



Казанский федеральный  
УНИВЕРСИТЕТ



# КОНКУРС НА ЛУЧШУЮ НАУЧНУЮ РАБОТУ СТУДЕНТОВ КАЗАНСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА 2025 ГОДА



**СБОРНИК СТАТЕЙ**

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**КОНКУРС НА ЛУЧШУЮ НАУЧНУЮ РАБОТУ СТУДЕНТОВ  
КАЗАНСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА  
2025 ГОДА**

**Сборник статей**



**КАЗАНЬ  
2025**

**УДК 001(082)**

**ББК 72я43**

**К64**

**К64** **Конкурс на лучшую научную работу студентов Казанского федерального университета 2025 года** [Электронный ресурс]: сборник статей. – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 5,69 Мб). – Казань: Издательство Казанского университета, 2025. – 117 с. – Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. – URL: [https://kpfu.ru/portal/docs/F\\_1157482233/Sbornik.KLNR.2025.pdf](https://kpfu.ru/portal/docs/F_1157482233/Sbornik.KLNR.2025.pdf). – Загл. с титул. экрана.

**УДК 001(082)**

**ББК 72я43**

**DOI 10.26907/bsws.2025**

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ИНСТИТУТ ФИЗИКИ.....</b>	<b>5</b>
<b>Ахмедов А.М.</b> ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ НЕЙТРОННОЙ ЗВЕЗДЫ МЕТОДОМ КУСОЧНЫХ ПОЛИТРОП В РАМКАХ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ.....	5
<b>Бауман М.Ю.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТЕЙ УСКОРЕННЫХ ЭЛЕКТРОНОВ В СОЛНЕЧНОМ РАДИОВСПЛЕСКЕ III ТИПА.....	8
<b>Буссе А.А.</b> СИСТЕМА ОБНАРУЖЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ВТОРЖЕНИЯ СРЕДСТВАМИ ESP32-CSI-TOOL.....	11
<b>Гарипова К.И.</b> ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ СИТУАЦИОННЫХ ЗАДАЧ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ЯВЛЕНИЙ В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ.....	15
<b>Гиниятуллина Р.Р.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ БИОКЕРАМИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ $ZrO_2-Y_2O_3-Eu_2O_3$ ДЛЯ БИОМЕДИЦИНСКИХ ПРИМЕНЕНИЙ.....	19
<b>Гонялин В.Е.</b> ОТНЕСЕНИЕ СИГНАЛОВ ЯМР И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВТОРИЧНОЙ СТРУКТУРЫ ФАКТОРА ИНИЦИАЦИИ ТРАНСЛЯЦИИ ЭУКАРИОТ 5А ИЗ <i>CANDIDA ALBICANS</i> .....	23
<b>Горланова В.А.</b> РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ ТЕТРАДИ ПО РЕШЕНИЮ ШКОЛЬНЫХ ЗАДАЧ ПО ГЕОМЕТРИИ ДЛЯ УЧАЩИХСЯ 8-Х КЛАССОВ.....	27
<b>Давлетшина А.И.</b> МЕЖПРЕДМЕТНЫЕ СВЯЗИ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ.....	31
<b>Зайнуллина Т.Д.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ МЕТРОЛОГИИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРОПЕДЕВТИЧЕСКОГО КУРСА ФИЗИКИ ДЛЯ УЧАЩИХСЯ 5 КЛАССА.....	33
<b>Иванова А.Д.</b> ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ ДЕТЕЙ С РАССТРОЙСТВОМ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА.....	35
<b>Избасарова Э.А.</b> БИОСЕНСОР РАДАХЛОРИНА НА ОСНОВЕ КОЛЛОИДНЫХ НАНОЧАСТИЦ $CeYbF_3$ , СВЯЗАННЫХ С ПЛАЗМОННЫМИ ЛИГАНДАМИ.....	39
<b>Калиниченко С.И.</b> СПЕКТРАЛЬНО-КИНЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИЗАЦИЯ НАНОЧАСТИЦ $CeF_3-Tb_3-YF_3$ ДЛЯ ЛЮМИНЕСЦЕНТНОЙ ТЕМПЕРАТУРНОЙ СЕНСОРИКИ.....	43
<b>Косач П.А.</b> ВОССТАНОВЛЕНИЕ И УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ТРЕХМЕРНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ КОНФОКАЛЬНОЙ МИКРОСКОПИИ.....	46
<b>Купцов А.А.</b> ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ХУДОЖЕСТВЕННО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ДРАМАТУРГИИ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ.....	50
<b>Никитина Л.А.</b> ОЦЕНКА РАЗНОСТИ ТОЧНЫХ ЭФЕМЕРИД И КООРДИНАТ, ВЫЧИСЛЕННЫХ ПО ПАРАМЕТРАМ ОРБИТЫ, НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВ ГЛОНАСС, GPS, GALILEO, BEIDOU.....	54
<b>Сагитова Л.Л.</b> ПРИМЕНЕНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ВО ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ФИЗИКЕ ДЛЯ УЧАЩИХСЯ 11 КЛАССА ПРИ ПОДГОТОВКЕ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ № 26 ЕГЭ.....	58
<b>Федорова В.А.</b> МЕХАНИЗМЫ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НАНОЧАСТИЦ $CeF_3-YF_3$ , АКТИВИРОВАННЫХ ИОННОЙ ПАРОЙ $Tb^{3+}$ И $Eu^{3+}$ .....	63
<b>Юрова В.И.</b> ФОРМИРОВАНИЕ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ В РАМКАХ ПРОПЕДЕВТИЧЕСКОГО КУРСА ПО ФИЗИКЕ «ЭТА УДИВИТЕЛЬНАЯ ЖИЗНЬ».....	67

<b>ИНСТИТУТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....</b>	<b>71</b>
Гурьянов А.И. ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ЦИФРОВЫХ ПЛАТФОРМ НА ОСНОВЕ МЕТОДОЛОГИИ ЦЕПОЧЕК ЦЕННОСТИ.....	71
<b>ИНСТИТУТ МЕЖДУНАРОДНЫХ ОТНОШЕНИЙ, ИСТОРИИ И ВОСТОКОВЕДЕНИЯ.....</b>	<b>75</b>
Миначева Р.Р. ПРЕЦЕДЕНТНЫЕ ФЕНОМЕНЫ В ОБЩЕСТВЕННО-ПОЛИТИЧЕСКОМ ДИСКУРСЕ НЕМЕЦКОГО ЯЗЫКА (НА МАТЕРИАЛЕ ТЕКСТОВ СМИ).....	75
Панфилова А.О. ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРОСТОРЕЧИЙ В ХУДОЖЕСТВЕННОМ ТЕКСТЕ.....	78
<b>ИНСТИТУТ ПСИХОЛОГИИ И ОБРАЗОВАНИЯ.....</b>	<b>83</b>
Лепешкина К.Н. РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОГО РЕСУРСА ДЛЯ ДЕТЕЙ С НАРУШЕНИЯМИ РЕЧИ «ГОВОРИТЬ ЛЕГКО».....	83
Манькова Э.О. ОСОБЕННОСТИ ВНУТРЕННЕЙ КАРТИНЫ БОЛЕЗНИ ВЗРОСЛЫХ, БОЛЬНЫХ РАКОМ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ.....	86
<b>ИНСТИТУТ СОЦИАЛЬНО-ФИЛОСОФСКИХ НАУК И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ.....</b>	<b>91</b>
Емельянов В.М. СПЕЦИФИКА РАБОТЫ С АУДИТОРИЕЙ В РЕДАКЦИИ ГАЗЕТЫ «КАЗАНСКИЕ ВЕДОМОСТИ».....	91
Ситдикова С.М. ФОРМИРОВАНИЕ ПОЛИТИЧЕСКИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ И ДУХОВНО-НРАВСТВЕННЫХ ЦЕННОСТЕЙ В СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМЕ ШКОЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ.....	95
Фарукшин Р.А. СОДЕРЖАТЕЛЬНАЯ, ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ И ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ПРОБЛЕМАТИКА ИНФОГРАФИЧЕСКОГО КОНТЕНТА В РЕГИОНАЛЬНЫХ ИНТЕРНЕТ-СМИ ПРИВОЛЖСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА.....	98
Хайруллина Н.В. ЭПИСТЕМИЧЕСКИЙ СТАТУС УБЕЖДЕНИЙ, ОСНОВАННЫХ НА ВЫМЫСЛЕ.....	102
<b>ИНСТИТУТ ФИЛОЛОГИИ И МЕЖКУЛЬТУРНОЙ КОММУНИКАЦИИ.....</b>	<b>106</b>
Габбасова Л.А. “ВАТАНЫМ ТАТАРСТАН” ГАЗЕТАСЫ ТЕКСТЛАРЫНДА БАШИСЕМНЕҢ ФУНКЦИЯЛАРЕ.....	106
Джурабекова А.А. ГЕНЕРАЦИЯ ТЕКСТОВЫХ ЗАДАЧ ПО МАТЕМАТИКЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА.....	108
Маннапова А.А. ОБУЧЕНИЕ МЕТОДАМ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА.....	112

# ИНСТИТУТ ФИЗИКИ

## ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ НЕЙТРОННОЙ ЗВЕЗДЫ МЕТОДОМ КУСОЧНЫХ ПОЛИТРОП В РАМКАХ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

*Ахмедов А.М.*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, доцент Сушков С.В.*

С начала прошлого столетия особое внимание астрофизиков привлечено к конечным стадиям эволюции звезд. Ясно [1], что звезда после прекращения термоядерных реакций в ее центре может перейти в стадию белого карлика, нейтронной звезды (НЗ) или черной дыры (ЧД). Известно [2], что максимальная масса НЗ сильно зависит от уравнения состояния (equation of state, EOS) – зависимости давления вещества от его плотности. В нейтронной звезде можно условно выделить несколько слоев (рис. 1):

1. Атмосфера нейтронной звезды;
2. Внешняя кора;
3. Внутренняя кора;
4. Внешнее ядро;
5. У массивных нейтронных звезд есть и внутреннее ядро, состав и уравнение состояния которого достоверно неизвестны.

Целью данной работы является построение модели нейтронной звезды в рамках общей теории относительности с реалистичным уравнением состояния вещества и с учетом слоистой структуры.

### Кусочно-политропное уравнение состояния

Мы принимаем, что плотность в центре НЗ выше ядерной  $\rho_0 = 10^{15} \text{ г/см}^3$ . При таких плотностях уравнение состояния изучено плохо, однако есть простой способ определения параметров EOS – аппроксимация политропным уравнением состояния:

$$p = K\rho^\Gamma, \quad (1)$$

где  $p$  – давление вещества,  $\rho$  – плотность массы,  $K$  – политропная постоянная,  $\Gamma$  – постоянная адиабаты.

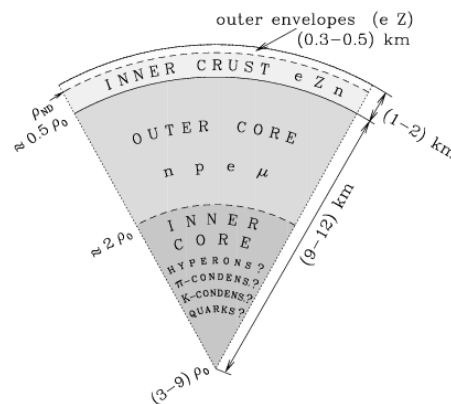


Рис. 1. Схематическая структура нейтронной звезды.

Параметры вещества сильно зависят от уравнения состояния в ядре. Авторство: [3]

Этот метод отличается своей простотой и малым количеством активных параметров. Для решения поставленной задачи были использованы метод кусочно-политропного уравнения состояния (piecewise polytropic equation of state, PPEOS) и 23 параметризованных уравнения состояния. Согласно методу [4], звезда разбивается на слои с граничными значениями плотностей

$$\rho_0 < \rho_1 < \dots < \rho_c. \quad (2)$$

И тогда выражение (1) примет вид:

$$p = \begin{cases} K_1 \rho^{\Gamma_1}, \rho_0 \leq \rho \leq \rho_1 \\ K_2 \rho^{\Gamma_2}, \rho_1 \leq \rho \leq \rho_2 \\ \dots \\ K_n \rho^{\Gamma_n}, \rho_{n-1} \leq \rho \leq \rho_c \end{cases}. \quad (3)$$

Для политропных постоянных выполняется рекуррентное соотношение:

$$K_i = \frac{p(\rho_{i-1})}{\rho_{i-1}^{\Gamma_i}}. \quad (4)$$

Мы будем рассматривать простейшую модель: звезда не излучает и не вращается. В таком случае, подставляя (3) в первое начало термодинамики<sup>1</sup>

$$d\left(\frac{\epsilon}{\rho}\right) = -pd\left(\frac{1}{\rho}\right), \quad (5)$$

получаем для плотности энергии:

$$\epsilon(\rho) = (1 + a_i)\rho + \frac{K_i}{\Gamma_i - 1} \rho^{\Gamma_i}, \quad (6)$$

где постоянные интегрирования  $a_i$  выражаются из рекуррентного соотношения:

$$a_i = \frac{\epsilon(\rho_{i-1})}{\rho_{i-1}} - 1 - \frac{K_i}{\Gamma_i - 1} \rho_{i-1}^{\Gamma_i - 1}. \quad (7)$$

### Система уравнений Толмена – Оппенгеймера – Волкова

В рамках общей теории относительности численно решается система уравнений гидростатического равновесия Толмена – Оппенгеймера – Волкова (ТОВ):

$$\begin{cases} \frac{dp}{dr} = -\frac{G\epsilon(r)\mathcal{M}(r)}{c^2 r^2} \left[1 + \frac{p(r)}{\epsilon(r)}\right] \left[1 + \frac{4\pi r^3 p(r)}{\mathcal{M}(r)c^2}\right] \left[1 - \frac{2G\mathcal{M}(r)}{c^2 r}\right]^{-1}, \\ \frac{d\mathcal{M}(r)}{dr} = \frac{4\pi r^2 \epsilon(r)}{c^2} \end{cases}, \quad (8)$$

где  $G$  – гравитационная постоянная,  $\mathcal{M}(r)$  – текущая масса звезды,  $\mathcal{M}(R) = M_{\text{HЗ}}$ .

Уравнение состояния замыкает систему. В качестве начальных условий задается центральная плотность, давление и масса в центре:  $p(\rho_c) = p_c$ ,  $\mathcal{M}(\rho_c) = 0$ . В качестве граничных условий учитывается отсутствие давления на поверхности звезды (т. е. при  $r = R$ , где  $R$  – радиус нейтронной звезды) и полная масса НЗ:  $p(R) = 0$ ,  $\mathcal{M}(R) = M_{\text{HЗ}}$ .

### Диаграмма «масса – радиус». Обсуждение

В результате интегрирования системы (8) для данных EOS получена диаграмма «масса – радиус» (рис. 2).

<sup>1</sup> В этой секции мы работаем в единицах, где  $c = 1$ . Для перехода в систему СГС необходимо разделить  $p$  и  $K$  на  $c^2$ .

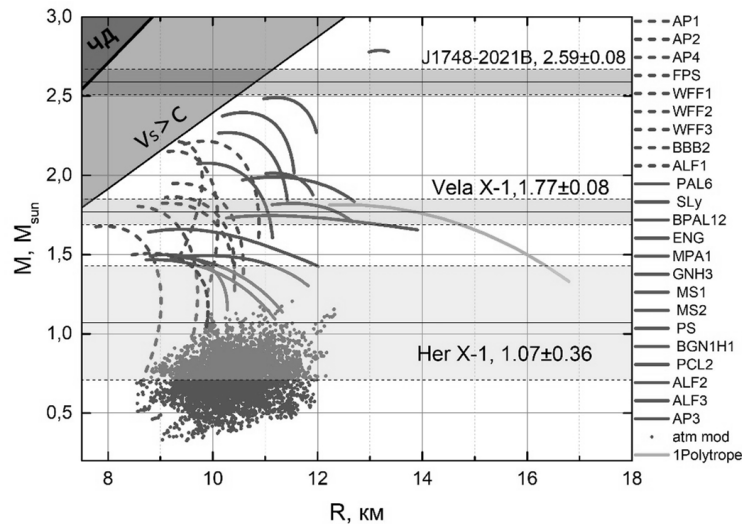


Рис. 2. Диаграмма «масса – радиус» для 23 уравнений состояния.

Сплошными линиями указаны нейтронные звезды, пунктиром – так называемые гибридные звезды, чье ядро состоит из кварковой материи. Такие звезды имеют другой вид зависимости  $M(R)$ .

Указана зависимость  $M(R)$  для модельной политропы с общепринятыми параметрами [5].

Горизонтальными полосами отмечены массы некоторых пульсаров.

Серая область сверху указывает зону, где скорость звука в центре НЗ будет выше скорости света.

В более темной области происходит переход к черной дыре.

Область точек внизу указывает возможные массы и радиусы для объекта HESS J1731-347, полученные с помощью модели атмосферы [6]

### Заключение

Была разработана модель объекта «нейтронная звезда», учитывающая ее слоистую структуру. Для модели в рамках общей теории относительности построены кривые «масса – радиус» для 23 различных уравнений состояния. Результаты нанесены на единую диаграмму для наглядного сравнения. Выделен список EOS, допускающих существование гибридных звезд в данном диапазоне плотностей. Уравнение состояния MS1 является наиболее интересным, поскольку позволяет получить максимальную массу в  $2.79M_{\odot}$ . Сравнение с наблюдательными данными позволяет сделать вывод о необходимости рассмотрения меньших центральных плотностей, поскольку наше построение дает крайне небольшую область значений масс и радиусов. Уравнение MPA1 является кандидатом в описание структуры самого тяжелого из известных пульсаров. Дело в том, что вращение увеличивает максимально возможную массу НЗ. Таким образом, учет вращения гипотетически сможет «приподнять» данное EOS и объяснить существование столь массивных НЗ.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Засов А.В. Общая астрофизика / А.В. Засов, К.А. Постнов. – 2-е изд. испр. и дополн. – Фрязино: Век 2, 2011. – 576 с.
2. Lattimer J.M. The Nuclear Equation of State and Neutron Star Masses / J.M. Lattimer. – URL: <https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev-nucl-102711-095018> (дата обращения: 12.02.2025).



3. Haensel P. Neutron stars 1: Equation of state and structure / P. Haensel, A.Y. Potekhin, D.G. Yakovlev; edited by A.Y. Potekhin. – New York: Springer, 2007. – 640 p.
4. Read J.S. Constraints on a phenomenologically parametrized neutron-star equation of state / J.S. Read, B.D. Lackey, B.J. Owen, J.L. Friedman. – URL: <https://journals.aps.org/prd/abstract/10.1103/PhysRevD.79.124032> (дата обращения: 06.03.2025).
5. Lattimer J.M. Neutron Star Structure and the Equation of State / J.M. Lattimer, M. Prakash. – URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1086/319702/meta> (дата обращения 27.03.2025).
6. Doroshenko V. A strangely light neutron star within a supernova remnant / V. Doroshenko, V. Suleimanov, G. Pühlhofer et. al. – URL: <https://doi.org/10.1038/s41550-022-01800-1> (дата обращения: 02.04.2025).

## ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТЕЙ УСКОРЕННЫХ ЭЛЕКТРОНОВ В СОЛНЕЧНОМ РАДИОВСПЛЕСКЕ III ТИПА

*Бауман М.Ю.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, ведущий научный сотрудник ИСЗФ СО РАН  
Кашанова Л.К.*

### Введение

Солнечная вспышка – это комплексное явление, представляющее собой быстрое выделение энергии, включающее ускорение частиц, нагрев и движение плазмы. Радиоизлучение вспышки является индикатором распространения ускоренных электронов и источником информации о нетепловых механизмах формирования излучения во время вспышки. Согласно стандартной модели вспышки, от места первоначального энерговыделения и ускорения частиц вдоль магнитных линий распространяется два пучка электронов: в нижние слои солнечной атмосферы, где генерируется рентгеновское и микроволновое излучение и в верхние слои короны и межпланетное пространство, где формируется радиоизлучение. Радиовсплески III типа генерируются ускоренными во время вспышки электронами при движении вдоль магнитных линий в короне и межпланетном пространстве со скоростями порядка  $0.3c$ , где  $c$  – скорость света. Механизм генерации плазменный: пучок ускоренных электронов, взаимодействуя с ионами, возбуждает ленгмюровские волны, которые в свою очередь воздействуют на плазму и генерируют ее излучение в радиодиапазоне [1].

В случае общего источника электронов параметры электронов, полученные при анализе излучения радиовсплесков III типа и микроволнового и рентгеновского излучения вспышек, должны быть близки. Однако корреляция между параметрами, полученными в этих диапазонах, не всегда обнаруживается. В работе [2] приведен теоретический расчет зависимости скорости электронов от частоты излучения, из которого видно падение скорости с уменьшением частоты. Авторы предположили, что электроны распространяются в расширяющейся магнитной трубке, где при падении плотности потока с высотой доминирующий вклад в излучение вносят электроны с низкой энергией (скоростью).

Цель настоящей работы состояла в том, чтобы проверить данную гипотезу на примере конкретного события и проанализировать, что можно узнать из исследования о механизмах распространения энергии в солнечных вспышках.

### Данные и методика анализа

Солнечная вспышка, во время которой наблюдался исследуемый нами радиовсплеск III типа, произошла 21 июля 2024 г. в период 01:52:00–01:59:00 UT и достигла максимума в 01:55:00 UT. Вспышка возникла практически в центре солнечного диска, ее координаты составили S09W02.

В нашей работе были использованы наблюдения, полученные спектрополяриметром SOLARSPeL [3] (50 МГц – 24 ГГц). Для исследований был выбран всплеск, зафиксированный в широком диапазоне частот (50–300 МГц) около 1:55 UT. Для расчета скорости потока электронов мы по динамическому спектру определяли скорость дрейфа всплеска в диапазоне частот, используя задержки между сигналом на начальной и конечной частотах. Задержки между сигналами на разных частотах были рассчитаны двумя способами (см. рис. 1). В одном из них мы сдвигали временные профили частот друг относительно друга до наилучшего совпадения на фазе роста всплеска. В другом – вписывали функцию Гаусса во временной профиль с временным разрешением 0.01 с и определяли время максимума.

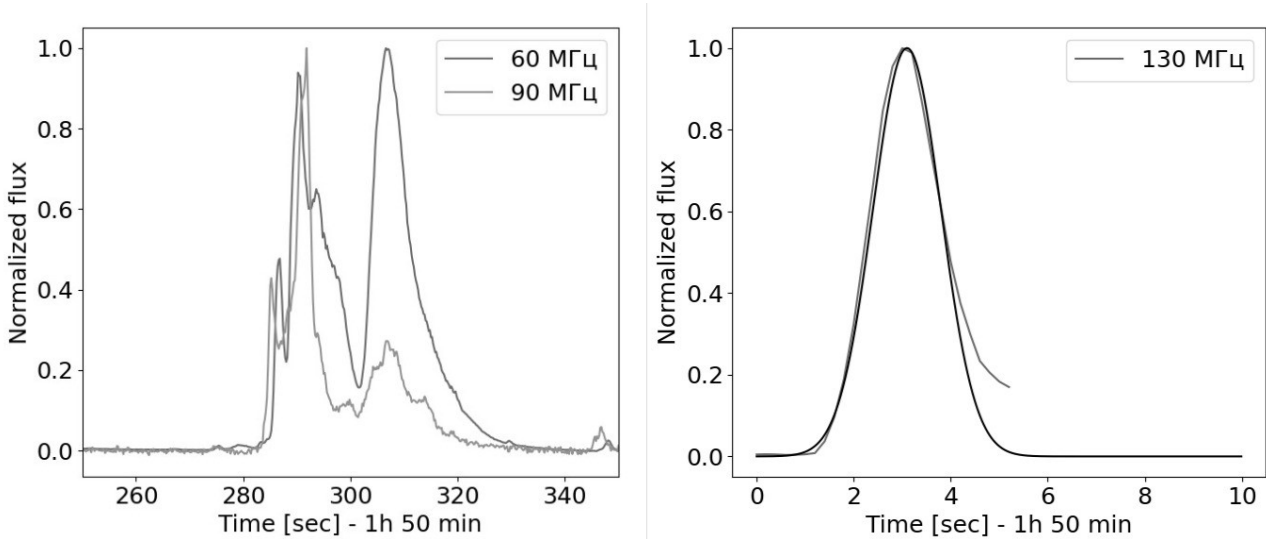


Рис. 1. Временные профили для частот 60 и 90 МГц до сдвига одного из них до хорошего совпадения на фазе роста (слева) и временные профили для частот 90 и 130 МГц с вписанной в них гауссианой

Для определения скорости электронов мы воспользовались связью плотности электронной плазмы и частоты, на которой фиксируется излучение, соответствующей плазменному механизму [4]:

$$N_e = \left( \frac{f}{2 \cdot 8.98} \right)^2,$$

где  $N_e$  – фоновая плотность электронов в короне Солнца в  $\text{м}^{-3}$ ,  $f$  – частота в Гц. Для того, чтобы получить расстояние, которое проходят электроны, мы выбрали модель Newkirk (1961):

$$R = \frac{4.32 \cdot R_0}{\lg \left( \frac{N_e}{4.2 \cdot 10^4 \cdot \alpha} \right)},$$

где  $R_0 = 6.69 \cdot 10^8 \text{ м}$  – радиус Солнца,  $\alpha$  – коэффициент для очень активного Солнца.

Зная высоту формирования излучения на двух частотах, можно рассчитать путь, который прошел поток электронов и его скорость по стандартным формулам:

$$h = R_1 - R_2,$$

$$v_c = \frac{h}{dt \cdot c},$$

где  $R_1$  и  $R_2$  – высоты, соответствующие первой и второй частоте, а  $dt$  – задержка между двумя разными частотами в секундах,  $c$  – скорость света, равная  $3 \cdot 10^8$  м/с.

Таким образом, получив задержки для набора частот, мы вычислили скорости электронов для разных интервалов частот и проследили их динамику (см. рис. 2).

### Обсуждение результатов и заключение

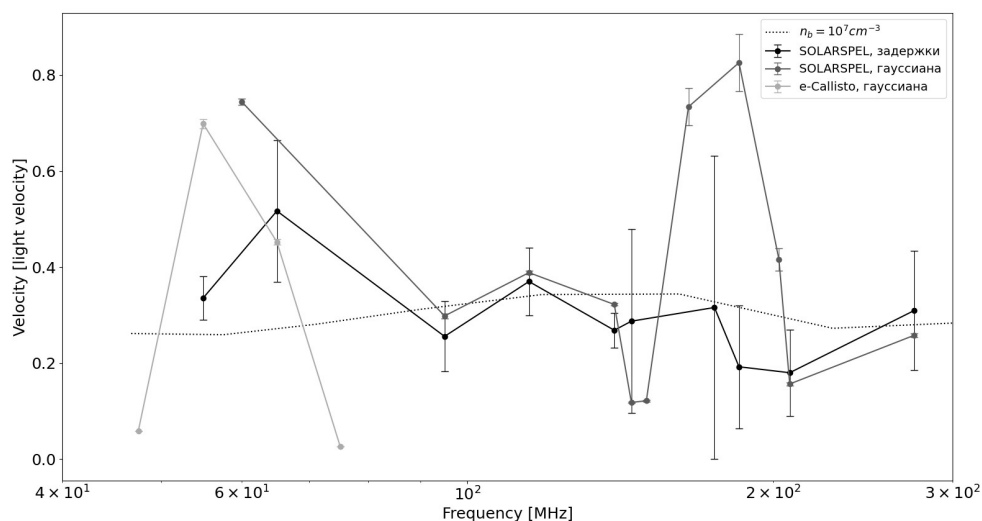


Рис. 2. Зависимости скоростей электронов, сгенерировавших радиовсплеск III типа, от частоты, полученные нами и промоделированные в статье [Reid & Kontar]

Значения скоростей электронов, полученных посредством сдвига временных профилей, находятся в пределах  $0.2 \text{ с} - 0.5 \text{ с}$ , среднее значение около  $0.3 \text{ с}$ , где  $c$  – скорость света, что согласуется с результатами, полученными другими авторами для радиовсплесков III типа. Динамика скорости электронов с частотой хорошо согласуется с результатами моделирования для начальной плотности электронного пучка  $n_b = 10^7 \text{ cm}^{-3}$ . В этой же теоретической работе было показано, что помимо плотности плазмы есть зависимость от спектрального индекса, то есть от распределения электронов по энергиям. Этим объясняется рост скорости электронов до  $0.5 \text{ с}$  в районе  $20 \text{ МГц}$ . Величина спектрального индекса в нашей работе – порядка  $7.5$ . Большие ошибки объясняются тем, что временное разрешение SOLARSPeL составляет  $0.2$  секунды, что в некоторых случаях сравнимо с измеренной задержкой между частотами.

Значения скоростей, рассчитанные с помощью второго метода, близки к предыдущим на промежутках  $95\text{--}140 \text{ МГц}$  и  $200\text{--}275 \text{ МГц}$ , что доказывает правильность проведенных оценок. Отметим, что в районе  $180 \text{ МГц}$  наблюдаем увеличение скорости до  $0.8 \text{ с}$ . Необычно высокие значения скорости электронов в этой области были ранее получены другими авторами [5], которые находили высоты формирования излучения на разных частотах прямым методом, то есть измеряя положение источников на диске Солнца. Таким образом они ушли от проблем с распределением плотности в короне Солнца, и в рассматриваемой

активной области могли происходить мощные процессы ускорения, которые привели к завышенным оценкам скорости. Еще одно увеличение скорости можно увидеть на частотах выше 100 МГц. Сравнение значений со скоростями, полученными при анализе данных спектрометра e-CALLISTO с полосой наблюдения от 30 до 100 МГц, указывает на то, что это связано с инструментальными особенностями прибора SOLARSPEL. Краевые эффекты связаны с ионосферой Земли, она вносит искажения на низких частотах. И если, согласно используемой модели, плотность плазмы падает с высотой быстрее или медленнее, это приводит к увеличению или падению измеренной скорости. Временное разрешение e-Callisto примерно совпадает с временным разрешением SOLARSPEL (0.2 сек).

Полученные результаты могут быть использованы для диагностики структуры солнечной короны (конфигурация магнитных трубок, как быстро они расширяются с высотой) и объяснения различий между спектральными параметрами наблюдений в метровом и рентгеновском / микроволновом диапазонах.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Shamsutdinova J.N., Kashapova L.K., Zhang J., Reid H., Zhdanov D.A. Relationship between microwave and metre ranges during an impulsive solar flare / J.N. Shamsutdinova, L.K. Kashapova, J. Zhang, H. Reid, D.A. Zhdanov // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. – 2024. – С. 1–4.
2. Reid H.A.S., Kontar E.P. Spatial Expansion and Speeds of Type III Electron Beam Sources in the Solar Corona / H.A.S. Reid, E. P. Kontar // The Astrophysical Journal. – 2018. – P. 6–9.
3. Алтынцев А.Т. и др. Многоволновый Сибирский радиогелиограф / А.Т. Алтынцев // Солнечно-земная физика. – 2020. – С. 37–50.
4. Reeve W.D. Analysis of a Type II Solar Radio Burst Observed on 20 October 2017 / W.D. Reeve, 2018. – P. 3–5.
5. Raoult A., et al. Relative timing of microwave bursts and metric type III bursts. Implication on the energy of type III burst exciter / A. Raoult, 1988. – P. 135.

## СИСТЕМА ОБНАРУЖЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ВТОРЖЕНИЯ СРЕДСТВАМИ ESP32-CSI-TOOL

*Буссе А.А.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Сулимов А.И.*

### Введение

Обнаружение физического вторжения на основе анализа информации о состоянии канала (CSI) реализуется через регистрацию изменений амплитудно-фазовых характеристик Wi-Fi сигнала, возникающих при нарушении многолучевой структуры радиоканала в присутствии движущихся объектов [1]. Уникальные свойства CSI позволяют использовать его для пассивного и бесконтактного мониторинга охраняемых территорий с высокой чувствительностью. Формирование характерных паттернов изменений CSI при движении объектов открывает возможности для построения интеллектуальных систем безопасности. В то же время потенциальной уязвимостью таких систем является зависимость от геометрии помещения и

нестабильность сигнала при низком уровне RSSI. В связи с этим актуальной научной задачей становится разработка и экспериментальная верификация методов детектирования движения на основе CSI с учетом особенностей распространения Wi-Fi сигнала и влияния внешней среды [2].

Целью данной работы является разработка и оценка эффективности системы обнаружения физического вторжения с использованием микроконтроллеров ESP32 и анализа CSI-данных. Для реализации поставленной цели создана экспериментальная установка, основанная на пространственно-разнесенной передаче и приеме Wi-Fi сигналов. Проведены натурные эксперименты, в ходе которых исследованы зависимости параметров CSI от присутствия движущихся объектов. Оценена чувствительность системы в различных сценариях, включая прямую видимость и наличие препятствий. Также проведено сравнение трех методов обработки CSI – порогового, тепловых карт и корреляционного – по точности, устойчивости к шуму и вычислительной нагрузке. Полученные результаты подтверждают высокую применимость предлагаемого подхода для задач бесконтактного контроля доступа и мониторинга.

### Методика исследования

Для исследования была разработана экспериментальная установка, предназначенная для сбора и анализа CSI-данных. В качестве аппаратной основы использовались микроконтроллеры ESP32-S3, обладающие возможностью получения необработанных CSI-данных [3]. Эти микроконтроллеры выступали в роли передатчика (AP) и приемника (STA) Wi-Fi сигналов, работая на частоте 2,4 ГГц. Выбор ESP32-S3 обусловлен его доступностью, низким энергопотреблением и встроенной поддержкой Wi-Fi, что позволяет создать компактную и экономичную систему.

Установка включала в себя несколько ESP32-S3 модулей, расположенных на различных расстояниях друг от друга для имитации различных сценариев мониторинга. Для анализа изменений в радиоканале использовались характеристики OFDM-поднесущих, позволяющие оценить амплитуду и фазу сигнала [4].

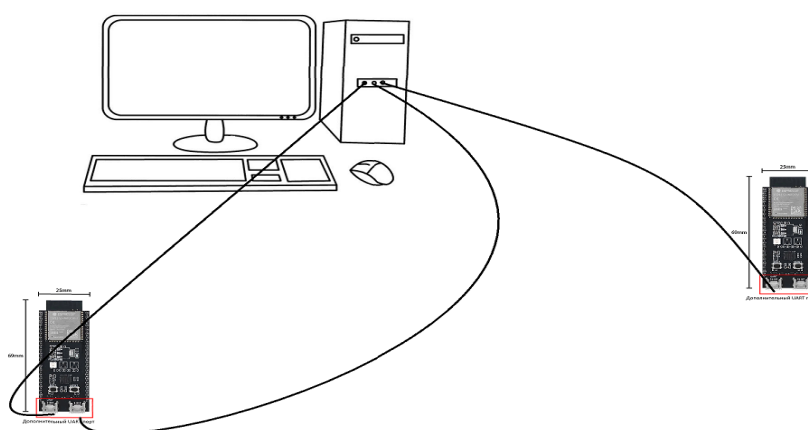


Рис. 1. Упрощенная схема экспериментальной установки

В ходе экспериментов были исследованы различные сценарии:

1. Движение человека в контролируемой зоне в условиях прямой видимости.
2. Движение человека за препятствиями (например, стена, мебель).

Полученные CSI-данные обрабатывались с использованием нескольких алгоритмов детектирования:

**1. Пороговый метод** основан на сравнении текущих значений амплитуды или фазы CSI с заранее установленным порогом. Метод прост в реализации, но чувствителен к шумам и изменению фоновой активности.

**2. Метод корреляционных функций** оценивает степень корреляции между текущим CSI-паттерном и эталонным. Изменения корреляции указывают на присутствие движения.

**3. Метод тепловых карт.** Создание визуализации изменений CSI в пространстве для определения области вторжения. Требуется калибровки и стабильной геометрии.

Обработка данных и применение алгоритмов производились в среде Python.

## Результаты

В ходе экспериментов были получены данные, подтверждающие эффективность использования CSI для обнаружения физического вторжения.

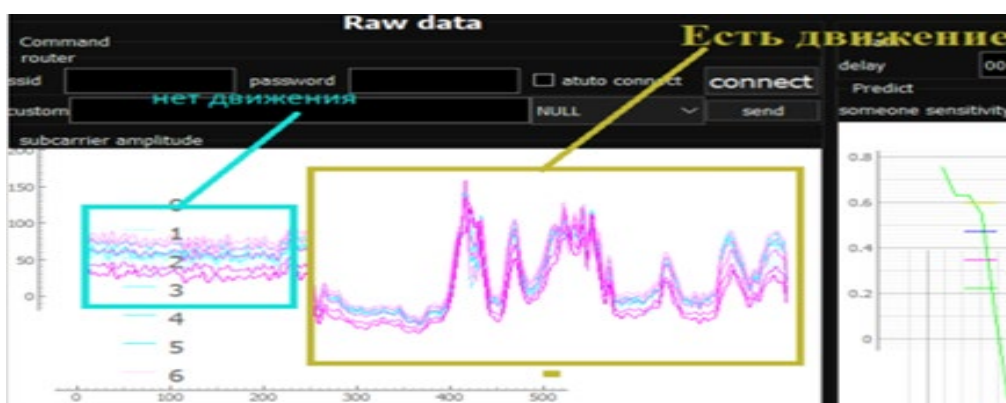


Рис. 2. Вариации амплитуды при параллельном зондировании на 52 поднесущих

Как видно из рис. 2, движение объекта в контролируемой зоне приводит к значительным и характерным изменениям в амплитудно-фазовых характеристиках CSI. Эти изменения достаточно выражены для надежной фиксации вторжения.

Сравнительный анализ применяемых алгоритмов показал следующее:

**1. Пороговый метод:** демонстрирует высокую скорость реакции, но обладает низкой устойчивостью к шумам и ложным срабатываниям. Чувствителен к изменениям фоновых условий.

**2. Метод корреляционных функций:** показал наиболее высокую точность и устойчивость к шумам, особенно в сценариях с низкой интенсивностью движения или при наличии преград. Он позволяет обнаруживать вторжение, основываясь на изменении формы CSI-паттерна, а не только его абсолютного значения.

**3. Метод тепловых карт:** применим в условиях стабильной геометрии и позволяет визуализировать область, где произошло вторжение. Однако его реализация сложнее, и он требует более сложной калибровки.

Сравнительный анализ вероятности правильной регистрации для сценария 2

Метод	Реальных вторжений	Зарегистрировано	Ложные срабатывания	Вероятность правильной регистрации (%)	Полнота (%)
Пороговый метод	100	115	24	79,13	91
Метод тепловых карт	100	93	0	100	93
Метод корреляционных функций	50	53	5	90,5	96

Таблица 1 демонстрирует, что метод корреляционных функций обеспечивает наилучший баланс между точностью и устойчивостью к шуму, что делает его предпочтительным для данной задачи. В ситуациях, где критична минимальная задержка реагирования, предпочтение может быть отдано пороговому методу, при условии тщательной калибровки порога. Метод тепловых карт представляет интерес для приложений, где важна не только фиксация факта вторжения, но и его локализация.

Эксперименты также подтвердили возможность обнаружения движения за препятствиями, что является важным преимуществом CSI-систем по сравнению с традиционными датчиками движения. В условиях наличия преград изменения CSI остаются достаточно выраженными, хотя и могут быть несколько ослаблены.

Таким образом, по совокупности параметров (точность, скорость реакции, устойчивость к шуму) наиболее эффективным оказался метод корреляционных функций. Однако в ситуациях, где критична задержка реагирования, предпочтение может быть отдано пороговому методу. Метод тепловых карт представляет интерес в условиях стабильной геометрии и позволяет дополнительно визуализировать происходящие изменения в радиоканале.

### Заключение

В результате проведенного исследования экспериментально подтверждена возможность бесконтактного обнаружения физического вторжения на основе анализа информации о состоянии канала (CSI), регистрируемой с помощью микроконтроллеров ESP32. Установлено, что характерные изменения амплитудно-фазовой структуры Wi-Fi сигнала позволяют надежно фиксировать движение токопроводящих объектов в контролируемой зоне как в условиях прямой видимости, так и при наличии преград.

Показано, что методы анализа CSI, основанные на временной корреляции, обеспечивают высокую достоверность обнаружения, включая сценарии со сниженным уровнем сигнала и в сложных геометрических условиях. Полученные результаты подтверждают применимость многолучевого радиозондирования для задач охраны периметра и мониторинга доступа. Работа обладает признаками научной новизны в части оценки чувствительности и устойчивости различных методов CSI-анализа и может быть использована в дальнейшем для

разработки интеллектуальных систем безопасности. Перспективы дальнейших исследований включают разработку адаптивных алгоритмов обнаружения, способных автоматически подстраиваться под изменяющиеся условия окружающей среды, а также интеграцию с системами машинного обучения для повышения точности классификации различных типов движения.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Halperin D. Pinpointing in indoor environment with Wi-Fi / D. Halperin, C. Hu, A. Sheth, M. Li, D. Wetherall // In ACM SIGCOMM computer communication review. – 2011. – Vol. 41. – No 4. – P. 425–436.
2. Zou H. DeepSense: Device-free human activity recognition via autoencoder long-term recurrent convolutional network / H. Zou, Y. Zhou, J. Yang, H. Jiang, L. Xie, C.J. Spanos // IEEE International Conference on Communications. – 2018. – P. 1–6.
3. Atif M. Wi-ESP-A tool for CSI-based Device-Free Wi-Fi Sensing (DFWS) / M. Atif, S. Muralidharan, H. Ko, B. Yoo // Journal of Computational Design and Engineering. – 2020. – Vol. 7. – P. 644–656.
4. Xie Y. Precise power delay profiling with commodity Wi-Fi / Y. Xie, Z. Li, M. Li // IEEE Transactions on Mobile Computing. – 2019. – Vol. 18. – Iss. 6. – P. 1342–1355.

## ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ СИТУАЦИОННЫХ ЗАДАЧ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ЯВЛЕНИЙ В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ

*Гарипова К.И.*

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

**Аннотация.** Статья посвящена разработке комплекса интерактивных ситуационных задач по разделу «Электромагнитные явления» в рамках курса физики основной школы, направленных на формирование функциональной грамотности учащихся 8-х классов.

Изучение электромагнитных явлений в курсе физики основной школы в особенности требует усиления акцента на практических заданиях, применения интерактивных методов в связи с абстрактностью рассматриваемых понятий (электрическое и магнитное поля) и отсутствием непосредственной наглядности. Игнорирование указанных проблем способно привести к отрыву теоретических знаний от реальной действительности – учащиеся могут воспринимать полученную информацию как нечто далекое от повседневности, что снижает мотивацию при изучении раздела «Электромагнитные явления». В рамках исследования разработан набор из 10 интерактивных ситуационных задач в программе ActivePresenter, направленных на применение учащимися физических знаний в контексте бытовых проблем. Сформулированы общие рекомендации к применению разработанного комплекта заданий при изучении раздела «Электромагнитные явления» в 8 классе. Результаты исследования имеют прикладное значение и позволяют сделать процесс обучения более осмысленным и практико-ориентированным.

**Ключевые слова:** интерактивные методы обучения, физическое образование, ситуационные задачи, электромагнитные явления, основная школа, практико-ориентированный подход.



Современные требования ФГОС ООО акцентируют внимание на формировании у учащихся умений применять знания в реальных жизненных ситуациях [8]. В соответствии с федеральной рабочей программой (ФРП) основного общего образования по физике указанное требование к предметным результатам фигурирует на каждом из уровней обучения (7–9 класс), что указывает на актуальность вопроса об умении учащихся применять полученные знания к ситуациям из повседневной жизни [10].

Согласно ФРП, на изучение раздела «Электрические и магнитные явления» в 8 классе на базовом уровне отводится 37 академических часов (что составляет около половины от общего количества часов по программе), и предполагается освоение таких ключевых понятий и явлений, как электрический заряд и электризация тел, электрическое и магнитное поле, постоянный электрический ток и его действия, электромагнитная индукция. Несмотря на то, что расширенный перечень лабораторных работ и опытов включает в себя 34 позиции, большинство из них сосредоточены на анализе электрических цепей и количественных зависимостей, без связи с реальными бытовыми ситуациями, что снижает практическую значимость обучения.

Анализ учебника по физике для 8 класса УМК «Физика» (7–9) И.М. Перышкина 2024 г. издания, входящего в Федеральный перечень учебников, рекомендованных к использованию, и являющегося единственным рекомендованным учебником по физике для 8 класса, позволил убедиться в факте неполной реализованности практической направленности изучения электромагнитных явлений [6, 7]. Подавляющее большинство примеров, приводимых в учебнике, представляются поверхностно, бегло, без соответствующих иллюстраций, выступая не элементом, сопутствующим объяснению материала, а средством закрепления целого ряда тем. Примеры отдалены от повседневной жизни школьника: акцент делается на производственно-технических применениях электромагнитных явлений, мало знакомых учащимся. Задачи, приводимые в конце каждого из параграфов раздела, в большей мере ориентированы на отработку усвоенных формул, вычислительных навыков, алгоритмов решения типовых примеров, проявляя отдаленность от практического применения приобретенных знаний и умений.

