поэтому многие преподаватели, преследуя такую цель, как использование эффективного метода обучения иностранному языку, внедряют в учебный план разнообразие и нестандартные уроки.

Проектные задания могут стать одним из способов повышения мотивации, так как такая деятельность развивает у студентов творческие навыки, являющиеся одновременно формой самореализации, самовыражения

и саморазвития. Профессор Кавказского университета Тазегул Демир подчеркивает, что метод проектов способствует формированию навыков понимания прочитанного, исследовательских навыков, уверенности в себе и уважения, самодисциплины, чувства ответственности, личных навыков и умений [2, с. 1893].

Метод проектов также вдохновляет студентов активно задавать вопросы, критически мыслить и устанавливать связи между их учебной и реальным миром, что, в свою очередь, приводит к повышению мотивации. Можно выделить следующие характеристики проектов:

- акцентируют внимание на большом и открытом вопросе, вызове или проблеме, которую ученик должен исследовать или решить;
- учитывается то, что обучающиеся должны академически знать, понимать и уметь делать;
- основаны на исследовании, стимулируют внутреннее любопытство и порождают вопросы, помогая школьникам искать ответы;
- развивают такие навыки, как критическое мышление, коммуникация, сотрудничество и креативность;
- закладывают выбор ученика в процесс;
- предоставляют возможности для обратной связи и пересмотра плана и проекта, как в реальной жизни;
- обучающиеся, представляя свои проблемы, методы и результаты, должны выдерживать рецензирование и конструктивную критику насчет их проектов.

Проанализировав такие турецкие учебно-методические комплексы, как «Yedi iklim A1» и «Açılım Türkçe Ders Kitabı 1», на предмет использования проектной деятельности, мы не обнаружили отдельные задания, связанные с использованием метода «проектов». Однако, следует сказать, что несмотря на то, что авторы не предлагают ученикам в конце юнита сделать проект, педагог сам может предложить ученикам данный тип активности. По нашему мнению, данное задание могло бы поднять мотивацию обучающихся и тем самым помочь лучше усвоить изученный материал.

На примере юнита 2 «Ailemiz» учебно-методического комплекса «Yedi iklim A1» для начального уровня турецкого языка под редакцией Yrd. Doç. Dr. İbrahim Gültekin, Doç. Dr. Mahir Kalfa, Yrd. Doç. Dr. İbrahim Atabey, где разбирается тема представителей семьи, мы разработали упражнение с использованием проектного материала, которое будет служить хорошим до-

полнением к данному юниту [3, с. 34–53]. После того как студенты проработали предложенный авторами материал, мы предлагаем выполнить следующий проект – «Benim ailem».

Цель данного проекта состоит в том, чтобы ученик мог рассказать о себе и своей семье, используя необходимые турецкие конструкции и лексические единицы.

Обучающиеся должны выполнить следующую основную задачу: сделать небольшую книжку с фотографиями каждого члена семьи на отдельной странице и сделать соответствующие подписи на турецком. На самом уроке по презентации проектов ученику нужно рассказать этот текст, показывая книгу и оформление. Для того, чтобы детям было легче подготовиться к уроку, предлагаются следующие вопросы: «Ben kimim?». (Кто я?), «Ailem var mı?». (Есть ли у меня семья?), «Onlar kim?». (Кто они?), «İsimleri ne?». (Как их зовут?), «Ne iş yapıyorlar?». (Кто они по профессии?), «Onların hobileri nelerdir?». (Каковы их увлечения?), «Aileni seviyor musun?». (Любишь ли ты свою семью?)

Данное упражнение также направлено на решение таких задач, как развитие креативных способностей обучающихся, использование изученного лексико-грамматического материала, совершенствование коммуникативных навыков, навыков перевода и развитие навыков монологической речи.

В современных условиях ценными представляются такие качества учеников, как широкий кругозор, умение работать с разнообразной информацией, коммуникативные навыки, гуманистическое поведение. Для того, чтобы получить такую модель умений нужно использовать проектно-исследовательскую деятельность, которая, в свою очередь, помогает поддерживать процесс творческого саморазвития. Таким образом, метод проектов включает обучающихся в реальную исследовательскую деятельность и нацелен на получение реального результата. Кроме того, если позволить ученикам самим выбирать форму презентации своих исследований, то это способствует развитию эмоциональной сферы личности. В итоге, проектная деятельность позволяет обучающимся выступать в роли авторов и способствует расширению языковых знаний, неся в себе огромный мотивационный потенциал.

### Литература

1. Aslan M., Doğan S. Dişsal motivasyon, içsel motivasyon ve performans etkileşimine kuramsal bir bakış / M. Aslan, S. Doğan // Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi. – 2019. – S. 291–301.