Для преодоления выявленных проблем был выбран метод применения ситуационных задач в обучении, предполагающий решение заданий, помещенных в жизненный контекст и обладающих личностной значимостью для обучающихся, посредством чего знания приобретают практическую ценность [1].

Интерактивный формат усиливает потенциал ситуационных задач. Цифровые инструменты позволяют визуализировать процессы, превращая абстракции в наглядные модели. Мгновенная обратная связь помогает учащимся анализировать ошибки, развивая критическое мышление и саморегуляцию. Игровые элементы повышают вовлеченность, а аналитика выполнения задач позволяет учителю адаптировать учебный план. В контексте изучения электромагнитных явлений в 8 классе интерактивные задачи компенсируют недостаток практико-ориентированных материалов в учебниках.

Проектирование задач для изучения электромагнитных явлений в рамках данного исследования основывалось на принципах реалистичности, структурности, сюжетности, вариативности и адаптивной сложности. Выбор платформы для реализации ситуационных задач в интерактивном формате был обусловлен результатами анализа трех инструментов:

CourseLab, iSpring Suite и ActivePresenter. В качестве инструмента для проектирования интерактивных ситуационных задач был выбран конструктор электронных курсов ActivePresenter, как оптимальный вариант, синтезирующий в себе гибкость, функциональность и доступность. Несмотря на необходимость владения навыками базового монтажа, данная платформа предоставляет возможность без особого труда создать сложный сценарий, который не может быть спроектирован в CourseLab; также она имеет более продвинутый дизайн, по сравнению с ISpringSuite. Бесплатная версия программы обладает достаточным набором доступных средств для создания интерактивных задач, что также обуславливает преимущество ActivePresenter перед другими платформами.

Процесс создания задач начался с анализа учебной программы и литературы по разделу «Электромагнитные явления», где ключевыми темами стали: статическое электричество, электрические цепи и электромагнитная индукция. Для формирования практико-ориентированного контента изучены задачи из сборников Лукашика (2016), Генденштейна (2012), Марона (2019) и Перышкина (2017). Основой послужил задачник Генденштейна, где акцент сделан на связи физических явлений с реальными жизненными ситуациями, однако недостаточное количество подобных заданий потребовало их творческой доработки.

На этапе разработки сценариев созданы 10 задач, каждая из которых выдержана в рамках структуры: название, описание ситуации, проблемный вопрос и ресурсы для решения.

#### **Пример сюжетной линии для задачи «Таинственная поломка»:**

Флекс (главный персонаж) решил послушать в проводных наушниках новый альбом своей любимой группы, однако столкнулся с *проблемой* – левый наушник перестал работать. Герой замечает, что мобильный телефон отображает наличие подключения к наушникам (штекер исправен). При тряске наушников звук прерывается на секунду.

Перед учениками ставится задача – разобраться с причинами поломки.

Для решения учащимся в качестве подсказок предоставляются *справочные материалы*, в которых отражается краткая необходимая информация об устройстве и принципе работы проводных наушников, а также *список наводящих вопросов*:

1. Почему звук иногда появляется при тряске? Как на это влияет разрыв цепи?
2. Какое физическое явление объясняет принцип работы катушки в наушнике?
3. Можно ли исправить такую поломку?

После обсуждений и выдвижения итогового решения проблемы ученикам предоставляется возможный вариант ответа на вопросы:

- При тряске контакты оборванной катушки временно соприкасаются, замыкая цепь.
- Разрыв цепи прерывает подачу переменного тока, делая невозможным наблюдение явления электромагнитной индукции (ток в катушке создает магнитное поле, которое взаимодействует с постоянным магнитом, заставляя мембрану колебаться).
- Поломку можно исправить, аккуратно соединив оборванные концы провода катушки.

Особое внимание было уделено визуалу и динамичности – использовались яркие картинки и цвета, иконки, анимации. Пример интерфейса разработанной ситуационной задачи в рабочем режиме представлен на рис. 1.



Рис. 1. Интерфейс пользователя

Для эффективного использования интерактивных ситуационных задач необходимо учитывать как методические, так и технические аспекты. Задачи можно интегрировать на разных этапах урока: при закреплении темы «Работа и мощность тока» – для анализа перегрузки цепи; на этапе первичного усвоения материала о статическом электричестве – для решения бытовых кейсов; при контроле знаний – для проверки понимания закона Ома и т. д. Формы работы варьируются: фронтальное обсуждение качественных задач, групповая работа над проблемными ситуациями или индивидуальное выполнение расчетных заданий. Домашнее применение задач позволяет углублять знания.

Техническая реализация требует наличия ПК с установленной программой ActivePresenter. Запуск задач осуществляется через браузер: после открытия файла двойным кликом и нажатия кнопки «Старт» на заставке, пользователь выбирает задачу. Интерфейс включает автоматически воспроизводимый вступительный модуль с описанием проблемы, а также интерактивные элементы: кнопки-стрелки для перехода между слайдами, иконки для открытия наводящих вопросов и ответов. Этапы решения визуально разделены, что помогает ученикам ориентироваться в процессе – от анализа данных до выдвижения гипотез. Единый стиль оформления и минимум отвлекающих элементов обеспечивают фокус на содержании.

Результаты исследования показывают, что интерактивные ситуационные задачи способствуют повышению познавательной активности учащихся, углубленному пониманию физических явлений и теорий посредством наглядности и связи с повседневной жизнью школьников.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Акулова О.А., Писарева С.А., Пискунова Е.В. Конструирование ситуационных задач для оценки компетентностей учащихся: учебно-методическое пособие для педагогов школ. – СПб.: КАРО, 2008. – 96 с.

2. Генденштейн Л.Э. Физика. 8 класс. В 2 ч. Ч. 2: задачник для общеобразовательных учреждений / Л.Э. Генденштейн, Л.А. Кирик, И.М. Гельфгат. – 5-е изд. – М.: Мнемозина, 2012. – 191 с.

3. Интерактивные ситуационные задачи как практическая составляющая учебного процесса / О.А. Медведева, Н.Н. Ефремова, С.А. Стюшин, И.А. Довжик // Цифровая трансформация образования: современное состояние и перспективы. – Курск: КГМУ, 2024. – С. 249–252.

4. Крутова И.А. Способы создания у школьников познавательного интереса к изучению физики / И.А. Крутова, С.С. Альмашева, А.Р. Соловьева // EESJ. – 2016. – № 1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sposoby-sozdaniya-u-shkolnikov-poznavatelnogointeresa-k-izucheniyu-fiziki> (дата обращения: 24.11.2024).

5. Лебедев О.Е. Ситуационные задачи: что они могут изменить в учебном процессе? // Учимся вместе решать проблемы. Ч. 1: Образование и культура. – СПб., 2004. – С. 12.

6. Перышкин И.М. Физика: 8-й класс: базовый уровень / И.М. Перышкин, А.И. Иванов. – 4-е изд. – М.: Просвещение, 2024. – 255 с.

7. Приказ Минпросвещения России от 05.11.2024 № 769 «Об утверждении федерального перечня учебников, допущенных к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ начального общего, среднего общего образования организациям, осуществляющим образовательную деятельность, и установлении предельного срока использования исключенных учебников и разработанных в комплекте с ними учебных пособий» (Зарегистрировано в Минюсте России 11.12.2024 №80527).

8. Приказ Минпросвещения России от 31.05.2021 № 287 (ред. от 22.01.2024) «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования» (Зарегистрировано в Минюсте России 05.07.2021 № 64101).

9. Рупасова Г.Б. Ситуационные задачи по физике как средство формирования ключевых компетенций учащихся / Г.Б. Рупасова, Р.Н. Григорьева, Е.Д. Сортыяков // Информация и образование: границы коммуникации. – Горно-Алтайск: Горно-Алтайский государственный университет, 2024. – С. 392–394.

10. Федеральная рабочая программа основного общего образования. Физика (базовый уровень) (для 7–9 классов образовательных организаций). – Институт стратегии развития образования. М., 2023. – 61 с.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ БИОКЕРАМИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ZrO<sub>2</sub>-Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ДЛЯ БИОМЕДИЦИНСКИХ ПРИМЕНЕНИЙ**

***Гиниятуллина Р.Р.***

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Пудовкин М.С.*

### **Введение**

На сегодняшний день в хирургии остается актуальным поиск биосовместимых с тканями живого организма материалов. В исследованиях, проведенных за последние 20 лет, стала активно обсуждаться возможность использования диоксида циркония (ZrO<sub>2</sub>) в хирургии. Однако эта идея лишь относительно недавно стала пользоваться поддержкой в медицинском сообществе, в частности, среди врачей хирургов-ортопедов, стоматологов-хирургов и челюстно-лицевых хирургов. Широкий интерес к ZrO<sub>2</sub> объясняется тем, что данный материал обладает высокой прочностью к механическим воздействиям, инертен, прост в обработке, а также биосовместим. Поэтому диоксид циркония имеет хорошие перспективы выступать в роли биоматериала. Для того чтобы значительно повысить его механическую прочность, термическую стабильность, что важно в эксплуатации в живом организме, ZrO<sub>2</sub> стабилизируют путем добавления в его состав легирующих примесей, например, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [1, 2].

Для эффективной работы с данными материалами, снабжения их дополнительными функциями: возможность визуализировать распределение биоматериала в области повре-

жденной костной ткани, контролировать процессы ее регенерации, материалам придают люминесцентные свойства в заданном спектральном диапазоне, добавляя в состав  $ZrO_2$  редкоземельный ион  $Eu^{3+}$ .

Чтобы создавать такие «программируемые» материалы, важно исследовать механизмы передачи энергии возбуждения в системе  $ZrO_2$ - $Y_2O_3$ - $Eu_2O_3$ . Понимание этих механизмов позволит произвести оценку свойств биоматериалов, включая их кристалличность, т. е. отсутствие или наличие дефектов, а также эффективность термической обработки.

Целью настоящей работы является изучение механизмов передачи энергии в порошках  $ZrO_2$ - $Y_2O_3$ - $Eu_2O_3$ .

Задачами исследования являются:

- 1) физическая характеристика образцов  $ZrO_2$ - $Y_2O_3$ - $Eu_2O_3$  методом порошкового рентгенофазового анализа и сканирующей электронной микроскопии;
- 2) исследование спектрально-кинетических характеристик материалов.

Применение материалов на основе диоксида циркония с возможностью визуализации за счет наличия ионов  $Eu^{3+}$  актуально в биомедицине, а именно в тканевой инженерии, важной задачей которой является регенерация поврежденной костной ткани.

### **Экспериментальная часть: материалы и методы**

Объектом исследования являлись следующие биокерамические материалы на основе  $ZrO_2$ , где в качестве примеси выступали оксиды  $Y_2O_3$  – 10 мол. %,  $Eu_2O_3$  – 4 мол. %,  $MnO$  – 1 мол. %:  $ZrO_2$ - $Y_2O_3$ - $Eu_2O_3$  ( $T_{отжига} = 700$  °C и 900 °C);  $ZrO_2$ - $Y_2O_3$ - $Eu_2O_3$ - $MnO$  ( $T_{отжига} = 700$  °C и 900 °C).

Биоматериалы были предоставлены институтом металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук (ИМЕТ РАН). Образцы синтезировались методом соосаждения с последующим отжигом на воздухе при температурах 700 °C и 900 °C.

Физическая характеристика образцов проводилась методом порошкового рентгенофазового анализа на приборе «ДИФРЕЙ 401» (АО «Научные приборы», Россия) в  $CrK_{\alpha}$ -излучении. Исследование микроструктуры производилось методом сканирующей электронной микроскопии на микроскопе TescanVega II (Tescan, Чехия). На поверхность непроводящей биокерамики наносили покрытие из золота.

Спектрально-кинетические свойства материалов были изучены методом абсорбционной, лазерно-индуцированной флуоресцентной спектроскопии. Источником возбуждающего излучения выступал лазер  $YAG:Nd^{3+}$  (266 нм). Поддержание и варьирование температуры образцов осуществлялось с помощью вакуумного криостата CRYO industries, с контролером температуры компании LakeShore Model 325. В качестве хладагента использовался жидкий азот. Регистрация спектров люминесценции осуществлялась с помощью спектрометра Stellarnet (разрешение 2.0 нм). Для регистрации кинетических характеристик образцов применялись монохроматор МДР-23, фотоэлектронный умножитель ФЭУ-62, цифровой осциллограф Tektronix DPO 7354.

### **Результаты и их обсуждение**

Получены данные сканирующей электронной микроскопии (рис. 1А). Установлено, что исследуемые образцы – микрочастицы. Следовательно, при дальнейшем анализе экспериментальных данных влияние размерных эффектов может быть исключено как основной фактор, определяющий уширение рентгеновских дифракционных пиков и спектральных линий.

Получены дифрактограммы образцов (рис. 1Б). Сравнивая результаты с литературными данными, определено, что все образцы демонстрируют кубическую фазу, что характерно для  $ZrO_2$ , стабилизированного  $Y_2O_3$  [3]. С повышением температуры отжига наблюдается сужение Брэгговских максимумов, что связано с устранением дефектов в кристаллической структуре.

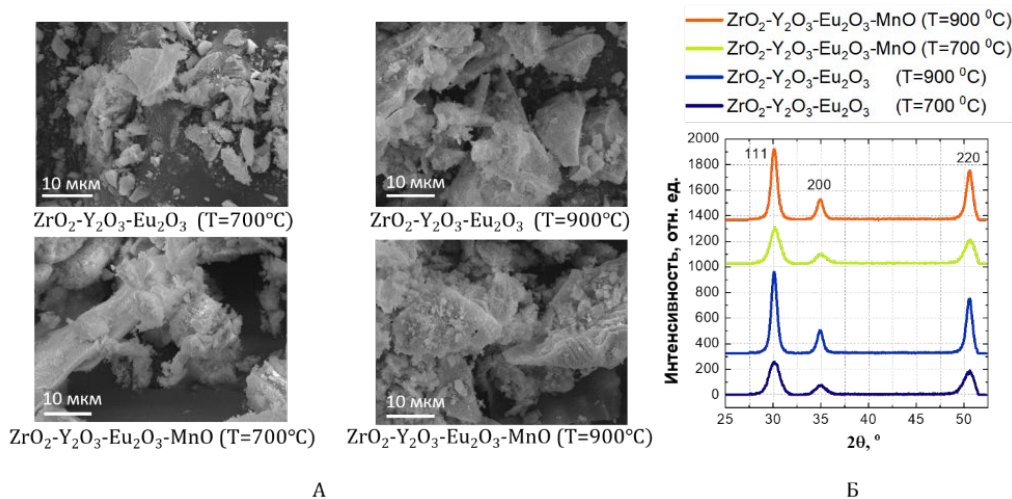


Рис. 1. А) Изображения, полученные при помощи сканирующей электронной микроскопии; Б) Дифрактограммы образцов на основе  $ZrO_2-Y_2O_3$

Получены спектры люминесценции образцов при разных температурах (рис. 2А). В каждом из них наблюдаются характерные пики для ионов европия  $Eu^{3+}$  [4]. В диапазоне длин волн от 300 нм до 550 нм наблюдается широкополосное излучение от матрицы ( $ZrO_2-Y_2O_3$ ). Интенсивность этого излучения зависит от температуры, что отчетливо видно на спектре образца  $ZrO_2-Y_2O_3-Eu_2O_3$  ( $T = 700^\circ C$ ). В системах, где наблюдается температурная зависимость спектров люминесценции, механизм передачи энергии возбуждения происходит при участии фононов.

Определен механизм процесса передачи энергии в системе диэлектрик ( $ZrO_2-Y_2O_3$ ) – ион европия  $Eu^{3+}$  (рис. 2Б). При оптическом возбуждении  $ZrO_2-Y_2O_3$  на длине волны 266 нм происходит процесс резонансной передачи энергии от матрицы к ионам  $Eu^{3+}$ , осуществляющийся при участии фононов.

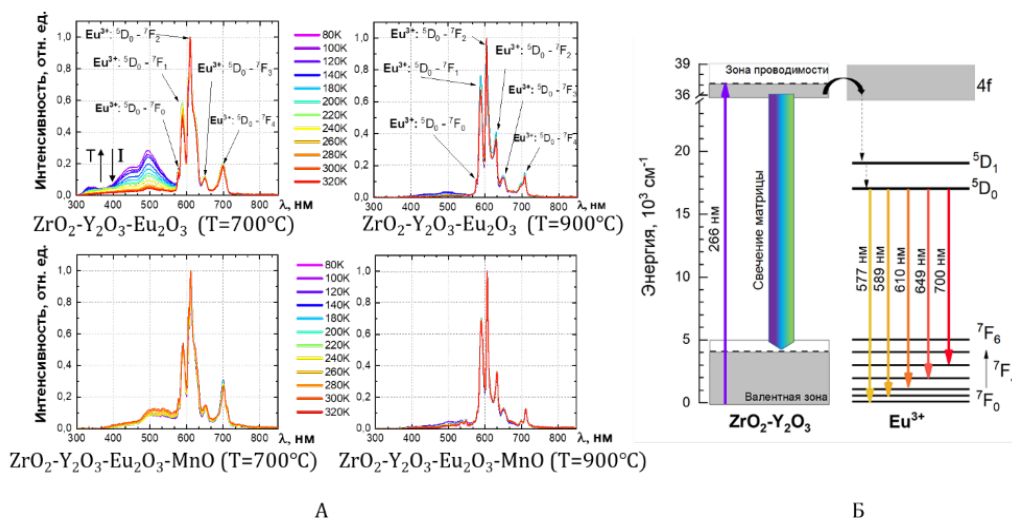


Рис. 2. А) Спектры люминесценции образцов при разных температурах; Б) Механизм передачи энергии в системе диэлектрик – ион  $Eu^{3+}$

Выявлено, что с увеличением температуры отжига до 900 °С относительная интенсивность излучения матрицы по сравнению с интенсивностью излучения от редкоземельных ионов снижается. Это явление объясняется устранением дефектов, которые служат центрами для поглощения энергии возбуждения и люминесценции. Данное утверждение подтверждается результатами экспериментов по кинетической характеристике образцов (рис. 3). Видно, что время жизни люминесценции  $\tau$  увеличивается для образцов с температурой отжига 900 °С, что говорит об улучшении кристалличности и устранении дефектов, т. е. своего рода агентов, «тушащих» люминесценцию.

В данной системе оксид марганца MnO демонстрирует свою биологическую активность, выступая в роли центра, способного поглощать люминесценцию. Это приводит к тому, что времена жизни люминесценции у образцов в присутствии MnO значительно сокращаются по сравнению с материалами, которые не содержат этот оксид.

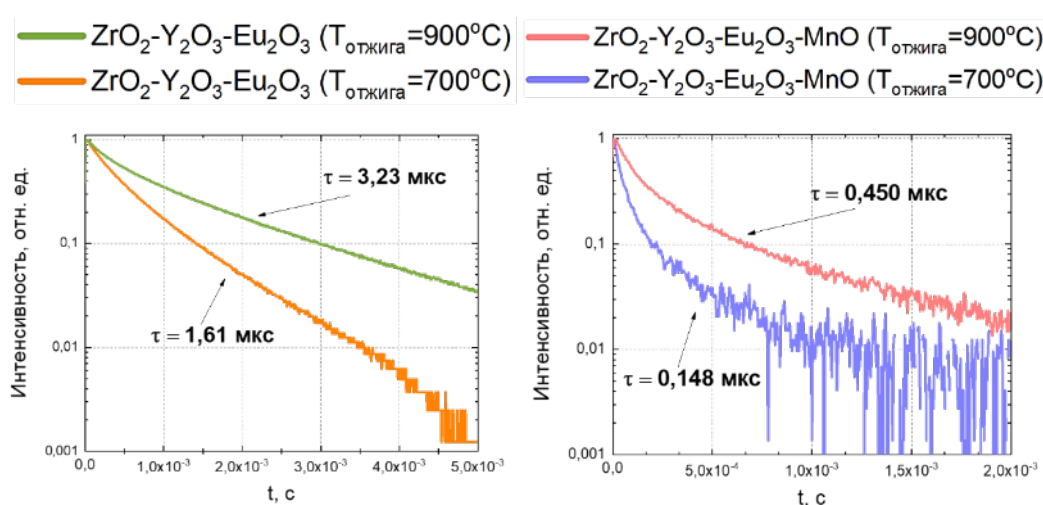


Рис. 3. Кинетики затухания люминесценции образцов

### Заключение

Материалы, которые прошли отжиг при температуре 900 °С, демонстрируют улучшение кристалличности, т. е. сокращение числа дефектов в кристаллической решетке образца. При отсутствии таких дефектов передача энергии осуществляется более эффективно, сигнал люминесценции становится лучше и в дальнейшем может быть задетектирован.

Ион европия  $\text{Eu}^{3+}$  излучает в красном диапазоне электромагнитного спектра, что соответствует полосе прозрачности биологических тканей, т. е. данное излучение проникает через кровь и биологические ткани. Кроме того, ион европия имеет большое сечение поглощения излучения в ультрафиолетовом и рентгеновском диапазонах длин волн, что позволяет моделировать процессы его возбуждения высокоэнергетическими квантами с помощью ультрафиолетового излучения и при необходимости использовать рентгеновское излучение. Таким образом, легирование материалов редкоземельными ионами  $\text{Eu}^{3+}$  дает перспективы для дальнейшего внедрения  $\text{ZrO}_2\text{-Y}_2\text{O}_3\text{-Eu}_2\text{O}_3$  в медицинскую терапию с возможностью диагностирования, требующего рентгеновского излучения, которое обладает высокой проникающей способностью.

Данная работа была выполнена в рамках проекта, который поддерживается Российским научным фондом: «Биосовместимые материалы на основе фосфатов кальция-магния, допированных редкоземельными элементами, для лечения и неинвазивной диагностики заболеваний костной ткани».

## ЛИТЕРАТУРА

1. Bannunah A.M. Biomedical Applications of Zirconia-Based Nanomaterials: Challenges and Future Perspectives // *Molecules*. – 2023. – Vol. 28. – No. 14. – P. 5428.
2. Bejan S. E. Hydrothermal synthesis of pure nanostructured ZrO<sub>2</sub>, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> doped ZrO<sub>2</sub> and Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> doped ZrO<sub>2</sub> ceramic biomaterials and certain characterization methods: thesis. – Bejan Simona-Elena. – Vienna, 2022. – 67 p.
3. Alves M.F.R.P. et al. Comparison between different fracture toughness techniques in zirconia dental ceramics // *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*. – 2023. – Vol. 111. – No. 1. – P. 103–116.
4. Romero V.H. et al. Brilliant blue, green and orange–red emission band on Tm<sup>3+</sup>-, Tb<sup>3+</sup>-and Eu<sup>3+</sup>-doped ZrO<sub>2</sub> nanocrystals // *Journal of Physics D: Applied Physics*. – 2010. – Vol. 43. – No. 46. – P. 465105.

## ОТНЕСЕНИЕ СИГНАЛОВ ЯМР И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВТОРИЧНОЙ СТРУКТУРЫ ФАКТОРА ИНИЦИАЦИИ ТРАНСЛЯЦИИ ЭУКАРИОТ 5А ИЗ *CANDIDA ALBICANS*

Гонялин В.Е.

Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, профессор Усачев К.С.

### Введение

*Candida albicans* (*C. albicans*) – дрожжеподобные микроскопические грибы, которые в норме могут присутствовать в организме человека на слизистой кишечника, ротовой полости и уrogenитального тракта. Однако при снижении иммунитета *C. albicans* начинает проявлять патогенные свойства в виде кандидозов. Лечение инфекций, вызванных эукариотическими патогенами, такими как дрожжеподобные грибы, является одной из наиболее сложных задач для современной фармакологии. По этой причине для разработки селективных антимикотиков актуален поиск новых внутриклеточных мишеней, например среди компонент аппарата биосинтеза белка. Эукариотический фактор инициации трансляции 5А (eIF5А) является высококонсервативным рибосомным фактором, играющим также важную роль в элонгации и терминации трансляции [1]. Белковые факторы, участвующие в элонгации трансляции, содействуют протеканию пептидилтрансферазной реакции в рибосоме. Они обеспечивают непрерывную полимеризацию белка, начиная с того момента, когда инициаторная тРНК попадает в Р-сайт рибосомы. Роль eIF5А в элонгации трансляции заключается в стабилизации тРНК в Р-сайте при синтезе сложных полипролиновых мотивов. Уникальная особенность eIF5А состоит в том, что его активность критически зависит от «гипузинирования», посттрансляционной модификации строго определенного остатка лизина в остаток гипузина – (Nε-[4-амино-2-гидроксибутил]-лизин) [2]. Этот модифицированный остаток находится в одной из подвижных петель eIF5А, и его роль заключается в стабилизации тРНК в Р-сайте при синтезе сложных полипролиновых мотивов. Установлено, что наличие посттрансляционной модификации eIF5А критически важно для синтеза последовательностей, образованных тремя остатками пролина или двумя последовательными пролинами и глицином (Pro-Pro-Pro или Pro-Pro-Gly), поскольку глицин и пролин малоэффективны в качестве акцепторов растущей полипептидной цепи [3]. Также eIF5А принимает участие в терминации трансля-



ции, взаимодействуя с факторами eRF1 и eRF3, и высвобождении синтезированной полипептидной цепи [4]. Кроме того, последние исследования подтверждают влияние eIF5A на митохондрии: недостаток белка влечет за собой снижение митохондриальной активности. Однако точный молекулярный механизм такого влияния до сих пор не известен [5].

С целью исследования структурно-функциональных свойств в рамках настоящей работы проведены выделение и очистка белка, регистрация спектров ЯМР и отнесение сигналов белка eIF5a в комплексе с доменом B1 из стрептококкового белка G (GB1). Добавление к целевому белку домена GB1 существенно увеличивает растворимость и стабильность белка, не влияя при этом на структуру целевого белка.

### Материалы и методы

Объектом исследования являлся фьюжен-белок eIF5a-GB1 с полигистидиновой меткой (тегом, His-tag) на N-конце GB1, клонированный в вектор pETGB1a. Штамм *Escherichia coli* BL21star (DE3) был трансформирован плазмидной ДНК методом теплового шока и высеян на агаризованную питательную среду LB с селективными антибиотиками (канамицин и хлорамфеникол).

Для получения прекультуры одиночная колония была перенесена в 25 мл питательной среды LB с добавлением селективных антибиотиков и инкубирована при 37°C и 180 об/мин в течение 12 ч. Далее прекультура была разведена в 1 л питательной среды LB и инкубирована при 37°C и 180 об/мин до значений оптической плотности  $OD_{600} = 0,6$  оптических единиц. В связи с низким природным содержанием изотопов  $^{15}\text{N}$  и  $^{13}\text{C}$  в биологических макромолекулах для регистрации спектров ЯМР необходимо искусственное обогащение по данным ядрам путем переноса перед индуцированием экспрессии белка клеток в минимальную синтетическую питательную среду M9 (48мМ  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ , 22мМ  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , 8,5мМ  $\text{NaCl}$ , 18,7 мМ  $^{15}\text{NH}_4\text{Cl}$ , 1мМ тиамин, 1мМ д-биотин, 1мМ  $\text{MgSO}_4$ , 0,1мМ  $\text{CaCl}_2$ , 2 г/л глюкоза  $^{13}\text{C}$ ), в качестве источника азота в которой использовался хлорид аммония, обогащенный по изотопу  $^{15}\text{N}$  ( $^{15}\text{NH}_4\text{Cl}$ , Cambridge Isotope Laboratories), а в качестве источника углерода – глюкоза, обогащенная по изотопу  $^{13}\text{C}$  ( $^{13}\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ , Cambridge Isotope Laboratories). Для переноса культуры в среду M9 клетки осаждали центрифугированием при 4°C и 4000 об/мин (ротор “JLA 9.100”, “Beckman”). Клетки были перенесены в 1 л среды M9, а индукция экспрессии белка осуществлялась добавлением 1 ммоль·л<sup>-1</sup> ИПТГ (изопропил-β-D-1-тиогалактопиранозид, IPTG) с дальнейшей инкубацией при 18°C и 180 об/мин в течении 12 часов. Клеточную массу осаждали центрифугированием при 4°C и 4000 об/мин (ротор “JLA 9.100”, “Beckman”) и замораживали при -20°C. Далее клетки ресуспендировали в буфере CRB (1М Tris-HCl (pH 7,6) 20мМ, 4М  $\text{NH}_4\text{Cl}$  500 мМ) с добавлением ингибиторов протеаз PIC (“Roche”, Германия) и PMSF (“Roche”, Германия) и лизировали с помощью ультразвукового гомогенизатора (мощность 25%, 5 циклов по 15 секунд) “HD2070” (“Bandelin”, Германия). Полученный клеточный лизат был подвержен двухэтапному центрифугированию: сначала при 25 000 об/мин (ротор “JLA 9.100”, “Beckman”) в течение 45 минут при 4 °C, а затем ультрацентрифугированию (ротор “45Ti”) на центрифуге “Optima XPN” (“Beckman”, США) при 45 000 об/мин в течение 45 минут при 4 °C.

Целевой белок очищался на колонке IMAC (Bio Rad), где происходило связывание eIF5A-GB1 с ионами никеля на колонке, а последующая промывка буфером А (20мМ Tris-

HCl pH 7,6, 1M NH<sub>4</sub>Cl) и буфером Б (20мМ Tris-HCl pH 7,6, 50мМ NH<sub>4</sub>Cl, 20 мМ Имидазол) позволила избавиться от неспецифично связавшихся белков. Элюирование белка было осуществлено на хроматографической системе NGC Discover 10 (Bio-Rad, США) градиентом имидазола (от 20 мМ до 800 мМ).

Вторым этапом очистки являлась эксклюзионная хроматография, которая также проводилась на хроматографе NGC Discover 10 (Bio-Rad, США) с колонкой Enrich SEC70 (BioRad, США). На колонку, уравновешенную буфером Rm (50 мМ Фосфатный буфер, 250мМ NH<sub>4</sub>Cl) было нанесено 8,12 мг образца объемом 700 мкл.

Анализ чистоты образца производился по профилю эксклюзионной хроматографии (регистрация поглощения производилась на длине волны 280 нм), а также методом разделения белков в 15 % полиакриламидном денатурирующем геле по Лэммли. В качестве буфера был использован буфер TGB, электрофорез проводился при напряжении 110 В.

Фракции с удовлетворяющей степенью чистоты концентрировались методом центрифугирования в концентраторе Amicon-Ultra (“Merck Millipore”, Германия) с отсечкой по размеру 10 кДа до 0,5 ммоль в 200 мкл. К полученному образцу было добавлено 2 % азид натрия NaN<sub>3</sub> и 5 % D<sub>2</sub>O.

Регистрация спектров ЯМР проводилась на спектрометре Avance III HDTM Bruker 700 МГц с криодатчиком QCI (<sup>1</sup>H/<sup>19</sup>F, <sup>13</sup>C, <sup>15</sup>N, <sup>31</sup>P). Образец для ЯМР исследований содержал 0,5 ммоль eIF5-GB1 в растворе фосфатного буфера, 2 % азид натрия NaN<sub>3</sub> и 5 % D<sub>2</sub>O.

Для получения положений элементов вторичной структуры eIF5A-GB1 были проведены следующие ЯМР эксперименты: HSQC, HNCA, HN(CO)CA, HNCACB, CBCA(CO)NH, HNCO, HN(CA)CO.

Обработка спектров ЯМР высокого разрешения проводилась в программе CcpNMR Analysis [6].

### Результаты и обсуждение

На основе анализа 2D и 3D-спектров ЯМР для белка eIF5A-GB1 проведено отнесение сигналов ядер <sup>1</sup>H, <sup>13</sup>C, <sup>15</sup>N для 119 из 219 аминокислотных остатков (54,3 %) белка. Спектр <sup>1</sup>H-<sup>15</sup>N HSQC приведен на рис. 1.

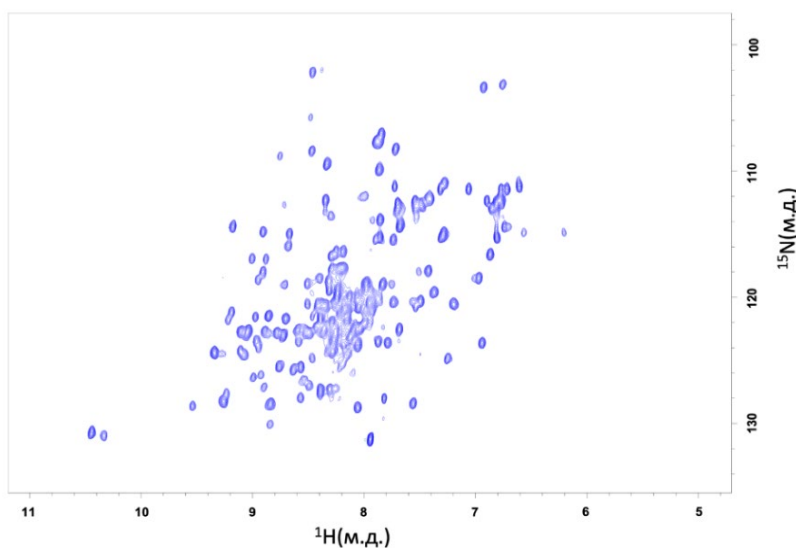


Рис. 1. Спектр ЯМР <sup>1</sup>H-<sup>15</sup>N HSQC белка eIF5A-GB1 в растворе фосфатного буфера, 2 % азид натрия NaN<sub>3</sub> и 5 % D<sub>2</sub>O

Полученные экспериментальные данные химических сдвигов  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}_\alpha$ ,  $^{13}\text{C}_\beta$  и  $^{13}\text{C}'$  позволили рассчитать индексы химического сдвига. По значениям ИХС были определены положения элементов вторичной структуры рис. 2.

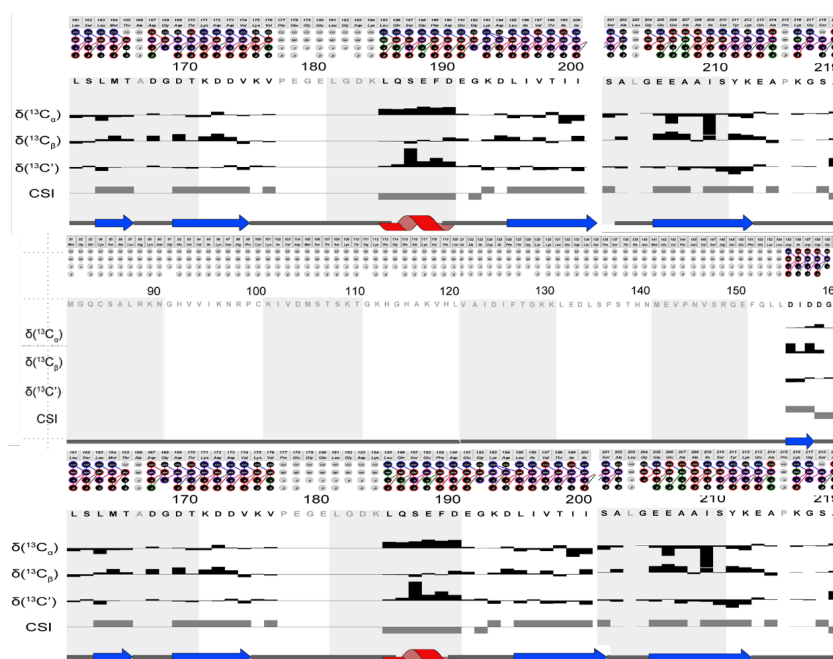


Рис. 2. Аминокислотная последовательность и индексы химического сдвига (CSI, м.д.) белка eIF5A-GB1. Положение  $\alpha$ -спиралей указывают спирали, а участков в  $\beta$ -конформации – стрелки

В результате проделанной работы рассчитаны индексы химического сдвига, по которым предсказаны положения элементов вторичной структуры eIF5A-GB1 в виде двух  $\alpha$ -спиралей и девяти  $\beta$ -тяжей с топологией ( $\beta_1 - \beta_2 - \alpha_1 - \beta_3 - \beta_4 - \dots - \beta - \beta - \beta - \alpha - \beta - \beta$ ), так что участок ( $\beta_1 - \beta_2 - \alpha_1 - \beta_3 - \beta_4$ ) принадлежит стабилизирующему домену GB1, а участок ( $\dots - \beta - \beta - \beta - \alpha - \beta - \beta$ ) принадлежит C-концевому домену eIF5A.

Сравнение аминокислотных последовательностей рис. 3 известных пространственных структур eIF5A из *Saccharomyces cerevisiae* (PDB ID:3ER0), *Homo sapiens* (PDB ID:3CPF) с аминокислотной последовательностью, используемой в исследовании, показало высокую гомологию (61,7 % и 84,1 % соответственно), а также консервативность в положениях элементов вторичных структур.

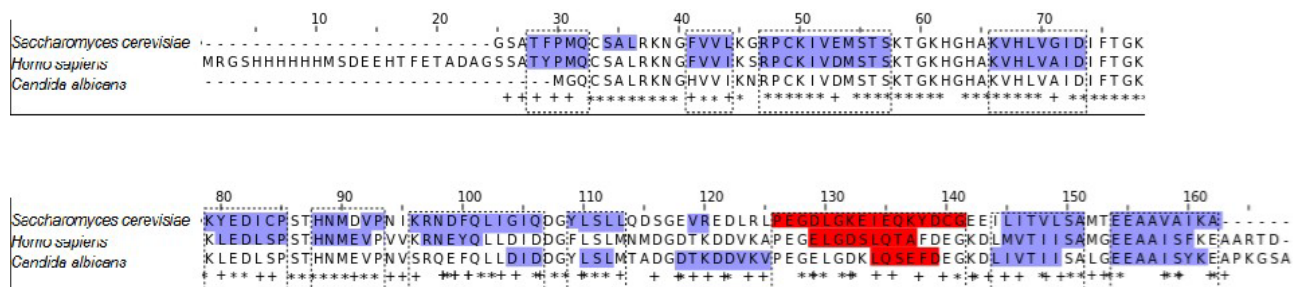


Рис. 3. Сравнение аминокислотных последовательностей и положение элементов вторичной структуры белка eIF5A из различных организмов (*Saccharomyces cerevisiae* (PDB ID:3ER0), *Homo sapiens* (PDB ID:3CPF) и *Candida albicans*). Полное совпадение аминокислот обозначено знаком \*, частичное совпадение обозначено знаком +. Положение элементов полипептидной цепи в  $\beta$ -конформации выделены фиолетовым фоном, положение  $\alpha$ -спиралей – красным.

В результате работы были оптимизированы условия выделения и очистки белка eIF5A-GB1, меченного по изотопам  $^{15}\text{N}$  и  $^{13}\text{C}$ , и получены значения химических сдвигов ядер основной и боковых цепей данного белка, по которым установлены положения элементов вторичной структуры белка. Показано, что у белка eIF5A из *C. albicans* положение ряда элементов вторичной структуры отличается по сравнению с гомологами, что может свидетельствовать о существовании различий в механизме его связывания с рибосомой. Дальнейшие структурные исследования как самого белка eIF5A из *C. albicans*, так и его комплексов с рибосомами позволят установить более тонкие детали его функционирования.

Исследование выполнено в рамках соглашения № 075-15-2025-012 от 27.02.2025 г. о предоставлении из федерального бюджета гранта в форме субсидии в целях реализации научного проекта под руководством привлекаемого ведущего ученого.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Laura K.M. Expression and Purification of Recombinant Wheat Translation Initiation Factors eIF1, eIF1A, eIF4A, eIF4B, eIF4F, eIF(iso)4F, and eIF5 / K.M. Laura, D.M. Michael, M.A. Leah, et al. // *Methods Enzymol.* – 2007. – No. 430 – P. 397–408.
2. Турпаев К.Т. Фактор трансляции eIF5A, модификация гипузином и роль в регуляции экспрессии генов. eIF5A как объект для фармакологических воздействий / К.Т. Турпаев // *БИОХИМИЯ.* – 2018 – Т. 83, № 8. – С. 1099–1110.
3. Спиринов А.С. Принцип структуры рибосомы / А.С. Спиринов // *Соросовский образовательный журнал.* – 1998. – № 11. – С. 65–70.
4. Финкельштейн А.В. Физика белка: курс лекций с цветными и стереоскопическими иллюстрациями и задачами – 3-е изд. и доп. / А.В. Финкельштейн. – М.: КДУ, 2012. – 456 с.
5. Barba-Aliaga. eIF5A controls mitoprotein import by relieving ribosome stalling at TIM50 translocase mRNA / M. Barba-Aliaga, V. Bernal, C. Rong et al. // *Journal of Cell Biology* – 2024. – Vol. 223. – I.12.
6. Vranken W.F. The CCPN data model for NMR spectroscopy: development of a software pipeline / W.F. Vranken, W. Boucher, T.J. Stevens, R.H. Fogh, A. Pajon, M. Llinas, E.L. Ulrich, J.L. Markley, J. Ionides, E.D. Laue // *Proteins.* – 2005. – Vol. 59. – P. 687–696.

### РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ ТЕТРАДИ ПО РЕШЕНИЮ ШКОЛЬНЫХ ЗАДАЧ ПО ГЕОМЕТРИИ ДЛЯ УЧАЩИХСЯ 8-Х КЛАССОВ

*Горланова В.А.*

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

Математика – это наука, которая исследует числа, количественные отношения и геометрические формы. С древних времен даже самые примитивные культуры использовали математические знания. С развитием общества возрастали и его потребности в математике. В наше время эта наука играет особенно важную роль. Математика делится на несколько основных разделов, каждый из которых имеет свои особенности и области применения.

Геометрия, являясь одной из центральных дисциплин учебного курса математики, играет ключевую роль в развитии логического мышления у школьников. Она не просто знакомит учеников с базовыми геометрическими концепциями, фигурами и их характеристиками,

но и способствует развитию аналитических навыков, способности рассуждать и делать выводы. В современном образовательном процессе, где акцент делается на формировании критического мышления и умения самостоятельно решать задачи, особое внимание уделяется методам и инструментам обучения, которые способны помочь в достижении этих целей. Одним из таких инструментов является рабочая тетрадь, которая служит как средством для закрепления теоретических основ, так и инструментом для практической деятельности.

Термин «рабочая тетрадь» в образовательном процессе включает в себя комплекс учебно-методических пособий, которые предназначены для самостоятельной работы учащихся в классе и дома. Она выполняет функции учебника и задачника, предоставляя возможность для закрепления, углубления, практического применения полученных знаний, а также подготовки к будущим экзаменам. Поскольку рабочая тетрадь содержит задания, требующие умения оперировать математическими символами, абстракциями, решать нестандартные задачи, анализировать информацию, создавать собственные модели рисунков к задачам, то ее использование будет полезным для развития абстрактного мышления, а также позволит повысить успеваемость учащихся. В процессе обучения геометрии обычно используются индуктивные и дедуктивные методы. В соответствии с этими методами формируется логическое мышление. Рабочая тетрадь участвует в формировании универсальных учебных действий, которые указаны в ФГОС ООО.

На сегодняшний день существует огромное количество рабочих тетрадей, которые представляют собой ценный образовательный ресурс, способный значительно улучшить процесс познания. Они содержат разнообразные задания, упражнения и тесты, направленные не только на углубление знаний в области геометрии, но и на развитие логического мышления учащихся. Логическое мышление становится важным элементом успешного освоения математических концепций и методов. Оно помогает ученикам не только в решении стандартных задач, но и в подходе к новым, нестандартным ситуациям с аналитическим подходом, что представляет собой необходимый навык в повседневной жизни.

Академическое изучение геометрии в 8 классе вносит вклад в развитие аналитического мышления, что положительно влияет на понимание сложных математических концепций. В ходе этого процесса учащиеся должны уметь представлять и преобразовывать пространственные формы в своем воображении, что играет основополагающую роль в развитии абстрактного мышления. Геометрия как математическая дисциплина содействует способности мыслить не только в категориях конкретных объектов, но и абстракций, таких как точки, линии, углы и фигуры. Умение манипулировать пространственными образами воображения усиливает развитие логического мышления.

Согласно эмпирическим данным, учащиеся сталкиваются с затруднениями в изучении геометрии, поскольку успешность обучения обуславливается как активностью самих учеников, так и методологической подготовленностью преподавателей. Процесс развития абстрактного мышления требует времени и систематической практики, а рабочая тетрадь, являясь одним из средств образования, занимает существенное место в этом контексте. Рабочая тетрадь способствует созданию организованной образовательной среды, в которой учащиеся могут последовательно взаимодействовать с материалом и осваивать новые знания и умения.