2. Demir T. A study on developing «An attitude scale for project and performance tasks for Turkish Language teaching course» / T. Demir // Academic Journals. – 2013. – V. 8(19). – P. 1887–1899.

3. Gültekin İ., Kalfa M., Atabey İ. Yedi İklim Türkçe A1 / İ. Gültekin, M. Kalfa, İ. Atabey. – Ankara: Yunus Emre Enstitüsü, 2015. – P. 192.

4. Гамезо М.В., Степаносова А.В., Хализева Л.М. Словарь-справочник по педагогической психологии / М.В. Гамезо, А.В. Степаносова, Л.М. Хализева. – URL: <http://med.niv.ru/doc/dictionary/pedagogical-psychology/fc/slovar-211.htm#zag-345> (дата обращения 14.02.2023).

# МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ЧТЕНИЮ НА УРОКАХ ТУРЕЦКОГО ЯЗЫКА

*Фаткуллина Д.Ф.*

*Научный руководитель – канд. филол. наук, доцент Кириллова З.Н.*

Чтение представляет собой форму речевой деятельности, цель которой заключается в поиске нужной информации в тексте. Поскольку чтение направлено на получение информации и понимание законченного вербального сообщения, оно является рецептивной формой речевой деятельности. Чтение литературы описывается как референтивный процесс, основанный на зрительно-слуховом декодировании содержащейся в тексте информации. Процесс чтения состоит из двух взаимосвязанных и взаимозависимых этапов: восприятия написанного или напечатанного текста и его понимания [1].

Чтение может включать различные виды. Один из них представляет собой ситуацию, когда фонетический аспект объекта чтения остается нераскрытым: читающий не знает, как произносить объект, но понимает его смысл. Примерами таких графических знаков могут быть знаки препинания, математические символы и эмодзи. Второй вид связан с тем, что читающий знает, как произносить слова, но не понимает их смысла. Этот вид чтения характерен для начинающих учеников и взрослых, не знакомых с терминологией специальной литературы. [2, с. 11]. И, наконец, существует полноценное чтение, которое включает в себя восприятие, правильное произношение и понимание смысла.

Получение информации через чтение зависит от качества понимания и обработки текста, что возможно только при наличии умения читать. Развитию умения читать способствуют навыки, такие как соответствие визуального вида речевой единицы ее звуковому и двигательному образу и связь звукового и двигательного образа речевой единицы с ее значением.

Чтение, как форма речевой деятельности, имеет тесную взаимосвязь с письмом и аудированием, так как все эти формы речевой деятельности связаны с работой рече-двигательного анализатора внутри человеческого организма.

Чтение текстов на иностранном языке способствует развитию мышления обучающихся, а также помогает осознать своеобразие структуры языка, который изучается. Через приобретение знаний из иноязычных текстов фор-

мируется картина мира, расширяются этнографические знания о культуре, истории и быте страны изучаемого языка.

Чтение на турецком языке, вместе с устной речью, является важным коммуникативным навыком и средством реализации коммуникации. Личность, владеющая умением чтения на турецком языке, может использовать литературу на этом языке в своей учебной и трудовой деятельности для поиска нужной информации, развлечения и развития умений устной речи [5].

Языковые единицы, такие как звуки, буквы, слова, предложения и тексты, идеально подходят для базы при формировании навыков чтения. В этом контексте могут использоваться слоговые, звуковые, буквенные методы, а также метод целых слов. Для работы с обучающимися младших классов, которые изучают иностранный язык, основными составляющими являются анализ и синтез. В связи с этим были выделены аналитические и синтетические методы, а также аналитико-синтетические методы.

Для начинающих учащихся подходящими методами являются:

- Cümle yöntemi (метод фраз, целых слов, предложений)
- Ses temelli cümle yöntemi (аудиовизуальный метод)
- Metin yöntemi (метод изложения)
- Harf yöntemi (буквенный метод)
- Fonetik okuma yöntemi (обучение чтению по фониксам)

Согласно моим исследованиям и их практическому применению на педагогической практике в качестве дополнительных занятий турецкого языка, методики обучения чтению на уроках турецкого языка должны включать в себя следующие шаги:

1. Знакомство с алфавитом: ученики должны знать, какие буквы используются в турецком языке, как они звучат и как они пишутся.

2. Обучение звуковому чтению: ученики должны научиться читать турецкие слова по буквам и звукам.

3. Развитие лексических навыков: ученики должны пополнять свой словарный запас, читая тексты на турецком языке.