Разработка заданий и упражнений, способствующих улучшению понимания геометрии, является важным аспектом создания рабочей тетради для учащихся 8 классов. Именно

поэтому базой для ее создания должны служить проверенные источники. В качестве примера можно использовать сайт ФИПИ или РЕШУ ОГЭ, поскольку в них содержатся задания различного уровня сложности и типов. На этих сайтах можно увидеть задания на вычисление значений определенных элементов, таких как углы параллелограмма или трапеции, на доказательство определенных свойств фигуры, например, доказать, что фигура, данная в задаче, является ромбом. Также необходимо отметить, что данные источники позволяют найти подобные задания, которые можно включать в рабочую тетрадь в качестве домашнего задания.

Рассмотрим особенности содержания рабочей тетради для учеников 8 класса. Содержание должно принимать во внимание возрастные характеристики учащихся. Оно обязано соответствовать учебной программе по геометрии для 8 класса.

С самого начала рабочей тетради следует предусмотреть упражнения, способствующие повторению и закреплению ранее усвоенного материала. Ключевые понятия и теоремы, изученные в предыдущих классах, необходимо также интегрировать в эти упражнения.

Научное исследование новых тем требует ясного выделения основных понятий и теорем. Материал важно излагать в логической последовательности, начиная с простого и постепенно переходя к более сложному.

Рабочая тетрадь должна содержать задания разных типов, такие как:

- задачи на применение формул и теорем;
- задачи на построение чертежей;
- задачи на доказательство;
- задачи на анализ данных;
- задачи на моделирование.

Перед началом работы над созданием рабочей тетради, важно провести анализ существующих учебных программ по геометрии для 8 классов. Это позволит выявить ключевые темы и концепции, которые должны быть охвачены в учебных материалах. В большинстве образовательных стандартов акцент делается на формировании у учащихся навыков пространственного мышления, умения работать с геометрическими фигурами, а также на установлении взаимосвязей между различными геометрическими понятиями. Следовательно, учебные материалы должны включать задания, которые способствуют развитию этих навыков.

При создании рабочей тетради необходимо было разделить ее на несколько ключевых блоков:

- многоугольники;
- четырехугольники и их свойства;
- теорема о пропорциональных отрезках и подобные треугольники;
- площади различных фигур;
- теорема Пифагора и начало тригонометрии;
- окружность.

Созданная рабочая тетрадь состоит из 6 основных блоков, которые должны быть изучены в курсе геометрии 8 класса. Каждый блок разделен на основные темы курса геометрии, которые, в свою очередь, содержат теоретическую часть, практическую часть и блок домашнего задания. В сумме рабочая тетрадь рассчитана на 59 академических часов. Включение разнообразных заданий, связанных с практическим применением геометрических знаний, а также творческих заданий, способствует формированию у учащихся целостного представле-

ния о геометрии как науке и ее роли в повседневной жизни. Рабочая тетрадь должна стать не только инструментом для изучения геометрии, но и средством для развития критического мышления и творческого подхода к решению задач, что является особенно важным в современных условиях, когда учащиеся сталкиваются с множеством вызовов и задач, требующих нестандартного мышления и креативного подхода.

Работа включает в себя практическое испытание и проверку эффективности разработанных мною методов на практике. Для выявления положительного влияния рабочей тетради по геометрии необходимо было применять ее на практике в образовательном процессе.

В ходе определения положительного влияния рабочей тетради по геометрии на логическое мышление учащихся было проведено экспериментальное исследование, целью которого стала оценка эффективности разработанного нами продукта.

Этапы экспериментального исследования:

1. Экспериментальная проверка положительного влияния рабочей тетради по геометрии на логическое мышление учащихся.
2. Разработка, проведение и проверка пользы рабочей тетради по геометрии на уроках 8 классов.
3. Анализ и оценка результатов эксперимента.

Работа также содержит методические рекомендации для учителей математики в основной школе. Они включают в себя порядок работы с рабочей тетрадью и рекомендации по ее использованию на уроках геометрии.

В процессе исследования были рассмотрены теоретические основы разработки рабочей тетради, ее структура и содержание, а также влияние данного учебного инструмента на развитие логического мышления учащихся.

В ходе исследования было установлено, что использование рабочей тетради на уроках геометрии в 8 классе оказывает положительное влияние на развитие логического мышления учащихся. Решение заданий, предлагаемых в тетради, способствует формированию умений анализировать, синтезировать информацию, делать выводы и обосновывать свои решения. Учащиеся, работающие с тетрадью, показывают более высокий уровень понимания геометрических концепций и лучше справляются с задачами, требующими логических рассуждений. Это подтверждается как результатами тестирования, так и наблюдениями за процессом обучения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гаджимурадов М.А. Особенности математического мышления и его развитие при обучении геометрии / М.А. Гаджимурадов, З.Д. Гаджиева // КиберЛенинка. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-matematicheskogo-myshleniya-i-ego-razvitie-pri-obuchanii-geometrii/viewer> (дата обращения: 14.10.2024).
2. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (утв. приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 31 мая 2022 г. № 287). – URL: [https://edsoo.ru/Normativnie\\_dokumenty.htm](https://edsoo.ru/Normativnie_dokumenty.htm) (дата обращения: 17.09.2024).

## МЕЖПРЕДМЕТНЫЕ СВЯЗИ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ

*Давлетшина А.И.*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, профессор Нефедьев Л.А.*

Межпредметные связи в современном образовании являются неотъемлемой частью в учебном процессе. Проблема взаимосвязи физических и математических тем актуальна на сегодняшний день, так как математический аппарат является основой для решения физических задач, описания явлений, понимания зависимостей величин. Математические и физическими темы тесно связаны друг с другом, поэтому математика является фундаментом физики. Имея познавательные затруднения в области математики, учащимся трудно понимать физические закономерности.

В современном образовании существует проблема взаимосвязи школьных программ, а также временное расхождение тем по физике и математике. При изучении темы «Расчет пути и времени движения» в 7-х классах учащимся нужно уметь не только решать задачи на нахождение пути, скорости и времени движения, но также строить графики зависимости пути от времени  $S(t)$ , скорости от времени  $V(t)$  для равномерного движения. Фундаментом умения строить графики на уроках физики является тема «Линейная функция и ее график» по математике. Однако существует временное расхождение между темами «Расчет пути и времени движения», «Линейная функция и ее график». В связи с этим у учащихся возникают познавательные затруднения на уроках физики при построении графиков, а также записи уравнений движения. Данный пример демонстрирует межпредметные связи физики и математики, а также необходимость в их осуществлении.

В процессе преподавания учитель физики сталкивается с проблемой временной несогласованности школьных программ по физике и математике. В связи с этим преподавателю необходимо объяснять математические темы, закладывая фундамент для понимания физических закономерностей. Однако на уроке преподаватель физики ограничен во времени, поэтому для реализации и усвоения школьной программы по физике учителю следует использовать методические руководства, таблицы, связывающие математические и физические темы.

Одной из проблем усвоения физических тем является непонимание учащимися связи между физикой и математикой. Для вывода физических формул используются знания по решению линейных, квадратных, дробно-рациональных и иррациональных уравнений. Необходимо также уметь применять распределительные свойства умножения, сокращение дробей, взаимное уничтожение множителей, свойство степеней. Одной из частых ошибок учащихся является неумение переводить с одной единицы измерения в другую, а также трудности при расчете чисел, содержащих степени. Например, квадратные и кубические величины частью учащихся воспринимаются первой степенью числа. Например,  $300 \text{ см}^2$  для многих это  $3 \text{ м}^2$ , а не  $0,03 \text{ м}^2$ .

Межпредметная связь физики и математики необходима с самого начала их изучения. Учителям физики и математики следует работать совместно для того, чтобы избежать познавательных затруднений учащихся. Коллективная работа учителей математики и физики, составление таблиц, заданий, методических руководств по предметам сократит время на объяснение математических моментов на уроках физики и позволит глубже изучать именно физические процессы. В таблице представлена межпредметная связь физики и математики.



Таблица 1

Математика	Физика
Линейная функция $y = kx + b$ и ее график	Уравнение координаты при прямолинейном равномерном движении тела: $x = x_0 + v_x t$ Уравнение скорости при прямолинейном равноускоренном движении тела: $v = v_{0x} + a_x t$
Квадратичная функция $y = ax^2 + bx + c$	Уравнение координаты при прямолинейном равноускоренном движении тела: $x = x_0 + v_{0x} t + \frac{at^2}{2}$
Решение иррациональных уравнений	Период колебаний математического маятника: $T = 2\pi \frac{\sqrt{l}}{\sqrt{g}}$ Период колебаний пружинного маятника: $T = 2\pi \frac{\sqrt{m}}{\sqrt{k}}$
Векторы и операции над ними	Векторные физические величины: $\vec{F}, \vec{S}, \vec{a}, \vec{v}$
Понятия о тригонометрических функция: синусоида и косинусоида	Графики гармонических колебаний

Преодоление познавательных затруднений, повышение успеваемости учащихся на уроках физики требует комплексного подхода. Физика и математика неразрывно связаны между собой. Физика формулирует законы природы, а математика дает инструменты для их описания и анализа. Однако многие учащиеся испытывают трудности в изучении физики именно из-за недостаточного усвоения математических знаний или неумения применять математический аппарат на уроках физики. Это проявляется в работе с физическими формулами, при анализе графиков, применении геометрических знаний. Для повышения успеваемости и качества обучения преподавателям физики и математики необходимо составлять методические руководства, таблицы, которые будут показывать взаимосвязь и схожесть тем по физике и математике.

Формы и методы реализации межпредметных связей физики и математики могут быть следующими:

1. Опора в процессе изучения нового материала по физике на знания и умения, полученные учащимися на уроках математики. То есть сопоставление математических тем с новыми физическими темами. Например, при изучении темы «Равномерное движение» в 7-х классах учащимся следует напомнить о формулах пути, скорости и времени, которые обучающиеся изучают с начальной школы. Для упрощения и увеличения времени на объяснение нового материала на уроках физики, необходимо составлять методические рекомендации или таблицы, например, как табл. 1, а также проводить работу совместно с учителем математики.

2. Решение физических задач с опорой на знание математики. Например, при объяснении темы «Энергия топлива. Удельная теплота сгорания» учащимся следует напомнить о свойствах степеней, так как основной проблемой при решении задач по разделу «Тепловые явления» является неумение учащихся вычислять значения степеней.

3. Проведение уроков межпредметного характера. На занятиях учителя имеют возможность наглядно показать связь физики и математики. Например, на уроках математики изучают синусоиду и косинусоиду. В школьной программе по физике имеется тема «Гармо-

нические колебания», которые можно описать по законам синусоиды и косинусоиды. Наглядно можно продемонстрировать построение графиков на различных виртуальных платформах, а также реализовать совместные уроки физики и математики.

Таким образом, межпредметные связи физики и математики способствуют формированию у учащихся целостного научного мировоззрения. Совместная работа учителей физики и математики, демонстрация в ходе урока взаимосвязи тем по предметам, составление таблиц сходств тем, методических руководств, совместных заданий позволит сократить познавательные затруднения и повысит успеваемость учащихся. Имея пробелы по математике, учащемуся сложнее усваивать физические законы, строить графики, проводить математические преобразования для получения и вывода новых формул. Математический аппарат необходим на уроках физики как язык для описания физических процессов и явлений.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Каменецкий С.Е. Теория и методика обучения физике в школе: общие вопросы: учебное пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / С.Е. Каменецкий, Н.С. Пурышева, Н.Е. Важеевская и др. – М.: Издательский центр «Академия», 2000. – 368 с.
2. Перышкин И.М. Физика 7 класс / И.М. Перышкин, А.И. Иванов. 4-е изд., стер. – М.: Просвещение, 2024. – 239 с.
3. Перышкин И.М. Физика 8 класс / И.М. Перышкин, А.И. Иванов. 4-е изд., стер. – М.: Просвещение, 2024. – 255 с.
4. Перышкин И.М. Физика 9 класс / И.М. Перышкин, Е.М. Гутник, А.И. Иванов, М.А. Петрова. – 4-е изд., стер. – М.: Просвещение, 2024. – 350 с.
5. Пронина И.И. Теория и методика обучения физике: учебно-методическое пособие. – Орск: Издательство Орского гуманитарно-технологического института (филиала) ОГУ, 2017. – 103 с.
6. Пинский А.А., Самойлова Т.С. и др. Формирование у учащихся общих физико-математических понятий // Физика в школе. – 2006. – 214 с.

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ МЕТРОЛОГИИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРОПЕДЕВТИЧЕСКОГО КУРСА ФИЗИКИ ДЛЯ УЧАЩИХСЯ 5 КЛАССА

*Зайнуллина Т.Д.*

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

Переход учащихся из начальной школы в основную характеризуется возрастанием познавательных возможностей и потребностей, формированием абстрактного мышления. Введение пропедевтических курсов естественно-научного цикла, в частности физики, в этот период является актуальной задачей современного образования. Их цель не столько усвоение сложных теорий, сколько формирование первичных представлений о физической картине мира, развитие наблюдательности, экспериментальных навыков и основ научного метода познания. В этом контексте метрология – наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и требуемой точности – выступает не как отдельная дисциплина, а как фундаментальная основа для построения такого курса.

В современном понимании метрология определяется как наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности [1]. Включение ее элементов в начальный курс физики способствует:

- осознанному восприятию физических величин;
- формированию культуры измерений;
- развитию критического мышления при анализе данных.

Цель данного исследования – разработка и апробация модуля пропедевтического курса физики для 5 класса с интегрированными элементами метрологии.

Нами была разработана рабочая тетрадь для учащихся, которая объединяет теорию и эксперимент через лабораторные работы. Она превращает абстрактные научные концепции в понятные и увлекательные действия, помогая ученикам:

- освоить навыки, необходимые в современном мире (работа с данными, анализ информации);
- увидеть, что физика – это не скучные формулы, а инструмент для познания мира;
- получить опыт, который станет основой для успешного изучения естественных наук в будущем.

Физика, по своей сути, наука экспериментальная и количественная. Ее базовые понятия – физические величины (длина, масса, время, температура и др.) – неразрывно связаны с процессами их измерения. Поэтому введение учащихся в мир физики логично начинать именно с освоения элементарных метрологических представлений:

1. Понятие физической величины: формирование представления о том, что свойства объектов можно описывать количественно с помощью чисел и единиц измерения.

2. Измерение как процесс: понимание сути измерения – сравнение измеряемой величины с выбранной единицей этой величины с помощью измерительного прибора или инструмента.

3. Единицы измерения (СИ): знакомство с основными единицами и их практическим смыслом.

4. Измерительные приборы: освоение простейших приборов, понимание их устройства и правил использования.

5. Погрешность измерения: формирование начального представления о том, что любое измерение имеет неточность. Введение понятий «точное значение», «приближенное значение», «погрешность» на интуитивно-практическом уровне (например, «мы измерили длину стола – примерно 120 см», «взвесили яблоко с точностью до 10 граммов»).

В ходе педагогического эксперимента было отмечено, что учащиеся начали проявлять вовлеченность при изучении основ метрологии. На практических занятиях, например, таких как «Измерение объема жидкости» или «Взвешивание предметов», школьники активно взаимодействовали с лабораторными приборами, задавали вопросы о принципах их работы и делились наблюдениями. Особый интерес вызывали задания, связанные с анализом погрешностей: дети с энтузиазмом сравнивали результаты измерений, выдвигали гипотезы о причинах расхождений и предлагали способы их минимизации. Учащиеся после каждого урока делились своими эмоциями, заполнив анкету обратной связи.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гарнаева Г.И. Метрология в школе: необходимость или нет / Г.И. Гарнаева, Р.Р. Исламов, А.Д. Сафина // IX Андреевские чтения: современные концепции и технологии творческого саморазвития личности: сборник статей участников Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Казань, 21–22 марта 2024 года. – Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2024. – С. 116–120.
2. Жулев В.И. Основы метрологии: учебное пособие / В.И. Жулев, Е.И. Чернов. – Рязань: РГРТУ, 2023. – 120 с. // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/439622> (дата обращения: 10.03.2025).
3. Метрологическое образование в России: итоги и перспективы / А.Н. Пронин, Б.Я. Литвинов, М.В. Окрепилов, В.А. Слаев // Эталоны. Стандартные образцы. – 2020. – № 16 (3). – С. 63–69. – URL: <https://www.rmjournal.ru/jour/article/view/261/> (дата обращения: 09.03.2025).

### ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ ДЕТЕЙ С РАССТРОЙСТВОМ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА

*Иванова А.Д.*

*Научный руководитель – старший преподаватель Шигапова Э.Д.*

**Аннотация.** Данная статья посвящена исследованию возможностей применения дистанционных образовательных технологий при обучении физике детей с расстройством аутистического спектра (РАС).

Инклюзивное образование и обеспечение равного доступа к получению знаний является одной из ключевых задач в рамках национального проекта «Образование». Согласно статистике, в мировом масштабе расстройство аутистического спектра присутствует примерно у 1 ребенка из 100, что подчеркивает необходимость разработки специализированных программ, обеспечивающих доступ к качественному образованию для этих детей. Развитие инклюзивного образования требует создания условий, учитывающих индивидуальные особенности учащихся, таких как формирование комфортной среды, адаптация учебных материалов и методов преподавания.

Целью данной работы стало исследование возможностей применения дистанционных образовательных технологий при обучении физике детей с расстройством аутистического спектра в рамках изучения темы «Взаимодействие тел» в 9 классе. В рамках исследования были проанализированы психолого-педагогические особенности детей с РАС, преимущества дистанционного обучения и предложены методы повышения учебной мотивации через визуализацию, структурированность и геймификацию учебных материалов. По результатам работы были сформулированы методические рекомендации по подготовке и проведению уроков физики для учащихся с РАС, а также разработаны 3 урока физики по теме «Взаимодействие тел» для учащихся с РАС в 9 классе. Каждый разработанный урок сопровождается мультимедийной интерактивной презентацией с целью обеспечения достаточного уровня визуализации и структурированности учебных занятий. Результаты фрагментарной апробации работы

демонстрируют, что дистанционный формат обучения способствует лучшему усвоению материала и повышению учебной мотивации учащихся с РАС при условии адаптации под индивидуальные потребности учащихся.

**Ключевые слова:** инклюзивное образование, адаптивное обучение, дистанционные образовательные технологии, расстройство аутистического спектра, методические рекомендации, дидактические материалы, интерактивные презентации, сенсорная адаптация, мотивация учащихся, специальные образовательные потребности.

Расстройство аутистического спектра (РАС) – ряд связанных расстройств развития человека, обусловленных особенностями строения головного мозга. Симптомы, присущие РАС, проявляются у человека в детстве и сохраняются на протяжении всей жизни. Особенности, свойственные аутичным людям, проявляются во всех сферах жизнедеятельности: поведение, эмоционально-волевая сфера, познавательная деятельность и т. д. Многочисленные нарушения аффективной сферы делают поведение детей с РАС крайне своеобразным. Классификация раннего детского аутизма была создана группой ученых-дефектологов О.С. Никольской, Е.Р. Баенской и М.М. Либинг. В рамках данной классификации было выделено 4 группы детей, отличающихся характером и степенью выраженности нарушений взаимодействия с внешней средой: 1 группа – отрешенные от внешней среды дети; 2 группа – дети отвергающие внешнюю среду; 3 группа – дети, замещающие внешнюю среду; 4 группа – сверхторозимось ребенка его средой [1]. Критерием создания данной классификации являлась степень выраженности расстройства у различных детей, однако, несмотря на отличия в поведении, учащимся с РАС свойственны общие особенности поведения, эмоционально-волевой сферы и самосознания в целом.

Дети с расстройством аутистического спектра имеют уникальные когнитивные особенности, которые необходимо учитывать при обучении, особенно физике. Их трудности с абстрактным мышлением, пониманием теоретических концепций, переносом знаний и концентрацией требуют адаптированных методов. Визуализация понятий с помощью схем, графиков, 3D-моделей и аналогий помогает конкретизировать абстрактные идеи, при этом важно учитывать сенсорные особенности ребенка, чтобы избежать перенапряжения. Тактильные методы и постепенное усложнение информации способствуют лучшему усвоению. Объяснения должны сопровождаться понятными примерами, а демонстрационные эксперименты – безопасными и не вызывающими дискомфорта. Структурированность урока и предсказуемость важны для снижения тревожности; для этого используют планы занятий или чек-листы. Практические задания лучше делать геймифицированными и с четкими алгоритмами решения, чтобы помочь переносу знаний на практику. Уроки рекомендуется разбивать на короткие блоки по 10–15 минут с разными видами деятельности и использованием таймеров или игр для повышения внимания. Важны также интересы ребенка для мотивации. Основные принципы эффективного обучения – наглядность, конкретика, структурированность, связь с реальной жизнью и гибкость методов. Правильное применение этих принципов делает уроки физики понятными, интересными и результативными для детей с РАС.

Согласно законодательству, дистанционное обучение для детей с ОВЗ возможно при согласии родителей и соблюдении образовательных требований [5]. Оно обеспечивает гибкость, индивидуальный подход и разнообразие форматов. Для детей с РАС дистанционные

технологии создают комфортные условия, помогают учитывать сенсорные особенности и повышают мотивацию через интерактивные задания. Переход требует постепенности и адаптации, чтобы избежать стрессов. Онлайн-обучение способствует более эффективной инклюзии и развитию технологий для качественного образования детей с особенностями. Дистанционное обучение детей с РАС требует внимания к психологическому состоянию. Важна правильная организация занятий, избегание стрессовых ситуаций, мягкая обратная связь и учет сенсорных особенностей. Поддержка родителей и педагогов, а также гармоничное взаимодействие помогают сохранить эмоциональное благополучие и повысить эффективность обучения [7].

В рамках исследования разработаны методические рекомендации по проведению уроков физики для детей с РАС. Рекомендации основаны на современных научных исследованиях и учитывают особенности сенсорного и когнитивного восприятия учащихся. Рекомендации включают принципы научной обоснованности, индивидуального подхода, технологичности, системности, практической применимости и безопасности. Процесс создания состоял из нескольких этапов: теоретического анализа, разработки структуры и содержания, создания практических материалов (планов уроков, презентаций, конспектов), оформления и экспертной оценки. В указаниях подробно описаны требования к подготовке урока, методикам преподавания, организации учебного процесса и дидактическим материалам. Особое внимание уделяется адаптации материалов под сенсорные особенности детей с РАС и созданию комфортной образовательной среды. Эти рекомендации предназначены для педагогов и могут применяться как в традиционном, так и в дистанционном обучении.

В процессе подготовки учебных занятий важна разработка технологических карт, которые помогают определить цели, систематизировать этапы и рационально распределить время. В рамках работы были разработаны технологические карты трех уроков физики для детей с РАС на тему «Взаимодействие тел» для 9 класса. Разработка включала анализ особенностей учеников, подбор адаптированного содержания и методов обучения, структурирование уроков по шести этапам (от организационного момента до рефлексии), а также создание дидактических мультимедийных материалов с учетом сенсорных особенностей. Например, для урока по первому закону Ньютона использовались демонстрации, видео и игровые задания для закрепления знаний. Каждый урок был ориентирован на развитие логического мышления, формирование понимания физических законов и воспитание аккуратности и безопасности. Эти уроки учитывают индивидуальные потребности учащихся с РАС, делая обучение доступным, структурированным и мотивирующим.

Для эффективного изучения темы «Взаимодействие тел» были созданы дидактические материалы, включающие мультимедийные презентации, разработанные с учетом особенностей восприятия учащихся с РАС. Эти презентации содержат интерактивные элементы, такие как чек-листы (рис. 1), задания на перетаскивание, учебные игры и вопросы для рефлексии, что способствует активному вовлечению и мотивированию учеников. В них использованы наглядные схемы, анимации, видеотрекеры и мультипликационные ролики для лучшего усвоения теоретического материала и закрепления знаний. Структура презентаций одинакова и предсказуема, что помогает детям с РАС ориентироваться в уроке и снижает стресс. Также предусмотрена возможность адаптации под индивидуальные потребности: изменение скорости подачи мате-

риала, цвета и яркости элементов. Такой подход обеспечивает высокий уровень понимания, способствует развитию навыков и делает обучение более доступным и эффективным.



Рис. 3. Интерактивный чек-лист урока по теме «Инерциальные системы отсчета. Первый закон Ньютона»



Рис. 4. Интерактивная игра «Сортировка» по теме «Инерциальные системы отсчета. Первый закон Ньютона»

В рамках апробации разработанных материалов был проведен онлайн-урок по физике для ученика 9 класса с РАС, обучающегося в Москве. На протяжении всего урока ребенок демонстрировал положительный настрой благодаря использованию мультимедийных презентаций и интерактивных заданий, таких как игра «Сортировка». После урока он отметил хорошее понимание материала и интерес к теме. Анкета показала, что методики повысили мотивацию и вызвали интерес к физике. Урок прошел успешно, способствовал развитию положительной учебной мотивации и закреплению знаний. Для подтверждения эффективности разработанных материалов и оценки возможности внедрения в образовательный процесс для учащихся с РАС запланировано проведение экспертной оценки.

По итогам работы удалось теоретически обосновать применение дистанционных образовательных технологий при обучении детей с расстройством аутистического спектра и сформулировать методическую базу для качественной адаптации уроков по физике. Проведен анализ литературы, разработаны методические рекомендации, технологические карты и интерактивные презентации. Результаты подтвердили, что дистанционное обучение с адаптированными материалами создает комфортные условия и повышает мотивацию учеников с РАС. Апробация показала эффективность материалов. В будущем планируется расширение тема-

тики уроков и создание дополнительных материалов для оценки долгосрочного эффекта внедрения новых методик.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Никольская О.С. Аутичный ребенок. Пути помощи / О.С. Никольская, Е.Р. Баенская, М.М. Либинг. – М.: Теревинф, 1997. – 342 с.
2. Психологические особенности детей с расстройством аутистического спектра // АНОДПО «Дефектология Проф». – 20.07.2020. – URL: [https://www.defectologiya.pro/zhurnal/psixologicheskie\\_osobennosti\\_detej\\_s\\_rasstrojstvami\\_autisticheskogo\\_spektra/](https://www.defectologiya.pro/zhurnal/psixologicheskie_osobennosti_detej_s_rasstrojstvami_autisticheskogo_spektra/).
3. Перспективы и особенности развития практик социализации и интеграции детей с расстройствами аутистического спектра. Сб. материалов II Всероссийской научно-практической конференции «Аутизм: мы вместе!». – Казань, 2023. – С. 54–56, 72–81, 116–118, 129–131, 144–145, 152–153.
4. Autism & Learning Technology Initiative: final report / Carnegie Mellon University. – Pittsburgh, 2018. – 45 p. – URL: <https://www.cmu.edu/autism-initiative>.
5. Федеральный закон от 29.12.2012 №273-ФЗ (ред. от 01.04.2025) «Об образовании в Российской Федерации» // справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140174/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/) (дата обращения: 12.11.2024).
6. Хаустов А.В. Организация образовательной среды для детей с расстройством аутистического спектра в условиях инклюзии: методическое пособие / А.В. Хаустов. – М.: ФРЦ ФГБОУ ВО МГППУ, 2019. – 120 с.
7. Морозова Т.И. Специализированная педагогика: учебное пособие / Т.И. Морозова, М.А. Пушкарев. – М.: Академия, 2019 – 320 с.
8. ActivePresenter. – URL: <https://atomisystems.com/activepresenter>.

## БИОСЕНСОР РАДАХЛОРИНА НА ОСНОВЕ КОЛЛОИДНЫХ НАНОЧАСТИЦ CeYbF<sub>3</sub>, СВЯЗАННЫХ С ПЛАЗМОННЫМИ ЛИГАНДАМИ

*Избасарова Э.А.*

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

### Введение

Современные методы химического и биологического анализа требуют высокочувствительных и стабильных сенсоров, способных детектировать молекулы в реальном времени. Оптические методы, в отличие от электронных, обладают ключевыми преимуществами: неинвазивностью, простотой и возможностью работы в естественных средах. Однако традиционные люминесцентные метки на основе органических соединений имеют существенные ограничения, такие как фотонестабильность и сложность синтеза.

Перспективной альтернативой являются гибридные системы на основе люминесцентных наночастиц (ЛНЧ), легированных редкоземельными элементами, и плазмонных наночастиц [1, 2]. Благодаря локализованному поверхностному плазмонному резонансу (ЛППР), плазмонные наноструктуры усиливают электромагнитное поле, что может значительно повысить интенсивность люминесценции ЛНЧ благодаря усилению спонтанного излучения



(эффект Парселла) [3]. Однако при слишком близком расположении частиц доминирует тушение излучения за счет резонансного ближнепольного переноса энергии (эффект Ферстера) [4, 5].

Учитывая вышеизложенное, плазмонно-усиленная люминесценция является сложным процессом, на который оказывают влияние различные факторы. Одной из основных концепций является чувствительность ЛППР к наличию молекул аналита в окружающей среде. В этом исследовании акцент сделан на нанокластерах, состоящих из люминесцентных наночастиц  $\text{CeYbF}_3$  и окружающих их золотых наночастиц. Эти структуры могут быть синтезированы в коллоидном растворе с последующим осаждением на подложку. Это открывает новые возможности для использования данных нанокластеров в качестве маркеров для иммуноанализа значимых биологических соединений как в жидкой среде, так и в форме функциональных подложек для анализа. В качестве тестового аналита в исследовании выбран радахлорин, который обладает полосами поглощения в фиолетовой и красно-оранжевой областях видимого спектра.

### Параметры моделирования

В ходе исследования проведено численное моделирование взаимодействия люминесцентной наночастицы  $\text{CeYbF}_3$  радиусом  $r_L$ , покрытой слоем полиэтиленimina толщиной  $d$ , с окружающими золотыми наночастицами радиусом  $r_{Au}$ . Основное внимание уделено анализу двух конкурирующих механизмов: плазмонного усиления спонтанного излучения (эффект Парселла) и резонансного переноса энергии (эффект Ферстера). В качестве тестовых молекул использовались радахлорин и бенгальский розовый, расположенные вблизи наносистемы.

Оптические характеристики люминофора описывались моделью Лоренца для диэлектрической проницаемости:

$$\varepsilon = \varepsilon_d + \frac{Ne^2}{m\varepsilon_0} \frac{f_{osc}}{\omega_0^2 - \omega^2 - i\omega\gamma}, \quad (1)$$

где  $\varepsilon_d = 2$  – диэлектрическая проницаемость кристаллической матрицы,  $N = 10^{21} \text{ см}^{-3}$  – концентрация ионов тербия,  $f_{osc} = 6 \cdot 10^{-8}$  – сила осциллятора перехода тербия с основного состояния на уровень  $^5D_4$  [6,7],  $\omega_0$  и  $\gamma$  – циклическая частота и ширина линии поглощения, взятые из экспериментального спектра,  $m$ ,  $e$  – масса и заряд электрона. Диэлектрическая проницаемость золота была взята из таблиц в справочнике CRC [8].

Фактор Парселла определялся как отношение локальных плотностей электромагнитных состояний в присутствии и отсутствии плазмонных наночастиц. Для этого вычислялась мощность излучения точечного дипольного источника. Локальная плотность состояний задается выражением:

$$\rho_\mu(\mathbf{r}, \omega) = \frac{6\omega}{\pi c^2} \{ \mathbf{n}_\mu \cdot \text{Im}[\bar{\mathbf{G}}(\mathbf{r}, \mathbf{r}, \omega)] \cdot \mathbf{n}_\mu \}, \quad (2)$$

где  $c$  – скорость света в вакууме,  $\mathbf{n}_\mu$  – единичный вектор в направлении дипольного момента,  $\mathbf{G}$  – полная тензорная функция Грина III рода для электрического поля.

Моделируемый источник представлял собой точечный диполь, расположенный в центре люминофора, с ориентацией вектора либо к центру золотой наночастицы (для одной сферы), либо вдоль оси, соединяющей центры двух золотых наночастиц. Исследуемый диапазон длин волн – 300–800 нм.

Коэффициент Ферстеровского переноса рассчитывался как интеграл перекрытия нормированного спектра люминесценции ионов  $Tb^{3+}$  и спектра поглощения золота в расчете на единичную мощность излучения:

$$P_{D \rightarrow A} = -\frac{1}{2} \iint_{V_A} \omega \varepsilon_i \varepsilon_0 |\mathbf{E}_A|^2 S_D(\omega) d\omega dV, \quad (3)$$

где индексы D и A соответствуют донору (ионы  $Tb^{3+}$ ) и акцептору (золотая наночастица),  $S(\omega)$  – нормированный спектр поглощения,  $\varepsilon_i$  – мнимая часть диэлектрической проницаемости материала акцептора,  $\mathbf{E}_A$  – напряженность поля в среде акцептора.

### Результаты и обсуждение

В работе проведено численное моделирование методом конечных разностей во временной области (FDTD) для изучения усиления излучения диполя в ЛНЧ в присутствии плазмонных наноструктур. Исследованы различные неэквивалентные конфигурации, включающие системы с 1–4 золотыми наночастицами (Au), окружающими ЛНЧ, а также нанокластеры ЛНЧ, расположенные вблизи золотой подложки. Всего проанализировано 26 конфигураций, из которых 7 учитывали влияние подложки.

Разработанная методика позволяет количественно оценить усиление скоростей радиационных и нерадикационных переходов, что имеет важное значение для повышения чувствительности сенсоров на основе коллоидных растворов ЛНЧ. Ключевым результатом исследования является доминирование эффекта Парселла над нерадикационными потерями, обусловленными ферстеровским энергетическим обменом, для системы, состоящей из ЛНЧ диаметром 20 нм и золотой наночастицы размером 90 нм, независимо от расстояния между ними.

На обобщающей диаграмме (рис. 1) представлены значения фактора Парселла для всех смоделированных конфигураций. В большинстве случаев основной пик плазмонного резонанса наблюдается в зеленой области спектра, однако из-за сильной неоднородности электромагнитного поля вблизи контактов наночастиц в спектрах присутствуют дополнительные резонансные моды на других длинах волн.

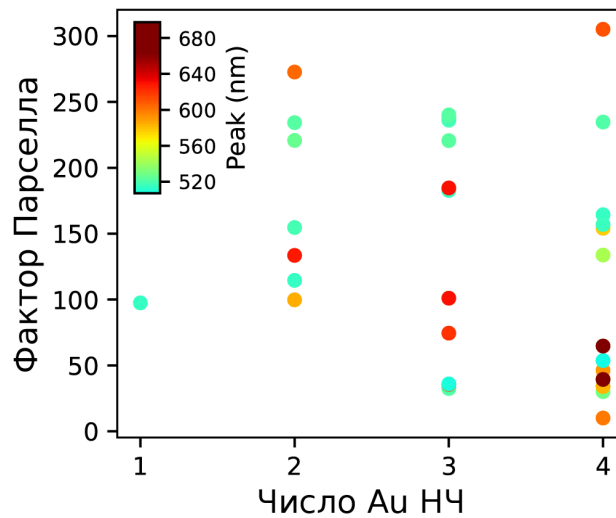


Рис. 1. Диаграмма, показывающая величину фактора Парселла для нанокластеров с различным количеством частиц Au. Цветовая шкала соответствует положению пиков плазмонного резонанса

Моделирование показало, что коэффициент Парселла для одиночной золотой наночастицы составляет  $\sim 100$ , тогда как для димерных конфигураций при параллельной ориентации дипольного момента относительно оси димера достигает значений порядка 300. Введение третьей и последующих наночастиц не приводит к значительному росту коэффициента усиления. При этом вероятность образования устойчивых мультимерных кластеров в коллоидном растворе в случае, когда они не слипаются, уменьшается с ростом числа частиц. Нанокластеры с большим количеством частиц, а также системы на золотой подложке, демонстрируют возбуждение плазмонных резонансов в различных областях видимого спектра. Интересно, что присутствие молекул аналита вблизи ЛНЧ в таких структурах вызывает небольшие изменения спектральной зависимости фактора Парселла, что открывает перспективы для разработки высокочувствительных биосенсоров на основе гибридных систем ЛНЧ – плазмонные наночастицы.

Полученные результаты позволяют прогнозировать среднее значение фактора усиления и определять конфигурации, обеспечивающие максимальный вклад в усиление люминесценции при различных соотношениях концентраций золотых наночастиц и ЛНЧ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Control of upconversion luminescence by gold nanoparticle size: from quenching to enhancement / D. Mendez-Gonzalez, S. Melle, O. G. Calderon [et al.] // *Nanoscale*. – 2019. – Vol. 11, No. 29. – P. 13832–13844.
2. Enhancement of the YAG: Ce, Yb down-conversion emission by plasmon resonance in Ag nanoparticles / M. Kushlyk, V. Tsiumra, Y. Zhydachevskyy [et al.] // *J. Alloys Compd.* – 2019. – Vol. 804. – P. 202–212.
3. Purcell E.M. Spontaneous emission probabilities at radio frequencies / E.M. Purcell // *Confined Electrons and Photons: New Physics and Applications*. – Springer, 1995. – P. 839–839.
4. Förster T. Zwischenmolekulare energiewanderung und fluoreszenz / T. Förster // *Ann. Phys.* – 1948. – Vol. 437, No. 1–2. – P. 55–75.
5. Energy transfer cassettes based on organic fluorophores: construction and applications in ratiometric sensing / J. Fan, M. Hu, P. Zhan, X. Peng // *Chem. Soc. Rev.* – 2013. – Vol. 42, No. 1. – P. 29–43.
6. Seregina E.A. Spectral and luminescent characteristics of trivalent lanthanide ions in a  $\text{POCl}_3\text{-SnCl}_4$  inorganic solvent / E.A. Seregina, A.A. Seregin, G.V. Tikhonov // *Opt. Spectrosc.* – 2014. – Vol. 116, No. 3. – P. 438–453.
7. Judd-Ofelt analysis of  $\text{Tb}^{3+}$  and upconversion study in  $\text{Yb}^{3+}\text{-Tb}^{3+}$  co-doped calibo glasses / I.A.A. Terra, L. J. Borrero-Gonzalez, J.M.P. Almeida [et al.] // *Quimica Nova*. – 2020. – Vol. 43. – P. 188–193.
8. Ramble J.R. Handbook of chemistry and physics. – 2021.

## СПЕКТРАЛЬНО-КИНЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИЗАЦИЯ НАНОЧАСТИЦ $\text{CeF}_3\text{-Tb}_3\text{-YF}_3$ ДЛЯ ЛЮМИНЕСЦЕНТНОЙ ТЕМПЕРАТУРНОЙ СЕНСОРИКИ

*Калиниченко С.И.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Пудовкин М.С.*

Температура является важнейшим фактором, влияющим на физические, химические и функциональные свойства большинства наноматериалов. В связи с растущей тенденцией к миниатюризации электронных устройств и к детальному изучению биологических объектов, в которых невозможно контактное измерение температуры с помощью обычного термометра (биологическая клетка, микро- и наноразмерные элементы электрических цепей), актуальной становится разработка бесконтактных температурных сенсоров с микро- и наноразмерным пространственным разрешением [1–2]. Чтобы проводить точные и достоверные измерения, необходимо, чтобы люминесцентные свойства наноматериалов были высокочувствительны к температуре [3].

Объектом исследования в данной работе были наночастицы  $\text{Ce}_{0.5}\text{Y}_{0.5-x}\text{Tb}_x\text{F}_3$  ( $X = 0,001, 0,002, 0,005, 0,01$  и  $0,05$ ), синтезированные методом соосаждения из водных растворов при комнатной температуре с последующей микроволновой обработкой [4]. Полученные наночастицы твердых растворов имели средний диаметр  $20 \pm 1$  нм и гексагональную фазу, соответствующую матрице  $\text{CeF}_3$ . Возбуждение осуществлялось с помощью лазера с длиной волны 266 нм, 4-й гармоники YAG:Nd лазера из Lotis III LS-2147, (длительность импульса и его повторение составляли 10 нс и 10 Гц соответственно). Спектры регистрировались с помощью ПЗС-спектрометра фирмы Stellar Net (спектральное разрешение 0,5 нм).

Нормированные спектры люминесценции на пик 266 нм наночастиц  $\text{Ce}_{0.5}\text{Y}_{0.5-x}\text{Tb}_x\text{F}_3$  ( $X = 0$ ), обнаруженные в диапазоне температур 293–513 К, представлены на рис. 1. Видно, что интенсивность люминесценции иона  $\text{Ce}^{3+}$  заметно уменьшаются с увеличением температуры, что может быть объяснено эффективным электрон-фононным взаимодействием.

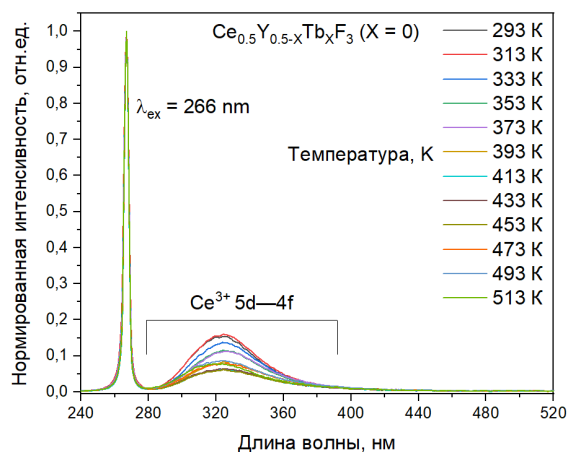


Рис. 1. Нормированные спектры люминесценции на пик 266 нм наночастиц  $\text{Ce}_{0.5}\text{Y}_{0.5-x}\text{Tb}_x\text{F}_3$  ( $X = 0$ ) в диапазоне температур 293–513 К. Длина волны возбуждения 266 нм соответствует полосе поглощения  $\text{Ce}^{3+} - 4f - 5d$

Зависимость кривых затухания люминесценции от температуры образца  $\text{Ce}_{0.5}\text{Y}_{0.5-x}\text{Tb}_x\text{F}_3$  ( $X = 0$ ) относительно сложны (рис. 2).

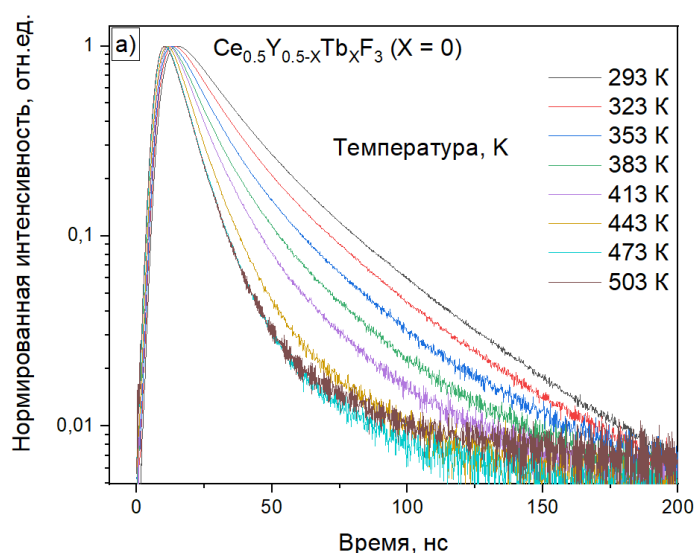


Рис. 2. Кривые затухания люминесценции  $\text{Ce}^{3+}$ -излучения наночастиц  $\text{Ce}_{0.5}\text{Y}_{0.5-x}\text{Tb}_x\text{F}_3$  ( $X = 0$ ), обнаруженных в диапазоне температур 293–513 К. Обнаруженное излучение соответствует переходу излучения  $5d - 4f$  для  $\text{Ce}^{3+}$

Из-за сложного состава образцов кинетики затухания люминесценции  $\text{Ce}^{3+}$  не являются экспоненциальными. Однако можно видеть, что оба образца демонстрируют снижение скорости затухания люминесценции с повышением температуры во всем температурном диапазоне. Такое явление обычно объясняется сильной электрон-фононной связью иона  $\text{Ce}^{3+}$  из-за незэкранированной  $5d$ -оболочки.

Поскольку кривые времени затухания люминесценции неэкспоненциальны, были рассчитаны эффективные времена затухания люминесценции более низких уровней  $^2D_{3/2}$  ( $5d$  – оболочка) иона  $\text{Ce}^{3+}$  в наночастицах  $\text{Ce}_{0.5}\text{Y}_{0.5-x}\text{Tb}_x\text{F}_3$  в диапазоне температур 293–513 К [5].

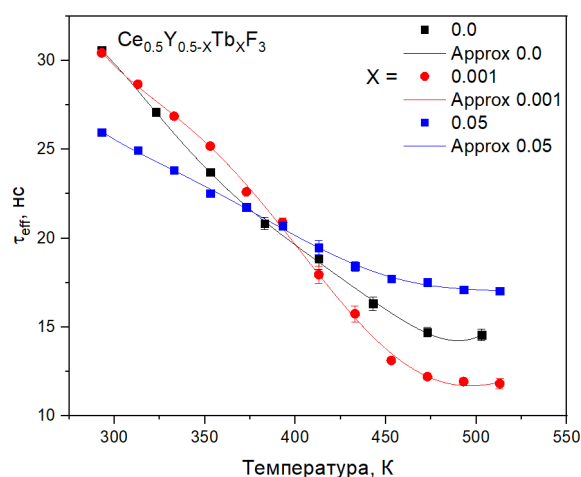


Рис. 3. Эффективные времена затухания люминесценции  $\tau_{\text{eff}}$  в зависимости от температуры для образцов  $\text{Ce}_{0.5}\text{Y}_{0.5-x}\text{Tb}_x\text{F}_3$  ( $X = 0; 0,001$  и  $0,05$ )

Наблюдаемое явление требует дополнительного изучения. Однако можно предположить, что для образца без иона  $\text{Tb}^{3+}$  здесь время жизни люминесценции  $\text{Ce}^{3+}$  эффективно уменьшается с ростом температуры из-за сильной электрон-фононной связи, которая способствует термическому тушению иона  $\text{Ce}^{3+}$  самого по себе. После легирования  $\text{Tb}^{3+}$  появляется дополнительный канал опустошения возбужденного состояния иона  $\text{Ce}^{3+}$ . Вероятно, этот ка-

нал (передача энергии от  $\text{Ce}^{3+}$  к  $\text{Tb}^{3+}$ ) уменьшает эффективность тушения  $\text{Ce}^{3+}$  за счет электрон-фононной связи, и температурная зависимость времени жизни становится менее ярко выраженной.

Спектрально-кинетическую характеристику наночастиц  $\text{Ce}_{0.5}\text{Y}_{0.5-x}\text{Tb}_x\text{F}_3$  ( $X = 0,001, 0,002, 0,005, 0,01$  и  $0,05$ ) проводили в диапазоне температур 293–523 К. Использовалось отношение интегральных интенсивностей люминесценции (LIR) полос  $\text{Ce}^{3+}$  и  $\text{Tb}^{3+}$  в качестве параметра, зависящего от температуры. Функции LIR затухают с повышением температуры для различных концентраций ионов  $\text{Tb}^{3+}$  (рис. 4.).

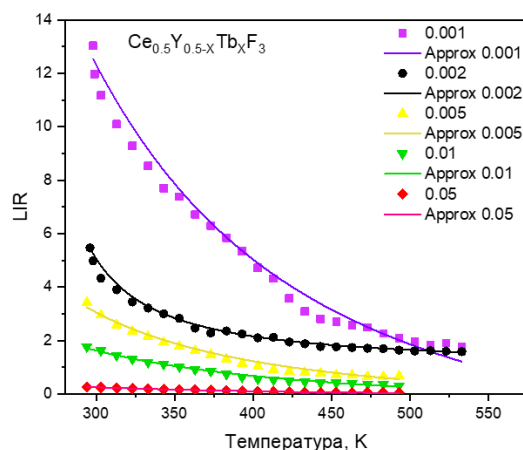


Рис. 4. Аппроксимированные зависимости LIR ( $I_{\text{Ce}}/I_{\text{Tb}}$ ) для наночастиц  $\text{Ce}_{0.5}\text{Y}_{0.5-x}\text{Tb}_x\text{F}_3$  ( $X = 0,001, 0,002, 0,005, 0,01$  и  $0,05$ )

Действительно, с повышением температуры происходит передача энергии от  $\text{Ce}^{3+}$  к  $\text{Tb}^{3+}$  при участии фононов. Рост эффективности этого процесса приводит к ускорению опустошения возбужденного состояния иона  $\text{Ce}^{3+}$ . В результате население уровня  $^5\text{D}_4$   $\text{Tb}^{3+}$  увеличивается, что способствует более интенсивной люминесценции тербия. Этот механизм объясняет наблюдаемое усиление свечения  $\text{Tb}^{3+}$  при нагреве образца. Таким образом, отношение  $I_{\text{Ce}}/I_{\text{Tb}}$  уменьшается.

Однако форма спада функции LIR уменьшается с увеличением концентрации  $\text{Tb}^{3+}$ . Было высказано предположение, что это явление связано с наличием двух конкурирующих процессов, заполняющих состояние  $^5\text{D}_4$   $\text{Tb}^{3+}$ . Наблюдаются безызлучательный переход с уровня  $^5\text{D}_3$  на  $^5\text{D}_4$  иона  $\text{Tb}^{3+}$  при помощи фононов и перекрестная релаксация между ионами  $\text{Tb}^{3+}$ , эффективность которой слабо зависит от температуры. При повышении концентрации ионов  $\text{Tb}^{3+}$ , происходит вклад в населения уровня  $^5\text{D}_4$  за счет менее зависящего от температуры процесса перекрестной релаксации. Это приводит к снижению скорости затухания функции LIR.

Проведя исследования для изучения температурных механизмов данных нанообъектов, мы получили конкурентные значения температурных чувствительностей. Абсолютная и относительная температурная чувствительность составили  $0,09 \text{ K}^{-1}$  и  $1,05 \% \cdot \text{K}^{-1}$  при 303 К, соответственно. Более того были получены высокие значения температурного разрешения  $\delta T$ , которые находятся в диапазоне 0,2–0,8 К.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Brites C.D.S. Thermometry at the nanoscale / C.D.S. Brites et al. // *Nanoscale*. Royal Society of Chemistry. – 2012. – Vol. 4. – No. 16. – P. 4799–4829.
2. Jaque D. Luminescence nanothermometry / D. Jaque, F. Vetrone // *Nanoscale*. Royal Society of Chemistry. – 2012. – Vol. 4. – No. 15. – P. 4301–4326.
3. Wang X. Luminescent probes and sensors for temperature / X. Wang, O.S. Wolfbeis, R.J. Meier // *Chem. Soc. Rev.* Royal Society of Chemistry. – 2013. – Vol. 42. – No. 19. – P. 7834–7869.
4. Li C. Hydrothermal synthesis of lanthanide fluorides  $\text{LnF}_3$  (Ln= La to Lu) nano-/microcrystals with multiform structures and morphologies / C. Li, J. Yang, P. Yang, H. Lian, J. Lin // *Chemistry of Materials*. – 2008. – Vol. 20. – No. 13. – P. 4317–4326.
5. Dramićanin M.D. Self-referenced luminescence thermometry with  $\text{Sm}^{3+}$  doped  $\text{TiO}_2$  nanoparticles / M.D. Dramićanin, Antić, S. Čulubrk, S.P. Ahrenkiel, and J.M. Nedeljković // *Nanotechnology*. – 2014. – Vol. 25. – No. 48. – P. 485501.

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ И УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ТРЕХМЕРНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ КОНФОКАЛЬНОЙ МИКРОСКОПИИ

*Косач П.А.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, стар. науч. сотрудник Зверев Д.Г.*

### Введение

Современные биомедицинские исследования нуждаются в методах высококачественной визуализации трехмерных структур с разрешением на субмикронном уровне. Хотя конфокальная микроскопия считается стандартным методом в данной области, она имеет ряд принципиальных ограничений: дифракционный предел, засветку изображения и шум детекторной системы. Эти ограничения становятся особенно существенными при исследовании динамических процессов в живых клетках и тканях, где невозможно улучшить качество изображения путем увеличения интенсивности свечения или времени экспозиции.

Существующие аппаратные методы повышения разрешения, такие как STED [1], требуют дорогостоящего переоборудования и неприменимы к уже используемым конфокальным микроскопам. В данной работе предлагается программное решение данной проблемы посредством модификации классического алгоритма Ричардсона – Люси. Предлагаемая модификация заключается во введении в классический алгоритм адаптивной градиентно-взвешенной регуляризации.

### Материалы и методы

Для эксперимента использовался образец из люминофорных частиц  $\text{NaYF}_4:\text{Yb}$  (18 %),  $\text{Er}$  (2 %), изготовленный научной группой КазНЦ РАН [2, 3]. Тестовая структура из частицы была сформирована на поверхности покровного стекла, при помощи атомного силового микроскопа (АСМ).

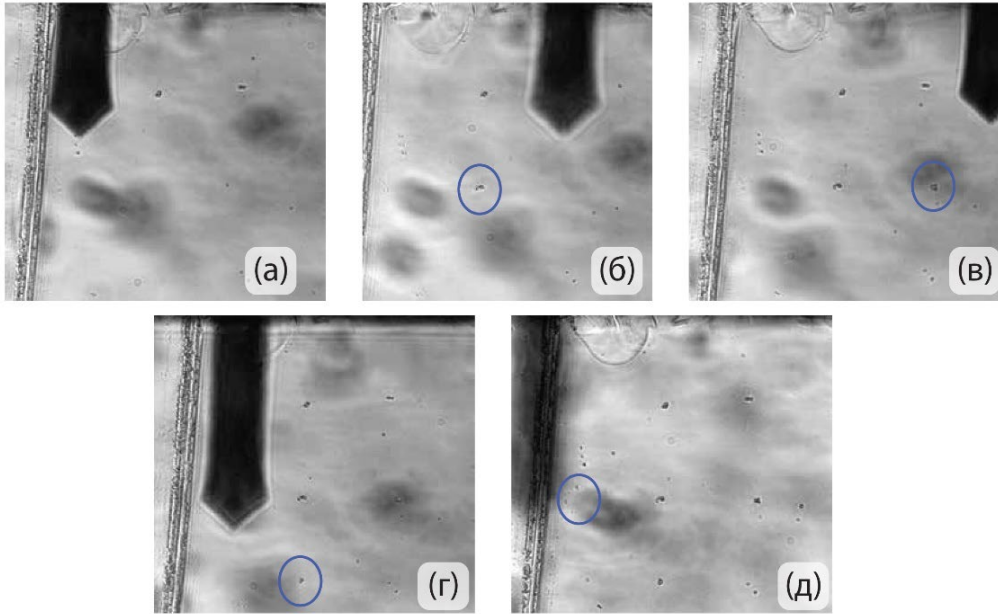


Рис. 1. Последовательность оптических изображений, полученных во время создания тестовой структуры в виде креста, состоящего из 5 агломератов апконверсионных частиц. Область с одной частицей вверху (а), добавление центральной точки фигуры (б), добавление крайней

В результате сканирования образца с помощью конфокального оптического микроскопа (КОМ), формировался массив данных, представляющий зависимость интенсивности люминесценции от координат центра фокального пятна. Полученные данные – это трехмерная матрица значений интенсивности люминесценции.

В качестве метода обработки изображений использовался алгоритм Ричардсона – Люси [2, 3]. Это итерационный алгоритм, формула которого выглядит следующим образом:

$$\tilde{f}_{k+1} = \tilde{f}_k \left( \frac{g}{\tilde{f}_k \otimes p} \otimes \hat{p} \right). \quad (1)$$

Для стабилизации численного решения и подавления артефактов усиления шума при многократных итерациях применяются различные методы регуляризации. Например, частым методом регуляризации является регуляризация Тихонова [1]. Ее применении в алгоритме Ричардсона – Люси приводит к следующему виду итерационной формулы:

$$\tilde{f}_{k+1} = \frac{\tilde{f}_k}{1 - \lambda \Delta \tilde{f}_k} \left( \frac{g}{\tilde{f}_k \otimes p} \otimes \hat{p} \right). \quad (2)$$

Однако, как показывают экспериментальные данные, такой подход демонстрирует ограниченную эффективность в задачах, требующих агрессивного подавления шумовой компоненты.

Для решения этой проблемы нами предложена модифицированная схема регуляризации, основанная на адаптивном весовом коэффициенте:

$$\tilde{f}_{k+1} = \frac{\tilde{f}_k}{1 + \alpha * W(\nabla g) * |\tilde{f}_k - g|} \left( \frac{g}{\tilde{f}_k \otimes p} \otimes \hat{p} \right) \quad (3)$$

$$W(\nabla g) = e^{\left( -\frac{|\nabla g|^2}{\delta^2} \right)},$$

где  $W(\nabla g)$  – весовая функция, зависящая от градиента исходного изображения  $g$ ,  $\alpha$  – коэффициент, определяющий силу регуляризации, а  $\delta$  – параметр чувствительности метода регу-



ляризации к градиенту. Ключевой особенностью предложенного метода является его адаптивный характер: в областях с резкими яркостными перепадами (границы объектов) алгоритм сохраняет свойства классического метода Ричардсона – Люси, тогда как в зонах с плавными пространственными вариациями яркости достигается значительное подавление шумовой компоненты.

### Результаты

Результаты обработки данных представлены на рис. 2 и 3, где наблюдается значительное повышение разрешения изображения после применения деконволюции. Использование регуляризации Тихонова (рис. 2Б и 3Б) привело к существенному уменьшению эффекта размытия и снижению уровня фонового шума. Тем не менее, в соответствии с теоретическими ожиданиями, данный метод не обеспечивает полного подавления шумовой составляющей, что обусловлено свойствами его регуляризирующего функционала.

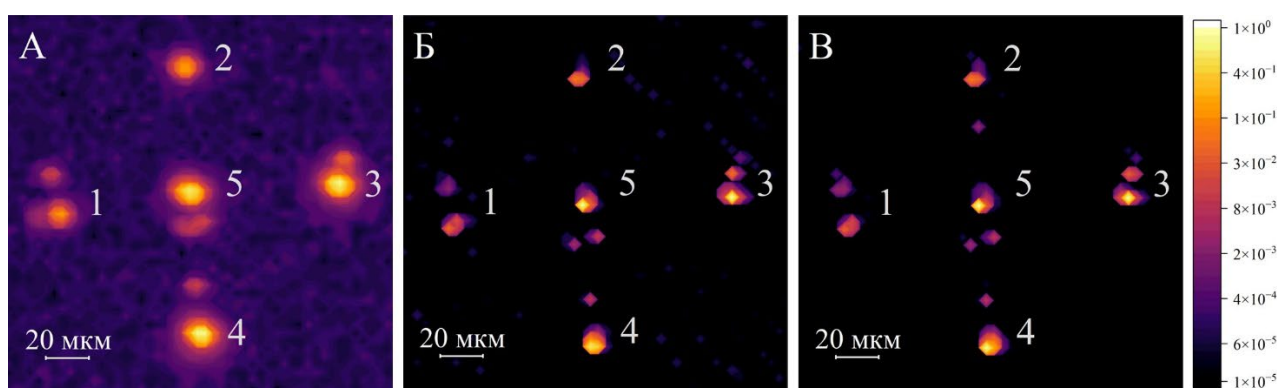


Рис. 2. Изображение скопления кристаллов в плоскости XY; (А) Изображение до деконволюции; (Б) Изображение после деконволюции с использованием регуляризации Тихонова; (В) Изображение после деконволюции с использованием градиентно-взвешенной регуляризации

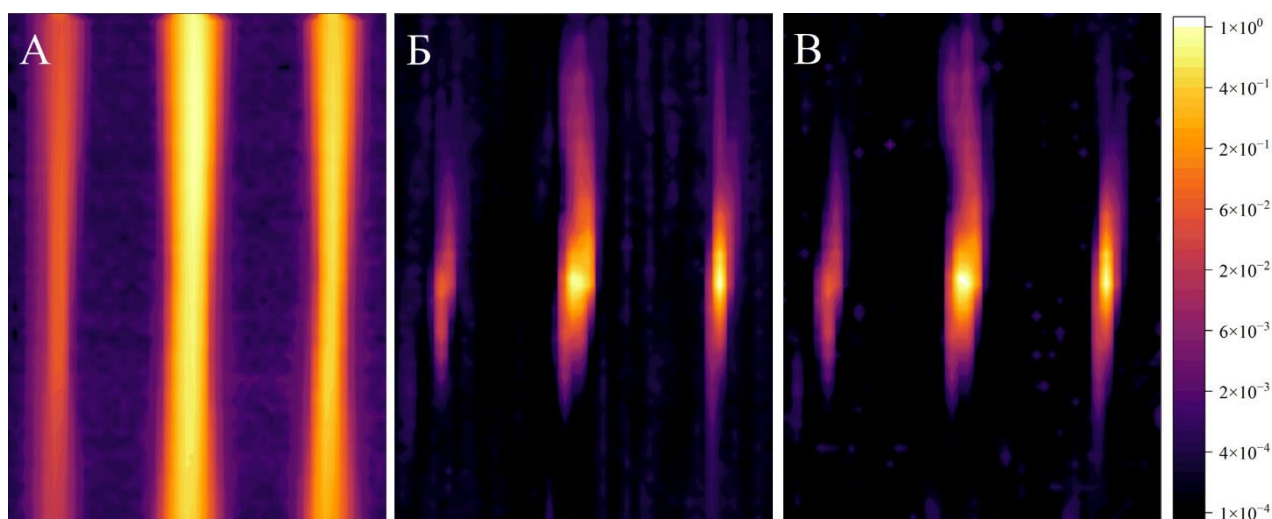


Рис. 3. Изображение скопления кристаллов в плоскости XZ; (А) Изображение до деконволюции; (Б) Изображение после деконволюции с использованием регуляризации Тихонова; (В) Изображение после деконволюции с использованием градиентно-взвешенной регуляризации

Проведенная деконволюция с использованием предложенного алгоритма демонстрирует более выраженное подавление шумовых компонентов, что наглядно иллюстрируется на рис. 2В и 3В. Однако следует отметить, что данный метод характеризуется меньшей устойчивостью по сравнению с традиционной регуляризацией Тихонова. В частности, на рис. 2В между частицами 2 и 5 наблюдается возникновение импульсного шума, что указывает на сниженную стабильность предложенного метода регуляризации. В итоге, применение алгоритмов привело к повышению разрешения изображения. В табл. 1 представлены абсолютные погрешности измерений и то, во сколько раз удалось повысить разрешение изображения.

Таблица 1

Погрешности измерения размеров люминесцентных объектов

<b>До алгоритма Ричардсона – Люси</b>		
$\Delta x_0$ , мкм	$\Delta y_0$ , мкм	$\Delta z_0$ , мкм
6,3	5,31	23,06
<b>Алгоритм с регуляризацией Тихонова</b>		
$\Delta x$ , мкм	$\Delta y$ , мкм	$\Delta z$ , мкм
3,77	2,91	2,4
<b>Алгоритм с градиентно-взвешенной регуляризацией</b>		
$\Delta x$ , мкм	$\Delta y$ , мкм	$\Delta z$ , мкм
3,73	2,8	2,35
<b>После алгоритма с регуляризацией Тихонова</b>		
$\Delta x_0/\Delta x$	$\Delta y_0/\Delta y$	$\Delta z_0/\Delta z$
1,67	1,82	9,6
<b>После алгоритма с адаптивной градиентно-взвешенной регуляризацией</b>		
$\Delta x_0/\Delta x$	$\Delta y_0/\Delta y$	$\Delta z_0/\Delta z$
1,69	1,89	9,82

### Заключение

Таким образом, в работе разработан новый подход, сочетающий алгоритм Ричардсона – Люси с адаптивной градиентно-взвешенной регуляризацией. Анализ результатов выявил: регуляризация Тихонова дает равномерное подавление шума, в то время как предложенный подход обеспечивает более сильное воздействие на шумовую компоненту вдали от объектов. Однако повышенная агрессивность обработки приводит к снижению устойчивости алгоритма, что может приводить к появлению артефактов.

Таким образом, результаты предложенной математической обработки демонстрируют значительное улучшение разрешения: в 2 раза по латеральным направлениям (до 3–4 мкм) и почти в 10 раз по аксиальному (до 2,4 мкм). Такое разрешение, достигнутое при восстановлении изображений тестовых структур с апконверсионными частицами  $\text{NaYF}_4:\text{Yb},\text{Er}$ , является достаточным для практических задач, учитывая типичные размеры биологических клеток (10–50 мкм). Особенно важно, что разработанный метод позволяет сохранять детализацию вблизи объектов при эффективном подавлении шумов, что подтверждается как визуальным анализом изображений, так и исследованием коррелирующих матриц.

Автор благодарен субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности – FZSM-2024-0010. Мы также выражаем благодарность сотрудникам федерального исследовательского центра КазНЦ Митюшкину Е.О. и Нургазизову Н.И. за синтез образца и Нурутдиновой Л.А. за проведенные измерения на конфокальном микроскопе.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Dey N. 3D Microscopy Deconvolution using Richardson-Lucy Algorithm with Total Variation Regularization / N. Dey, L. Blanc-Feraud, C. Zimmer, P. Roux. [Research Report] RR-5272. – INRIA. 2004. – P.71.
2. Lucy L.B. An iterative technique for the rectification of observed distributions / L.B. Lucy // The Astronomical Journal. – 1974. – Vol. 79. – P. 745.
3. Richardson W. Bayesian-Based Iterative Method of Image Restoration / W. Richardson // Journal of the Optical Society of America. – 1972. – Vol. 62. – P. 55–59.
4. Schermelleh L. A Guide to Super-Resolution Fluorescence Microscopy / L. Schermelleh, R. Heintzmann, H. Leonhardt // The Journal of cell biology. – 2010. – Vol. 190. – P. 165–75.
5. Жарков Д.К. Гидротермальный синтез апконверсионных наночастиц NaYF<sub>4</sub>:Yb,Er и модификация их поверхности для использования в роли биосенсоров / Д.К. Жарков, Е.О. Митюшкин, А.В. Леонтьев // Известия РАН. Серия физическая. – 2023. – Т. 87. – С. 1724–1729.
6. Жарков Д.К. Наночастицы [Ru(dipy)<sub>3</sub>]<sup>2+</sup>@SiO<sub>2</sub> как термосенсоры и зонды для люминесцентной томографии биопрепаратов / Д.К. Жарков, Е.О. Митюшкин, А.В. Леонтьев // Известия РАН. Серия физическая. – 2024.

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ХУДОЖЕСТВЕННО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ДРАМАТУРГИИ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ

*Купцов А.А.*

*Научный руководитель – д-р пед. наук, профессор Мингазов Р.Х.*

**Аннотация.** В статье описывается собственный опыт по разработке материалов для применения и реализации метода художественно-педагогической драматургии. Включение его в учебный процесс.

**Ключевые слова:** метод художественно-педагогической драматургии, средняя школа, физика, сценарий урока, клиповое мышление.

Завладение вниманием школьников – одна из основных задач современного педагога. В современном мире с его бесконечным потоком информации, доступом ко всем данным мира, благодаря сети Интернет, у школьников формируется так называемое клиповое мышление. Дети с подобным стилем когнитивной деятельности обладают сниженным уровнем концентрации, внимания и тяжело улавливают роль контекста, как смысловой связи между явлениями, фрагментами или событиями.

Педагогам приходится бороться за внимание школьников с подобным стилем мышления, но это дается не так просто. Основная проблема – низкий уровень концентрации и вовлеченности в образовательный процесс у обучающихся. Для преодоления дан-

ного барьера призывают использовать интерактивные методы современной педагогики. Интерактивность – постоянное систематическое взаимодействие обучающегося и преподавателя и обучаемых между собой в учебном процессе.

Используя интерактивные технологии, мы можем решить сразу несколько проблем, которые касаются клипового мышления. Данные методы основаны на непосредственной вовлеченности ученика в процесс, создании контекста и дополнительных ассоциативных связей.

Интерактивная технология, которую мы использовали в своем исследовании называется «метод художественно-педагогической драматургии». Он соединяет в себе законы развития действия в искусстве (прежде всего в драматургии) и законы построения школьного урока как единого художественно-педагогического целого. За основу был взят опыт Фунтусова В.П. в театре, и его идеи были интерпретированы в контексте школьной педагогики и применения данных методов на уроках физики. Кроме того, мы опирались на исследование Габитовой Л.Х., Габитова А.И. и Шаяхметовой Л.Х., которые изучали влияние драма-технологии на формирование коммуникативных навыков.

Целью исследования стало повышение заинтересованности обучающихся в изучении физики с использованием метода художественно-педагогической драматургии.

При проведении исследования были использованы следующие методы: теоретические (анализ, формализация, обобщение); экспериментальные (наблюдение, дидактический эксперимент), математические (статистическая обработка данных).

Перед началом эксперимента выделилось две группы: 25 учеников в экспериментальной группе, 27 учеников в контрольной группе. Все участники учатся в 7 классе.

Во время подготовки к эксперименту мы посетили 3 урока физики в каждом из классов и провели первичную диагностику. Она выявила, что средняя вовлеченность в группах отличается незначительно (35,1 из 60 баллов – в экспериментальной, 34,8 из 60 баллов – в контрольной (разница  $\approx 0,8\%$ ), поэтому считаем, что на начало эксперимента обе группы были одинаково предрасположены к изучению физики.

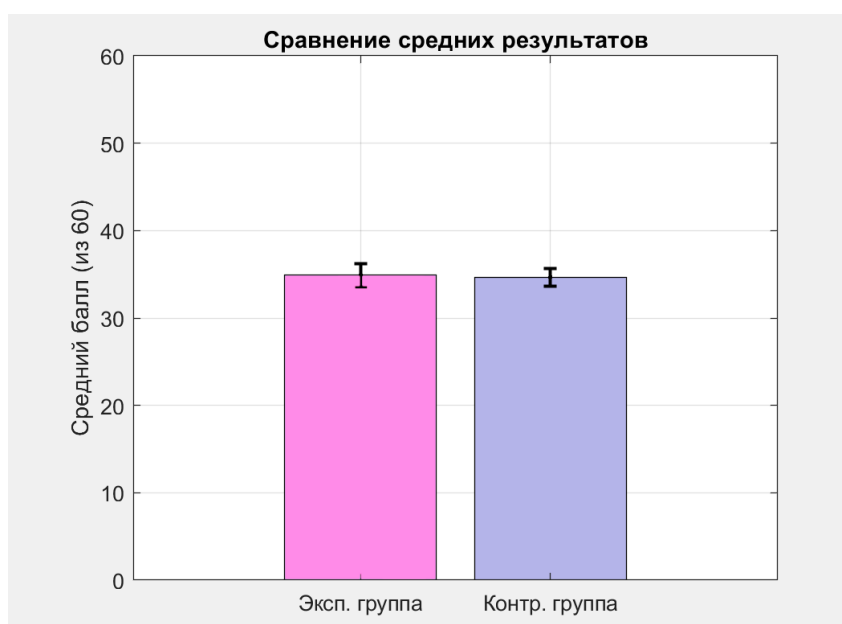


Рис. 1. Результаты диагностики до проведения эксперимента

Суть эксперимента состояла в том, что на уроках физики по темам «Энергия», «Потенциальная и кинетическая энергия», «Преобразование одного вида механической энергии в другую» мы с учениками разыгрывали различные сценки. Дети по ролям отыгрывали заранее подготовленный сценарий урока, который был выстроен так, чтобы соответствовать следующим критериям:

- 1) взаимодействие учеников между собой;
- 2) взаимодействие учеников с материалами и физическим оборудованием;
- 3) вовлеченность каждого обучающегося в процесс «отыгрыша» не менее, чем на 30 % времени сцены;
- 4) формирование контекста для различных физических явлений и процессов в головах учащихся;
- 5) встроенность материала урока в процесс отыгрыша.

Во время апробации материала выявился ряд проблем, с которыми сталкивается педагог при применении метода художественно-педагогической драматургии:

- 1) некоторые ученики не хотят принимать участие в отыгрыше;
- 2) низкий уровень театральной подготовленности и актерского мастерства;
- 3) стеснение учеников перед сверстниками.

Решить данные проблемы получилось следующими способами:

1. Предложить ученикам такие роли, которые им понравятся. Например, в ходе эксперимента появились такие персонажи, как «активный слушатель», «сценарист» и «писарь».

2. При работе с данной проблемой рекомендуется отводить ученикам с низким уровнем актерского мастерства меньшие роли, а артистичным и раскрепощенным школьникам давать роли с большим объемом слов.

3. Данное стеснение проходит, когда дети начинают вовлекаться в процесс. Нужно сделать так, чтобы подобные занятия стали для ребят привычными и понятными, т. е. необходимо систематически с достаточной частотой применять данный метод на занятиях.

По результатам повторной диагностики были получены следующие результаты: рост мотивации к изучению физики в средней школе участников экспериментальной группы на 11,3 % (39,1 из 60 баллов (рис. 2)).

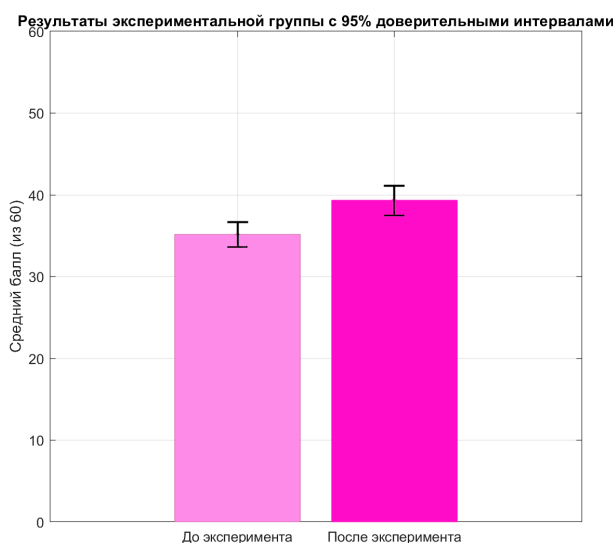


Рис. 2. Результаты диагностики после проведения эксперимента.  
Экспериментальная группа

Результаты парного t-теста:  $t(24) = -4,37$ ,  $p = 0,0002$ . Данные результаты означают, что изменения статистически значимы ( $p < 0,05$ ). Можно сделать вывод, что вмешательство оказало значимый эффект в экспериментальной группе.

Результаты контрольной группы изменились незначительно – 35,5 из 60 баллов (увеличились на 1,1 % (рис. 3)).

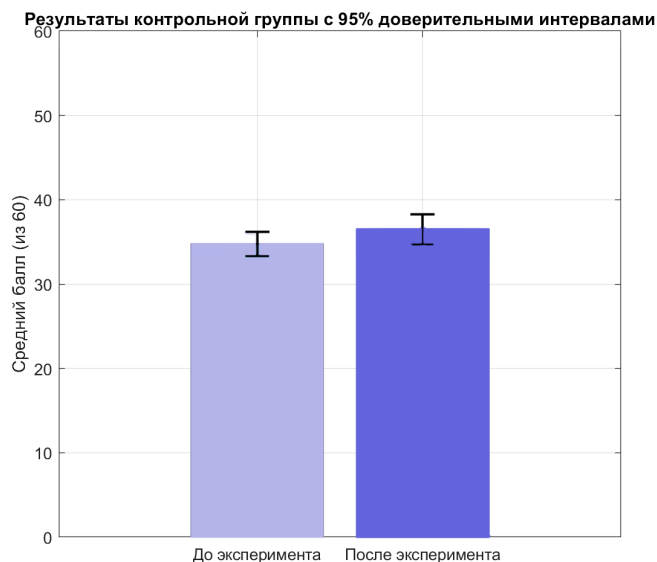


Рис. 3. Результаты диагностики после проведения эксперимента.  
Контрольная группа

По результатам парного t-теста:  $t(26) = -1,35$ ,  $p = 0,1894$ . Данные результаты означают, что изменения не достигли статистической значимости ( $p > 0,05$ ) и нет оснований утверждать, что вмешательство оказало значимый эффект в контрольной группе.

Исходя из полученных данных и статистического анализа, можем считать, что данный метод положительно влияет на мотивацию школьников к изучению физики в средней школе.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Габитова Л.Х., Габитов А.И., Шаяхметова Л.Х. Использование драматехнологии для формирования коммуникативных навыков / Л.Х. Габитова, А.И. Габитов, Л.Х. Шаяхметова // Проблемы современного педагогического образования. – 2023. – № 78-2. – С. 74–77.
2. Горбатьюк В.Ф. Интерактивные методы в современной педагогике / В.Ф. Горбатьюк // Вестник Таганрогского института имени А. П. Чехова. – 2012. – № 1с. – С. 8–15.
3. Фунтусов В.П. Интерактивные методы в театре, драматургии и сценической педагогике / В.П. Фунтусов // ТРУДЫ СПБГИК. – 2019. – С. 129–133.
4. Яскевич Н.А., Рыбин Е.А., Яскевич Р.А., Москаленко О.Л. Оценка взаимосвязи интернет-аддиктивного поведения и клипового мышления у школьников / Н.А. Яскевич, Е.А. Рыбин, Р.А. Яскевич, О.Л. Москаленко // Russian Journal of Education and Psychology. – 2023. – № 2. – С. 121–141.

5. Качество образования в российских университетах: что мы поняли в пандемию: Аналитический доклад / науч. ред. Е.А. Суханова, И.Д. Фрумин. – Томск: Издательство Томского государственного университета, 2021. – 46 с.

6. Щирский Г.Д., Азнабаев Р.А., Ахметова М.Ф. Клиповое мышление в жизни современного человека // Вестник науки. – 2024. – № 6. – С. 2031–2035.

7. Сегер Л. Как хороший сценарий сделать великим. Практическое руководство голливудского эксперта / Линда Сегер; [пер. с англ. И. Гуровой]. – М.: Альпина нон-фикшн, 2021. – 320 с.

8. Снайдер Б. Спасите котика! И другие секреты сценарного мастерства / Блейк Снайдер; [пер. с англ. М. Шалуновой]. – М.: Альпина нон-фикшн, 2021. – 264 с.

9. Желеева А.В. Диагностика мотивации школьников к изучению физики // Наука и школа. – 2015. – № 4. – С. 155–161.

## **ОЦЕНКА РАЗНОСТИ ТОЧНЫХ ЭФЕМЕРИД И КООРДИНАТ, ВЫЧИСЛЕННЫХ ПО ПАРАМЕТРАМ ОРБИТЫ, НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВ ГЛОНАСС, GPS, GALILEO, BEIDOU**

*Никитина Л.А.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Когогин Д.А.*

**Аннотация.** В данной работе реализуется сравнение геоцентрических координат навигационных спутников ГЛОНАСС, GPS, Galileo, BeiDou, рассчитанных по данным набора элементов орбиты, и точных эфемерид. Медиана разницы между координатами для ГНСС GPS составляет несколько десятков метров, для ГЛОНАСС, Galileo, BeiDou – несколько сотен метров. Для отдельных спутников разница между координатами может достигать 60 км. Функции плотности распределения для разниц координат различных ГНСС являются мультимодальными. Прогнозирование траектории движения спутников с достаточной точностью возможно за 7–10 дней до исследуемой даты.

**Ключевые слова:** ГЛОНАСС; GPS; Galileo; BeiDou; глобальные навигационные спутниковые системы; эфемериды.

### **Введение**

Глобальные навигационные спутниковые системы ГЛОНАСС, GPS, Galileo, BeiDou [1, 2] используются для навигации, определения точных координат объектов, находящихся на земле, в морских и воздушных пространствах, для исследования атмосферы Земли методом дистанционного зондирования. Данный метод применяется для изучения различных явлений, возникающих в ионосфере [3]. Для корректной работы метода необходимо определять точное положение навигационного спутника на орбите.

Координаты навигационных спутников можно определить, зная параметры орбиты. Также точные геоцентрические координаты, называемые эфемеридами, вычисляют различные исследовательские центры, такие как ГЛОНАСС, ESA, SOPAC, NASA.

Целью работы является оценка точности расчета местоположения навигационных спутников ГЛОНАСС, GPS, Galileo, BeiDou с помощью различных исходных данных. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: провести сравнительный анализ прогнозных траекторий движения навигационных спутников с их действительным перемещением.

## Сравнительный анализ геоцентрических координат

В данной работе проводится сравнительный анализ координат, рассчитанных по параметрам орбиты, и точных эфемерид за 2023 г. Набор элементов орбиты предоставляется центром space-track, точные эфемериды – ГЛОНАСС. Для проведения сравнения двух форматов данных sp3[4] и tle[5] были выбраны 37 дней в 2023 г. (каждые 1, 10 и 20 числа месяца + 30 декабря). Блок-схему расчета можно увидеть на рис. 1.

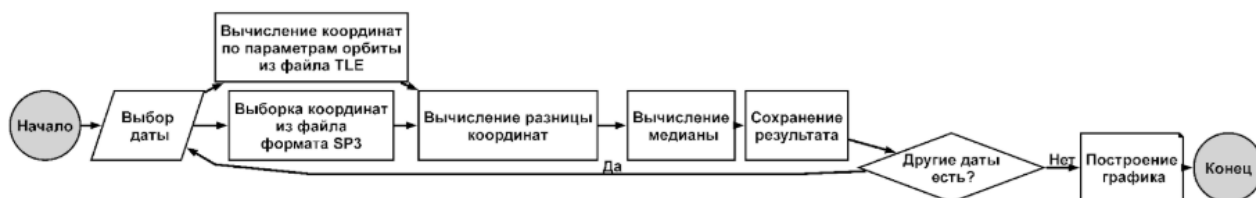


Рис. 1. Блок-схема алгоритма сравнения ECEF координат спутников ГНСС ГЛОНАСС, GPS, Galileo, BeiDou

Первый этап заключается в выборе даты и спутников, для которых осуществляется сравнение. Далее для выбранных спутников рассчитывается два набора координат, один по параметрам орбиты, второй из файла sp3. Следующим шагом вычисляется разница между соответствующими координатами. Затем берется медиана по всем спутникам за конкретный день. После проведения всех расчетов по полученным результатам строится график зависимости медианы разницы геоцентрических sp3 и tle координат x, y, z от даты. На рис. 2 представлен объединенный график для четырех ГНСС.

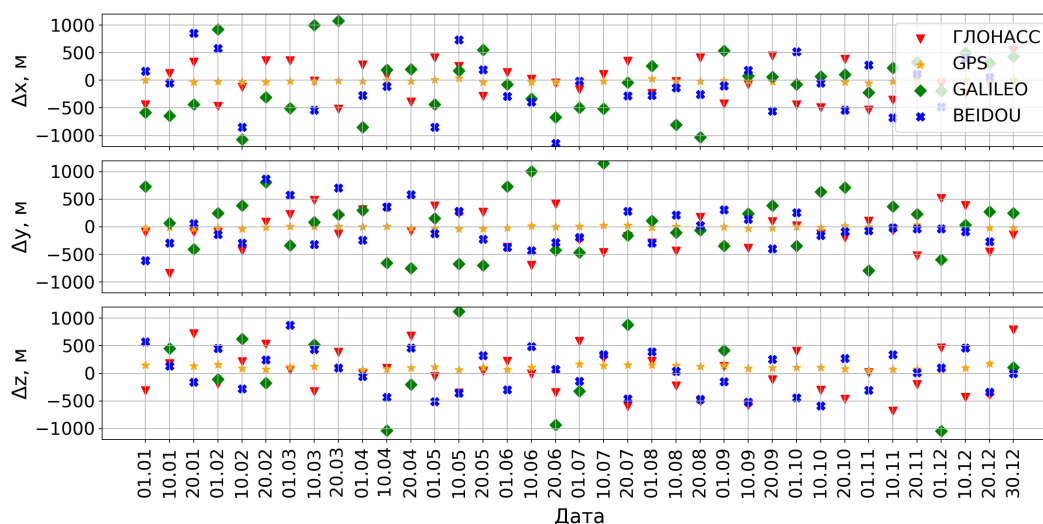


Рис. 2. График зависимости медианы разницы sp3 и tle координат x (верхняя панель), y (средняя панель), z (нижняя панель) от даты для четырех ГНСС ГЛОНАСС (красные маркеры), GPS (оранжевые маркеры), Galileo (зеленые маркеры), BeiDou (синие маркеры)

Таким образом, наименьшая разница между координатами, полученными с помощью двух форматов данных sp3 и tle, соответствует ГНСС GPS, наибольшая для BeiDou и Galileo.

Для детального рассмотрения отклонений точных эфемерид формата sp3 от модельных расчетов, вычисленных по файлу tle, были вычислены разницы координат x, y, z для



спутника ГЛОНАСС R01 за 10 апреля 2023 г. На рис. 3 представлен график зависимости разницы  $\Delta x$  и  $\Delta z$  от времени суток для выбранного спутника.

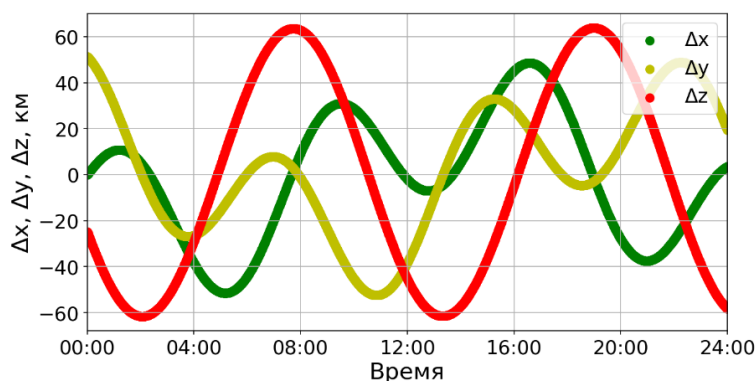


Рис. 3. График зависимости разницы координат  $x$  (зеленые маркеры),  $y$  (желтые маркеры),  $z$  (красные маркеры)  $\Delta x$  и  $\Delta z$  от времени суток для спутника ГЛОНАСС R01 за 10.04.2023

### Анализ данных

Для оценки разности геоцентрических координат  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , рассчитанных по параметрам орбиты и точных эфемерид, были построены функции плотности распределения. Для этого использовалась функция `hist()` из библиотеки Matplotlib языка программирования Python.

Гистограмма строится следующим образом:

1. Все данные разбиваются на ячейки (интервалы, bins). В нашем случае  $\text{bins} = 100$ .
2. Вычисляется частота попадания значения в этот интервал.
3. Каждый интервал строится в виде столбца, высота которого соотносится с частотой попадания в этот интервал.

На рис. 4 представлена функция плотности распределения разности координат для спутников ГЛОНАСС R01 за 2023 г.

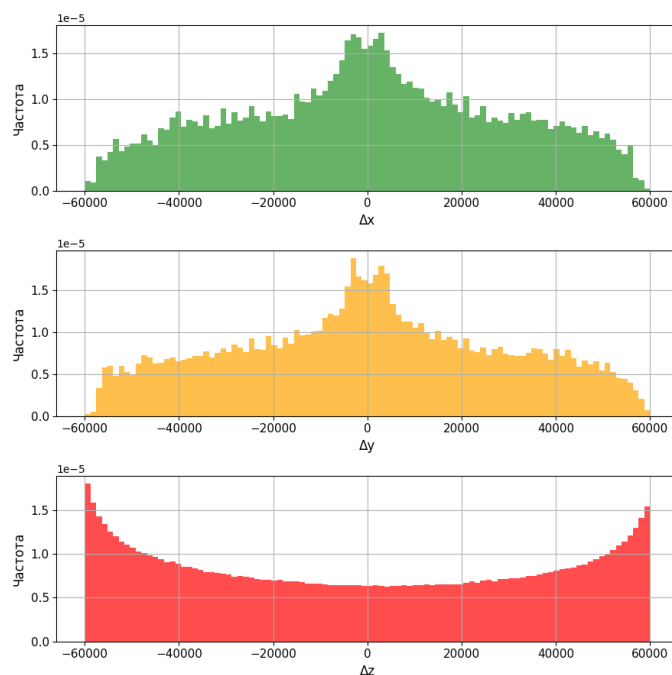


Рис. 4. График функции плотности распределения разности координат для спутника ГЛОНАСС R01 за 2023 г.

Оценивая полученные результаты, можно предположить, что плотности распределения разности геоцентрических координат  $x$ ,  $y$ ,  $z$  мультимодальные (на графике видно несколько ярко выраженных пиков), т. е. однозначно сказать, какое распределение, нельзя.

### Прогнозирование местоположения спутников

Прогнозирование положения спутников на орбите осуществляется с использованием файлов формата tle по блок-схеме, представленной на рис. 5.



Рис. 5. Блок-схема прогнозирования положения спутников на орбите

Первый шаг – это выбор спутников, для которых будет совершен прогноз, и даты, на которую выполняется прогноз, в работе в качестве примера была выбрана дата 1 апреля 2024 г. Вторым шагом вычисляются прогнозные координаты по параметрам орбиты, хранящимся в файле формата tle, и записываются в массив. Данное действие повторяется за каждые сутки до выбранной даты в течение месяца. Следующий шаг, после наступления исследуемой даты, – сравнение местоположений спутников. Оно заключается в вычислении медианы разницы прогнозных и точных координат. В данном случае за точное местоположение навигационного спутника берутся его координаты, вычисленные по файлам tle, после 1 апреля 2024 г. и эфемериды формата sp3. Завершающий шаг – построение графика зависимости медианы разницы прогнозных и точных координат  $x$ ,  $y$ ,  $z$  от даты для спутников ГЛОНАСС, GPS, GALILEO, BEIDOU.

Такой график для четырех ГНСС представлен на рис. 6. В левом столбце приведено сравнение с точными координатами tle, в правом – sp3. По вертикальным осям указаны медианы разницы между прогнозными и точными координатами  $x$ ,  $y$  и  $z$  соответственно.