4. Развитие грамматических навыков: ученики должны научиться различать и использовать различные грамматические формы и конструкции.

5. Обучение пониманию текста: ученики должны уметь понимать основные идеи текстов на турецком языке.

Для достижения этих целей можно использовать различные методики, такие как чтение вслух, чтение с пониманием, обучение на основе текстов и

т.д. Важно выбрать методику, которая будет соответствовать уровню учеников и их возрасту, также будет адаптирована в зависимости от конкретных условий и потребностей учеников.

Техника чтения является важным навыком, который способствует быстрому и эффективному пониманию графических образов слов, и соотношению их с звуковыми образами и значениями. Скорость выполнения зрительных восприятий и идентификации графических образов являются ключевыми компонентами этой техники. В начальном этапе обучения чтению дети должны решить следующие задачи:

- 1) понимание иностранного алфавита с точки зрения идентификации букв и их вариативных написаний;
- 2) усвоение звуко-буквенных и буквенно-звуковых связей;
- 3) пошаговое освоение правил чтения букв, их соединений, и применений в играх с буквами, словами, предложениями, текстами, грамматикой, стихами, загадками и ребусами

Проведенный в аспекте обучения чтению на иностранном языке анализ УМК Ebru Türkçe Öğretim Seti 1 показал, что характерными чертами УМК служат: структурно-информационные упражнения, направленные на сочетание слов в синтагмы, предложения; сокращение внутреннего проговаривания при чтении молча и увеличение скорости чтения; создание эталонов в долговременной памяти на основе узнавания грамматического явления по форме и установления его значения; постепенное использование приемов логического запоминания при работе с лексическим и грамматическим материалом; расширение потенциального словаря путем языковой и контекстуальной догадки; установление смысловых связей между предложениями и понимание основного содержания и идеи текста на основе овладения строевыми элементами языка, конверсией, формальными показателями структуры текста.

Важно отметить, что обучение чтению в начальных классах является решающим этапом для формирования у детей хорошей техники чтения в средних и старших классах. Поэтому, важно, чтобы дети усваивали технику чтения поэтапно, без пробелов.

Современное поколение детей нуждается в новых и интересных методах обучения, и преподаватели должны быть в постоянном творческом поиске, чтобы достичь максимального повышения эффективности урока и сохранить интерес учащихся к изучению иностранного языка и чтению в целом.

Применение новых приемов и заданий на уроках может привести к высоким практическим результатам.

#### Литература

1. Гордеева И.В. Чтение как один из видов речевой деятельности на уроках английского языка / И.В. Гордеева // Молодой ученый. – 2015. – №19. – С. 569–571.
2. Очерки методики обучения чтению на иностранных языках / Под редакцией И.М. Бермана и В.А. Бухбиндера. – К.: Вища школа, 1977. – С. 11.
3. Demir T. A study on developing «An attitude scale for project and performance tasks for Turkish Language teaching course» / T. Demir // Academic Journals. – 2013. – V. 8(19). – P. 1887–1899.
4. Aslan M., Doğan S. Dişsal motivasyon, içsel motivasyon ve performans etkileşimine kuramsal bir bakış / M. Aslan, S. Doğan // Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi. – 2019. – P. 291–301.
5. Половинко О.В. К вопросу методики работы над текстом по специальности в неязыковом ВУЗе. Достижения науки за последние годы. Новые наработки. СЕКЦИЯ 13. Педагогические науки. ПОД-СЕКЦИЯ 6. Теория, практика и методы обучения / О.В. Половинко. – URL: <http://конференция.com.ua/pages/view/935> (дата обращения: 13.05.2022).

# **ИНСТИТУТ МЕЖДУНАРОДНЫХ ОТНОШЕНИЙ**

# ЗНАЧЕНИЕ ФРАНКО-РУССКОЙ ВОЕННОЙ КОНВЕНЦИИ 1899 Г. ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ФРАНКО-РУССКОГО СОЮЗА

*Белячков Е.Е.*

*Научный руководитель – д-р ист. наук, профессор Ибнеева Г.В.*

Путь, который прошли франко-русские отношения с 1891 по 1898 г. был наполнен массой ключевых событий как во внутривосточной жизни, так и во внешней политике обеих держав. В эти годы сформировался крепкий фундамент, на котором союз вышел в новый век к новым возможностям и вызовам. Можно предположить, что после 1899 г. представители двух стран еще до конца не понимали, в каком русле необходимо выстраивать дальнейшие контакты. Франко-русский союз становился мощным блоковым объединением, к которому теперь проявляла интерес страна с политикой «блестящей изоляции» – Великобритания. Новое объединение должно было учитывать позиции не только Вены и Берлина в лице Тройственного союза, но и Лондона, пока что неприсоединившегося к блоковой европейской системе<sup>16</sup>.