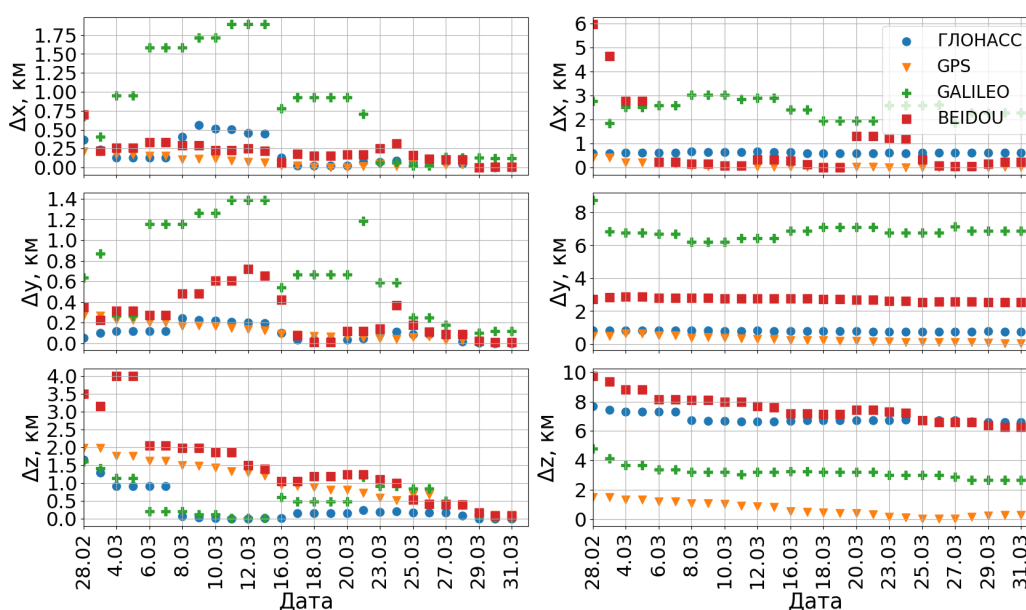


Рис. 6. График зависимости медианы разницы прогнозных и точных координат  $x$  (зеленые маркеры),  $y$  (желтые маркеры),  $z$  (красные маркеры) для четырех ГНСС за 01.04.2024 г.

### Заключение

1. Координаты навигационных спутников ГЛОНАСС, GPS, GALILEO, BEIDOU, рассчитанные по хранящимся в файле формата tle параметрам орбиты, отличаются от точных эфемерид формата sp3. За 2023 г. среднеквадратичное отклонение медианы разницы для ГНСС GPS составляет несколько десятков метров, для ГЛОНАСС, Galileo, BeiDou – несколько сотен метров. При рассмотрении отдельных спутников отклонения могут быть существенными и достигать нескольких десятков километров в фиксированный момент времени.

2. Анализ плотности распределения разности геоцентрических координат не дал точного ответа о том, каково распределение. Но можно предположить смесь нескольких, например, нормального, Стьюдента и / или Коши распределений.

3. Прогнозировать траекторию навигационных спутников с высокой точностью, используя формат tle, можно за 7–10 дней до наступления интересующей даты. На основании полученных результатов положения спутников для системы GPS за 10 дней будут иметь расхождения менее 1 км, для ГЛОНАСС, Galileo, BeiDou – от нескольких сотен метров до нескольких километров.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Куприянов А.О. Глобальные навигационные спутниковые системы: учебное пособие. – М.: МИИГАиК, 2017. – С. 76.
2. Прикладной потребительский центр ГЛОНАСС. – URL: <https://glonass-iac.ru/> (дата обращения: 13.05.2025).
3. Bust G.S., Mitchell C.N. History, current state, and future directions of ionospheric imaging // Rev. Geophys. – 2008. – March. – Vol. 46, no. 1. – P. RG1003.
4. Paul R. Spofford, Benjamin W. Remondi. The National Geodetic Survey Standard GPS Format SP3. – Dickerson, 2007.
5. Hoots F.R., Roehrich R.L. Models for Propagation of NORAD Element Sets (SPACETRACK REPORT NO. 3).

### ПРИМЕНЕНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ВО ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ФИЗИКЕ ДЛЯ УЧАЩИХСЯ 11 КЛАССА ПРИ ПОДГОТОВКЕ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ № 26 ЕГЭ

*Сагитова Л.Л.*

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

**Аннотация.** Целью данного исследования стала разработка учебно-методического пособия и исследование эффективности проведения лабораторного практикума во внеурочной деятельности школьников для подготовки их к решению 26-й задачи ЕГЭ по физике. В ходе исследования проанализирована структура и требования к заданию № 26, охарактеризованы особенности лабораторного практикума в старших классах, выявлены педагогические приемы и формы организации практической деятельности, способствующие успешной подготовке к экзамену. Разработано учебно-методическое пособие «ЭкспериментУм» по физике, направленное на успешную подготовку учащихся старших классов при решении задания № 26 ЕГЭ по физике. Практическая значимость работы заключается в том, что она предлагает учебно-методические рекомендации по интеграции элементов лабораторного практи-

кума в процесс подготовки к ЕГЭ, что может быть полезно ученикам, учителям физики и разработчикам учебных пособий.

**Ключевые слова:** лабораторный практикум, подготовка к ЕГЭ, решение 26-й задачи, внеурочная деятельность по физике.

С 2009 г. ЕГЭ является единственной формой выпускных экзаменов в школе и основной формой вступительных экзаменов в вузы. Единый государственный экзамен (ЕГЭ) по физике включает разнообразные задания, проверяющие не только теоретические знания, но и умение применять их на практике. В 2024 г. формат экзаменационного варианта был изменен. Появилась задача под номером 26, которая оценивалась в совокупности в 4 балла. Она имеет высокий уровень сложности, для которого необходимо уметь решать расчетные задачи с неявно заданной физической моделью с использованием различных законов и формул из раздела «Механика», обосновывая выбор физической модели для решения задачи.

Задание № 26 ЕГЭ по физике, за которое дается 4 балла, включает два критерия оценивания:

- 1) решение задачи – 3 балла;
- 2) обоснование использования законов и формул для условия задачи – 1 балл.

При решении 26-й задачи выпускники делают акцент на законы и формулы, используемые в разделе «Механика». Он включает в себя следующие подразделы: кинематика, динамика, статика, законы сохранения в механике [2]. Все они заявлены в кодификаторе по физике. В каждом из разделов твердое тело рассматривается как материальная точка. В каждой из 26 задач ЕГЭ по физике необходимо выбирать инерциальную систему отсчета (ИСО) [3].

В 2024 г., как и в предыдущие годы, большую часть участников экзамена (99,95 %) составляют выпускники текущего года, обучающиеся по программам среднего общего образования. Таких обучающихся 2 077 человек. Как видно из таблицы, опубликованной Республиканским Центром Мониторинга Качества Образования, всего 22 % обучающихся справляются с данным заданием [1].

Таблица 2

Основные статистические характеристики выполнения заданий КИМ в 2024 г.

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации в группах участников экзамена с разными уровнями подготовки				
			средний, %	в группе не преодолевших минимальный балл, %	в группе от минимального до 60 т. б., %	в группе от 61 до 80 т. б., %	В группе от 81 до 100 т. б., %
26К1	Обосновать выбор физической модели для решения задачи	В	22	0	2	18	60
26К2	Решать расчетные задачи с использованием законов и формул	В	22	0	2	17	63

Вот несколько проблем при решении 26-й задачи ЕГЭ:

- неочевидность применения определенного закона;
- проблема с рациональным распределением времени на экзамене;
- проблематичность при связывании теории с реальными экспериментами;
- недостаток навыков самостоятельного анализа физических процессов.

Основная проблема, как можно заметить, – это низкая практика работы с экспериментальными задачами. Эксперименты помогают решать 26-ю задачу ЕГЭ по физике за счет формирования у учеников необходимых навыков и углубленного понимания физических процессов. Во время лабораторных работ ученики не просто заучивают формулы, а видят, как они работают на практике, понимают физику процессов. Это учит школьников правильно разбирать условия задачи и выделять ключевые моменты.

Экспериментальный метод заключается в проведении целенаправленных опытов для изучения физических явлений и проверки гипотез [4]. Основными этапами этого метода являются: постановка цели и задачи, теоретическая подготовка, знакомство с оборудованием, проведение эксперимента, обработка результатов, проведение анализа и подготовка выводов.

Тема ЕГЭ и переживания о нем уже не первый год преследуют учащихся 11-х классов. В связи с этим пришла мысль создать лабораторные работы к задачам по 26-му заданию ЕГЭ по физике, которые отражены в учебно-методическом пособии «ЭкспериментУм».

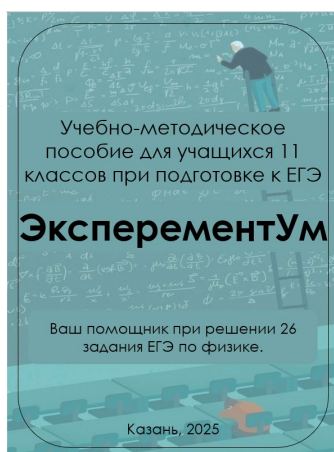


Рис. 1. Самостоятельно разработанное учебно-методическое пособие «ЭкспериментУм»

Учебно-методическое пособие по физике для учащихся 11-х классов предназначено для систематической подготовки к Единому государственному экзамену (ЕГЭ). Его основная цель – углубление и закрепление учебного материала, формирование умений решать типовые задачи и развитие навыков применения физических законов.

Пособие включает в себя следующие основные разделы:

1. Общая информация о 26-й задаче ЕГЭ по физике (тип задачи, темы, которые можно встретить при решении, баллы, как и за что их можно получить).
2. Теоретическая часть пособия (краткое, четкое и систематизированное изложение основных физических понятий, законов и формул, оборудования, необходимых для успешной сдачи ЕГЭ).
3. Подготовка к 26-му заданию ЕГЭ по физике. В данном пункте представлена основная составляющая данного пособия: примеры выполнения лабораторных работ, алгоритм

решения задач с обоснованием применяемых формул и законов. Рассматриваются ошибки, которые учащиеся совершают при решении данного задания. Материал сопровождается схемами, таблицами и алгоритмами решения задач.

4. Справочные материалы. В данном разделе представлены таблицы физических величин, констант, основных формул, необходимые при подготовке к экзамену.

Первый раздел физики, на который даны задачи, – динамика. Учащимся предлагается задача, которую они должны разобрать, и рисунок к ней. Формулировка самого задания полностью соответствует заданию № 26 КИМ ЕГЭ по физике.

Исходя из условий задачи учащийся самостоятельно или с помощью пособия формулирует цель предстоящей лабораторной работы. Обычно цель отражает вопрос, заданный в самой задаче. Список используемого оборудования и материалов также составляется по условиям задачи. Теперь учащиеся могут перейти к основной части лабораторной работы. Сборка конструкции происходит поэтапно, под руководством учителя, если работа выполняется совместно с ним. Если учащийся выполняет работу один, то он сможет собрать установку правильно, если будет придерживаться пояснений, указанных в ходе работы.

#### Ход работы:

1. Установите блок на краю лабораторного стола так, чтобы нить могла свободно скользить через него.
2. Разместите груз массой  $M = 1,2$  кг на горизонтальной гладкой поверхности (можно использовать стекло или тефлоновую пластину).
3. Поместите сверху на груз  $M$  груз  $m$ , масса которого будет изменяться в процессе эксперимента.
4. Привяжите один конец лёгкой нерастяжимой нити к телу  $M$ , перекиньте её через блок и прикрепите ко второму грузу  $m$  (его масса также равна  $m$ ).
5. Грузы 1 и 2 имеют одинаковые
6. Убедитесь, что система находится в равновесии и покое. Отпустите систему и наблюдайте за её движением
7. Используйте различные значения  $m$ , например, такие как 0,2 кг, 0,3 кг, 0,4 кг, 0,5 кг.
8. Отпустите груз  $m_2$  и внимательно наблюдайте есть ли скольжение между  $m_1$  и  $M$ , двигаются ли  $m_1$  и  $M$  как одно целое.
9. Повторите опыт несколько раз для повышения точности.
10. Запишите значения масс  $m$ , при которых тела начинают двигаться совместно. Определите предельное значение массы, при котором начинается проскальзывание между телами.
11. Сравните экспериментальное значение с теоретическим ( $m \leq 0,4$ ).

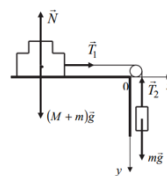


Рис. 2. Пример пошагового выполнения лабораторной работы по представленной задаче

В ходе выполнения лабораторной работы учащиеся получают искомую величину. Однако ее значение является экспериментальным. Для того чтобы убедиться, что работа выполнена верно, они должны решить задачу и выявить теоретическое значение данной величины. Правильное решение и обоснование применимых законов – результат, к которому стремится учащийся при встрече с 26-й задачей.

Следующим разделом в пункте «Подготовка к решению 26-му заданию ЕГЭ по физике» является подробный разбор представленного в учебно-методическом пособии алгоритма решения задачи. Особое внимание уделяется обоснованию применяемых законов, за которое учащиеся могут получить 1 первичный балл.

## 2. Алгоритм решения представленных задач

## Динамика

## Задача 1

## Обоснование (1 балл).

1. По условию задачи  $m_1 = m_2 = m$ .
2. Будем считать систему отсчёта, связанную со столом (поверхностью), инерциальной.
3. Если грузы  $M$  и  $m_1$  движутся как одно целое, их можно считать одним твёрдым телом сложной формы.
4. Тело массы  $M$  и  $m_1$  движется поступательно, как и груз  $m_2$ , поэтому можно использовать второй закон Ньютона для модели материальной точки.
5. Так как нить лёгкая и скользит по блоку без трения, то можно считать:
 
$$T_1 = T_2 = T \quad (1)$$
6. Так как нить нерастяжима, то ускорения тел
 
$$a_1 = a_2 = a \quad (2)$$
7. Груз  $m_1$  покоится относительно груза  $M$ . Силы, действующие на этот груз, показаны на рисунке.
8. Так как на груз действует сила трения покоя, то она удовлетворяет условию  $F < \mu N_1$ .



Рис. 3. Обоснование задачи по разделу динамика

Также в данном учебно-методическом пособии решение задач представлено достаточно подробным образом. Это сделано для того, чтобы в случае неверного решения учащиеся могли разобрать задачу с самого начала и понять, где допущена ошибка. В первой главе с этой целью представлена теория, необходимая для верного применения физических законов и формул. Завершающим пунктом в данной главе являются критерии оценивания решения задачи. В них рассматриваются пункты оформления решения и обоснования к каждой из задач.

При систематическом использовании учебно-методического пособия ожидается повышение уровня усвоения теоретических знаний, развитие прочных навыков решения задач различной сложности, повышение уверенности учащихся в своих знаниях, умение практически применять законы физики. Все вышеперечисленные результаты должны привести учащегося к успешной сдаче ЕГЭ по физике с высокими баллами.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Физика. Статистико-аналитический отчет о результатах государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего общего образования в республике Татарстан / сост.: С.И. Никитин, С.А. Кудрова, Р.Р. Закиева и др. – Казань, 2024. – 51 с.
2. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Чаругин В.М. Физика 11 класс: учеб. для общеобразоват. организации: базовый и углубл. уровень. – 7-е издание, переработанное. – М.: Просвещение, 2019. – 432 с.
3. Демидова М.Ю., Грибов В.А. Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2023 года по физике. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки ФГБНУ «Федеральный институт педагогических измерений», 2024. – С. 1–34.
4. Крукович Н.П. Физика. Часть 1. Механика и молекулярная физика: лабораторный практикум / Н.П. Крукович. – Калининград: Изд-во БГАРФ, 2018. – 148 с.

## МЕХАНИЗМЫ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НАНОЧАСТИЦ $\text{CeF}_3\text{-YF}_3$ , АКТИВИРОВАННЫХ ИОННОЙ ПАРОЙ $\text{Tb}^{3+}$ И $\text{Eu}^{3+}$

*Федорова В.А.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Пудовкин М.С.*

### Введение

Высокоточная бесконтактная термометрия критически важна для микроэлектроники, биомедицины и космических технологий [1–3], где традиционные методы неприменимы. Большинство традиционных нанотермометров на основе одиночных легирующих ионов, таких как  $\text{Dy}^{3+}$  или  $\text{Er}^{3+}$ , часто сталкиваются с проблемами низкой температурной чувствительности, невысокой яркости и недостаточной стабильности сигнала [4–6]. Чувствительность таких систем определяется энергетическим зазором между уровнями ( $\Delta E$ ), отвечающими за оптические переходы [7]. Если энергетический разрыв слишком велик, то вероятность переходов существенно уменьшается. После проведения литературного обзора, было выявлено, что в таких ионных парах, как  $\text{Ce}^{3+} \rightarrow \text{Tb}^{3+}$  и  $\text{Tb}^{3+} \rightarrow \text{Eu}^{3+}$ , имеет место эффективная передача энергии возбуждения [8, 9]. Можно предположить, что, объединяя эти две системы, можно создать высокочувствительных температурных сенсор на основе ионов  $\text{Ce}^{3+}/\text{Tb}^{3+}/\text{Eu}^{3+}$ , анализируя такой параметр, как отношение интегральных интенсивностей полос люминесценции  $\text{Ce}^{3+}$  и  $\text{Eu}^{3+}$ .

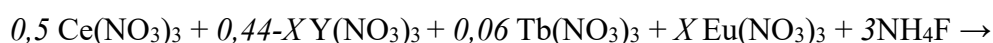
Наше исследование посвящено синтезу и комплексному анализу наночастиц  $\text{Ce}_{0.5}\text{Y}_{0.44-x}\text{Tb}_{0.06}\text{Eu}_x\text{F}_3$  ( $x = 0, 0,015, 0,03, 0,06$ ), полученных методом соосаждения. Целью является изучение механизмов температурной зависимости спектрально-кинетических характеристик наночастиц  $\text{CeF}_3\text{-YF}_3$ , активированных  $\text{Tb}^{3+}$  и  $\text{Eu}^{3+}$ .

### Эксперимент

В качестве источника излучения использовался импульсный лазер с длиной волны 266 нм YAG:Nd лазера Lotis ТП LS-2147, длительность импульсов составляла 10 нс и частотой следования 10 Гц. Спектры регистрировались с помощью ПЗС-спектрометра фирмы Stellar Net.

### Синтез наночастиц

Синтез наночастиц  $\text{Ce}_{0.5}\text{Y}_{0.44-x}\text{Tb}_{0.06}\text{Eu}_x\text{F}_3$  ( $x=0; 0,015; 0,03; 0,06$ ) производили методом соосаждения в соответствии с уравнением реакции [10]:



Рентгенофазовый анализ образцов с различной концентрацией ионов  $\text{Eu}^{3+}$  (0 %, 1,5 %, 3 %, 6 %) при постоянной концентрации  $\text{Tb}^{3+}$  (6 %) подтвердил формирование однофазного кристаллического материала с гексагональной структурой, соответствующей матрице  $\text{CeF}_3$ . Методом просвечивающей электронной микроскопии выявили, что синтезированные наноча-



стицы имеют преимущественно сферическую форму и обладают однородными размерами. Средний диаметр наночастиц составил 29 нм.

### Спектрально-кинетическая характеристика наночастиц $\text{CeF}_3\text{-YF}_3\text{-TbF}_3\text{-EuF}_3$

Для изучения особенностей люминесцентных свойств и механизмов передачи энергии в наночастицах  $\text{Ce}_{0.5}\text{Y}_{0.44-x}\text{Tb}_{0.06}\text{Eu}_x\text{F}_3$  ( $x = 0; 0,015, 0,03; 0,06$ ) были зарегистрированы спектры люминесценции в диапазоне температур от 80 до 320 К. В качестве возбуждающего излучения использовалось лазерное излучение с длиной волны 266 нм, соответствующей полосе поглощения 4f–5d ионов  $\text{Ce}^{3+}$ . Для интерпретации температурной зависимости люминесцентных свойств наночастиц  $\text{Ce}_{0.5}\text{Y}_{0.44-x}\text{Tb}_{0.06}\text{Eu}_x\text{F}_3$  ( $x = 0, 0,015$ ) была использована схема энергетических уровней ионов  $\text{Ce}^{3+}$ ,  $\text{Tb}^{3+}$  и  $\text{Eu}^{3+}$ , представленная на рис. 1.

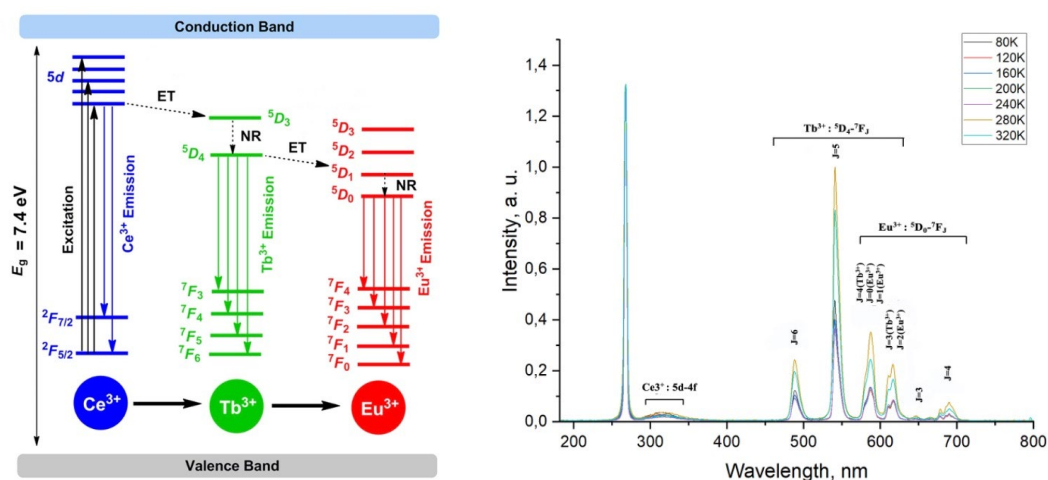


Рис. 1. Диаграмма уровней энергии системы  $\text{Ce}^{3+}/\text{Tb}^{3+}/\text{Eu}^{3+}$  (слева). Спектры люминесценции наночастиц  $\text{CeF}_3\text{-YF}_3\text{-TbF}_3\text{-EuF}_3$  (Tb 6%, Eu 3 %) при возбуждении на длине волны 266 нм в диапазоне температур 80–320 К (справа)

На спектрах, представленных на рис. 1, наблюдаются характерные полосы излучения  $\text{Ce}^{3+}$  (5d–4f переход в области 300 нм),  $\text{Tb}^{3+}$  (переходы  $5D_4 \rightarrow 7F_j$  в области 480–620 нм) и  $\text{Eu}^{3+}$  ( $5D_0 \rightarrow 7F_j$  в области 590–700 нм). Перенос энергии от  $\text{Ce}^{3+}$  к  $\text{Tb}^{3+}$  реализуется за счет резонансного Ферстеровского механизма, основанного на диполь-дипольном взаимодействии между донором ( $\text{Ce}^{3+}$ ) и акцептором ( $\text{Tb}^{3+}$ ). Дальнейший перенос энергии от  $\text{Tb}^{3+}$  к  $\text{Eu}^{3+}$  также осуществляется по Ферстеровскому механизму. Возбужденное состояние  $5D_4$  ионов  $\text{Tb}^{3+}$  находится на энергетическом уровне, близком к уровню  $5D_1$  ионов  $\text{Eu}^{3+}$ , что обеспечивает эффективную передачу энергии. В результате осуществляется возбуждение  $\text{Eu}^{3+}$  с последующим излучением в красной области спектра.

В рамках исследования были также получены кинетические характеристики люминесценции ионов тербия ( $\text{Tb}^{3+}$ ) в наночастицах  $\text{CeF}_3\text{-YF}_3\text{-TbF}_3\text{-EuF}_3$  при различных концентрациях европия ( $\text{Eu}^{3+}$ ) в широком диапазоне температур. В образцах с содержанием  $\text{Eu}^{3+}$  ( $x = 0,015; 0,03$ ) наблюдалось, что скорость спада люминесценции увеличивается с ростом температуры, что подтверждает эффективный энергетический перенос от ионов  $\text{Tb}^{3+}$  к ионам  $\text{Eu}^{3+}$  при участии фононов. В образце без  $\text{Eu}^{3+}$  ( $x = 0$ ) кинетики люминесценции остаются практи-

чески неизменными во всем диапазоне температур. При повышении температуры с 80 К до 320 К эффективность энергетического переноса увеличивается на 11 % в обоих образцах.

На рис. 2 представлена температурная зависимость отношения интегральных интенсивностей  $\text{Ce}^{3+}/\text{Eu}^{3+}$ . Во всех образцах соотношение  $I(\text{Ce}^{3+})/I(\text{Eu}^{3+})$  сначала уменьшается с ростом температуры, что связано с увеличением эффективности передачи энергии от  $\text{Ce}^{3+}$  к  $\text{Eu}^{3+}$  при нагреве. Однако для образца с концентрацией европия 1,5 % после 240 К отношение интегральных интенсивностей  $I(\text{Ce})/I(\text{Eu})$  увеличивается, что может свидетельствовать об обратном переносе энергии от ионов  $\text{Eu}^{3+}$  к ионам  $\text{Tb}^{3+}$ . Это явление играет важную роль в температурной зависимости люминесценции, особенно в контексте использования таких наночастиц в качестве термометров. Для проверки данного предположения было рассмотрено отношение интегральных интенсивностей  $\text{Tb}^{3+}/\text{Eu}^{3+}$ . Действительно, после 240 К в обоих случаях происходит увеличение отношения интенсивностей с увеличением температуры, что подтверждает обратный перенос энергии от  $\text{Eu}^{3+}$  к  $\text{Tb}^{3+}$ .

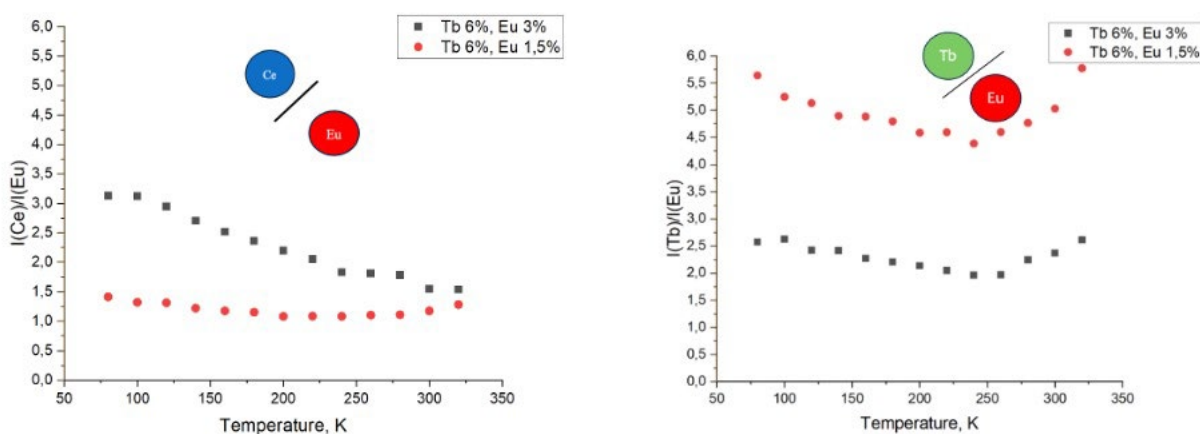


Рис. 2. Температурные зависимости интегральных интенсивностей  $\text{Ce}^{3+}/\text{Eu}^{3+}$  и  $\text{Tb}^{3+}/\text{Eu}^{3+}$

Для пары  $\text{Ce}^{3+}/\text{Tb}^{3+}$  была получена сравнительно низкая чувствительность  $S_a(\text{Ce}/\text{Tb})=0,16 \cdot 10^{-2} \text{ K}^{-1}$ . Для пары  $\text{Ce}^{3+}/\text{Eu}^{3+}$  абсолютная чувствительность оказалась существенно выше:  $S_a(\text{Ce}/\text{Eu})=0,49 \cdot 10^{-2} \text{ K}^{-1}$ . Значение абсолютной чувствительности увеличилось в три раза, благодаря использованию тройной системы  $\text{Ce}^{3+}-\text{Tb}^{3+}-\text{Eu}^{3+}$ . Наибольшее изменение отношений интенсивностей наблюдается в образцах с концентрацией  $\text{Eu}^{3+}$  3 % ( $x = 0,03$ ), что указывает на оптимальную концентрацию  $\text{Eu}^{3+}$  для эффективного энергетического переноса.

### Заключение

В ходе данной работы был определен оптимальный состав (3 полосы для 3 ионов активаторов на спектрах люминесценции), методом соосаждения были синтезированы наночастицы  $\text{Ce}_{0.5}\text{Y}_{0.44-x}\text{Tb}_{0.06}\text{Eu}_x\text{F}_3$  ( $x = 0; 0,015; 0,03; 0,06$ ) и получены спектры люминесценции и кинетики затухания люминесценции. Образцы с концентрациями  $\text{Eu}^{3+}$  3 %, 1,5 % и без европия демонстрируют однофазную гексагональную структуру, соответствующую матрице  $\text{CeF}_3$ . Средний диаметр наночастиц составил 29 нм. Исследование температурной зависимости параметров люминесценции показало, что при увеличении температуры наблюдается тушение люминесценции  $\text{Ce}^{3+}$ , связанное с усилением эффективности переноса энергии на  $\text{Eu}^{3+}$ .

Объединяя две пары ионов  $Ce^{3+} \rightarrow Tb^{3+}$  и  $Tb^{3+} \rightarrow Eu^{3+}$  и анализируя параметр  $LIR = I_{Ce}/I_{Eu}$ , нам удалось добиться большей чувствительности, чем отдельно в этих парах. Наибольшая чувствительность измерения температуры была достигнута при концентрации  $Eu^{3+}$  3 %, что делает данный состав перспективным для создания люминесцентных температурных сенсоров  $Sa(Ce/Eu)=0,49 \cdot 10^{-2} K^{-1}$ .

### Благодарности

Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету на выполнение государственного задания в сфере научной деятельности (проект FZSM 2025 – 0004).

### ЛИТЕРАТУРА

1. Brites C.D.S. et al. Thermometry at the nanoscale // *Nanoscale*. – 2012. – Vol. 4. – No. 16. – P. 4799–4829.
2. Jaque D., Vetrone F. Luminescence nanothermometry // *Nanoscale*. – 2012. – Vol. 4. – No. 15. – P. 4301–4326.
3. Chen G., et al. Lanthanide-doped luminescent nanomaterials: From fundamentals to bio-applications // *Chemical Reviews*. – 2014.
4. Čulubrk S. et al. Non-contact thermometry with  $Dy^{3+}$  doped  $Gd_2Ti_2O_7$  nano-powders // *Journal of Luminescence*. – 2016. – Vol. 170. – P. 395–400.
5. Baral S. Fundamental Studies of Photothermal Properties of a Nanosystem and the Surrounding Medium Using  $Er^{3+}$  Photoluminescence Nanothermometry: thesis. – Ohio University, 2017.
6. Tang J. et al. Boosted thermometric performance in  $NaGdF_4: Er^{3+}/Yb^{3+}$  upconverting nanorods by  $Fe^{3+}$  ions doping for contactless nanothermometer based on thermally and non-thermally coupled levels // *Journal of Luminescence*. – 2020. – Vol. 224. – P. 117296.
7. Brites C.D.S. et al. Spotlight on luminescence thermometry: basics, challenges, and cutting-edge applications // *Advanced Materials*. – 2023. – Vol. 35. – No. 36. – P. 2302749.
8. Duan C. et al. Preparation, characterization, and photoluminescence properties of  $Tb^{3+}$ -,  $Ce^{3+}$ -, and  $Ce^{3+}/Tb^{3+}$ -activated  $RE_2Si_4N_6O$  ( $RE = Lu, Y, \text{ and } Gd$ ) phosphors // *Chemistry of Materials*. – 2011. – Vol. 23. – No. 7. – P. 1851–1861.
9. Chi F. et al. Luminescence properties of multicolor emitting  $La_4GeO_8: Tb^{3+}, Eu^{3+}$  phosphors // *Ceramics International*. – 2023. – Vol. 49. – No. 2. – P. 2522–2530.
10. Li C. Hydrothermal synthesis of lanthanide fluorides  $LnF_3$  ( $Ln = La$  to  $Lu$ ) nano-/microcrystals with multiform structures and morphologies / C.Li, J. Yang, P. Yang, H. Lian, J. Lin // *Chemistry of Materials*. – 2008. – Vol. 20. – No. 13. – P. 4317–4326.
11. Mecklenburg M. et al. Nanoscale temperature mapping in operating microelectronic devices // *Science*. – 2015. – Vol. 347. – No. 6222. – P. 629–632.

## **ФОРМИРОВАНИЕ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ В РАМКАХ ПРОПЕДЕВТИЧЕСКОГО КУРСА ПО ФИЗИКЕ «ЭТА УДИВИТЕЛЬНАЯ ЖИЗНЬ»**

*Юрова В.И.*

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

Познавательная самостоятельность является важным аспектом образовательного процесса, который напрямую связан с требованиями Федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) в России. Поскольку познавательная самостоятельность способствует развитию критического мышления и личной ответственности школьников за результаты своего обучения, а также позволяет обучающимся овладеть методами учебной деятельности, что развивает их способности к самообразованию и саморегуляции. Данное качество также содействует всестороннему развитию учащихся и их подготовке к жизни в постоянно изменяющемся мире. Это свидетельствует о том, что познавательная самостоятельность является необходимым условием для получения обучающимися качественного образования.

Актуальность нашего исследования обусловлена тем, что в настоящий момент обучение школьников самостоятельному освоению материала и вовлечение их в исследовательскую деятельность является важнейшим направлением в образовательном процессе. Поэтому одной из тенденций современного образования является его ориентация на активизацию познавательной активности школьников и придание процессу познания инициативного характера уже в начальной школе.

Целью исследования является разработка и экспериментальная апробация пропедевтического курса по физике и его учебно-методического обеспечения, направленных на формирование познавательной самостоятельности младших школьников. Объектом исследования выступает формирование познавательной самостоятельности обучающихся. Предмет исследования: учебно-методическое обеспечение процесса формирования познавательной самостоятельности младших школьников во внеурочной деятельности в рамках пропедевтического курса по физике.

Младший школьный возраст у детей начинается примерно с семи лет, когда они впервые идут в школу, и продолжается до одиннадцати лет. В этот период обучающиеся начальной школы проходят интенсивные стадии физического, психологического и социального развития. В это время у детей формируются ключевые психолого-физиологические особенности, оказывающие значительное влияние на их последующее обучение.

Апетян М.К. в своей научной работе отмечает, что у младших школьников преобладает наглядно-образный тип мышления, поэтому использование яркого и красочного дидактического материала является важным аспектом правильно организованного образовательного процесса [1].

Козлова М.А. подчеркивает, что в Федеральном государственном образовательном стандарте начального общего образования (ФГОС НОО) указано, что программа начального общего образования, разработанная образовательной организацией, должна обеспечивать преемственность между образовательными программами дошкольного и основного общего образования, а также демонстрировать вариативность содержания [5].

Проблема несоответствия между временем изучения в школе естественно-научных дисциплин и наиболее сензитивными периодами развития современных младших школьников рассматривается в исследованиях педагога В.А. Картунова [4]. В качестве решения данной проблемы автор предлагает внедрение пропедевтических курсов, обеспечивающих раннее знакомство детей с физическими законами, лежащими в основе природных явлений и технических устройств. Подобные курсы не только формируют у учащихся базовые физические представления, но и развивают умение применять их на практике. Кроме того, их использование способствует формированию метапредметных результатов обучения.

Познавательная самостоятельность является важным компонентом образовательного процесса. Она характеризуется способностью обучающихся к активному и осознанному поиску новой информации и применению полученных знаний в различных учебных и жизненных ситуациях. Согласно определению Л.С. Выготского, познавательная самостоятельность представляет собой «форму деятельности, которая предполагает уровень личностного участия субъекта в процессе обучения, направленного на расширение его собственного опыта» [3]. Это понятие включает в себя умение школьников управлять собственным обучением, ставить учебные цели, находить и анализировать необходимую информацию, а также самостоятельно решать проблемные ситуации.

В статье Вяткина Л.Г. раскрываются психолого-педагогические аспекты развития познавательной самостоятельности обучающихся и дается характеристика значимости данного качества в усвоении школьниками учебного материала. Педагог в своей работе определяет познавательную самостоятельность как свойство психики, характеризующееся наличием у человека внутренней необходимости в приобретении знаний, умении их приобретения из различных источников и способностью творческого применения полученных знаний [2].

Обучение физике обладает значительным потенциалом для развития познавательной самостоятельности учащихся благодаря специфике предмета, который сочетает теоретические знания, экспериментальную деятельность и решение прикладных задач. Физика как наука о природных закономерностях требует от обучающихся не только усвоения готовых знаний, но и умения самостоятельно выдвигать гипотезы, проводить наблюдения, анализировать результаты и делать обоснованные выводы. В связи с этим процесс формирования познавательной самостоятельности при изучении физики должен строиться на основе деятельностного подхода, обеспечивающего постепенный переход от репродуктивного усвоения материала к творческому применению знаний в новых ситуациях.

Многие школьники воспринимают физику как сложную науку, негативный стереотип о данном предмете у них складывается еще до начала изучения курса физики в 7 классе, все это создает существенные трудности у обучающихся при ее освоении. Для преодоления данных барьеров и формирования прочной основы естественно-научного мышления у школьников нами было решено разработать пропедевтический курс по физике и все необходимое учебно-методическое обеспечение для него. Это позволит заложить основы физических знаний и пробудить устойчивый познавательный интерес к изучению данной науки, а также сформировать познавательную самостоятельность школьников.

Нами был разработан пропедевтический курс по физике «Эта удивительная жизнь» для учащихся 4-х классов. Разработка данного курса осуществлялась в несколько этапов

с учетом психолого-педагогических особенностей младших школьников и современных педагогических подходов.

Содержательная часть курса формировалась на основе тщательного анализа базовых физических понятий, доступных для понимания обучающихся в начальной школе. Были отобраны 16 ключевых тем, охватывающих основные разделы физики: от строения вещества до основ оптики и электрических явлений. Особое внимание уделялось подбору тем, имеющих практическое применение, что нашло отражение в специальном разделе «Физика на кухне», где дети изучают физические явления через знакомые бытовые ситуации.

При создании пропедевтического курса «Эта удивительная жизнь» особое внимание было уделено разработке учебно-методических материалов к нему. В результате появилось пособие для педагогов, в котором представлены планы-конспекты к проведению занятий с младшими школьниками, а также к занятиям курса нами была создана рабочая тетрадь для обучающихся. Каждое занятие оформлено как увлекательное путешествие в мир физики, где теоретический материал представлен в виде красочных схем и инфографики.

Успешная апробация нашей методической разработки в рамках внеурочной деятельности обучающихся и многочисленные положительные отзывы педагогов, родителей и самих школьников вдохновили нас на масштабирование проекта. Мы решили выйти за рамки традиционного формата занятий и сделать физику доступной для еще более широкой аудитории. Реализация этой идеи стала возможной благодаря нашему сотрудничеству со студенческим научно-популярным телеканалом Казанского федерального университета UNIVER TV, а также с руководителем и учащимися Школы видеоконтента и актерского мастерства. Вместе нам удалось создать цикл выпусков детской телевизионной передачи по физике «Эта удивительная жизнь». Благодаря этому проекту нам удалось не только расширить аудиторию, но и доказать, что наука – это увлекательное приключение, доступное каждому ребенку. Передача «Эта удивительная жизнь» продолжает развиваться, и в планах – создание новых выпусков, охватывающих новые темы из мира физики.

Опытно-экспериментальной базой исследования стал МБОУ «Лицей № 185» Советского района г. Казани. В исследовании принимали участие учащиеся 4Б (24 ученика) и 4В классов (25 учеников). На начальном (констатирующем) этапе педагогического экспериментального исследования нами было проведено тестирование учеников обоих классов. Целью его проведения являлось определение первоначального уровня познавательной самостоятельности школьников. Для этого была использована методика диагностики познавательной самостоятельности Марковой А.К. Согласно проведенным расчетам, можно сделать вывод о том, что характеристики сравниваемых выборок совпадают. И можно сказать, что первоначально ученики и 4Б и 4В классов имеют примерно одинаковый уровень познавательного интереса. Поэтому обучающиеся одного из этих классов (4Б) могут составить экспериментальную группу, а обучающиеся другого класса (4В) – контрольную группу в нашем педагогическом эксперименте.

На формирующем (обучающем) этапе педагогического эксперимента в рамках внеурочной деятельности нами были проведены занятия нашего пропедевтического курса по физике «Эта удивительная жизнь» с обучающимися экспериментальной группы (4Б класса), в контрольной группе (4В класс) проводились занятия кружка «Я познаю мир», основанные на базе курса «Окружающего мира», разработанные с применением стандартных педагогических технологий.

На контрольном этапе эксперимента для повторного определения уровня познавательной самостоятельности школьников снова была использована методика диагностики познавательной самостоятельности Марковой А.К. По итогам обработки полученных нами результатов тестирования школьников мы можем говорить о положительной динамике развития познавательной самостоятельности у учеников экспериментальной группы, что свидетельствует об эффективности применения в рамках внеурочной деятельности пропедевтического курса по физике «Эта удивительна жизнь».

В результате проведенного анализа научной литературы, посвященной проблеме исследования, мы с уверенностью можем сказать, что познавательная самостоятельность обучающихся является невероятно важным фактором, способствующим повышению эффективности учебной деятельности, и необходимым условием успешной адаптации человека к постоянно меняющемуся миру. Формирование познавательной самостоятельности обучающихся представляет собой одну из ключевых задач современной педагогики.

Психолого-педагогические исследования показывают, что основы познавательной самостоятельности закладываются уже в младшем школьном возрасте, когда у детей особенно развиты природная любознательность и потребность в исследовательской деятельности. Именно в этот период важно создать условия для развития внутренней мотивации к познанию, навыков самостоятельной работы и способности к самоорганизации.

Подводя итоги, отметим, сравнительный анализ результатов тестирования школьников, принимавших участие в апробации пропедевтического курса, показал положительную динамику в развитии познавательной самостоятельности обучающихся, что подтверждает эффективность применения разработанного нами курса во внеурочной деятельности младших школьников.

Пропедевтический курс «Эта удивительная жизнь» действительно позволяет активно развивать познавательную самостоятельность у обучающихся начальной школы, создавая прочную основу для последующего изучения основного курса физики. Применение курса во внеурочной деятельности формирует у детей искренний интерес к научному познанию и положительное отношение к изучению естественно-научных дисциплин.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Апетян М.К. Психологические и возрастные особенности младшего школьника / М.К. Апетян // Молодой ученый. – 2014. – № 14 (73). – С. 243–244.
2. Вяткин Л.Г. Развитие познавательной самостоятельности обучающихся: методологические и теоретические проблемы, актуальные вопросы технологии. Общепедагогический аспект / Л.Г. Вяткин // Известия Саратовского университета. Новая серия. – 2001. – Т. 1, № 1. – С.101–109.
3. Выготский Л.С. Мышление и речь / Л.С. Выготский // Собрание сочинений: в 6 т. – М.: Педагогика. – 1982. – Т. 2. – 504 с.
4. Картунов В.А. Пропедевтическое ознакомление учащихся четвертых классов с физикой / В.А. Картунов // Начальное образование. – 2018. – № 2. – С. 27–32.
5. Козлова М.А. Учет особенностей познавательных процессов младших школьников при построении и организации учебной деятельности / М.А. Козлова // Развитие познавательных способностей младших школьников: материалы VI научно-практической конференции преподавателей и студентов. – М.: МПГУ, 2019. – С. 95–97.

# ИНСТИТУТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

## ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ЦИФРОВЫХ ПЛАТФОРМ НА ОСНОВЕ МЕТОДОЛОГИИ ЦЕПОЧЕК ЦЕННОСТИ

*Гурьянов А.И.*

*Научный руководитель – д-р экон. наук, профессор Сафиуллин М.Р.*

В настоящее время цифровые платформы межфирменного взаимодействия (B2B) играют важную роль как в экономике, так и в других сферах. Они позволяют существенно снизить транзакционные издержки и увеличить эффективность межорганизационных связей цепочек ценности. Кроме того, цифровые платформы упрощают и открывают новые возможности установления межфирменных взаимодействий и кооперации. Одним из важнейших типов цифровых платформ являются электронные торговые площадки (ЭТП).

С позиций как теоретического, так и практического изучения цифровых платформ значительный потенциал имеет методология цепочек ценности, разработанная М. Портером [1] и являющаяся востребованной методикой стратегического анализа, применимой для широкого спектра задач. Подход цепочек ценности предоставляет возможность комплексного анализа организации и отрасли как системы. Данная методология уделяет значительное внимание как внутрифирменным (между различными бизнес-процессами), так и межфирменным связям. По этим причинам методология цепочек ценности является действенным инструментом исследования и повышения эффективности межфирменных связей, в том числе применительно к цифровым платформам.

В рамках цепочек ценности цифровые платформы в целом и ЭТП в частности обслуживают межорганизационные связи, и их главной задачей является повышение их эффективности путем уменьшения транзакционных издержек. В то же время цифровые платформы оказывают значительное влияние на механизм построения цепочек ценности. В частности, цифровые платформы позволяют динамически перестраивать цепочки ценности путем гибкой смены контрагентов. Кроме того, цифровые платформы могут применяться для построения эффективной межфирменной кооперации, в том числе долгосрочной.