К 1899 г. во франко-русских отношениях настал момент, когда по настоянию нового французского министра Т. Делькассе потребовалось внести дополнения и изменения в существующие уже договоренности. Это было связано как с внутривосточными событиями в самой Франции, так и с развитием кризисных событий в рамках международных отношений (Фашодский инцидент), которые продемонстрировали белые пятна в договоренностях между двумя сторонами. По прибытию министра в Петербург у него состоялась беседа с главой МИД М.Н. Муравьевым, а также с С.Ю. Витте и А.Н. Куропаткиным. Французской стороне требовался в большей мере символизм подтверждаемых договоров для их использования на международной арене в качестве своего преимущества. Изначально российский МИД не хотел вносить какие-либо изменения, но после обсуждений пришло понимание необходимости в удержании Франции в фарватере внешней политики Российской империи. Тексту обновленного соглашения вновь по традиции в качестве подтверждения придали форму писем министров иностранных дел<sup>17</sup>.

До момента одобрения подтверждающих документов императором между министром иностранных дел М.Н. Муравьевым и руководителем военного ведомства А.Н. Куропаткиным произошел обмен письмами относительно важности данного события. Это подтверждает серия документов, извлеченных из

<sup>16</sup> Манфред А.З. Образование русско-французского союза. М., 1975. С. 352.

<sup>17</sup> Письмо мин. ин. дел России Муравьева мин. ин. дел Франции Делькассе от 9 авг. 1899 г. // Сборник договоров России с другими государствами 1856–1917 / под ред. Е.А. Адамова. М., 1952. С. 319–321.

Архива внешней политики Российской империи (АВПРИ) и опубликованных в сборниках, посвященных франко-русским отношениям. Согласно данным источникам, А.Н. Куропаткин убеждал своего коллегу в том, что с точки зрения военной стороны вопроса, необходимо принимать во внимание «16 французских корпусов»<sup>18</sup>, на которые можно было бы рассчитывать. Он же считал, что французам особо важна внешняя сторона вопроса, подписи обладали для него неким знаком символизма в существующей обстановке. При всей чрезмерной, на наш взгляд, тревожности Куропаткин просил Муравьева доложить о его сомнениях императору<sup>19</sup>. Отношения между двумя странами вновь подчеркнули особую необходимость в друг друге, чего было не сказать по поводу тех же русско-германских отношений, которые, несмотря на дружественный тон переписки двух монархов<sup>20</sup> и подчеркивание давних теплых отношений, находились в глубоком кризисе и серьезно расходились с реальным положением дел.

Положение франко-русского союза и его значение для системы международных отношений можно определить, с одной стороны, как безусловное стремление обеих держав в рамках кризиса европейского концерта поддержать «status quo». Такой точки зрения придерживается И.С. Рыбаченок, характеризуя итоги договоренностей между государствами с определенной задачей – «подморозить Восточный вопрос»<sup>21</sup>. Это представляется достаточно верным и во взгляде на международную политику у представителей школы реализма, таких как Г. Моргантау. В то же время он отмечает, что лишь заявляя о сохранении того самого «status quo» альянсы фактически стали стремиться к его пересмотру, что и привело к Первой Мировой войне<sup>22</sup>. Можно поспорить с таким, довольно смелым утверждением. Однако оно демонстрирует сущность политического ландшафта последней трети XIX в. Внешняя политика держав больше не могла опираться на традиционные инструменты монархической солидарности или декларировать неприятие каких-либо насильственных изменений на карте Европы. Ведь под воздействием уже принципа национальностей страны тем или иным образом вмешивались в дела других стран, поддерживая различные политические группировки, которые им импонировали.

Внешняя политика теперь строилась на новых или обновленных основаниях, поэтому поддержание «status quo» явилось попыткой сохранить старое и в

<sup>18</sup> К истории соглашения между Россией и Францией о подтверждении русско-французского союза // Россия и Франция XVIII–XX века / отв. ред. П.П. Черкасов. М., 2004. Вып. 4. С. 187.

<sup>19</sup> К истории соглашения между Россией и Францией о подтверждении русско-французского союза // Россия и Франция XVIII–XX века / отв. ред. П.П. Черкасов. М., 2004. Вып. 4. С. 188.

<sup>20</sup> Переписка Вильгельма II с Николаем II: 1894–1914 гг. / под ред. М.Н. Покровского. М., 1923. С. 27.

<sup>21</sup> Рыбаченок И.С. Союз с Францией во внешней политике России в конце XIX в. М., 1993. С. 311.

<sup>22</sup> Morgenthau H.J. Politics among nations the struggle for power and peace. New York, 1948. P. 24.

это же время показать новое. Германская политика после ухода с поста О. фон Бисмарка как раз и приняла те самые черты, о которых говорят исследователи. Отказавшись одновременно от традиционных отношений с Россией и провозгласив переход к мировой политике (Weltpolitik), она продолжала участвовать в сохранении некоторого баланса в Восточном вопросе. Даже Франция, открыто враждебно относившаяся к Германии, не упустила возможности принять участие в одном немецком проекте – строительстве Багдадской железной дороги<sup>23</sup>. Это говорит о противоречивости внешней политики держав в конце XIX в., которые еще находились в поиске некоего своего пути. Отдельное внимание стоит уделить и такой стране, как Великобритания, которая определенно не обозначила свою политическую программу на международной арене. Она одновременно искала возможности поддержания прагматические отношений с участниками обоих блоков. В сущности, на нее оказывали влияние те же системные процессы, которые руководили политическими действиями других держав. Оставалось вопросом времени, чьи противоречия станут более непримиримыми в новых условиях.

Германская империя через свою новую политику, которая противоречила базовым принципам потрепанного, но все же в некоторой степени сохранившегося европейского концерта, добилась фактической «самоизоляции» в рамках Тройственного союза, объединив трех бывших противников в коалицию, направленную именно против нее<sup>24</sup>. Русско-французский союз также продемонстрировал возможность преодоления внутренних основ государственно-политического устройства. Теперь отсутствовала необходимость в подчеркивании священных отношений между тремя монархами, как это было во времена Священного союза. Вероятно, что внутренне в своей сущности Российская империя была близка к Германии, но уже в условиях внешней политики вынужденно подчинялась прагматическому расчету и двигалась к союзу с Францией. Таким образом, можно выделить два важных аспекта, характеризующие значение франко-русского союза, это его альтернативность к Тройственному союзу и его прагматические цели на мировой арене.

Важность же европейского концерта, который постепенно разрушался на протяжении всей второй половины XIX века, метко подчеркнул Г. Моргантау. Он выделяет его значение в качестве поддержания относительной устойчивости мира на исходе XIX в. в Европе, которая почти не знала серьезных военных конфликтов вплоть до Первой мировой войны. Определить данную эпоху

<sup>23</sup> Рыбаченок И.С. Там же.

<sup>24</sup> Киссинджер Г. Дипломатия. М., 1997. С. 117.

можно и временем «блестящих дипломатов»<sup>25</sup>, которые постепенно, подчиняясь реальной политике, приближали свои государства к новому военному столкновению.

С момента подписания военной конвенции 1899 г. произошло окончательное разделение монархических интересов и реальной государственной политики. Она строилась на основании возможности реализации насущных внешнеполитических задач государства. Именно поэтому началось сближение с Третьей Французской Республикой, которое при всей сложности двухстороннего взаимодействия по ряду международных вопросов в 90-е гг. XIX в. в итоге привело к подтверждению союзных обязательств в 1899 г. Общие противоречия с одним из членов Тройственного союза подтверждали наличие стратегических внешнеполитических задач у каждой стороны. Соотношение их являлось практически равным и взаимовыгодным, что привело к уточнению условий военной конвенции и фактически завершило процесс формирования двойственной Антанты.

#### Литература

1. Киссинджер Г. Дипломатия / Г. Киссинджер. – М.: Науч. изд. центр «Ладомир», 1997. – 847 с.
2. К истории соглашения между Россией и Францией о подтверждении русско-французского союза / отв. ред. П.П. Черкасов // Россия и Франция XVIII–XX века. – М.: Наука, 2004. – Вып. 4. – С. 187–188.
3. Манфред А.З. Образование русско-французского союза / Манфред А. З. – М.: Наука, 1975. – 375 с.
4. Переписка Вильгельма II с Николаем II: 1894–1914 гг. / под ред. М.Н. Покровского. – М.: Гос. изд-во, 1923. – 198 с.
5. Рыбаченок И.С. Союз с Францией во внешней политике России в конце XIX в. / И.С. Рыбаченок – М.: Ин-т истории СССР, 1993. – 351 с.
6. Письмо мин. ин. дел России Муравьева мин. ин. дел Франции Делькассе от 9 авг. 1899 г. / под. ред. Е.А. Адамова // Сборник договоров России с другими государствами 1856–1917 гг. – М.: Гос. изд-во полит. лит-ры, 1952. – С. 319–321.
7. Morgenthau H.J. Politics among nations the struggle for power and peace / H.J. Morgenthau. – New York: Alfred A. Knoff, 1948. – 516 p.