Наиболее общепринятым определением цифровых платформ в российской практике, в том числе в нормативных документах, является определение, разработанное АНО «Цифровая экономика»: «Цифровая платформа – это система алгоритмизированных взаимовыгодных взаимоотношений значимого количества независимых участников отрасли экономики (или сферы деятельности), осуществляемых в единой информационной среде, приводящая к снижению транзакционных издержек за счет применения пакета цифровых технологий работы с данными и изменения системы разделения труда» [2]. Оно согласуется с определением цифровых платформ, применяемым Росстатом.

В рамках исследования была разработана классификация электронных торговых площадок B2B в зависимости от места, которое они занимают в цепочке ценности [3].

1. Контролируемые покупателем. ЭТП данного класса создаются организациями для повышения эффективности своих закупок. Они являются частью цепочки ценности создавшей их организации. Такие площадки увеличивают эффективность взаимодействия на связях



цепочки ценности фирмы с ее поставщиками. Примерами ЭТП Татарстана, относящимися к этому классу, являются: Тендерный портал УРПС ПАО «Татнефть», Портал закупок ПАО «КАМАЗ», ЭТП ПАО «АК БАРС» БАНК.

2. Контролируемые продавцом. ЭТП этого класса создаются организациями для повышения эффективности продаж. Они, как и предыдущий класс, являются компонентом цепочки ценности организации-создателя. Данные ЭТП повышают эффективность кооперации на связях цепочки ценности фирмы с покупателями ее товаров и услуг. В Татарстане ЭТП данного класса использует, в частности, ICL.

3. Контролируемые посредником. Такие ЭТП выполняют роль посредника между продавцами и покупателями и повышают эффективность их взаимодействия. Данные электронные торговые площадки являются отдельным звеном цепочки ценности. В рамках цепочки ценности одновременно осуществляется как кооперация продавцов и покупателей с ЭТП, так и кооперация продавцов и покупателей друг с другом. Среди ЭТП Республики Татарстан к данному классу принадлежат ONLINECONTRACT и «Интеллект Центр», а также коммерческие сегменты площадок АГЗ РТ и ЕТРРФ.

4. Смешанные. Существуют электронные торговые площадки, не относящиеся в чистом виде ни к одному из рассмотренных классов, а совмещающие свойства нескольких из них. Причем ЭТП может как совмещать в себе любые два типа, так и относиться ко всем трем сразу. Например, Электронная торговая площадка ПАО «Северсталь» и Электронная торговая площадка ООО «Сибирский Премьер Трейд» включают в себя как площадку для закупок (контролируемую покупателем), так и площадку для продаж (контролируемую продавцом). Электронная торговая площадка «Сбербанк – Автоматизированная система торгов» не только функционирует как площадка, контролируемая посредником, и как площадка B2G, но и используется ПАО «Сбербанк» для собственных закупок. ЭТП ТЭК-Торг также является площадкой, контролируемой посредником, и площадкой B2G. В то же время она применяется ее создателем, ПАО «НК «РОСНЕФТЬ», как для закупок, так и для продаж, то есть совмещает в себе все три рассмотренных ранее типа ЭТП.

На основе данной классификации было выполнено исследование структуры российского рынка ЭТП. Было выявлено, что на российском рынке преобладают ЭТП, контролируемые посредником (рис. 1) [3].

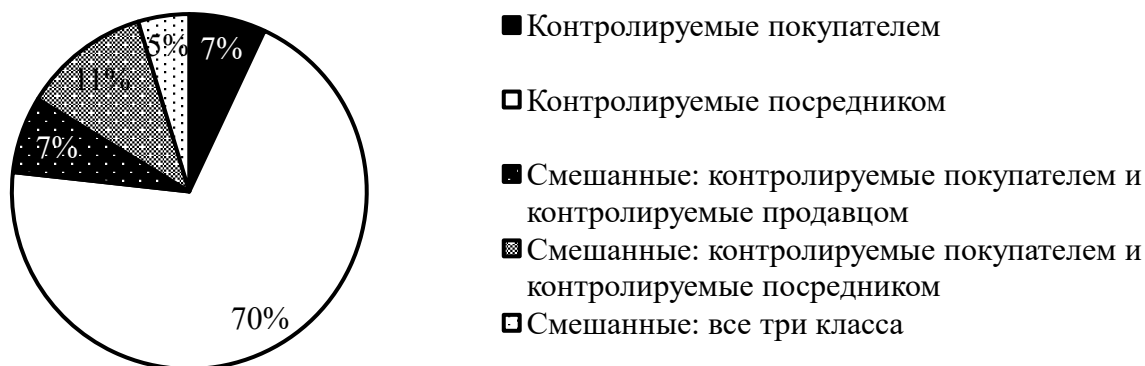


Рис. 1. Распределение изученных ЭТП по категориям авторской классификации

Далее было выявлено два подхода к формированию цепочек ценности на ЭТП:

- 1) подход одиночных транзакций;
- 2) подход кооперационного взаимодействия.

Была разработана схема формирования цепочек ценности на ЭТП, где данным подходам соответствуют одноименные циклы [4].

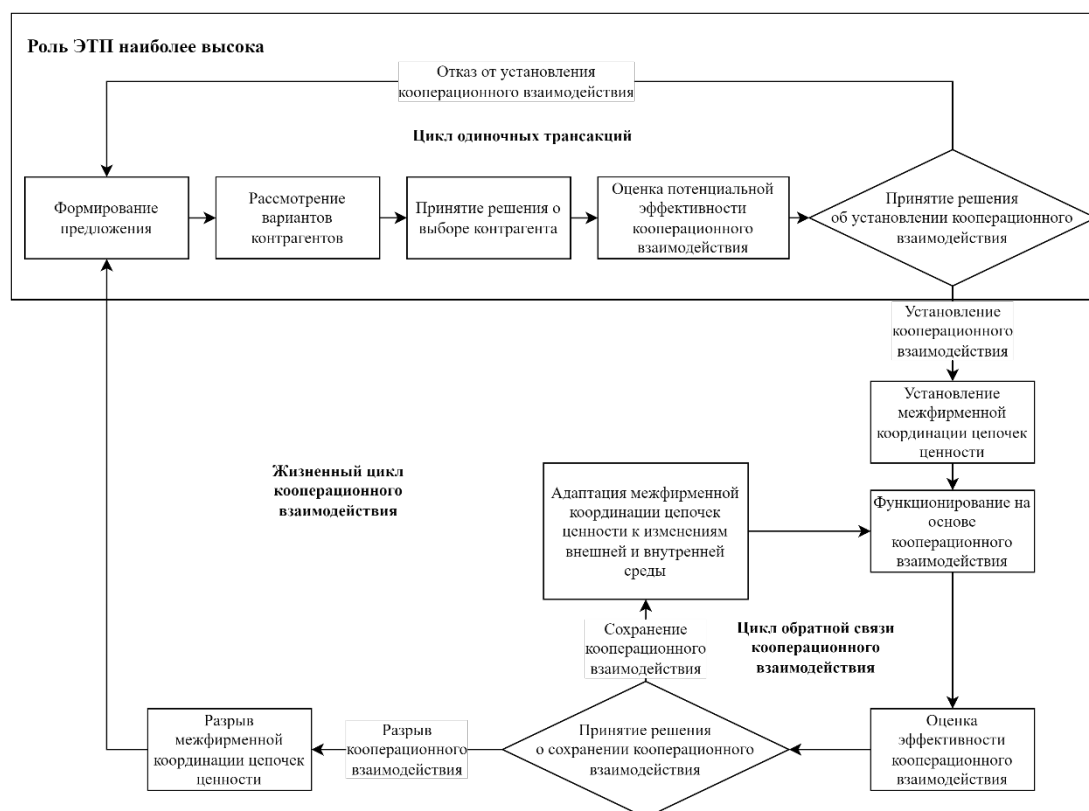


Рис. 2. Механизм формирования цепочек ценности на ЭТП

На основе анализа рынка сделан вывод, что российские организации в настоящее время преимущественно используют ЭТП двумя путями:

- 1) в рамках подхода одиночных транзакций;
- 2) с целью установления кооперационных взаимодействий, осуществляться которые будут за пределами ЭТП.

С целью выявления факторов, оказывающих значимое влияние на уровень проникновения цифровых платформ в экономике Российской Федерации в целом и Республики Татарстан в частности, было выполнено экономико-математическое моделирование на основе модели панельных данных Within-Between. Данная модель может рассматриваться как обобщение моделей со случайными эффектами и моделей с фиксированными эффектами [5]. Эта модель ранее не применялась в публикациях на русском языке.

Для построения моделей был использован пакет Panelr языка программирования R. Для предобработки данных использовался Python.

На основе результатов моделирования были сформулированы следующие основные выводы:

1. Электронная торговля и ЭТП играют одну из ключевых ролей в сфере цифровых платформ.
2. Регулируемые закупки играют важную роль, поскольку они составляют значимую часть межфирменной электронной торговли. Исторически именно регулируемые закупки легли в основу формирования рынка ЭТП [6].

3. Большое значение имеют информационные технологии, поскольку использование цифровых платформ требует компетенций и затрат в сфере ИТ.

4. Межфирменная кооперация в сфере инноваций стимулирует развитие цифровых платформ. В то же время цифровые платформы способствуют кооперации, в том числе в сфере инноваций.

5. В сфере цифровых платформ РТ занимает достойные позиции, но существует необходимость дальнейшего развития данной сферы. Сильными сторонами РТ применительно к цифровым платформам являются уровень развития ИТ и регулируемые закупки. Актуально дальнейшее развитие электронной торговли (чему способствует опыт регулируемых закупок) и кооперации в сфере инноваций (благодаря высокой инновационной активности организаций).

Итак, в рамках работы было выполнено исследование структуры и особенностей российского рынка цифровых платформ. При этом было уделено значительное внимание рынку ЭТП, являющемуся важной составляющей рынка цифровых платформ. Путем экономико-математического моделирования были выявлены факторы, оказывающие значимое влияние на уровень проникновения цифровых платформ, на основе чего были сформулированы рекомендации по повышению уровня проникновения цифровых платформ в России в целом и Республике Татарстан в частности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Porter M.E. *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance* / M.E. Porter. – New York: Free Press, 1985. – 557 p.

2. Для развития цифровой экономики сформированы определения платформ // АНО «Цифровая экономика». – 2018. – URL: [https://old.data-economy.ru/20180428\\_01](https://old.data-economy.ru/20180428_01) (дата обращения: 03.09.2024).

3. Сафиуллин М.Р. Электронные торговые площадки сквозь призму теории цепочек ценности / М.Р. Сафиуллин, А.И. Гурьянов // Международный форум Kazan Digital Week. – 2024. – С. 765–771.

4. Сафиуллин М.Р. Формирование цепочек ценности на электронных торговых площадках / М.Р. Сафиуллин, А.И. Гурьянов // Вестник экономики, права и социологии. – 2024. – № 4. – С. 96–99.

5. Bell A. Fixed and Random Effects Models: Making an Informed Choice / A. Bell, M. Fairbrother, K. Jones // *Quality and Quantity*. – 2019. – Vol. 53, No. 2. – P. 1051–1074.

6. Миндич Д. Электронные торговые площадки в России: кто есть кто? / Д. Миндич, Д. Кабалинский // Эксперт РА. – 2014. – URL: <https://raexpert.ru/docbank/e0b/b32/aa3/59b39092b02ce1c1cc5976f.pdf> (дата обращения: 15.06.2024).

## ИНСТИТУТ МЕЖДУНАРОДНЫХ ОТНОШЕНИЙ, ИСТОРИИ И ВОСТОКОВЕДЕНИЯ

### ПРЕЦЕДЕНТНЫЕ ФЕНОМЕНЫ В ОБЩЕСТВЕННО-ПОЛИТИЧЕСКОМ ДИСКУРСЕ НЕМЕЦКОГО ЯЗЫКА (НА МАТЕРИАЛЕ ТЕСТОВ СМИ)

*Миначева Р.Р.*

*Научный руководитель – канд. филол. наук, доцент Рахимбирдиева И.М.*

Прецедентные феномены играют важную роль в процессе коммуникации, особенно в общественно-политическом дискурсе, поскольку они связывают как индивидуальное, так и коллективное сознание и опираются на культурный и языковой опыт. Прецедентные феномены служат отражением национальной культуры и системы ценностей каждого народа, ввиду чего их исследование в современной лингвистике приобретает особую актуальность. Это своего рода «культурный код», который в свою очередь позволяет глубже понять язык.

Они регулярно встречаются в новостях, на телевидении и в других информационных источниках, тем самым оказывая влияние на восприятие информации. Прецедентные феномены в общественно-политической сфере играют важную роль в связи с тем, что они не только влияют на восприятие действительности, но и становятся инструментами манипуляции, убеждения и формирования общественного мнения.

Термин «прецедентный феномен» был введен в отечественную лингвистику Ю.Н. Карауловым в его работе «Русский язык и языковая личность». Ю.Н. Караулов определяет прецедентный текст как «значимые для той или иной личности в познавательном и эмоциональном отношениях, имеющие сверхличностный характер, то есть хорошо известные и широкому окружению данной личности, включая ее предшественников и современников, и, наконец, такие, обращение к которым возобновляется неоднократно в дискурсе данной языковой личности» [2, с. 216–218].

Д.Б. Гудков, В.В. Красных и И.В. Захаренко разработали теорию, согласно которой прецедентный текст считается лишь частью прецедентных феноменов в целом [1, с. 107]. Ими было выделено четыре основных категории прецедентных феноменов:

- прецедентное имя (*Donald Trump; Martin Luther King*);
- прецедентная ситуация (*Mauerfall; Hitlerputsch*);
- прецедентный текст (*Gute Zeiten, schlechte Zeiten; Der gute Mensch von Sezuan*);
- прецедентное высказывание (*Nicht alle Tassen im Schrank haben; Wir schaffen das*).

В ходе исследования мы выявили, что среди прецедентных феноменов общественно-политического дискурса немецкого языка, наиболее частотным типом являются прецедентные высказывания (44 %), которые в свою очередь, как правило, представлены немецкими идиомами, пословицами и крылатыми выражениями, например „*die Katze im Sack kaufen*“, являющаяся эквивалентом русской идиомы «купить кошку в мешке», которая используется Заскией Эскен (СДПГ) после новостей о росте популярности партии АдГ. Также нередко встречаются прецедентные ситуации (37 %), среди которых можно выделить „*Willkommenskultur*“, отсылающее нас к политике Ангелы Меркель по отношению к беженцам в 2015 г. Далее по частотности употребления следуют прецедентные имена (10 %), среди которых можно отметить сравнение *Джо Байдена* с *Александром Керенским* в качестве

намек на то, что его правление закончится так же. Затем идет категория прецедентных текстов (9%), к примеру, строчка из песни известного немецкого исполнителя, Херберта Гренемейера, „*Zeit, dass sich was dreht*“ (*Время что-то менять*), которая упоминалась Робертом Хабеком в его видео, созданном в рамках его предвыборной кампании с намеком на то, что его приход к власти позволит улучшить ситуацию в Германии.



Рис. 1. Частотность употребления типов прецедентных феноменов немецкого языка

Как уже было сказано ранее, прецедентные феномены могут позволить донести определенные смыслы до аудитории за счет обращения к когнитивной базе. Они могут выполнять различные функции. Рассмотрим их на примере прецедентного имени *Donald Trump* в фрагменте „*Der CDU-Chef wetterte zuletzt scharf gegen „linke Spinner“ und handelte sich dafür den Vorwurf der SPD ein, wie ein „Mini-Trump“ aufzutreten*“ [3]. В рамках данного контекста прецедентное имя выполняет, с одной стороны, когнитивную функцию, т. к. упоминание имени нынешнего президента США, Дональда Трампа, позволяет вызвать у публики ассоциации с данной фигурой, а также с его политикой, ввиду чего все сразу понимают, о каком стиле ведения дел идет речь. С другой стороны – прагматическую, так как это сравнение с Трампом призвано не просто вызвать в памяти аудитории определенный образ скандального политика, а за счет этого сравнения повлиять на нее и ее отношение к Фридриху Мерцу, намекая на то, что его политика может стать угрозой демократии. Также здесь можно наблюдать эмоционально-экспрессивную функцию, поскольку это сравнение обладает явно ироничным и язвительным характером.

Рассмотрим далее прецедентный феномен *Arabischer Frühling* в отрывке „*Die Massenproteste wirken wie eine Fortsetzung des „Arabischen Frühlings“ vor acht Jahren – und jetzt ist auch der nicht-arabische Iran von den Aufständen erfasst worden*“ [6]. Данный пример выполняет когнитивную функцию, т. к. данный прецедентный феномен выступает неким символом протестов в арабских странах, происходивших в начале 2010-х гг. Он может также выполнять прагматическую функцию, поскольку в данном контексте автор, используя этот прецедентный феномен, показывает, насколько масштабны волнения, намекая на возможные последствия данных волнений. К тому же за счет использования этого сравнения автор дает определенную оценку событиям, что в данном случае выполняет и оценочную функцию.

Перейдем к рассмотрению прецедентного феномена „*Gute Zeiten, schlechte Zeiten*“ из высказывания Олафа Шольца „*Zu oft wird nur berichtet: Wer tritt wie auf? Wer benimmt sich daneben? Wer sieht hübsch aus oder formuliert besonders clever?*“, sagte Scholz. „*Wir machen hier aber keine neue Folge von „Gute Zeiten, schlechte Zeiten“ – es geht doch um Politik*“ [7]. Он выполняет когнитивную функцию, пробуждая ассоциации с известным немецким культовым телесериалом жанра мыльной оперы, сюжет которого показывает жизнь некоторых семей. В контексте он также выполняет и прагматическую функцию, потому что Олаф Шольц своим высказыванием дает понять, что политика далека от того идеального мира, созданного в сериале, что она сложная и многослойная сфера. К тому же здесь реализуется эмоционально-экспрессивная функция: использование данного прецедентного феномена позволяет Олафу Шольцу выразить отношение к поверхностной политической повестке. Тем самым канцлер демонстрирует накопленную усталость и недовольство новостями, не затрагивающими суть реальной политики.

Рассмотрим также еще один прецедентный текст, выраженный строчкой из песни известного немецкого исполнителя Херберта Гренемейера „*Zeit, dass sich was dreht*“ в контексте данного отрывка „*summe er die Melodie des Grönemeyer-Hits „Zeit, dass sich was dreht“. Der Gebrauch des Lieds wurde den Grünen aber prompt vom Urheber verboten – wie zuvor schon der CDU*“ [5]. В данной статье говорится о кандидате на пост канцлера от партии «Зеленых», Роберте Хабеке, подтвердившем свою кандидатуру с помощью видео, в котором он напевал приведенную строчку из песни, в переводе означающую «Время что-то менять». В данном случае прецедентное высказывание выполняет когнитивную функцию, так как данная песня является хитом и тем самым входит в когнитивную базу представителей данного лингвокультурного общества. Данный феномен также несет в себе эмоционально-экспрессивную функцию, выражая определенные эмоции Хабека по отношению к выдвижению своей кандидатуры на пост канцлера. Ко всему прочему этот прецедентный феномен заставляет аудиторию поменять свое восприятие ситуации, давая ей понять, что ситуация в стране требует изменений, что является признаком прагматической функции.

Перейдем к рассмотрению прецедентного высказывания „*Wer kämpft, kann verlieren. Wer nicht kämpft, hat schon verloren*“ в рамках отрывка „*Eine CDU ohne Achsenverschiebung ist eine CDU ohne Merz. Das Publikum will die Unterschiede doch erkennen können. Oder um es mit Bertolt Brecht zu sagen: „Wer kämpft, kann verlieren. Wer nicht kämpft, hat schon verloren*“ [4]. В данном контексте эта цитата используется для того, чтобы напомнить о том, как действовать и не сидеть сложа руки, намекая на необходимость изменений в партии ХДС, что является признаком прагматической функции. Можно также сказать, что использование данной цитаты Бертольта Брехта выполняет и эмоционально-экспрессивную функцию, так как это позволяет усилить воздействие на аудиторию и добавить экспрессивности.

Таким образом, можно сделать вывод, что в немецком языке чаще всего используются прецедентные высказывания (44 %), большинство которых составляют различные идиомы и пословицы. Вероятно, это связано с тем, что идиоматические выражения и пословицы обычно обладают высокой степенью устойчивости и универсальности, что делает их значимыми и легко узнаваемыми в различных контекстах. Кроме того, в ходе анализа нами были выявлены наиболее частотные функции прецедентных феноменов в общественно-политическом дискурсе немецкого языка:

- 1) прагматическая;
- 2) когнитивная;
- 3) экспрессивно-эмоциональная;
- 4) оценочная.

Исходя из всего вышеизложенного, мы можем сказать, что прецедентные феномены играют значительную роль в коммуникации, являясь неотъемлемой частью общественно-политического дискурса, поскольку при их помощи у оратора появляется возможность усилить выразительность своей речи и обеспечить определенную эмоциональную связь между адресантом и адресатом, что позволяет влиять на интерпретацию информации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гудков Д.Б., Захаренко И.В., Красных В.В., Багаева Д.В. Некоторые особенности функционирования прецедентных высказываний // Вестник МГУ, Сер. 9. Филология. – 1997. – № 4.
2. Караулов Ю.Н. Русский язык и языковая личность. – М.: Наука, 1987. – 263 с.
3. Bundestagswahl: Union und SPD beginnen am Freitag mit Sondierungen. – URL: <https://www.spiegel.de/politik/deutschland/bundestagswahl-union-und-spd-beginnen-am-freitag-mit-sondierungen-a-8fe2d86c-6396-4221-b1e1-bb662635d7f7> (дата обращения: 07.04.2025).
4. Gastbeitrag von Gabor Steingart: Spahn stürmt, Merz dribbelt, AKK führt. – URL: [https://www.focus.de/politik/experten/gastbeitrag-von-gabor-steingart-spahn-stuermt-merz-dribbelt-akk-fuehrt\\_id\\_9933678.html](https://www.focus.de/politik/experten/gastbeitrag-von-gabor-steingart-spahn-stuermt-merz-dribbelt-akk-fuehrt_id_9933678.html) (дата обращения: 07.04.2025).
5. Habecks Kanzlerkandidatur: Gruß aus der Küche – Video aus der Küche. – URL: <https://www.spiegel.de/politik/deutschland/robert-habeck-macht-kanzlerkandidatur-offiziell-video-aus-der-kueche-a-c4d1b9e2-b356-43c7-9a30-63b8c929ceb0> (дата обращения: 10.11.2024).
6. Kommt ein zweiter arabischer Frühling?: Die Wut der Menschen ist kaum mehr einzudämmen. – URL: <https://www.tagesspiegel.de/politik/die-wut-der-menschen-ist-kaum-mehr-einzudammen-4673311.html> (дата обращения: 07.04.2025).
7. Scholz hält an Plänen für Kandidatur fest „Auch Pistorius will, dass ich als Kanzler antrete.“ – URL: <https://www.tagesschau.de/inland/innenpolitik/scholz-kanzler-amtszeit-100.html> (дата обращения: 22.11.2024).

## ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРОСТОРЕЧИЙ В ХУДОЖЕСТВЕННОМ ТЕКСТЕ

*Панфилова А.О.*

*Научный руководитель – канд. филол. наук, доцент Рахимбирдиева И.М.*

Характерная черта художественной литературы – это неповторимый стиль каждого автора. Писатели, используя различные стилистические средства выразительности, достигают особенного литературного стиля и придают индивидуальные и неповторимые черты своим персонажам. В литературном произведении авторы выражают свое восприятие мира, оценивают действительность.

В.Д. Левин говорит о том, что невозможно отнести художественный стиль к функциональным стилям языка, так как он не имеет признаков языкового стиля и не является систе-

мой однородных явлений. Художественный стиль лишен стилистической замкнутости, не опирается на стилистическую окраску языковых средств. В данном стиле нет специфических языковых элементов, более того, в художественном тексте позволительно использовать разнообразнейшие стилистические языковые средства<sup>2</sup>.

В литературном языке установлены четкие нормы, однако многие писатели намеренно отклоняются от них и используют в своих работах стилистически-сниженную лексику. К такой лексике можно отнести и просторечия. Подобная лексика в текстах художественной литературы выполняет следующие стилистические функции: эмоционально-экспрессивную, социально-идентифицирующую, функцию речевой характеристики, оценки и временной атрибуции.

Такая лексика помогает лучше узнать персонажей, их окружение и социальное происхождение. Сниженная лексика придает тексту стилистическую окраску, с помощью которой можно отличить один текст от другого. Большинство таких лексем образовано с помощью суффиксов<sup>3</sup>.

Достаточно трудно перечислить все лингвистические характеристики просторечной лексики, поэтому мы выделим наиболее существенные особенности, которые характеризуют ее как подсистему и отличают от литературного языка и других подсистем русского языка. Особенности просторечной лексики проявляются на лексическом, фонетическом и грамматическом уровнях.

#### 1. Особенности просторечий на лексическом уровне.

Разновидностью лексического просторечия является обценная лексика. Одним из ярких и запоминающихся героев повести М. Горького «Детство» является его дед Василий, который предстает перед читателями человеком строгим и склонным к телесным наказаниям. Это можно понять с помощью лексем, которые он использует. В одном из примеров дед Василий употребляет слово «щенок»: *Варвара, уйми своего щенка, а то я ему башку сверну!*<sup>4</sup>

Само по себе это слово не является оскорблением, если человек использует его, говоря про детеныша собаки. Однако в данном фрагменте герой использует слово «щенок» по отношению к ребенку, что свидетельствует о пренебрежительном отношении говорящего. Использование обценной лексики характеризует человека с низким социальным статусом либо человека с низким уровнем воспитания, у которого отсутствуют нормы морали и этики. Применение такой лексики помогает передать эмоциональное и психологическое состояние героя.

В области лексики для русского языка характерными также являются слова, которые обозначают обиходно-бытовые реалии. Часто такие лексические единицы выполняют социально-идентифицирующую функцию. В романе А.С. Пушкина «Дубровский» можно встретить следующие примеры:

1. *Да как же без топора **нонече** и ходить.*

2. *Я тебе моего француза не выдам, **покамест** сам не разберу дела.*

<sup>2</sup> Левин В.Д. Краткий очерк истории русского литературного языка. М., 1964. 172 с.

<sup>3</sup> Лисова Е.Ю. Семантика и функции разговорно-просторечных лексем в произведениях Е. Чижовой // Вестник Волгоградского государственного университета, 2015. С. 139–144.

<sup>4</sup> Горький М. Детство. В людях. Мои университеты. М., 1985. 381 с.



### 3. Э-ге-ге, да как **шибко**; уж не генерал ли?<sup>5</sup>

Данные фразы принадлежат дворовым или крестьянам. В тексте художественной литературы просторечия такого типа формируют определенный образ, связанный с происхождением человека и его образованием. Подобные лексические единицы давно не употребляются в речи современных людей, следовательно, с помощью речевой характеристики героев читатель может отнести их к конкретной временной эпохе. В тексте такие просторечия выполняют функцию временной атрибуции.

### 2. Особенности просторечий на фонетическом уровне.

Замена гласных звуков или изменение порядка букв и звуков в слове – достаточно частое явление в речи героев. Например, речь героя рассказа А.П. Чехова «Хороший конец»: *«А потому я весьма желал бы сочетаться узами **игуменя**, то есть вступить в законный брак с какой-нибудь достойной особой»*<sup>6</sup>. Рабочий Стычкин хочет жениться, для этого он обращается к свахе. Во время разговора он произносит фразу, которая содержит достаточно интересное фонетическое просторечие «сочетаться узами игуменя». Перестановка звуков или букв вызывает усмешку и ассоциативно рождает образ малообразованного человека. В этом случае просторечие выполняет социально-идентифицирующую функцию.

Продолжая анализировать примеры использования фонетических особенностей просторечий в произведениях А.С. Пушкина, можно отметить следующие два примера:

1. ***Ахти**, Егоровна, – сказал дьячок, – да как у Григорья-то язык повернулся.*

2. ***Ахти** господи<sup>7</sup>.*

Просторечное междометие «ахти» употребляется для выражения озабоченности, беспокойности, тревоги, удивления или сожаления. Данные реплики принадлежат двум разным женщинам, простым работницам. В текстах художественной литературы это междометие встречается в речи сельских жителей или жителей отдаленных деревень и местностей; оно не характерно для населения крупного города. Следовательно, просторечное междометие «ахти» в художественной литературе выполняет социально-идентифицирующую функцию. Однако, передавая эмоции героев, междометие «ахти» выполняет в тексте еще и эмоционально-экспрессивную функцию.

### 3. Особенности просторечий на грамматическом уровне (морфология).

Одной из отличительных черт просторечий данной группы является использование деинутивов, другими словами, уменьшительно-ласкательных форм слов. Героиня романа «Дубровский» Анна Савишна Глобова, говоря о своем финансовом положении, употребляет просторечие «доходишки»: *«Сына я не балую, да и не в состоянии баловать, хоть бы и хотела; однако сами изволите знать: офицеру гвардии нужно содержать себя приличным образом, и я с Ванюшей делюсь, как могу, своими **доходишками**»*<sup>8</sup>. Суффикс -ишк- указывает на уменьшительно-пренебрежительное отношение говорящего к объекту высказывания. Прочитав данный отрывок можно сделать предположение касательно состояния героини, то есть данная лексема ассоциативно рождает образ чего-то маленького, так читатель понимает, что эта семья сталкивается с финансовыми трудностями.

<sup>5</sup> Пушкин А.С. Дубровский, повести Белкина. М., 2024. 176 с.

<sup>6</sup> Чехов А.П. Рассказы. Уфа, 1983. 224 с.

<sup>7</sup> Пушкин А.С. Капитанская дочка. М., 1977. 110 с.

<sup>8</sup> Пушкин А.С. Дубровский, повести Белкина. М., 2024. 176 с.

В еще одну группу просторечий с морфологическими особенностями можно отнести слова, при образовании которых было использовано несколько словообразовательных приемов. Это поспособствовало появлению окказионального просторечия. Рассмотрим пример из повести М. Горького «Детство»: «*За костоправкой я послал, – ты потерпи! – сказал дед, присаживаясь к ней на постель*»<sup>9</sup>. Лексема «костоправ» обозначает лекаря, который умеет вправлять вывихнутые кости и правильно расположить сломанные кости. В данном примере от слова «костоправ» образован ранее не существовавший феминитив «костоправка». Можно предположить, что говорящий относится к врачу без должного уважения, кроме этого, человек в должной степени не владеет русским литературным языком. В данном случае просторечие выполняет социально-идентифицирующую функцию.

#### 4. Особенности просторечий на грамматическом уровне (синтаксис).

Одной из самых характерных особенностей просторечий на уровне синтаксиса является отступление от норм глагольного управления. Такой пример был найден в тексте романа А.С. Пушкина «Дубровский»: *Зурин громко ободрял меня, дивился моим быстрым успехам и, после нескольких уроков, предложил мне **играть в деньги**, по одному грошу, не для выигрыша, а так, чтоб только не играть даром, что, по его словам, самая скверная привычка*<sup>10</sup>. В данном примере неправильной конструкцией является словосочетание «играть в деньги», корректный вариант, соответствующий нормам русского литературного языка – «играть на деньги».

В следующую группу можно отнести синтаксические конструкции, несвойственные русскому литературному языку. Пример, отображающий данную особенность, можно встретить в работе М. Горького «Детство»: «*А зачем французы **нас воевали?***»<sup>11</sup>. В данном предлодении слова между собой не связаны, из-за этого фраза преобразуется в просторечие.

Подводя итоги, необходимо отметить, что особенности просторечий проявляются на 3-х уровнях: лексическом, грамматическом и фонетическом. Грамматический уровень можно поделить на две подгруппы: синтаксическую и морфологическую. Просторечия с особенностями на фонетическом и лексическом уровнях говорят о социальном статусе говорящего, его эмоциональном состоянии. Однако просторечия с особенностями на уровне грамматики часто свидетельствуют об уровне образованности персонажей.

Проанализировав 200 примеров просторечий, важно добавить, что самой многочисленной группой является группа просторечий с лексическими особенностями, самой малочисленной – группа с фонетическими особенностями. В процентном соотношении группа с особенностями на уровне лексики составила 70,5 %, на уровне грамматики – 19 %, на уровне фонетики – 10,5 % (рис. 1).

Писатель, учитывая ментальные особенности, которые проявляются через языковые явления, помогает представить характеристику какого-либо персонажа художественной литературы, определить мотивацию героя, его окружение и социальное происхождение. Они передают ту историческую обстановку, при которой это произведение создавалось, а также какое историческое явление легло в основу художественного текста.

<sup>9</sup> Горький М. Детство. В людях. Мои университеты. М., 1985. 381 с.

<sup>10</sup> Пушкин А.С. Капитанская дочка. М., 1977. 110 с.

<sup>11</sup> Горький М. Детство. В людях. Мои университеты. М., 1985. 381 с.

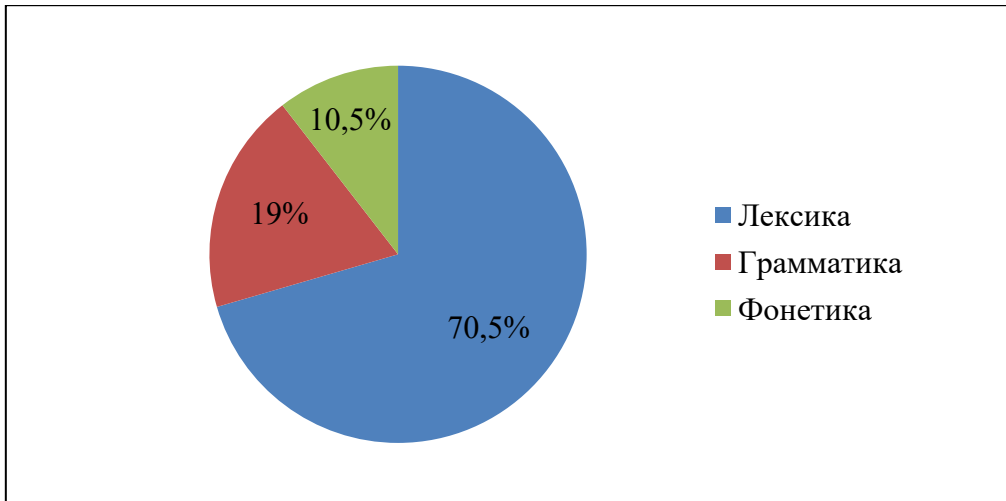


Рис. 1. Особенности функционирования просторечий

В проанализированных текстах просторечия выполняют следующие функции: эмоционально-экспрессивную, социально-идентифицирующую, функцию речевой характеристики, функцию оценки и функцию временной атрибуции, которые могут варьироваться в соответствии с целями и задачами, поставленными автором перед собой.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Левин В.Д. Краткий очерк истории русского литературного языка. / В.Д. Левин. – М.: Просвещение, 1964. – 172 с.
2. Лисова Е.Ю. Семантика и функции разговорно-просторечных лексем в произведениях Е. Чижовой / Е.Ю. Лисова // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 2: Языкознание. – 2015. – № 1. – С. 139–144.

#### Произведения художественной литературы, проанализированные в работе

3. Горький М. Детство. В людях. Мои университеты / М. Горький. – М.: Худож. лит., 1985. – 381 с.
4. Пушкин А.С. Дубровский, повести Белкина / А.С. Пушкин. – М.: Эксмо, 2024. – 176 с.
5. Пушкин А.С. Капитанская дочка / А.С. Пушкин. – М.: Детская литература, 1977. – 110 с.
6. Чехов А.П. Рассказы / А.П. Чехов. – Уфа: Башкирское книжное издательство, 1983. – 224 с.

## ИНСТИТУТ ПСИХОЛОГИИ И ОБРАЗОВАНИЯ

### РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОГО РЕСУРСА ДЛЯ ДЕТЕЙ С НАРУШЕНИЯМИ РЕЧИ «ГОВОРИТЬ ЛЕГКО»

*Лепешкина К.Н.*

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

**Актуальность исследования.** Высокий уровень развития речи и навыков коммуникации способствует успешной адаптации и социализации в современном обществе. Грамотная речь и обширный словарный запас обеспечивают хорошую успеваемость ребенка в школе, общение со взрослыми и сверстниками, делают переход на новую ступень образования более спокойным, легким и практически незаметным для начинающего младшего школьника. К сожалению, у дошкольников с общим недоразвитием речи отмечаются трудности развития речевых навыков, что негативно сказывается на развитии детей. Для успешного протекания процесса перехода ребенка из детского сада в школу проводится логопедическая работа, которая начинается еще в дошкольном возрасте.

Вопрос применения логопедической работы при коррекции речевых нарушений у дошкольников с ОНР изучается достаточно активно, однако в современной науке мало исследований, направленных на коррекцию дефектов озвончения у детей с ОНР.

**Цель исследования** – разработка цифрового образовательного ресурса, направленного на коррекцию речевых нарушений у детей дошкольного возраста с использованием цифровых образовательных ресурсов.

**Объект исследования** – произносительная сторона речи у детей дошкольного возраста.

**Предмет исследования** – коррекция нарушений произношения (дефектов озвончения) у детей дошкольного возраста с использованием цифрового ресурса «Говорить Легко».

Для исследования нарушения звукопроизношения у дошкольников с общим недоразвитием речи третьего уровня речевого развития было организовано эмпирическое исследование. В эксперименте участвовали 70 дошкольников 5–6 лет с логопедическим заключением ОНР (3 уровень речевого развития).

Эмпирическое изучение проходило на базах МБОУ «Центр образования Лицей № 2 имени академика К.А. Валиева города Мамадыша» Мамадышского муниципального района Республики Татарстан, МБДОУ «Детский сад № 12 “Лейсен” города Мамадыша» Мамадышского муниципального района РТ, МБОУ «Детский сад №8 “Нухрат” города Мамадыша» Мамадышского муниципального района РТ, МБДОУ «Детский сад № 5 “Бэлэкэч” города Мамадыша» Мамадышского муниципального района РТ, центра речевого развития Logoland г. Казани, студия речевого развития «Разговорю» г. Казань.

В рамках эксперимента был разработан комплект методик, направленный на обследование звукопроизношения у детей с ОНР на данный момент. Обследование проводилось в индивидуальном формате с каждым ребенком.

Целью данного исследования являлось диагностировать уровень развития навыков звукопроизношения у детей с ОНР третьего уровня речевого развития, выявить необходимость создания информационного ресурса для коррекции дефектов озвончения у обучающихся в ДОУ.

Всего было обследовано 70 детей с ОНР (3 уровень речевого развития). Основной возраст детей – 5–6 лет. Для проведения обследования был использован диагностический комплект, состоящий из трех методик: «Цвета» А.А. Катаевой и Е.А. Стребелевой [4], «Альбом для логопеда» О.Б. Иншаковой [2], речевая карта для обследования ребенка дошкольного возраста О.И. Крупенчук [5].

В среднем у опрошенных наблюдалось нарушение 5–6 звуков. Наиболее распространенными являлись нарушения произношения сонорных звуков, свистящих и шипящих. В проведенной диагностике зафиксированы случаи возникновения дефекта озвончения у дошкольников, обследовано развитие фонематических процессов, нарушение которых является основной причиной возникновения данного дефекта.

Полученные результаты эмпирического исследования указывают на наличие нарушения звукопроизношения у детей с общим недоразвитием речи 3 уровня речевого развития: многие дошкольники имеют ряд нарушений произношения звуков, различных по своему характеру. К ним относятся замены, искажения, отсутствия звуков, а также дефекты озвончения. Данные исследования позволяют определить наиболее распространенные нарушения звукопроизношения у дошкольников с ОНР и разработать ряд интерактивных игр для успешной их коррекции.

Представленный проект по развитию звукопроизношения у дошкольников с ОНР 3 уровня речевого развития «Говорить легко» способствует речевому развитию детей. Разработанная система позволит детям с нарушениями речи эффективно автоматизировать звуки, повышая интерес к логопедическим занятиям.

Цель онлайн-платформы – улучшение звукопроизношения через игровые и обучающие задания.

Задачи онлайн-платформы:

1. Создание необходимой базы заданий, направленных на коррекцию речевых нарушений.
2. Организация систем мониторинга результатов онлайн-платформы.
3. Обеспечение обновления контента.

При разработке платформы мы опирались на следующие параметры:

1. Интерактивность: нами разработаны интерактивные игры, повышающие интерес ребенка к логопедическим занятиям, делая их увлекательными и вовлекающими.
2. Доступность: интерфейс платформы понятен всем пользователям без дополнительной подготовки.
3. Отслеживание результатов: после прохождения игры у ребенка отображается количество пройденных заданий.

Во время работы над созданием сайта нами были разработаны 6 игр, направленных на коррекцию дефекта озвончения у дошкольников с ОНР. Каждая игра включает в себя задания на дифференциацию парных звонких и глухих согласных звуков – это следующие пары: [Б] – [П], [В] – [Ф], [Г] – [К], [Д] – [Т], [З] – [С], [Ж] – [Ш].

У каждой игры есть основной персонаж, в имени которого есть дифференцируемые звуки. Например, во время дифференциации звуков [Б] – [П] ребенка сопровождает пушистый Барбос, [В] – [Ф] – высокий жираф, [Г] – [К] – игривый котенок, [Д] – [Т] – любопытный медвежонок, [З] – [С] – быстрый зайчонок, [Ж] – [Ш] – ушастый ежонок. На главной

странице платформы ребенок выбирает игру, животное увеличивается в размере и приглашает дошкольника поиграть с ним.

Основная цель каждой игры – дифференциация парных звонких и глухих согласных звуков.

Каждая игра состоит из 10 этапов. На первом этапе происходит знакомство ребенка со звуками. Цель задания – знакомство со звуками и их ассоциациями, развитие слухового восприятия по характеристикам (звонкие – глухие). Основным персонажем игры знакомит дошкольника со звуками, приводя ассоциации и рассказывая небольшую историю, это способствует быстрому запоминанию и повышению интереса к логопедическому занятию.

Второй этап – дифференциация изолированных звуков на слух. Цель игры – развитие фонематического восприятия и дифференциация звуков по глухости – звонкости. В ходе выполнения задания ребенок распознает изолированные звуки и связывает их с соответствующими ассоциациями.

Третий этап – дифференциация звуков в слогах на слух. Цель игры – развитие фонематического восприятия и распознавания слогов с дифференцируемыми звуками. В ходе выполнения задания ребенок учится различать и идентифицировать слоги, содержащие дифференцируемые звуки, связывая слог с ассоциируемой картинкой.

Четвертый этап – дифференциация звуков в словах на слух. Цель игры – развитие фонематического восприятия и дифференциация звуков согласных по глухости – звонкости в словах. В ходе выполнения задания ребенок на слух различает слова, отличавшиеся между собой одним звуком, путем завершения предложения.

Пятый этап – дифференциация и произношение изолированных звуков. Цель игры – дифференциация изолированных звуков при произношении. В этой игре через интерактивное взаимодействие с персонажем ребенок различает и произносит изолированные звуки через увлекательное взаимодействие с главным персонажем.

Шестой этап – дифференциация и произношение звуков в слогах. Цель игры – произношение и дифференциация согласных звуков по глухости – звонкости в открытых слогах. В ходе этой игры ребенок произносит слоги с дифференцируемыми звуками. Дошкольнику необходимо выполнить задание с главным героем игры, затем произнести необходимый слог.

Седьмой этап – дифференциация и произношение звуков в слогах в интервокальной позиции. Цель игры – произношение и дифференциация согласных звуков по глухости – звонкости в слогах в интервокальной позиции. Дошкольнику через увлекательное взаимодействие с основным персонажем игры необходимо выполнить задание и произнести слоги.

Восьмой этап – произношение слов с дифференцируемыми звуками. Цель игры – произношение и дифференциация согласных звуков по глухости – звонкости в словах. В ходе выполнения задания с главным героем игры ребенок произносит слова с дифференцируемыми звуками.

Девятый этап – произношение и дифференциация звуков в словах и предложениях. Цель игры – произношение и дифференциация звуков по глухости – звонкости в словосочетаниях и предложениях. В ходе выполнения задания дошкольник повторяет за основным персонажем словосочетания и предложения, содержащие дифференцируемые звуки.

Десятый этап – подведение итогов. Цель игры – завершение итогов игры, мотивация ребенка к дальнейшему обучению и развитию. На последнем этапе ребенок подводит итоги своих достижений, получая возможность обменять заработанные баллы на призы, это позволяет детям не только ощутить результат своей работы, но создать положительный опыт, мотивирующий продолжать учиться и развиваться.