<sup>25</sup> Morgenthau H.J. Politics among nations the struggle for power and peace. New York, 1948. P. 368.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И НЕФТЕГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ</b> .....	<b>3</b>
Али М.О.Н. ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПАРОТЕПЛОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К СТРЕЛОВСКОМУ МЕСТОРОЖДЕНИЮ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАТАЛИЗАТОРОВ АКВАТЕРМОЛИЗА .....	4
Газизуллин Б.М. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РАЗРЕЗЫ МЕЧЕТЛИНО И БОЛЬШИЕ ТАРХАНЫ КАК ОБЪЕКТЫ ГЕОТУРИЗМА .....	10
<b>ИНСТИТУТ ДИЗАЙНА И ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ИСКУССТВ</b> .....	<b>16</b>
Забелина И.А. КОНЦЕПЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ИММЕРИВНОГО МУЛЬТИМЕДИА ПРОСТРАНСТВА .....	17
Ульбекова М.А. ВЪЕЗДНОЙ ЗНАК КАК ЧАСТЬ АЙДЕНТИКИ МЕСТА .....	24
<b>ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И МЕХАНИКИ ИМ. Н.И. ЛОБАЧЕВСКОГО</b> .....	<b>28</b>
Егорова А.Р. ПРИМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ФРАКТАЛЬНОГО БРОУНОВСКОГО ДВИЖЕНИЯ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ....	29
Краснова Е.А. ПРИМЕНЕНИЕ ВЕКТОРНОЙ АВТОРЕГРЕССИИ ДЛЯ АНАЛИЗА ИПОТЕЧНОГО ЖИЛИЩНОГО КРЕДИТОВАНИЯ .....	33
Одаренко А.М. МНОЖЕСТВЕННАЯ РЕГРЕССИЯ ПРИ АНАЛИЗЕ ФАКТОРОВ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ЖИЛОЙ НЕДВИЖИМОСТИ .....	38
Салимьянова Д.Р. ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗОЛЯЦИИ ОБВОДНЕННОГО ВЫСОКОПРОНИЦАЕМОГО СЛОЯ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ЕГО ПОЛОЖЕНИЯ В НЕФТЯНОМ ПЛАСТЕ .....	42
<b>ИНСТИТУТ СОЦИАЛЬНО-ФИЛОСОФСКИХ НАУК И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ</b> .....	<b>50</b>
Белоусов Е.Д. ТРАНСФОРМАЦИЯ МОНОМИФА О ПУТИ ГЕРОЯ В СЦЕНАРИЯХ СОВРЕМЕННЫХ ВИДЕОИГР .....	51
Золотухина А.А. СПЕЦИФИКА ПРОИЗВОДСТВА И МЕХАНИЗМОВ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ФЕЙКОВЫХ НОВОСТЕЙ В РОССИЙСКИХ СМИ .....	57
Портных А.Э. СПЕЦИФИКА ТВОРЧЕСКОГО СТИЛЯ СТУДЕНЧЕСКИХ МЕДИА Г. КАЗАНИ .....	61

<b>НАБЕРЕЖНОЧЕЛНИНСКИЙ ИНСТИТУТ</b> .....	<b>66</b>
Гимазетдинова Ч.А., Гладыш Е.Д. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ ЗАКАЛКИ ЧУГУНА С ВЕРМИКУЛЯРНЫМ ГРАФИТОМ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ. ....	67
Дустбобоева Ф.Р. СПЕЦИФИКА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АНГЛИЦИЗМОВ В ИНТЕРНЕТ – ДИКУРСЕ. ....	72
<b>ИНСТИТУТ ПСИХОЛОГИИ И ОБРАЗОВАНИЯ</b> .....	<b>78</b>
Мерсалова Е.А. ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПАЦИЕНТОВ С РАССТРОЙСТВАМИ ПИЩЕВОГО ПОВЕДЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ НЕРВНОЙ АНОРЕКСИИ И НЕРВНОЙ БУЛИМИИ) .....	79
Наумова Д.А. ЦИФРОВЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ В ОБУЧЕНИИ И РАЗВИТИИ ДЕТЕЙ-БИЛИНГВОВ ИЗ СЕМЕЙ МИГРАНТОВ .....	85
Потапова О.В. КОРРЕКЦИЯ НЕСФОРМИРОВАННОСТИ ВЫСШИХ ПСИХИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ У ДЕТЕЙ СТАРШЕГО ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОМ ...	91
Салихова А.М. ЭМОЦИОНАЛЬНЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ НАЧИНАЮЩИХ ВОДИТЕЛЕЙ КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТИ К УПРАВЛЕНИЮ АВТОМОБИЛЕМ. ....	97
<b>ИНСТИТУТ УПРАВЛЕНИЯ, ЭКОНОМИКИ И ФИНАНСОВ</b> .....	<b>102</b>
Набиуллина А.И. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ОЗЕЛЕНЕНИЯ КРОВЛИ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА КАЗАНЬ. ....	103
Романова Е.С. ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РОССИИ .....	109
<b>ИНСТИТУТ ФИЗИКИ</b> .....	<b>115</b>
Батгалова Э.И. ГРАДИЕНТНАЯ ФАЗОВАЯ СТРУКТУРА НЕОРГАНИЧЕСКИХ ГАЛОИДНЫХ ПЕРОВСКИТОВ CsPbBr <sub>3</sub> . ....	116
Бердиева Н.Б. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ВНИМАНИЯ ШКОЛЬНИКОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФИЗИКИ .....	121
Буляков Б.Р., Шарафетдинов Д.И. СОЗДАНИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ РОСТА МЕТАЛЛООРГАНИЧЕСКИХ КРИСТАЛЛОВ ИЗ РАСТВОРОВ .....	127
Гилямова Л.Р. КОМПЕНСАЦИЯ ИСКАЖЕНИЙ ТУРБУЛЕНТНОЙ АТМОСФЕРЫ С ПОМОЩЬЮ АДАПТИВНОЙ ОПТИКИ. ....	133
Гимранова К.Р. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОБНАРУЖЕНИЯ ЗОН ПРОРЫВА ВОДЫ В ДОБЫВАЮЩИХ СКВАЖИНАХ ПО ДАННЫМ ПАССИВНОЙ АКУСТИКИ. ....	138

<b>Кадикова А.Х.</b> ГЕТЕРОСТРУКТУРА MnPt/Pu СО СПИНОВЫМ ЭФФЕКТОМ ХОЛЛА И ОБМЕННЫМ СМЕЩЕНИЕМ . . . . .	143
<b>Казбаев Т.А.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СТРУКТУРНО-МОЛЕКУЛЯРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ НА ПРИМЕРЕ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА НЕФТИ МЕТОДОМ ЯДЕРНОГО МАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА . . . . .	149
<b>Конюкова А.С.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ НЕЗАКОННОЙ ВЫРУБКИ ЛЕСОВ. . . . .	158
<b>Коробкина О.С.</b> ВЫЯВЛЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ АГРЕГАЦИИ ПЕКТИНОВЫХ ПОЛИСАХАРИДОВ . . . . .	163
<b>Кудрявцева А.Л.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛА УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА ФИЗИКА ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ ЛИЧНОСТНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ДЕВЯТИКЛАССНИКОВ . . . . .	169
<b>Минибаев А.И.</b> МЕТАМАТЕРИАЛЫ С ВРЕМЕННОЙ НЕОДНОРОДНОСТЬЮ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ОПТИЧЕСКИМИ ПОЛЯМИ. . . . .	174
<b>Мусеева И.Т.</b> РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА ПЕРИМЕТРАЛЬНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДАЛЬНОМЕРА HC-SR04. . . . .	180
<b>Мусин В.Ф.</b> ВЫСОКОЭНТРОПИЙНАЯ СИСТЕМА $Mg_{0.2}Co_{0.2}Ni_{0.2}Cu_{0.2}Zn_{0.2}O$ : СИНТЕЗ, РЕНТГЕНОСТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ, МАГНИТОМЕТРИЯ И МЕССБАУЭРОВСКАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ. . . . .	183
<b>Мухамматгалиева А.М.</b> СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНИВАНИЯ ДОСТИЖЕНИЯ ПРЕДМЕТНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ УЧАЩИХСЯ 5-Х КЛАССОВ ПО МАТЕМАТИКЕ . . . . .	188
<b>Никитина Л.А.</b> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТОЧНЫХ ЭФЕМЕРИД И МОДЕЛЬНЫХ РАСЧЕТОВ НА ПРИМЕРЕ НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВ ГЛОНАСС, GPS, GALILEO, BEIDOU . . . . .	190
<b>Никонов И.Н.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ТУМАННОСТЕЙ БЫСТРОЛЕТЯЩИХ ПУЛЬСАРОВ . . . . .	195
<b>Олейникова Е.И.</b> СПЕКТРАЛЬНО-КИНЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИЗАЦИЯ ЛЮМИНОФОРОВ $LiGd_xY_{1-x}F_4$ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ И СЕНСОРИКИ . . . . .	201
<b>Панарин С.С.</b> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ КАРЛИКОВОЙ НОВОЙ V455AND . . . . .	207
<b>Сарычев Д.В.</b> ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ И МОНИТОРИНГА ЛЭП 6–10 КВ. . . . .	213
<b>Соловьянов Д.С.</b> ЭЛЕКТРОННОЕ АНТИСТОКСОВО РАССЕЯНИЕ СВЕТА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ НАНОЧАСТИЦ . . . . .	218
<b>Сошникова Е.А.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МУЛЬТФИЛЬМОВ В ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ . . . . .	223
<b>Халиуллин Р.Ф.</b> ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ММО И ПРОГРАММНО-ОПРЕДЕЛЯЕМОГО РАДИО ДЛЯ ОЦЕНКИ ИМПУЛЬСНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ МНОГОЛУЧЕВОЙ СРЕДЫ. . . . .	227