Таким образом, во время разработки онлайн-платформы нами был создан интерфейс, который удобен большинству пользователей, необходимая база заданий, направленных на коррекцию дефектов озвончения у дошкольников с общим недоразвитием речи, а также система мониторинга результатов онлайн-платформы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Екжанова Е.А. Практический аспект использования информационно-коммуникационных технологий в логопедической работе с детьми старшего дошкольного возраста с тяжелыми нарушениями речи / Е.А. Екжанова, А.А. Селенкова // Специальное образование. – 2021. – № 3. – С. 103–114.
2. Иншакова О.Б. Альбом для логопеда / О.Б. Иншакова. – 2-е изд. – М.: Владос, 2008. – 279 с.
3. Ипкаева Е.А. Эффективные приемы логопедической работы по коррекции дефектов оглушения и озвончения / Е.А. Ипкаева // Урок.РФ. – 2021. – С. 31–36.
4. Катаева А.А. Дидактические игры и упражнения в обучении умственно отсталых дошкольников: Кн. для учителя / А.А. Катаева, Е.А. Стебелева. – М.: Просвещение, 1990. – 191 с.
5. Крупенчук О.И. Речевая карта для обследования ребенка дошкольного возраста / И.О. Крупенчук. – СПб.: Литера, 2024. – 32 с.

## ОСОБЕННОСТИ ВНУТРЕННЕЙ КАРТИНЫ БОЛЕЗНИ ВЗРОСЛЫХ, БОЛЬНЫХ РАКОМ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

*Манькова Э.О.*

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

«Рак щитовидной железы представляет собой злокачественную опухоль, которую также называют карциномой» [2]. Данное заболевание является одним из самых распространенных злокачественных процессов эндокринной системы, частота выявления которого в последние годы стала расти. Поэтому экспериментальное изучение особенностей внутренней картины болезни взрослых, больных раком щитовидной железы, представляет собой научный интерес.

Изучению субъективной стороны заболевания в отечественной психологии уделялось пристальное внимание. Согласно Р.А. Лурии, внутренняя картина болезни – это «все то, что испытывает и переживает больной, всю массу его ощущений, не только местных болезненных, но его общее самочувствие, самонаблюдение, его представления о своей болезни, о ее причинах, все то, что связано для больного с приходом его к врачу, – весь тот огромный внутренний мир больного, который состоит из весьма сложных сочетаний восприятия и ощущения, эмоций, аффектов, конфликтов, психических переживаний и травм» [1]. Иными словами, внутренняя картина болезни представляет собой различные грани субъективной

стороны болезни и состоит у онкологических больных из следующих компонентов: чувственный (телесный), когнитивный, эмоциональный и мотивационный [5].

Изучением особенностей внутренней картины болезни взрослых, больных раком щитовидной железы, занимались преимущественно зарубежные исследователи. С.К. Питт, М.К. Саук, Б.Р. Роман, С.К. Александр и К.И. Войлс в своем качественном исследовании выяснили, что выражение эмоций у пациентов с раком щитовидной железы было сосредоточено в первую очередь на их диагнозе и результатах лечения. Пациенты обычно выражали негативные эмоции, такие как страх и беспокойство по поводу роста или распространения рака [4].

С.К. Питт, М.К. Саук, Э.М. Вендт, Д.Ф. Шнайдер, Д. Орн, К.Л. Макдональд, Н.П. Коннор и Р.С. Сиппель изучали реакцию пациентов на диагноз папиллярного рака щитовидной железы или неопределенную цитологию при тонкоигольной аспирации и пришли к выводу, что после постановки диагноза у многих пациентов возникают сильные эмоциональные реакции и импульс «вытащить его», вызванный словом «рак». Эта реакция может сохраняться даже после получения информации о превосходном прогнозе [3].

Цель данного исследования заключалась в выявлении особенностей внутренней картины болезни взрослых, больных раком щитовидной железы. Оно проводилось с двумя взрослыми (65 лет и 71 год) пациентами женского пола с локализацией опухоли в щитовидной железе, находящимися на этапе стабилизации заболевания после радикального лечения.

В исследовании использовались: полуструктурированное интервью, позволяющее определить основные клинико-психологические характеристики, опросник «Тип отношения к болезни» НИПНИ, проективный рисунок на тему «Моя болезнь», раскрывающий представления о своем заболевании, госпитальная шкала тревоги и депрессии, разработанная Э.С. Зигмондом и Р.П. Снейтом, выявляющая и оценивающая степень выраженности симптомов тревоги и депрессии, опросник «Уровень субъективного контроля» Е.Ф. Бажина, Е.А. Голынкиной, Л.М. Эткинда, выявляющий интернальность / экстернальность личности, опросник «Способы совладающего поведения» Р. Лазаруса и С. Фолкмана в адаптации НИПНИ, определяющий копинг-механизмы, способы преодоления трудностей в различных сферах психической деятельности, копинг-стратегии, опросник качества жизни SF – 36 Дж. Уэра и К. Шербурна в адаптации ИКФИ, отражающий количественную характеристику физического, эмоционального, социального компонентов качества жизни.

По результатам опросника «Тип отношения к болезни» НИПНИ можно увидеть, что пики шкальных оценок первого респондента расположены как в области третьего (20), так и в области первого блока (15). Это позволяет предполагать, что в личностном реагировании на болезнь доминирует интерпсихическая направленность, обуславливающая нарушения социальной адаптации. Пик шкальной оценки второго респондента расположен в области первого блока (40). Это позволяет сделать вывод о том, что отношение к болезни у больного характеризуется стремлением преодолеть заболевание, неприятием «роли» больного, сохранением ценностной структуры и активного социального функционирования без отчетливых проявлений психической и социальной дезадаптации.

Далее был проанализирован проективный рисунок на тему «Моя болезнь». Как видим, на рис. 1 изображена «Обычная навязчивая муха, мушка, что села на шею, и в итоге ее удалось прогнать. Надеюсь, что больше она ко мне не прилетит. Вот такое представление».



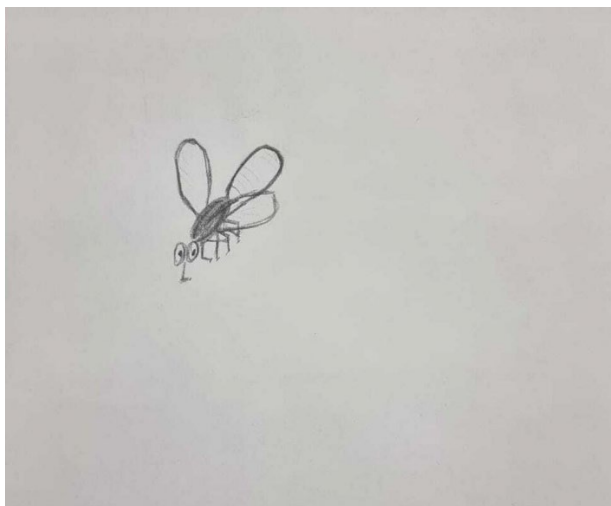


Рис. 1. Проективный рисунок на тему «Моя болезнь» респондента 1

Анализ рисунка свидетельствует о том, что пациент имеет тенденцию к сдержанности при взаимодействии с людьми. Это может быть связано с ее нахождением в ситуации болезни – ситуации стресса, вызывающей сниженное – угнетенное, подавленное, тоскливое, боязливое или безразличное – настроение. Также это может означать масштаб заболевания. Выбор черного цвета для изображения рисунка часто соответствует реакции протеста, фрустрации, периоду ухода в бездействие и накопления сил. Кроме того, это может говорить о тревоге, напряжении, разочаровании, связанных с воспоминаниями о травмирующем событии. По расположению рисунка, пропорциям, силе нажима можно судить о личности, обладающей хорошей психологической организацией и чувствующей себя безопасно и вполне благополучно в данный период жизни. Заметно, что она вложила в рисунок глубокий смысл. Изображение мухи на шее – символа назойливости – соответствует локализации ее заболевания – карциноме щитовидной железы.

Второй респондент изобразил «Большой яркий пион», представленный на рисунке 2.



Рис. 2. Проективный рисунок на тему «Моя болезнь» респондента 2

Большой размер рисунка, занимающий практически весь лист, отражает экспансивность, грандиозные тенденции, выплескивающийся вовне потенциал. Выбор бордового цвета для изображения может указывать на личность, для которой характерны следующие черты: стабильность, консерватизм, уверенность в себе и целеустремленность. Пион дополнен ярко-

зелеными листьями и маленьким бутонем, что свидетельствует о возобновлении жизненной силы. Необычайно сильный нажим, оставляющий следы на обратной стороне листа, является знаком большого напряжения и высокого энергетического уровня, проявления воли, тенденции к преодолению болезни. Изображение полностью раскрытого пиона с крупными лепестками как защитная реакция, символизирует веру, направленную на сопротивление заболеванию, однако отсутствие корней у цветка говорит о недостатке опоры.

Госпитальная шкала тревоги и депрессии, разработанная Э.С. Зигмондом и Р.П. Снейтом. По шкале тревоги у респондента 1 (5), у респондента 2 (0); по шкале депрессии респондент 1 (4) и респондент 2 (1), что позволяет сделать вывод о том, что уровни и тревоги, и депрессии на этапе стабилизации заболевания находятся в пределах нормы, то есть отсутствуют достоверно выраженные симптомы тревоги и депрессии.

Общая шкала интернальности опросника «Уровень субъективного контроля» Е.Ф. Бажина, Е.А. Голынкиной, Л.М. Эткинда респондента 1 (5) свидетельствует о высоком уровне субъективного контроля над любыми значимыми ситуациями. По шкале интернальности в области межличностных отношений (8), можно сделать вывод о личности, считающей именно себя ответственной за построение межличностных отношений с окружающими. Респондент 2 показал аналогичный уровень в области межличностных отношений (9), но уровень его субъективного контроля ниже среднего: экстернальный контроль, экстернальная личность.

По результатам опросника «Способы совладающего поведения» Р. Лазаруса и С. Фолкмана в адаптации НИПНИ у респондента 1 наблюдается умеренное использование всех стратегий, однако наиболее предпочтительными для нее являются: стратегия дистанцирования (59) и стратегия бегства-избегания (59), предполагающие попытки преодоления негативных переживаний в связи с проблемой за счет субъективного снижения ее значимости и степени эмоциональной вовлеченности в нее и за счет реагирования по типу уклонения: отрицания проблемы, фантазирования, неоправданных ожиданий, отвлечения. У респондента 2 наблюдается выраженное использование стратегии планирования решения (65), то есть попытки преодоления проблемы за счет целенаправленного анализа ситуации и возможных вариантов поведения, выработки стратегии разрешения проблемы, планирования собственных действий с учетом объективных условий, прошлого опыта и имеющихся ресурсов. Также как у первого респондента преобладает стратегия бегство-избегание (64). Стратегия принятие ответственности респондента 2 (63) предполагает признание субъектом своей роли в возникновении проблемы и ответственности за ее решение.

Показатели, согласно опроснику качества жизни SF-36 Дж. Уэра и К. Шербурна, у обоих респондентов высокие, что свидетельствует о физическом и социальном функционировании пациента, не ограниченном состоянием его здоровья, и устойчивом психоэмоциональном состоянии на этапе стабилизации заболевания.

В результате исследования были выявлены особенности личности, совокупность представлений о своем заболевании. Оба респондента имеют собственное отношение к болезни. Однако их личностное реагирование в момент обнаружения заболевания сходно ощущением комплекса неприятных эмоций, состоянием сильного эмоционального возбуждения, сопровождаемого чувствами паники, беспомощности, тревоги и страха.

Стоит отметить, что обе прилагают очень много усилий для преодоления болезни, которое предполагает планирование и реализацию конструктивных мер по улучшению состояния. Поддерживают активность, несмотря на несущественные ограничения в связи с заболеванием. Стараются рационально мыслить, не унывать, в этом им помогает семья и вера в Бога.

Исследование особенностей внутренней картины болезни взрослых, больных раком щитовидной железы, показало, что при обнаружении заболевания у респондентов появилось ощущение хрупкости жизни, страх будущего и ценности момента. Произошло переосмысление ценностей: «Кто я теперь?» и «Как мне жить дальше?». То, что казалось важным ранее, потеряло прежнюю значимость. Здоровье, поддержка родных, простые радости приобрели первостепенное значение.

Исследование было качественным. Ограничения связаны с тем, что было всего два участника и в дальнейшем планируется увеличение выборки.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Лурия Р.А. Внутренняя картина болезней и иатрогенные заболевания / Р.А. Лурия. – М.: Медицина, 1977. – 111 с.
2. Макарьин В.А. Рак щитовидной железы / В.А. Макарьин. – М., 2016. – 168 с.
3. Pitt S.C. Patients' Reaction to Diagnosis with Thyroid Cancer or an Indeterminate Thyroid Nodule / S.C. Pitt, M.C. Saucke, E.M. Wendt, D.F. Schneider, J. Orne, C.L. Macdonald, N.P. Connor, R.S. Sippel // *Thyroid*. – 2021. – P. 580–588.
4. Pitt S.C. The Influence of Emotions on Treatment Decisions About Low-Risk Thyroid Cancer: A Qualitative Study / S.C. Pitt, M.C. Saucke, B.R. Roman, S.C. Alexander, C.I. Voils // *Thyroid*. – 2021. – P. 1800–1807.
5. Stepanenko V. Psychological care for cancer patients Scientific Research Center of Psychotherapy, Russia / V. Stepanenko // *General Medicine and Clinical Practice*. – 2024. – Vol. 7(16).

# ИНСТИТУТ СОЦИАЛЬНО-ФИЛОСОФСКИХ НАУК И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ

## СПЕЦИФИКА РАБОТЫ С АУДИТОРИЕЙ В РЕДАКЦИИ ГАЗЕТЫ «КАЗАНСКИЕ ВЕДОМОСТИ»

*Емельянов В.М.*

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

Изучение аудитории в редакции того или иного издания является неотъемлемой частью функционирования средства массовой информации. Заинтересованность читателей в журналистских материалах зависит от того, соответствует ли информация их потребностям. Дело не только в актуальности и достоверности предоставляемых сообщений, данных и фактов, но и в вовлеченности редакции в заботы и интересы аудитории. При несоблюдении всего этого СМИ может потерять значительную массу подписчиков, которая, вероятнее всего, найдет другое издание, которое будет соответствовать их нуждам.

Само понятие аудитория подразумевает людей, которые непосредственно вовлечены в процесс восприятия информации, при этом вступают в контакт с источником. Объединяет этих их общий признак: схожие потребности, в случае же данного научного исследования – информационные<sup>12</sup>.

Ведение диалога аудитории со СМИ связано с ее потребностями, удовлетворение которых, несомненно, связано с функциями журналистики:

- 1) культурно-образовательной, способствующей всестороннему развитию человека, в том числе распространению высоких культурных ценностей;
- 2) идеологической, которая сообщает о культурных ценностях, политических приоритетах и идеалах. Как правило, автор в тексте не делает выводов, тем самым преподносит возможность это сделать читателю по мере складывания причинно-следственных связей в его мнении по предложенным аргументам;
- 3) рекламно-справочной, убедительно воздействующей на аудиторию с целью приобретения ей тех или иных товаров или услуг;
- 4) информативной, заключающейся в информировании, которое удовлетворяет общественные потребности: о политических и экономических событиях, а также частных, актуальных и интересных лишь для читателя явлениях;
- 5) развлекательной, позволяющей эмоционально разгрузиться и получить эстетическое наслаждение. Сюда же можно отнести «играющую аудиторию», которую привлекают различные конкурсы и форумы.

Именно они помогают определить первичные потребности аудитории: желание получить информацию; желание выяснить что-то новое, способствующее самообразованию; желание развлечься<sup>13</sup>.

<sup>12</sup> Радкевич А.Л. Интернет-аудитория: состояние, динамика, тенденции // Знание. Понимание. Умение. 2009. № 1. С. 230–236.

<sup>13</sup> Щепилова Г.Г. Потребность аудитории в Интернете и традиционных СМИ // Вестник Московского университета. Серия 10. Журналистика. 2014. № 5. С. 46–48.

Под функциями же журналистики понимают совокупность обязанностей и задач, которые отражаются в материалах, в том числе, конечно же, для привлечения аудитории. При этом существуют различные методы, использующиеся при написании текстов, вызывающие обширный интерес со стороны читателей. В первую очередь, нужно выделить особый заголовок; массивный текст, отвечающий на проблемные вопросы, объем которого составляет более 12 000 знаков; использование экспертного мнения; освещение новой информации, волнующей общественность<sup>14</sup>.

В процессе изучения темы научного исследования были сделаны выборки журналистских материалов и их заголовков, находящихся под рубриками электронной версии газеты «Казанские ведомости», за полгода: с 1 октября 2023 г. по 1 апреля 2024 г. на предмет выявления удовлетворения потребностей аудитории через функции СМИ, как способа ведения диалога с читателем. Также выборка сделана для анализа заголовков и их содержания, использование которых направлено на привлечение интереса читателей. За единицу контент-аналитического исследования были взяты журналистские материалы и их заголовки.

Информативная функция СМИ прослеживается подо всеми рубриками издания, ведь ее суть – сообщить аудитории о прошедшем событии, грядущем и проходящем на данный момент, она преобладает на фоне остальных нижеуказанных функций (см. Гистограмма 1). С 1 октября 2023 г. по 1 апреля 2024 г. было опубликовано 2 291 материалов, в которых заложена исключительно информативная функция: под рубрикой «Город» – 716; «Республика» – 1 200; «Россия / Мир» – 192; «Полезное» – 77; «Газета» – 242; «Спорт» – 73.

Идеологическая функция СМИ прослеживается под рубриками «Город», «Республика», «Россия / Мир». За время выборки журналистских материалов на предмет выявления удовлетворения потребностей аудитории через функции СМИ идеологическая функция встречается в 49 текстах: под рубрикой «Город» – 5; «Республика» – 34; «Россия / Мир» – 10.

Культурно-образовательная функция СМИ наблюдается под рубриками «Полезное», «Спецпроекты» и «Газета». С 1 октября 2023 г. по 1 апреля 2024 г. она была заложена в 170 материалах: под рубрикой «Полезное» было выявлено 54 текста; «Газета» – 115.

Рекламно-справочная функция СМИ в электронной версии издания «Казанские ведомости» встречается не в сплывающих надоедливых окнах, а в мини-заметках, которые в основном встречаются под рубрикой «Полезное». За 6 месяцев выборки под рубрикой «Полезное» было опубликовано 16 материалов: за октябрь 2023 г. – 4; ноябрь 2023 г. – 3; декабрь 2023 г. – 2; январь 2024 г. – 3; февраль 2024 г. – 3; март 2024 г. – 1, в которые была заложена рекламно-справочная функция СМИ.

Что же касается развлекательной функции СМИ, то она в электронной версии газеты «Казанские ведомости» не встречается, однако прослеживается в социальных сетях издания.

Помимо функций СМИ, внимание стоит обратить на заголовки. В электронной версии газеты «Казанские ведомости» они довольно разнообразны. Каждый из них несет в себе подтайный смысл. Заголовки, не полностью раскрывающие смысл содержания журналистского текста, создают интригу и побуждают аудиторию перейти к конкретному материалу для уточнения интересующих деталей. Важно отметить, что они преобладают на фоне остальных видов заголовков (см. табл. 1). За время выборки в общей сложности было выявлено

<sup>14</sup> Шаповалова Е.В. Маркетинговые и журналистские способы привлечения аудитории к сайтам СМИ // Медиасреда. 2020. № 1. С. 104–108.

1 766 заголовков, не полностью раскрывающих смысл содержания: под рубрикой «Город» – 504; «Республика» – 815; «Россия / Мир» – 97; «Полезное» – 93; «Газета» – 211; «Спорт» – 45; «Спецпроект» – 1.

Гистограмма 1. Преобладание информативной функции численностью материалов на фоне других в период выборки в электронной версии газеты «Казанские ведомости»



Среди заголовков, у которых используется эмоционально-оценочная лексика, был выявлен 1 материал, опубликованный в марте 2024 г. Он может вызвать разные впечатления у каждого читателя. В целом подобные заголовки могут быть привлекательными и яркими, в некоторых случаях могут осуждать или восхвалять.

Использование вопросительных форм в заголовках создает диалог между аудиторией и редакцией. На подсознательном уровне, прочитав вопрос, читатели часто хотят узнать ответ, что побуждает их к прочтению материала. Такие заголовки прослеживаются в 111 журналистских текстах: под рубрикой «Город» – 15; «Республика» – 8; «Россия / Мир» – 1; «Полезное» – 27; «Газета» – 57; «Спорт» – 3.

Заголовки, содержащие цифры, чаще привлекают внимание аудитории, чем те, в которых их нет. Использование цифр связано с желанием немного удивить читателей и вызвать у них вопросы, на которые они смогут найти ответы в материале. За время выборки встретилось 498 заголовков, содержащих цифры: под рубрикой «Город» – 140; «Республика» – 279; «Россия / Мир» – 28; «Полезное» – 16; «Газета» – 23; «Спорт» – 12.

Самый простой способ при написании заголовка – использование цитаты. Ведь именно цепляющее и вызывающее мнение какого-либо эксперта приводит к тому, что читателю захочется прочесть журналистский текст, прислушиваясь к специалисту. Заголовков в виде цитат в ходе анализа выявлено 169: под рубрикой «Город» – 25; «Республика» – 67; «Россия / Мир» – 19; «Полезное» – 1; «Газета» – 51; «Спорт» – 6.

Помимо всего вышеизложенного, встречаются заголовки, в центре которых находятся ситуации, фамилии или скандалы, о которых общественность наслышана. Они не менее эффективны, ведь то, о чем читатели осведомлены, приобретает особую окраску. Таких заго-

ловков было обнаружено 161: под рубрикой «Город» – 36; «Республика» – 65; «Россия / Мир» – 35; «Полезное» – 3; «Газета» – 15; «Спорт» – 7.

Таблица 1

Преобладание заголовков, не полностью раскрывающих смысл содержания, численностью на фоне других в период выборки в электронной версии газеты «Казанские ведомости»

Рубрики	Заголовки					
	Не раск. смысл	Исп. цитат	Исп. вопр. форм	Эмоц. оцен. лексика	Испол. цифр	Фам., ситуац., скандалы
«Город»	504	25	15	1	140	36
«Республика»	815	67	8	0	279	65
«Россия / Мир»	97	19	1	0	28	35
«Полезное»	93	1	27	0	16	3
«Газета»	211	51	57	0	23	15
«Спорт»	45	6	3	0	12	7
«Спецпроект»	1	0	0	0	0	0
«Невыдуманный герой»	0	0	0	0	0	0

Немало важно обратить внимание на дизайн, который является графическим лицом любого средства массовой информации, будь то электронная версия газеты, либо же печатная, и становится элементом взаимодействия читателя с изданием. Он состоит из соотношений журналистского текста, иллюстраций, заголовков и украшающих элементов. В любом случае прежде, чем приступить к прочтению журналистских материалов, аудитория, сама того не понимая, изучает качество «товара»: его достоинства и недостатки в визуальной составляющей издания<sup>15</sup>.

Дизайн электронной и печатной версии газеты «Казанские ведомости» значительно отличается, у каждой свой индивидуальный способ оформления и структурирования информации. При этом различается верстка первых полос в формате А3, что разделяет их по тематике. В целом все материалы печатной версии имеют свои медийные средства: фотографии и иллюстрации, может встретиться инфографика, за исключением небольших заметок. Так, массивные тексты всегда сопровождает одна или несколько иллюстраций, что не часто встречается в электронной версии. При этом развлекательная функция в периодической версии издания весьма более развита, нежели в интернет-версии: здесь присутствуют и кроссворды, и анекдоты, и телепрограммы. Что касается типа композиционно-графической модели дизайна, то с уверенностью печатную версию стоит относить к тексто-графической, а вот электронная версия ближе к текстовой, однако попытки разбавить текст фотографиями имеются, поэтому ее тоже можно отнести к тексто-графической модели.

<sup>15</sup> Гуревич С.М. Экономика отечественных СМИ: учебное пособие для вузов. М.: Аспект Пресс, 2004. С. 138–140.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гуревич С.М. Экономика отечественных СМИ: учебное пособие для вузов. – М.: Аспект Пресс, 2004. – С. 287.
2. Радкевич А.Л. Интернет-аудитория: состояние, динамика, тенденции // Знание. Понимание. Умение. – 2009. – № 1. – С. 230–236.
3. Шаповалова Е.В. Маркетинговые и журналистские способы привлечения аудитории к сайтам СМИ // Медиасреда. – 2020. – № 1. – С. 104–108.
4. Щепилова Г.Г. Потребность аудитории в Интернете и традиционных СМИ // Вестник Московского университета. Серия 10. Журналистика. – 2014. – № 5. – С. 46–54.

### **ФОРМИРОВАНИЕ ПОЛИТИЧЕСКИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ И ДУХОВНО-НРАВСТВЕННЫХ ЦЕННОСТЕЙ В СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМЕ ШКОЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

*Ситдикова С.М.*

*Научный руководитель – д-р юрид. наук, профессор Зазнаев О.И.*

Сегодня вопрос о патриотическом воспитании получает новую актуализацию. Данная потребность находит свое отражение в Указе Президента 2022 г. «Об утверждении Основ государственной политики по сохранению и укреплению традиционных российских духовно-нравственных ценностей» [3], согласно 5 пункту которого к традиционным ценностям относятся: патриотизм, высокие нравственные идеалы, крепкая семья, историческая память и преемственность поколений и пр. Активно осуществляется государственная политика в области образования и воспитания, работы с молодежью, которая находит свое отражение и в федеральном проекте «Патриотическое воспитание» в рамках национального проекта «Образование».

Школа, в свою очередь, является традиционным агентом политической социализации, который транслирует социализантам как формализованным способом, так и по средствам неформальных практик определенные политические убеждения. В своей работе мы приняли попытку анализа передачи политических представлений и духовно-нравственных ценностей в системе школьного образования по средствам институциональных практик. Данный выбор был предопределен наличием нововведений в 2022–2024 гг., в частности, введением дополнительных дисциплин «Разговоры о важном» и «Семьеведение». Таким образом, в рамках критического дискурс-анализа были рассмотрены программа «Разговоров о важном» и видеоматериалы, изучена программа «Семьеведения». Более того, был использован количественный контент-анализ в рабочих программах «Разговоров о важном», «Семьеведения» для выявления частотности повторения слов и словосочетаний, формирующих направленность общих транслируемых метасмыслов.

Для определения уже сложившегося образа политической власти у школьников нами было проведено небольшое исследование, основанное на проективных рисунках школьников. Мы предложили 88 респондентам 5-х, 6-х, 7-х, 10-х и 11-х классов нарисовать рисунок на тему: «Как я воспринимаю политическую власть в стране?». Для анализа использовались следующие критерии: цветовая гамма, степень нажима, символика и метафоричность, нали-



чие / отсутствие политических персон и их изображения, размер изображения. Рабочая гипотеза состояла в следующем: между повышением уровня протестного потенциала, политическим абсентеизмом школьника и его возрастом существует положительная корреляция.

По результатам данного исследования, мы можем говорить о том, что, во-первых, на всех уровнях наблюдается восприятие сильной иерархичной патриархальной власти, которая зачастую персонифицируется с действующим политическим лидером. Во-вторых, на всех уровнях превалирует восприятие гражданского общества как слабого и неспособного на влияние института, что, на наш взгляд, к старшей школе увеличивает уровень политического абсентеизма и порождает социальную усталость. В-третьих, в параллелях 6–7 классов наблюдается мировоззренческий перелом (от провластной геополитической позиции переход к оппозиционной направленности и проблемам внутренней политики). Наличие мировоззренческого перелома у подростков 12–13 лет обусловило выбор возрастной категории для полуструктурированного интервью, не претендующего на репрезентативность в глобальном масштабе для страны, с целью более подробного изучения эмоциональных реакций подростков на текущие изменения.

В рамках целенаправленной выборки были опрошены 18 школьников 13–14 лет, преимущественно из города (4 респондента из районов). Выбор данной возрастной категории основан на результатах анализа проективных рисунков, а также на когнитивных представлениях о становлении политического сознания Ж. Пиаже, согласно которым с 11 до 15 лет «подросток приобретает такие навыки когнитивного развития, как оперирование абстрактными понятиями, анализ абстрактных проблем, построение умозаключений и выдвижение гипотез. Далее когнитивное развитие лишь закрепляет навыки, приобретенные к концу подросткового возраста» [2]. Именно поэтому влияние на данную возрастную категорию также представляет наш исследовательский интерес.

На основании проведенного исследования мы пришли к выводу о том, что в «Разговорах о важном» наиболее часто встречающимися являются следующие способы транслирования: манипулирование фактами, поляризация мышления, создание концепции «Мы – Они» в сознании реципиентов, подкрепление первичной установки. Также на проведение отсутствует реальный запрос «снизу», заметно стремление сформировать образ мышления, согласно которому государственные интересы получают верховенство над индивидуальными запросами граждан. Были обозначены причины, затрудняющие качественную передачу представлений и ценностей в рамках «Разговоров о важном»: во-первых, вертикальный способ трансляции при низком уровне доверия к учителю. Доминирующее положение учителя позволяет формировать дискурс по средствам контроля распределения реплик, выбора темы в процессе коммуникации. На наш взгляд, именно вертикальная структура может являться одной из причин отрицания в среде реципиентов. Наличие же отрицания подтверждается нашим выборочным интервью. У всех респондентов вне зависимости от отношения к «Разговорам о важном» в речи фигурировали такие глаголы, как «заставляют», «обязуют», «навязывают», «проводят» и пр. В связи с тем, что данные глаголы употребляются, с точки зрения морфологии, во множественном числе, мы можем говорить о том, что учитель воспринимается не отдельным субъектом, а «проводником» в существующей системе, что снижает доверие учеников к конкретной персоналии. К тому же наблюдается выборочное восприятие как когнитивное искажение у реципиентов. Лишь треть респондентов демонстрируют частичное

принятие «Разговоров...» (остальная часть – негативно). В пользу частичного принятия приводились следующие аргументы: «Мне нравится, когда рассказывают о стране», «...про культуру разных регионов было неплохо послушать», «...разве что про писателей прикольно». Таким образом, в среде наших респондентов формируется частичное принятие нововведений, демонстрируется избирательность в вопросе запоминания преподаваемого материала. Происходит усвоение лишь тех тем, которые относятся к категории неполитических. В данном случае, на наш взгляд, стоит обратиться к постматериалистической концепции ценностей Инглхарта. Наши респонденты-школьники – это дети 2000-х годов. Начало 2000-х отличалось ростом ВВП, ростом реальных доходов населения, происходило снижение численности населения, находящегося за чертой бедности. Именно поэтому можно предположить наличие смены ценностей у нового поколения. Это подтверждает и интервью, согласно которому частота повторения кода в выборке составила около 44,4 % в интервью респондентами (преимущественно горожанами), которые выбирали психологический комфорт, однако с частотой 33,3 % (преимущественно респонденты из районов) звучала ориентация на материальные ценности, остальные 22,2 % не определились с выбором. В сценарии для педагогов прописаны формирующиеся ценности на занятия, и в группе тем, отнесенных нами в категорию неполитических, заявлено формирование ценностей «развития, самореализации», «приоритета духовного над материальным» и иные, что соответствует уже сформированным ранее ценностям индивидов. Следует также отметить, что рекомендательный характер проведения дисциплины позволяет учителям достаточно вольно трактовать сущностное содержание тем исходя из собственных убеждений.

«Семьеведение» же отражает альтернативный относительно способов трансляции в «Разговорах о важном» подход в передаче ценностей, оценивается нами как более «клиентоориентированный» и допускающий альтернативу в выборе индивидуальной позиции реципиентом. В отличие от предыдущих кейсов присутствует реальный запрос на проведение данной внеурочной дисциплины, что повышает вероятность на достижение поставленного результата в сравнении с «Разговорами о важном» и уроками истории. Само идейное наполнение программы «Семьеведения» разительно отличается от программы «Разговоров...». Если прежде мы могли наблюдать стремление к унификации по средствам преподаваемого материала, что отражалось на отношении респондентов, то новая дисциплина делает акцент на индивидуальном опыте и личных интересах по средствам интерактивных заданий. Сами формулировки заданий презентуются под призмой «Я-личности» реципиентам. Более того, на протяжении всей программы лейтмотивом проходит образная попытка сформировать демократический уклад семьи. Однако, в случае качественной трансляции данных установок, положение семьи в качестве референтного агента политической социализации возрастет.

Находим необходимым отметить тот факт, что в программе закладываются попытки укрепления в первую очередь института семьи, а не института брака. Об этом свидетельствует частотность повторения слов в программе: слово «семья» повторяется 68 раз, «семейный» используется 39 раз, а «брак» употребляется лишь 5 раз, также и «родитель» употребляется 21 раз, в то время как «супруг» – 8 раз. Если мы обратимся к Концепции государственной семейной политики до 2025 г. [1], несмотря на то, что заявлена необходимость способствовать «формированию ответственного отношения молодежи к браку», в большей степени идейное содержание направлено на закрепление института семьи, о чем свидетельствует ча-

стотность повторения слов: «семей» – 82 раза, «семьи» – 63 раза, в то время как слово «брак» повторяется 12 раз, «брака» – 7 раз.

Таким образом, можно говорить о том, что программа «Семьеведения» соответствует общему идеологическому лейтмотиву и направлена в большей степени на решение демографической проблемы, нежели на закрепление в сознании реципиентов традиционных духовно-нравственных ценностей.

Подводя итог, можно отметить, что потенциальный объект воздействия – школьник – характеризуется ориентацией на постматериалистические ценности при отсутствии чувства экзистенциальной безопасности, а также общей заинтересованности сферой политического, нет четко сформулированных политических ценностных ориентаций. В среде респондентов превалирует отрицание, отсутствие интереса к «Разговорам...», однако происходит частичное принятие транслируемых ценностей (тех тем, которые относятся к категории «неполитических»). Однако подростки демонстрируют большую заинтересованность в изучении «Семьеведения» в сравнении с «Разговорами...». Сам образ Родины, как в речи, так и в рисунках, предстает в микросоциальном масштабе, что затрудняет возможность политической мобилизации. Наблюдается необходимость выработки новых альтернативных практик в рамках институционального способа передачи политических установок для качественного патриотического воспитания школьников.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Концепции государственной семейной политики до 2025 года: утв. постановлением Правительства Рос. Федерации от 25 августа 2014 г. № 1618-п // <http://government.ru/>. – М., 2014. – С. 1–27. – URL: <http://static.government.ru/media/files/MyVeliu5Nu8.pdf> (дата обращения: 31.01.2025).

2. Пиаже Ж. Происхождение интеллекта у детей / Ж. Пиаже // Избранные психологические труды. Психология интеллекта у детей. Генезис числа у ребенка. Логика и психология. – М., 1969. – С. 418.

3. Электронный ресурс: kremlin.ru. – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/48502> (дата обращения: 31.01.2025).

## СОДЕРЖАТЕЛЬНАЯ, ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ И ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ПРОБЛЕМАТИКА ИНФОГРАФИЧЕСКОГО КОНТЕНТА В РЕГИОНАЛЬНЫХ ИНТЕРНЕТ-СМИ ПРИВОЛЖСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

*Фарукиин Р.А.*

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

Актуальность исследования заключается в том, что инфографика как средство коммуникации остается объектом многочисленных исследований, однако, основываясь на результатах поисковых запросов в системе Google Scholar, научные изыскания сконцентрированы не столько на сфере СМИ, сколько на областях образования и маркетинга [1, с. 182; 2, с. 85]: исследований в области инфографики в региональных СМИ проводится недостаточно [3, с. 104; 4, с. 73]. Такие проблемы, как некорректная реконтекстуализация инфографических материалов, информационные потери при графическом вмешательстве в заимствованные

изображения и функциональный дисбаланс инфографики, либо не рассматриваются, либо упоминаются вскользь в исследованиях. Под функциональным дисбалансом мы понимаем условие, при котором информационная функция инфографического материала снижается из-за некорректного обращения с элементами эстетики [5, с. 171–218], представляющими закодированные данные, и уступает место иллюстративности. На наш взгляд, вопрос о корректности определения и применения инфографического контента в региональных медиа важен, так как он прямо связан с содержанием массовой коммуникации.

Цель данного исследования – выявить, изучить и охарактеризовать содержательную, функциональную и организационную проблематику инфографического контента в региональных интернет-СМИ.

Для достижения конкретных результатов мы выдвигаем ряд гипотез:

- практика заимствования инфографических материалов в рассматриваемых СМИ вариативна (не упорядочена) и зависит от оперативных задач;
- ключевой фактор нарушения функционального баланса инфографического материала – некорректная реконтекстуализация;
- проблема некорректной визуализации данных и нарушения функционального баланса характерна только для заимствованных материалов;
- автоматизация сбора и визуализации данных – фактор снижения риска нарушения функционального баланса.

В рамках исследования использованы следующие методы: теоретический анализ литературы; количественный, качественный (структурно-содержательный) контент-анализ и функциональный анализ медиатекстов; анкетирование представителей редакций СМИ.

В основу эмпирической базы легли 1 513 медиатекстов, собранных со страниц интернет-изданий Казани («KazanFirst», «БИЗНЕС Online», «Реальное время», «Республика Татарстан»), Нижнего Новгорода («Нижегородская правда», «Живем в Нижнем», «Открытый Нижний», «Бизнес news») и Самары («Волга ньюс», «Обозрение» и приложение «Дело») и изученных посредством метода контент-анализа. Были использованы следующие параметры: количество материалов по жанрам и темам текстов, форматам и типам визуализации и инфографики, количеству единиц визуализации на один текст, отношению к источнику.

Этап структурно-содержательного анализа и функционального анализа проводился на основе двух групп текстов, отобранных методом случайной выборки. Первая группа состояла из оригинальных и заимствованных инфографических материалов, вторая – исключительно из заимствованных. Такое разделение было предпринято с целью проверки одной из гипотез исследования, касающейся связи между заимствованием и нарушением функционального баланса. Предварительное исследование также было проведено посредством контент-анализа: это позволило выяснить, что среди рассмотренных текстов первой выборки (заимствованные и оригинальные материалы) самой выраженной группой функций оказалась «дополняющая и детализирующая» (30 %), «базовая информирующая» (15,7 %), «резюмирующая» (12,8 %) и «иллюстрирующая» (11,4 %) – функции рассматривались с точки зрения отношения инфографического элемента к вербальной части текста. В 19 текстах выборки (27,1 %) обнаружены признаки нарушения функционального баланса между иллюстративностью и информативностью по причине неактуализированности визуализации (четыре текста), отсутствия или недостаточности шкал и подписей значений (три текста), наличия за-

трудняющих восприятие декоративных элементов (два текста), несоответствия данных и визуализации (два текста), отсутствия легенды (два текста). Из выборки текстов с исключительно заимствованными материалами в 47 % были замечены признаки информационной недостаточности или искажения: в 15 % – из-за отсутствия расшифровки условных обозначений (легенды); в 5 % – из-за недостаточной легенды; в 12 % – из-за низкого качества изображения; в 3 % – из-за неудачного выбора вида визуализации. Структурно-содержательный анализ позволил конкретизировать проблематику некорректной реконтекстуализации, акцентировать внимание на подходах к работе с инфографическим контентом в некоторых жанрах информационной группы: заметка, интервью. Определено, что инфографика и визуализация данных расширяет информационную емкость публикации за счет концентрации данных в ограниченном пространстве изображения: если в обыкновенной заметке применяется принцип пошагового перехода «от главного – к деталям» (перевернутая пирамида), то в заметке с визуализацией данных изображение представляет собой связанный комплекс деталей, равных по важности; деталь, которая составит информационный повод публикации, выбирается автором и фиксируется в заголовочном комплексе.

Методом анкетирования был проведен опрос представителей рассмотренных СМИ с целью выяснения деталей производственной рутины, которые могли влиять на характеристики инфографического контента. Респонденты заполняли анкету из 23 вопросов об их понимании инфографики, о методах создания и заимствования инфографического контента, об этическом регламенте редакции. Среди отвечавших представлены такие должности, как главный редактор, редактор отдела, бильд-редактор, дизайнер; почти у половины (44,4 %) опыт работы составлял более десяти лет.

В результате проведенного исследования мы пришли к следующим выводам.

1. В наполнении рассмотренных региональных интернет-СМИ инфографическим контентом (инфографика и визуализация данных) обнаруживаются тематические, форматные, источниковые и жанровые доминанты. В публикациях на темы недвижимости, дорожных коммуникаций, бизнеса, экономики и промышленности обнаруживалось сравнительно больше инфографических материалов; в данных темах форматы карты и таблицы оказались самыми проявленными, что наталкивает на предположение возможной причины, заключающейся в совпадении тематической релевантности и сравнительной простоты производства. Большая часть публикаций с оригинальной (созданной в редакции) инфографической составляющей сконцентрирована в рубриках, а в изданиях с преобладанием заимствованных материалов обнаруживались предпочтительные группы источников: тем самым обнаруживается определенная упорядоченность заимствования инфографического контента, вопреки предполагаемой вариативности.

2. В рамках эмпирической базы настоящего исследования подтверждена гипотеза о том, что проблема некорректной реконтекстуализации характерна только для заимствованных инфографических материалов, однако нарушение функционального баланса было замечено и в оригинальной инфографике: несоответствие данных визуализации, низкое качество изображения – основные типы проявления проблемы. Предположительно, основным фактором также является характер производства: ограниченность времени, большой объем задач.

3. Подтверждена гипотеза, что ключевой чертой проблематики реконтекстуализации инфографических материалов оказалась некорректная работа с легендой. Однако нарушения

функционального баланса в общем основаны на недостаточном внимании авторов к информационной ценности инфографического контента: графическое вмешательство (монтаж), низкое качество изображения. Вопреки этому, результаты опроса говорят о нераспространенности практики графического вмешательства среди исследованных редакций.

4. Не удалось ни подтвердить, ни опровергнуть гипотезу об автоматизации сбора и визуализации данных как факторе снижения риска нарушения функционального баланса: среди рассмотренных региональных редакций практика использования программ или языков программирования для анализа и визуализации данных не распространена, хотя в опросе форматы визуализация данных (графики, диаграммы и т. д.) отмечены респондентами как определяющая черта инфографики.

5. Проблема определения инфографического контента проявилась как ключевое препятствие не только при анализе эмпирической базы, но также при коммуникации с практиками индустрии. С точки зрения функций и содержания инфографическим контентом можно или нельзя считать списки, таблицы, графически оформленные тезисы, афиши и объявления, хотя такие форматы активно применяются в медиапрактике. Другой уровень проблемы – определение заимствованной инфографики. Например, по результатам опроса 100 % респондентов согласились считать инфографикой слайд презентации с графиками и диаграммами, однако 33,3 % опрошенных далее ответили, что не заимствуют инфографику, хотя анализ эмпирической базы показал наличие упомянутого формата в материалах всех исследованных изданий.

Таким образом, проблематика функциональной несбалансированности проявлена в рассмотренных региональных изданиях, однако гипотетические ожидания подтвердились лишь частично. Зафиксированные проявления функционального дисбаланса связаны с недостаточным вниманием к информационной ценности графических элементов инфографических материалов. Причина может заключаться в рутинизации работы с визуальным контентом в редакциях интернет-изданий: заимствованные инфографические материалы, фотографии, рисунки и т. д. выполняют единую служебную функцию иллюстрирования, в которой частичная потеря графических элементов представляется нам не критичной.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Талипов Ф.М. Инфографика при изучении физики в школе / Ф.М. Талипов, И.К. Кабилжанова // *American Journal of Education and Learning*. – 2025. – Т. 3. – № 3. – С. 181–185.
2. Юхмина Е.А. Развитие языкового сознания у обучающихся вуза посредством инфографики на занятиях иностранного языка / А.Е. Юхмина // *Челябинский гуманитарий*. – 2024. – № 4 (69). – С. 84–91.
3. Беленко В.Е. Инфографика интернет-СМИ Красноярска и Омска: особенности создания и функционирования, типологическая характеристика / В.Е. Беленко, А.С. Гирка // *Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: История. Филология*. – 2020. – Т. 19. – № 6. – С. 102–120.
4. Полякова Ю.А. Возможности применения инфографики в СМИ / Ю.А. Полякова // *Региональные СМИ: пути взаимодействия: материалы Всероссийской научно-практической конференции*. – Чита: ЗабГУ, 2021. – С. 72–79.

5. Wilke C.O. Fundamentals of data visualization: a primer on making informative and compelling figures / C.O. Wilke. – O'Reilly Media, 2019. – 387 p.

## ЭПИСТЕМИЧЕСКИЙ СТАТУС УБЕЖДЕНИЙ, ОСНОВАННЫХ НА ВЫМЫСЛЕ

*Хайруллина Н.В.*

*Научный руководитель – канд. филос. наук, доцент Хорт М.Г.*

### Введение

Представление о том, что художественная литература имеет познавательную ценность, распространено довольно широко. В российской культуре оно отражено в крылатой фразе «С книгой поведешься – ума наберешься» или в знакомых всем школьникам словах А.С. Пушкина «Чтение – вот лучшее учение». Однако существует и скептицизм относительно познания и обучения на основе художественной литературы, ведь вымысел не несет цели достоверно описывать реальность и для него важно иметь скорее эстетическую, чем познавательную ценность. Первым шагом к разрешению этого спора должно стать уточнение определения вымысла и конкретизация способов взаимодействия с ним, которые можно рассматривать как обучение.