<b>Эндерова Т.Н.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ МАГНЕТОСОПРОТИВЛЕНИЯ ТОПОЛОГИЧЕСКОГО ИЗОЛЯТОРА В11.08SN0.02SB0.9TE2S .....	233
<b>Юрова В.И.</b> КОЛЛАБОРАЦИЯ ФИЗИКИ И ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОГО ИСКУССТВА В РАМКАХ ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА ДЛЯ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ .....	238
<b>Яфарова А.Р.</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ ДОПЛЕРОВСКОГО СПЕКТРА В МОБИЛЬНЫХ СЕТЯХ СВЯЗИ СО СЛУЧНОЙ ПОДВИЖНОСТЬ АБОНЕНТА .....	245

## **ИНСТИТУТ ФИЛОЛОГИИ И МЕЖКУЛЬТУРНОЙ КОММУНИКАЦИИ..... 251**

<b>Габдельхакова З.Р.</b> МОТИВЫ ИНДЕЙСКОГО ФОЛЬКЛОРА В РОМАНЕ Х. ЛАРЫ «ЯНАКУНА» .....	252
<b>Галияхметов И.И.</b> ЛИНГВОСТРАНОВЕДЧЕСКИЙ АСПЕКТ ОБУЧЕНИЯ ТУРЕЦКОМУ ЯЗЫКУ .....	257
<b>Гарипова А.Б.</b> ПРИМЕНЕНИЕ ХИТАНХАФОР КАК ПСЕВДОСЛОВ ПРИ ОЦЕНКЕ ОРФОГРАФИЧЕСКИХ НАВЫКОВ И НАВЫКОВ ФОНОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ НА ИНОСТРАННОМ ЯЗЫКЕ .....	261
<b>Мухаметзянова Л.А.</b> ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СЛОВАРЯ ОБЩЕНАУЧНОЙ ЛЕКСИКИ .....	265
<b>Мухаметшина А.Ф.</b> РОЛЬ РОДНОГО ЯЗЫКА В ОБУЧЕНИИ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ .....	269
<b>Нургалиева Л.Р.</b> РАЗВИТИЕ КОММУНИКАТИВНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТОВ С ПОМОЩЬЮ МОБИЛЬНЫХ ПОДКАСТОВ В УСЛОВИЯХ ЯЗЫКОВОГО ВУЗА .....	274
<b>Умутбаева Л.Р.</b> ПОВЫШЕНИЕ МОТИВАЦИИ К ИЗУЧЕНИЮ ТУРЕЦКОГО ЯЗЫКА ПОСРЕДСТВОМ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	278
<b>Фаткуллина Д.Ф.</b> МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ЧТЕНИЮ НА УРОКАХ ТУРЕЦКОГО ЯЗЫКА .....	282

## **ИНСТИТУТ МЕЖДУНАРОДНЫХ ОТНОШЕНИЙ..... 286**

<b>Белячков Е.Е.</b> ЗНАЧЕНИЕ ФРАНКО-РУССКОЙ ВОЕННОЙ КОНВЕНЦИИ 1899 г. ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ФРАНКО-РУССКОГО СОЮЗА .....	287
--	-----

*Электронное научное издание  
сетевого распространения*

**Конкурс  
на лучшую научную работу  
студентов Казанского  
федерального университета  
2023 года**

**Сборник статей**

Компьютерная верстка

*Эдуард Ахмадеев*

Дизайн обложки

*Олег Маковский*

Подписано к использованию 19.09.2023.  
Формат 60x84 1/8. Гарнитура «Times New Roman».

Подготовлено  
Издательский дом Маковского