Термины «вымысел» и «художественное произведение» (в английском языке объединенные словом “fiction”) в данном исследовании будут пониматься как синонимы, обозначающие истории, не несущие цели установить буквальное соответствие с реальностью и содержащие вымышленных персонажей и / или вымышленные события. Также в этой работе мы сосредоточимся на понимании обучения на вымысле как приобретения и изменения убеждений. Убеждение – это уверенность в том, что нечто является истинным. «Убеждение» – перевод, который мы используем для термина “belief”, широко распространенного в англоязычной философии.

Вымысел может влиять на убеждения и чаще всего делает это. Например, из романа «Война и мир» Льва Толстого можно приобрести убеждение о том, что аристократия в России XIX в. говорила по-французски. Некоторые эмпирические исследования также выявляют такого рода эффект, показывая, например, что телезрители приобрели из медицинской драмы «Скорая помощь» устойчивые убеждения о заболеваниях и медицинских процедурах. П. Блум пишет об этом: «Знания среднестатистического человека о юридических фирмах, отделениях скорой помощи, полицейских участках, тюрьмах, подводных лодках и мафиозных разборках не основаны на реальном опыте или невыдуманных свидетельствах. Они основаны на историях. Многие люди читают определенные виды художественной литературы (например, исторические романы), потому что хотят безболезненно узнать нечто о реальности» [1, с. 167]. «Безболезненность» кажется довольно важной характеристикой обучения на вымысле – такое обучение вероятнее всего будет более развлекательным и эмоционально вовлеченным, чем изучение научных источников. При этом данная характеристика создает дополнительные проблемы для надежности обучения на вымысле – не будет ли эмоциональная вовлеченность снижать нашу когнитивную бдительность? Не рискуем ли мы принять на веру заблуждения?

### **Эмпирические исследования убеждений, основанных на вымысле**

В 1990-е гг. в Америке был проведен ряд психологических экспериментов, ставящих под сомнение познавательную надежность процесса познания на основе вымысла. Данные экспериментов свидетельствуют о том, что в отношении некоторых видов информации читатели с такой же, если не с большей, вероятностью поверят в факты из художественной литературы в сравнении с нехудожественной. В этих исследованиях участников просили прочитать вымышленные рассказы, содержащие некоторые фактические утверждения [3, 5]. После этого проводился тест, в котором оценивалась степень согласия респондентов с этими утверждениями. Утверждения в одних рассказах были правдивыми («Психические заболевания не заразны», «Аэробика укрепляет сердце и легкие»), а в других ложными («Психические заболевания заразны», «Аэробика ослабляет сердце и легкие»). Члены экспериментальных групп статистически значимо чаще, чем члены контрольных групп (которые не читали никаких рассказов или читали рассказы, никак не связанные с содержанием тестов), соглашались с утверждениями в тесте, которые соответствовали рассказам, и не соглашались с теми, которые им не соответствовали, вне зависимости от их ложности или истинности.

Чтобы объяснить эти результаты, психологи Д. Прентис, Р. Геригг и Д. Бейлис выдвинули гипотезу о том, что ярлык «вымысел» снижает бдительность при изучении информации, что, в свою очередь, способствует большей склонности принимать на веру убеждения [5, с. 417]. В совокупности результаты экспериментов, как кажется, подрывают претензии на получение знания из вымысла, так как он создает неблагоприятные условия для их получения – снижает когнитивную бдительность и способствует некритическому принятию убеждений, содержащихся в тексте.

В этих выводах можно сомневаться по нескольким причинам. Во-первых, по причине того, как проводились исследования и что они выясняли. Измерения убеждений в них были основаны на том, как участники заполняли анкеты или отвечали на вопросы теста после прочтения текста, а такой способ может отражать скорее простое принятие фактов, а не сформированное убеждение. Но есть и более веское основание сомневаться, что в данных исследованиях измеряются именно убеждения. Э. Марш обнаружила, что зафиксированные ими эффекты значительно снизились после небольшого временного промежутка [4]. В варианте эксперимента, где участники сдавали экзамен на общую эрудицию спустя неделю после прочтения текста, он уже не оказывал никакого влияния на то, как они отвечали на сложные вопросы, и оказывал незначительное влияние в случае простых вопросов. Если эти исследования показывают только то, что чтение художественной литературы приводит к временному принятию определенных утверждений, то вполне вероятно, что они не имеют отношения к знаниям и убеждениям.

### **Фактические убеждения**

Проведем разделение между фактическими и оценочными убеждениями. Первые отражают эмпирические факты (например, об истории или географии), вторые – с трудом поддающиеся истинностной оценке мнения авторов о вопросах психологии и морали. Как можно было бы обосновать возможность получения фактических убеждений из вымысла, учитывая результаты рассмотренных психологических исследований?



С. Френд предлагает для решения этой задачи концепцию «компетентности в вымысле» (fictional competence), которая может обеспечить надежность получения фактических убеждений из вымысла [2]. Она обращает внимание на то, что в психологических экспериментах ученые перемешивали реальные и вымышленные факты в рассказах случайным образом. В реальных произведениях есть довольно четкое различие между фактическим фоном и сюжетным планом, а знакомство с жанровыми конвенциями может прояснить, чему стоит верить, а чему нет. Читатели, достаточно хорошо знакомые с определенными произведениями и жанрами, смогут сформировать безопасные убеждения, даже если не будут перепроверять факты в других источниках. При этом Френд предлагает довольно тонко различать методы приобретения убеждений на основе вымысла – вместо того чтобы рассматривать «чтение художественной литературы» в целом, нам стоит разделять «чтение Фолкнера» и «чтение Диккенса» как разные методы. Компетентность читателя может проявляться даже относительно отдельных романов, тогда в качестве метода можно будет рассматривать «Чтение “Оливера Твиста”» отдельно от «Чтения “Больших ожиданий”».

Преимуществом теории Френд является наличие в ней обоснования возможности получать знания из вымысла при учете эпистемических рисков, которые предъявляет нам художественная литература. При этом процесс выделения и дифференцирования компетенций в вымысле кажется довольно громоздким и произвольным в плане оснований для этого выделения. Опираясь на эпистемологию добродетелей в респонсибилистском варианте (альтернативном по отношению к релейабиллизму Э. Сосы, на который ссылается Френд), можно предложить более простой и изящный способ обосновать возможность получения знаний из вымысла. В этом подходе в первую очередь оценивается не обоснованность убеждений, а состояние обоснованности познавательного субъекта, не истинность, а готовность субъекта взять на себя ответственность за утверждение истинности. Соответственно, первостепенное значение приобретает наличие у субъекта интеллектуальных добродетелей, подходящих мотиваций для познания, а оценка конкретных убеждений в качестве знания ставится в зависимость от этих факторов. Интеллектуальные добродетели – это черты характера, которые присущи человеку перманентно и должны оказывать влияние на его поведение в любых, даже таких неочевидных, как обучение на основе вымысла, познавательных ситуациях.

### **Оценочные убеждения**

При всей сложности вопроса о получении фактических убеждений из вымысла, он, как кажется, волнует только немногочисленных философов и психологов. Между тем, когда речь идет об обучении на вымысле, мы чаще всего слышим о таких вещах, как понимание человеческой психологии и моральных ценностей.

Глубокую и многообещающую концепцию познавательной ценности оценочных убеждений предлагает Р. Шульц. Он утверждает, что сама структура художественного произведения может рассматриваться в качестве аналога аргументации [6]. Оценочное убеждение должно играть функциональную роль в структуре вымышленного произведения и поддерживаться конкретными элементами сюжета. Если это обобщение не поддерживается произведением, то оно не является обоснованным и, соответственно, не имеет познавательной ценности. Таким образом, познавательная ценность приобретения оценочных убеждений на основе вымысла будет заключаться не в трансляции истин о психологии и морали, а скорее в оригинальных способах обоснования подобных позиций, которые вымысел может предложить.

### **Возможности использования вымысла для познания и обучения**

Результаты этого исследования предполагают возможность более смелого использования вымысла в качестве самостоятельного источника фактических и оценочных убеждений. Предложим несколько способов такого использования:

- жанровые (особенно исторические и реалистические произведения) могут использоваться как источники фактической информации в соответствующих дисциплинах. Развивая уровень компетентности в этих жанрах литературы у обучающихся, можно сделать обучение более развлекательным при сохранении его полезности;
- психологический эффект, который предполагает снижение когнитивной бдительности при взаимодействии человека с вымыслом, можно использовать как диагностику устойчивости убеждений обучающихся. Если они находят фактические ошибки в художественном тексте и преодолевают данный эффект, это свидетельствует об отличном усвоении материала;
- для гуманитарных дисциплин актуальным может быть сравнение «аналогов аргументации» в художественном тексте со строгой теоретической аргументацией применительно к одному и тому же тезису.

### **Выводы**

Эпистемический статус убеждений, которые можно получить на основе вымысла, будет зависеть от их фактической или оценочной природы, но для обоих видов убеждения познавательная ценность сохраняется. Принципиальных отличий между художественными и нехудожественными произведениями с точки зрения эпистемологии не существует – содержание вымысла и фактов характерно для каждого из них, вопрос лишь в пропорции. Для обучения на вымысле требуется более внимательный познавательный подход, однако возможность его использования в обучении несомненна.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Bloom P. *How Pleasure Works: The New Science of Why We Like What We Like* / P. Bloom. – London: Bodley Head, 2010. – 512 p.
2. Friend S. *Believing in Stories* / G. Currie, M. Kieran, A. Meskin, J. Robson (eds.) // *Aesthetics and the Sciences of Mind*. – New York, NY: Oxford University Press, 2014. – P. 227-248.
3. Gerrig R. *The Representation of Fictional Information* / R.J. Gerrig, D.A. Prentice // *Psychological Science*. – 1991. – Vol. 2. – P. 336–40.
4. Marsh E. *Learning Facts from Fiction* / E. Marsh, M.L. Meade, H.L. Roediger // *Journal of Memory & Language*. – 2003. – Vol. 49 (4). – P. 519–36.
5. Prentice D. *What Readers Bring to the Processing of Fictional Texts* / D.A. Prentice, R.J. Gerrig, D. Bailis // *Psychonomic Bulletin & Review*. – 1997. – Vol. 4. – P. 416–420.
6. Schultz R. *Analogues of argument in fictional narrative* / R.A. Schultz // *Poetics*. – 1979. – Vol. 8, 1–2. – P. 231–244.

## ИНСТИТУТ ФИЛОЛОГИИ И МЕЖКУЛЬТУРНОЙ КОММУНИКАЦИИ

### “ВАТАНЫМ ТАТАРСТАН” ГАЗЕТАСЫ ТЕКСТЛАРЫНДА БАШИСЕМНЕҢ ФУНКЦИЯЛӘРЕ

*Габбасова Л.А.*

*Фәнни җитәкче – филол. фән. д-р, проф. Нуриева Ф.Ш.*

Башисем – текст эчтәлегенә һәм формасының аерылгысыз өлеше, аның беренче сүзе. Журналист текстларында баш исеменәң уңышлы сайлануы мөһим фактор булып тора. Укучы язманы күрү белән, аның башисемәң игътибарын юнәлтә: шушы 2–3 секунд эчендә ул текстны алга таба укырга, юкмы икәнлеген хәл итә. Шуңа күрә башисемнәрнең үзенчәлекләрен билгеләү – мөһим бурычларның берсе.

Басма матбугатта башисем, коммуникатив берәмлек буларак, укучыга язмаларның мөһимлеген җиткерә, билгеле бер дәрәжәдә эчтәлеге белән таныштыра. Ә электрон матбугат чараларында озын, тулы жөмлеләр кулланыла, бу мәгълүматның оператив рәвештә тапшырылырга тиешлеге белән бәйле.

Журналист текстлары мәгълүмати, аналитик, әдәби-публицистик жанрларга бүленә. Һәр жанрның үзенә хас үзенчәлекләре, башисем кую таләпләре бар. Тел ягыннан да башисем куюның үз кагыйдәләре формалашкан. Башисем ролендә төрле сүзләр, сүзтезмәләр, жөмлә, цитаталар, фразеологизмнар, гыйбарәләр, мәкаль-әйтемнәр килергә мөмкин.

Барлык башисемнәр дә, жанр һәм стиль үзенчәлекләренә бәйсез рәвештә, гади һәм аңлаешлы тел белән язылса, уңышлы санала. Шулай ук алар башка ММЧларында кабатланмаган, яна яңгырашка ия булырга тиеш. Шулай да төрле татар матбугат материалларын чагыштырып өйрәнү башисемнәр куюда бертөрләрәк тенденция саклануны күрсәтә [4].

Башисемнәр ММЧларның стиль үзенчәлекләренә, язмаларның жанр, төзелешенә бәйле рәвештә төрле функцияләр башкара. Хәтта бер башисем берничә функция башкара ала, ләкин журналист язда иң әһәмиятле, укучыга җиткерергә теләгән фикердән чыгып эш итәргә тиеш.

Шулай ук башисем сайлаганда, аудитория үзенчәлекләрен: яшен, женесен, эшчәнлеген, кызыксынуларын да истә тоту мөһим. Мәсәлән, яшьләр аудиториясенә юнәтелгән массакуләм мәгълүмат чараларындагы башисемнәргә заманча атамалар, сленглар куллану отышлы. Журналист башисем куйганда, укучысы мәнфәгатьләрен истә тотарга тиеш.

“Ватаным Татарстан” – Татарстан Республикасының татар телендә чыга торган рәсми газета, үзенә темалары һәм жанрларының киңлеге белән аерылып тора. “Борчыган мәсьәлә”, “Рәсми Татарстан”, “Сәламәтлек”, “Иман”, “Көн кадагында”, “Авыл капкасы”, “Әдәбият” рубрикаларында укучысын җәлеп итәрлек кызыклы язмалар урын ала. Электрон сайтта “Авыл”, “Жәмгыять”, “Интервью”, “Сәясәт”, “Спорт”, “Милләт”, “Мәгариф” һ. б. рубрикалар өстәлгән. Газетада жәмәгәтчелекне борчыган актуаль язмалар, көнкүрешкә бәйле мәсьәләләр яктыртыла.

Мәкаләдә “Ватаным Татарстан” газетасының 2024 елның июль – 2025 елның февраль саннарындагы текстларга бирелгән башисемнәр анализланды. Тикшеренүләребездә

башисемнәрнең төп өч функциясе үтәве ачыкланды: мәгълүмати, эмоциональ-экспрессив, номинатив.

Мәгълүмати функция башкарган башисем үз эченә текстта сүз барачак шәхес, вакыйга яки мәсьәлә турында беркадәр мәгълүмат бирә. “Ватаным Татарстан” газетасында элеге төр башисемнәр күбрәк “Рәсми Татарстан”, “Яңа көн – яңа хәбәр”, “Сәламәтлек”, “Көнкүреш”, “Иман” рубрикаларында урын ала. Алар, гадәттә, предикатив хикәя (мәсәлән, “Төшенкелеккә бирелү – гөнаһ” (“Ватаным Татарстан”, № 98, 23 август 2024), сорау (“Ферритин ник төшә?” (“Ватаным Татарстан”, № 127, 1 ноябрь 2024), сирәк тойгылы жөмлә (“Өч көннән артык ярамый!” (“Ватаным Татарстан”, №147, 20 декабрь 2024) ярдәмендә оешкан. Интервью форматына башисемгә тормыштан истәлекле вакыйга, жәлеп итә торган цитаталар чыгару хас: Альберт Сәйфуллин: “Чит илдән кайткач, күзләрем ак яулыклы әбиләрне эзли” (“Ватаным Татарстан”, № 118, 11 октябрь 2024). “Ватаным Татарстан” газетасының электрон сайтында урын алган текстларда башисемнәрнең күпчелеге мәгълүмати функция башкара.

“Ватаным Татарстан” газетасының басма форматында да, электрон форматында да башисемнәр уңышлы, таләпләргә туры китереп куела: газетада кыска, бер генә сүздән, сүзтезмәдән, жөмләдән торган башисемнәр кулланылса, сайтта исә озын жөмләләр, аналитик жанрга сорау жөмләләр форматындагы башисемнәр куела. Мәсәлән, газетада “Елына күрә чиләге”, сайтта – “Быелгы бәрәңге уңышы куанырлыкмы?”; газетада – “Син дә, мин дә бер”, сайтта – “Син дә, мин дә бер. Сентябрь аенда бакчада эшләнәсе эшләр турында”; басма форматта – “Каршы әймәскә!”, электрон форматта – “Яп авызыңны, клиент һәрвакыт хаклы”: “ВТ” хәбәрчесе курьер булып эшләде” һ. б. Басма форматта кулланылган башисемнәр күбрәк атау функциясен үтәсә, электрон сайттагы башисемнәрнең күпчелеге мәгълүмати функция башкара. Ике форматта да интервьюларда күбрәк цитаталы башисемнәр кулланыла: “Айгөл Бариева: “Минем өчен табыш түгел, күңел тынычлыгы мөһимрәк”, “Алмаз Гәрәев: “Иң мөһиме – артист уйнасын!”, “Сәет Галиуллин: “Жырлап операцияләр ясармын” һ. б.

Эмоциональ-экспрессив функциясе өстенлек иткән башисемнәр “Фикер”, “Әдәбият”, “Язмыш” рубрикалары белән беррәттән, укучыга кабул итүне жиңеләйтү, беркадәр ирония өстәү максатында “Көнкүреш”, “Икътисад”, “Актуаль тема”, “Сәламәтлек” кебек рубрикаларда да урын алган. Алар күптөрле тел чаралары ярдәмендә белдерелә: боерык һәм тойгылы жөмләләр (“Ялтыратмаска!” (“Ватаным Татарстан”, № 95, 16 август 2024), хикәя жөмләләр (“Акча эшлэгәнне ярата” (“Ватаным Татарстан”, № 8, 24 гыйнвар 2025), жырлардан өзекләр (“Анда биек таулар бар ла...” (“Ватаным Татарстан”, № 98, 23 август 2024), сорау жөмлә (“Нихәл, Чаллы?” (“Ватаным Татарстан”, № 103, 6 сентябрь 2024), күп нокталар ярдәмендә (“Йөрәгендә урын табылса...” (“Ватаным Татарстан”, № 20, 21 февраль 2025) һәм башкалар. Иң уңышлы чараларның берсе буларак, халык телендә еш кулланылган үткен гыйбарәләрне тулысынча һәм беркадәр үзгәртеп куллану очракларын билгеләргә була: “Ялтырый, тик калтырамый” (“Ватаным Татарстан”, № 5, 17 гыйнвар 2025).

Һәр башисем номинатив функция башкара. Тикшеренүләрдән күренгәнчә, “Ватаным Татарстан” газетасында номинатив функциясе алга чыгарылган башисемнәр күпчелекне тәшкил итә. Алар газетаның барлык рубрикаларында да кулланыла. Мондый төр башисемнәр гадәттә исем сүзтезмәләр, изафәләр ярдәмендә биреләләр: “Табигать байлыгы” (“Ватаным Татарстан”, № 80, 12 июль 2024), “Кардәшлек кадере” (“Ватаным Татарстан”, № 5, 17 гыйнвар 2025). Шулай ук жәенке атау жөмләләр (“Уенчыклар иленә сәяхәт” (“Ватаным Татар-

стан”, № 149, 27 декабрь 2024), тулы жәмлә ярдәмендә бирелгән (“Бер атама – ун язмыш” (“Ватаным Татарстан”, № 5, жомга, 17 гыйнвар 2025) очрактар шактый.

Нәтижә ясап әйткәндә, “Ватаным Татарстан” газетасының 2024 елның июль – 2025 елның февраль аралыгында дөнья күргән саннарда 250 башисем урын алган. Журналист язмаларының башисемнәре жанр һәм тел кагыйдәләренә туры китереп куелган, басма һәм электрон форматларга куелган таләпләр үтәлгән.

### ӘДӘБИЯТ

1. Гарифуллин В.З. Хәбәри журналистика. – Казан: Казан (Идел буе) федераль университеты нәшрияты, 2014. – 92 б.
2. Гуревич С.М. Газета: вчера, сегодня, завтра: учебное пособие для вузов. – М.: Аспект Пресс, 2004.
3. Нәбиуллина Г.Ә. Журналистика нигезләре һәм теориясе: уку-укыту ярдәмлеге. – Казан: Ислам-Пресс, 2023. – 95 б.
4. Низамов И.М. Татарча әдәби редакцияләү: Югары уку йортлары өчен дәреслек. – Казан: Казан (Идел буе) федераль университеты нәшрияты, 2012. – 159 б.

## ГЕНЕРАЦИЯ ТЕКСТОВЫХ ЗАДАЧ ПО МАТЕМАТИКЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

*Джурабекова А.А.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, д-р пед. наук, профессор Салехова Л.Л.*

**Актуальной проблемой** в современной системе образования является поиск инструментов, технологий обучения и оценки достижений обучающихся, которые обеспечат хорошую результативность при меньшей затрате времени и позволят уделить внимание абсолютно всем обучающимся. В связи с тем, что обучение методам решения (арифметическим и алгебраическим) различного типа текстовых задач являются обязательным согласно Федеральной рабочей программе по математике (2023) (ФРП), **целью** нашего исследования является разработка промтов, специально созданных для генерации текстовых задач и организации оценочной обратной связи от искусственного интеллекта (ИИ) при проверке решений школьников.

В работе применялись следующие **методы исследования**: анализ учебных программ и методической литературы, экспериментальное тестирование стратегий промт-инжиниринга, эмпирическая оценка качества генерируемых задач и обратной связи.

**Ключевые слова**: генерация текстовых задач, искусственный интеллект (ИИ), оценочная обратная связь от ИИ, промт-инжиниринг, “Few-Shot prompting”, “Role prompting”, “COT prompting”.

Стремительное развитие больших языковых моделей (LLM) и разработка инструментария актуализируют задачу эффективного управления этими системами в сфере образования. Появилось понятие **промт-инжиниринга**, которое заключается в искусстве создания эффективных запросов, направляемых нейросети, на создание контента<sup>16</sup>.

<sup>16</sup> Ekin S. Prompt engineering for ChatGPT: a quick guide to techniques, tips, and best practices // Authorea Preprints. 2023.

Отправной точкой исследования послужил анализ учебников по математике для 5–6 классов, из них были выделены типы текстовых задач, которые необходимо генерировать с помощью ИИ. Результаты анализа были использованы для выбора оптимальных стратегий промтинга:

1. Стратегия “Few-Shot prompting” означает предоставление запроса с несколькими примерами желаемого формата результата<sup>17</sup>. Целью являлось обучение нейросети обобщению знаний из небольшого числа примеров и применению их к новому, ранее неизвестному контексту.

**Формулировка запроса** была следующей: *«Обрати внимание на языковую формулировку и математическое содержание задач. Текстовые задачи на движение по воде «Пример 1, Пример 2». Используя данную информацию, составь 4 типовые задачи на движение по воде»*. По сравнению со стратегией “Zero-Shot prompting”, который заключался в предоставлении запроса без примеров, результаты “Few-Shot prompting” оказались значительно лучше особенно в задачах, требующих соблюдения определенного стиля или формата.

Несмотря на это, были выявлены определенные недочеты: модель склонна генерировать задания повышенной сложности, предполагающие составление систем, что выходит за рамки учебной программы для данной категории обучающихся. Следовательно, для надежной и точной генерации требуется комбинация сразу нескольких стратегий с последующей проверкой данных.

2. “Role prompting” заключается в задании определенной роли, которую должна принять нейросеть. После задания этой роли LLM адаптируется к конкретному стилю или тону ответов<sup>18</sup>.

**Промт звучал так:** *«Ты опытный преподаватель математики. Составь задачи строго в соответствии с ФГОС и общеобразовательной программой по математике для 5–6 классов (2024–2025 уч. год)»*. Добавление стратегии “Role prompting” оказалось эффективным, так как теперь генерируются задачи, требующие знания материала в соответствии с ФРП. Однако в результате сравнения ответов ChatGPT и DeepSeek было выявлено, что исходные данные не позволяют дать однозначный ответ без округления чисел, приводят к громоздким вычислениям, следовательно, промт требовал доработки.

3. “Chain-of-Thought (CoT)” – серия промежуточных шагов рассуждения – существенно улучшает способность крупных языковых моделей выполнять сложные рассуждения<sup>19</sup>.

Часть промта была составлена следующим образом: *«Опиши ход своих мыслей при составлении текстовой задачи»*. Затем был введен еще один промт: *«Реши задачу алгебраическим методом»*, так как при генерации текстовой задачи без требования решить ее возникали ошибки в условиях. Таким образом, DeepSeek сам нашел ошибку и перепечатал на задачу, которая имеет решение (рис. 1).

<sup>17</sup> Brown T. et al. Language models are few-shot learners //Advances in neural information processing systems. 2020. Т. 33. С. 1877–1901.

<sup>18</sup> Kong A., Zhao S., Chen H., L. Q., Qin Y., Sun R., ... & Dong X. (2023). Better zero-shot reasoning with role-play prompting.

<sup>19</sup> Wei J., Wang X., Schuurmans D., Bosma M., Xia F., Chi E., ... & Zhou D. (2022). Chain-of-Thought prompting elicits reasoning in large language models. Advances in neural information processing systems.

**Role prompting + Few-Shot prompting + Context + CoT prompting** ✓

DeepSeek анализирует, видит свою ошибку и исправляет автоматически в процессе генерации:

2. Время по течению:  
 $18 : 10 = 1,8 \text{ ч}$  — недопустимо по условию (дробное число).

**Исправленное условие:**  
 Расстояние между пристанями — 20 км, скорость течения — 2 км/ч, собственная скорость лодки — 8 км/ч.

**Пересчитанное решение:**

- Скорость по течению:  
 $8 + 2 = 10 \text{ км/ч}$ .
- Время по течению:  
 $20 : 10 = 2 \text{ ч}$ .
- Скорость против течения:  
 $8 - 2 = 6 \text{ км/ч}$ .
- Время против течения:  
 $20 : 6 \approx 3,3 \text{ ч}$  — снова дробное.

4. Время против течения:  
 $30 : 9 \approx 3,3 \text{ ч}$  — **не подходит.**

**Итоговый вариант:**  
 Расстояние — 24 км, скорость течения — 2 км/ч, собственная скорость — 10 км/ч (аналогично примеру 2, но с другим контекстом).

**Ответ: 5 часов** (2 ч по течению, 3 ч против).

🗣 Давайте решим исправленную задачу 2 так, чтобы все вычисления давали **только натуральные числа.**

**Условие (исправленный вариант):**  
*Расстояние между двумя пристанями — 24 км. Собственная скорость моторной лодки — 10 км/ч, а скорость течения реки — 2 км/ч. Сколько времени займёт путь от одной пристани до другой и обратно?*

Рис. 1. Результат добавления стратегии “Chain-of-Thought” и дополнительных требований

Все рассмотренные стратегии были скомбинированы в единый промт, представленный в табличной форме (табл. 1), затем они были детализированы в соответствии с целями и протестированы на двух моделях ИИ: ChatGpt и DeepSeek.

Таблица 2

Шаблон промта для генерации текстовой задачи

Role Prompting	Context	Few-Shot prompting	CoT prompting
Задание роли и контекста	Дополнительные требования	Примеры и образцы	Контроль процесса создания задачи
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ты опытный преподаватель по математике;</li> <li>– Твоя задача – составление текстовых задач в соответствии с ФГОС и общеобразовательной программой по математике в 2024–2025 году.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Задачи должны быть в рамках темы: ...;</li> <li>– Должны быть решаемы ... методом;</li> <li>– Задачи предназначены для учащихся 5–6 классов, содержание задач должно соответствовать интересам учащихся данной возрастной категории.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Представляю примеры задач, которые я хочу увидеть;</li> <li>– Обрати внимание на языковую формулировку и математическое содержание задач;</li> <li>Пример 1: ...</li> <li>Пример 2: ...</li> <li>– Используя данную информацию, составь 4 типовые задачи на движение по ...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Объясни, какую методику при составлении задач ты использовал, как придумал сюжет и сделал задачу решаемой;</li> <li>– Объясни правильный ход решения.</li> </ul>

Полученные в итоге задачи свидетельствуют о надежности комбинации данных стратегий промтов для языковых моделей (рис. 2), благодаря чему был составлен банк из 80 задач на движение всех типов, которые встречаются в рабочей программе 5–6 классов.

**Results** ✓

ChatGPT-4:

**Задача 1:**  
На соревнованиях по управлению радиоуправляемыми катерами команда "Волна" провела два заезда. В первом заезде катер команды проплыл 40 метров по течению реки за 10 секунд. Во втором заезде, когда течение было таким же, катер проплыл против течения 30 метров за 15 секунд. На сколько метров в секунду скорость катера в стоячей воде больше скорости течения реки?

**Задача 2:**  
Семья Петровых отправилась в путешествие на теплоходе. Путешествие началось в городе А и закончилось в городе Б. Скорость теплохода по течению реки составляет 18 км/ч, а против течения - 12 км/ч. Какое расстояние проплыл теплоход, если время движения по течению составило 3 часа, а против течения - 2 часа?

**Задача 3:**  
В аквапарке проходят соревнования по скоростному плаванию на надувных лодках по каналу с течением. Первая лодка проплыла 28 метров по течению за 7 секунд. Вторая лодка проплыла 16 метров против течения за 8 секунд. На сколько метров в секунду скорость первой лодки больше скорости второй лодки?

**Итого:**

- ✓ Соответствует программе 5-6 классов
- ✓ Логичность условия
- ✓ Интересный контекст
- ✓ Разрешимость задачи
- ✓ Отсутствие в решении громоздкости

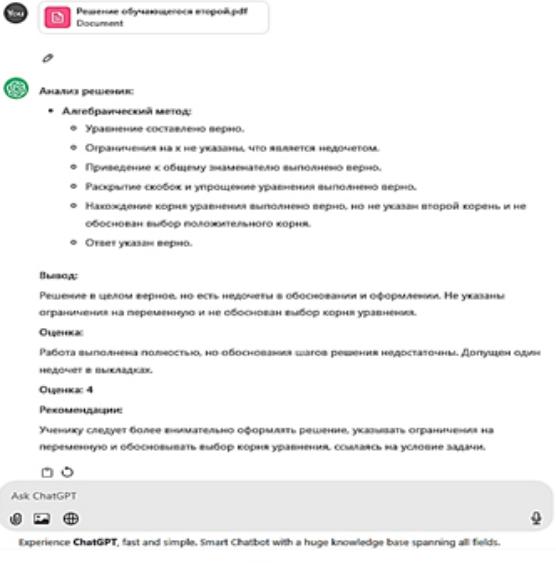
Рис. 2. Задачи, демонстрирующие эффективный результат при комбинации "Few-Shot prompting", "COT prompting", "Role prompting" и конкретных указаний

В данной работе исследована способность ИИ к **комплексной оценке решений** текстовых задач, выполненных школьниками. Разработан промт, включающий "Role prompting" (опытный учитель) и критерии оценки письменных работ. Использована стратегия "Few-Shot prompting" – предоставлен пример решенной задачи, на который должен ориентироваться ИИ. В качестве тестовых решений использованы файлы, содержащие различные типы ошибок (табл. 2).

Полученные результаты позволяют понять, что DeepSeek эффективен в оценивании, где важна обратная связь с более приветливыми обращениями, в то время как ChatGPT-4o может быть полезен в ситуациях, требующих строгого следования критериям (табл. 2).

Таблица 3

Сравнение специально смоделированных недочетов с ошибками, обнаруженными ChatGPT-4o

Файл, отправленный на проверку	Ответ ChatGpt
<p>Условие: расстояние между двумя пристанями 36 км. Моторная лодка проплыла от одной пристани до другой и вернулась обратно, затратив на весь путь 5 часов. Собственная скорость лодки 15 км/ч. Найдите скорость течения реки (в км/ч). <b>Решение:</b> существует несколько способов решения:</p> <p>а) алгебраический метод: пусть <math>x</math> – скорость течения реки, тогда скорость лодки по течению <math>15 + x</math>, а против течения <math>15 - x</math>, составим уравнение <math>\frac{36}{15+x} + \frac{36}{15-x} = 5</math>, решим с:</p> $\frac{36}{15+x} + \frac{36}{15-x} = 5$ $\frac{36(15-x) + 36(15+x) - 5(15+x)(15-x)}{(15+x)(15-x)} = 0,$ $36(15-x) + 36(15+x) - 5(15+x)(15-x)$ <p>Раскроем скобки:</p> $540 - 36x + 540 + 36x - 5(225 - x^2) = 0$ $540 + 540 - 1125 + 5x^2 = 0$ $5x^2 = 45$ $x^2 = 9$ $x = 3,$ <p>Ответ: 3 км/ч.</p> <p>Недочеты, сделанные специальным образом: не записаны ограничения на <math>x</math> и найден только один корень</p>	 <p><b>Анализ решения:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Алгебраический метод:       <ul style="list-style-type: none"> <li>• Уравнение составлено верно.</li> <li>• Ограничения на <math>x</math> не указаны, что является недочетом.</li> <li>• Приведение к общему знаменателю выполнено верно.</li> <li>• Раскрытие скобок и упрощение уравнения выполнено верно.</li> <li>• Нахождение корней уравнения выполнено верно, но не указан второй корень и не обоснован выбор положительного корня.</li> <li>• Ответ указан верно.</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Вывод:</b> Решение в целом верно, но есть недочеты в обосновании и оформлении. Не указаны ограничения на переменную и не обоснован выбор корня уравнения.</p> <p><b>Оценка:</b> Работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны. Допущен один недочет в выкладках.</p> <p><b>Оценка: 4</b></p> <p><b>Рекомендации:</b> Ученику следует более внимательно оформлять решение, указывать ограничения на переменную и обосновывать выбор корня уравнения, согласно на условию задания.</p> <p style="text-align: center;">Experience <b>ChatGPT</b>, fast and simple. Smart Chatbot with a huge knowledge base spanning all fields.</p> <p style="text-align: center;">✓</p> <p style="text-align: center;">Смог выявить все ошибки</p>



## ЛИТЕРАТУРА

1. Brown T. et al. Language models are few-shot learners / T. Brown, B. Mann, N. Ryder, M. Subbiah, J.D. Kaplan, P. Dhariwal, ... & D. Amodei // Advances in neural information processing systems. – 2020. – Vol. 33. – P. 1877–1901. – URL: <https://clck.ru/3H3YMA> (дата обращения: 10.02.2025).
2. Ekin S. Prompt engineering for ChatGPT: a quick guide to techniques, tips, and best practices / S. Ekin // Authorea Preprints. – 2023. – URL: <https://clck.ru/3H3UV6> (дата обращения: 08.02.2025).
3. Feng T. The innovation and development of mathematics curricula in China in the context of artificial intelligence / T. Feng // Education Management Review, 2024. – No. 5-1. – P. 234–242. – URL: <https://elibrary.ru/qssnfl> (дата обращения: 22.12.2024).
4. Kong A. et al. Better zero-shot reasoning with role-play prompting / A. Kong, S. Zhao, H. Chen, Q. Li, Y. Qin, R. Sun, ... & X. Dong // arXiv preprint arXiv:2308.07702. – 2023. – URL: <https://clck.ru/3H3a4V> (дата обращения: 10.02.2025).
5. Wei J. et al. Chain-of-Thought prompting elicits reasoning in large language models / J. Wei, X. Wang, D. Schuurmans, M. Bosma, F. Xia, E. Chi, ... & D. Zhou // Advances in neural information processing systems. – 2022. – URL: <https://clck.ru/3H3aZG> (дата обращения: 10.02.2025).

## ОБУЧЕНИЕ МЕТОДАМ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

*Маннапова А.А.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, д-р пед. наук, профессор Салехова Л.Л.*

Современные информационные технологии играют важную роль в развитии образования, в частности, при обучении математике. Например, при формировании навыков решения уравнений, так как он позволяет адаптировать процесс обучения под индивидуальные особенности обучающихся и повышает его эффективность.

Целью исследования является разработка промтов для обучения искусственного интеллекта ChatGPT-4o и DeepSeek решению уравнений третьей степени методом Кардано и проверки решений студентов с помощью оценочной обратной связи от ИИ ChatGPT-4o и DeepSeek.

Уравнения вида:  $f(x) = a_0x^3 + a_1x^2 + a_2x + a_3 = 0, a_0 \neq 0, a_i \in Z$  называются уравнением третьей степени. Они могут иметь от одного до трех действительных корней [1]. Каждое кубическое уравнение имеет как минимум один действительный корень, а общее количество корней не превышает трех. Это вытекает из основной теоремы алгебры и свойств многочленов нечетной степени [2].

В работе рассматриваются две стратегии промтинга в использовании искусственного интеллекта при решении уравнений:

1) Few-shot Chain of Thought (Few-shot CoT) – метод, позволяющий языковым моделям анализировать последовательность решений, опираясь на предоставленный эталон решения, применять изученные алгоритмы и корректно воспроизводить вычислительные процессы [3].

2) Step-by-Step Prompting – стратегия поэтапного промтинга, направленная на детализированное описание каждого шага решения, что способствует формированию логической структуры мышления у обучающихся [4].

### **Разработка сценария промтинга с применением стратегии Few-shot Chain of Thought для ChatGPT-4o и DeepSeek для решения уравнений третьей степени**

Стратегия промтинга Few-shot Chain of Thought (Few-shot CoT) позволяет искусственному интеллекту анализировать несколько примеров перед выполнением аналогичной задачи. В качестве обучающего материала были предоставлены три эталонных решения кубических уравнений с использованием метода Кардано. Далее искусственному интеллекту было предложено решить новое уравнение, следуя алгоритму, представленному в эталонных решениях.

Использованный промт имел следующую формулировку: *“Ты – эксперт по математике, специализирующийся на решении уравнений третьей степени. Я предоставлю тебе три эталонных решения уравнений третьей степени методом Кардано. Изучи алгоритм, следуй этим примерам. После этого я отправлю уравнение, которое решать будешь ты, опираясь на эталон решения”*.

Данный подход позволил оценить, насколько эффективно модель способна воспроизводить изученные алгоритмы и применять их к новым задачам.

### **Анализ ошибок решения уравнений третьей степени методом Кардано при стратегии Few-shot Chain of Thought**

Рассмотрим распространенные ошибки ChatGPT-4o.

Первой и самой распространенной ошибкой было неправильное приведение уравнения к каноническому виду. Метод Кардано требует выполнения замены  $x = y - \frac{a_2}{3}$ , но ChatGPT-4o несколько раз неверно вычислял коэффициенты  $p$  и  $q$ , что приводило к неправильному уравнению. В результате последующие шаги решения основывались на изначально ошибочных данных.

Вторая частая ошибка возникала при решении системы Кардано. ИИ иногда некорректно подбирает значения кубических корней для переменных  $u$  и  $v$ . Это приводило к неверным значениям суммы  $y = u + v$ , что влияло на итоговые корни.

Третья ошибка встречалась при обратной подстановке. После нахождения  $y$  ChatGPT-4o допускал неточности при переходе обратно к переменной  $x$ . Даже небольшие ошибки в арифметике могли изменить конечные корни, что делало результат несоответствующим эталонному решению.

Проанализируем распространенные ошибки DeepSeek.

Вычислительных ошибок у данной языковой модели не возникало, однако мы столкнулись с тем, что ИИ отходит от алгоритма, например, не применяет формулу извлечения кубического корня из комплексных чисел, а использует альтернативный метод вычисления, но ответ в конечном счете правильный.

Следует отметить, что при использовании стратегии промтинга Few-shot Chain of Thought (Few-shot CoT) решение получилось достаточно кратким в обоих случаях, модель не всегда прописывает важные нюансы и пропускает ключевые моменты вычисления.

## **Разработка сценария промтинга с применением стратегии Step-by-Step Prompting для ChatGPT-4o и Deepseek для решения уравнений третьей степени**

Использованный промт имел следующую формулировку: *“Ты – эксперт по математике, специализирующийся на решении уравнений третьей степени. Тебе будет поочередно предоставляться алгоритм решения методом Кардано. Твоя задача – следовать инструкциям и решать уравнение параллельно с показанными шагами. Я буду показывать ход решения своего задания, ты решаешь свое задание по показанному алгоритму.*

*Важно объяснять каждый этап подробно, фиксировать промежуточные расчеты и не пропускать важные шаги. Если в каком-то месте ты не можешь продолжить, уточни, прежде чем делать предположения. Начинать строго после того, как я дам алгоритм. Задание: решите уравнение третьей степени методом Кардано. Первое задание мое, второе задание твое”.* Далее чату GPT-4o и DeepSeek было предложено для решения уравнение третьей степени. Мы последовательно демонстрировали процесс решения аналогичного задания, в то время как языковые модели параллельно решали, применяя идентичный алгоритм к своему уравнению.

Если сравнить ответ языковых моделей, который был получен в процессе использования стратегии Few-shot CoT, с ответами при применении Step-by-Step Prompting, можно отметить значительное различие в структуре решения. В частности, пошаговый метод промтинга обеспечивает более детализированное развернутое объяснение, где модель явно описывает каждый этап рассуждений и все промежуточные вычисления. Такой подход не только улучшает интерпретируемость решения, но и облегчает выявление ошибок. Благодаря детальной последовательности шагов пользователю становится проще отслеживать моменты, в которых модель допустила неточность. Это, в свою очередь, повышает вероятность того, что пользователь сможет самостоятельно обнаружить ошибку, запросить ее исправление или же поручить модели провести дополнительную проверку. Также важно отметить, что при такой стратегии промтинга мы получаем ход решения, который запрашиваем. Иными словами, мы определяем шаблон решения, под который ИИ в дальнейшем подстраивается.

### **Анализ ошибок ИИ в решении уравнений третьей степени методом Кардано при стратегии Step-by-Step Prompting**

#### Распространенные ошибки ChatGPT-4o

Даже в ходе пошагового решения ChatGPT-4o совершал ошибки. Одной из самых частых стало некорректное приведение уравнения к каноническому виду. Данный метод требует выполнения замены переменной в соответствии с выражением  $x = y - \frac{a_2}{3}$ , что позволяет исключить член с  $x^2$  и привести уравнение к форме  $y^3 + py + q = 0$ . Однако модель в некоторых случаях допускала неточности при вычислении коэффициентов  $p$  и  $q$ , что приводило к некорректному виду преобразованного уравнения. Так же модель иногда путала знак перед коэффициентом  $a_2$ , что становилось причиной неверной замены переменной  $x$ . В результате все дальнейшие этапы решения основывались на ошибочных данных, что влияло на конечный результат.

Отдельной проблемой стало некорректное выполнение операций с комплексными числами. Извлечение кубического корня из комплексных чисел требует использования три-

гонометрической формы, однако в ряде случаев модель допускала ошибки при вычислении аргумента комплексного числа. Ошибки на данном этапе проявлялись в неверном выборе аргумента числа, из-за чего один или несколько корней вычислялись неправильно. Также в процессе вычислений модель часто допускала неточности в арифметических операциях.

Ошибок в работе системы DeepSeek не зафиксировано. Напротив, языковая модель показала более высокий уровень активности, предоставив решение до того, как мы продемонстрировали следующий этап алгоритма. Однако, в связи с этим, модель в своем решении несколько отклоняется от предложенного нами алгоритма. Вычислительных ошибок не выявлено.

### **Оценочная обратная связь от ИИ для проверки решений студентов уравнений третьей степени**

После того, как языковая модель самостоятельно решила несколько аналогичных заданий, было предложено проверить работу студента и дать обратную связь. Промт звучал следующим образом: *«Молодец! Ты научился решать уравнения третьей степени методом Кардано! Теперь ты будешь проверять работы студентов. Я отправлю тебе работу на проверку, а ты ее оценишь и дашь обратную связь. Шкала оценивания: 10 баллов – работа выполнена без ошибок, все этапы решения соответствуют алгоритму, а вычисления точны; 9–8 баллов – присутствуют незначительные арифметические ошибки или недостаточная детализация промежуточных расчетов, но итоговый результат верный; 7–6 баллов – обнаружены небольшие концептуальные ошибки, такие как некорректная замена переменной или неправильный выбор кубических корней, однако основная логика решения сохранена; 5–4 балла – работа содержит серьезные ошибки, ведущие к неправильным корням, но общий метод решения распознается; 3–2 балла – допущены грубые ошибки на ранних этапах решения, что делает последующие вычисления некорректными; 1–0 баллов – решение отсутствует либо полностью неверно».*

Языковым моделям ChatGPT-4o и DeepSeek было предложено проверить работу, правильность решения которой была установлена ранее. ChatGPT-4o сделал проверку и оценил эту работу на 9/10. DeepSeek оценил в 10/10. На следующем этапе исследования в решение уравнения намеренно были внесены ошибки, после чего работа вновь была направлена на проверку. Ожидалось, что алгоритм обнаружит ошибки и выставит соответствующую оценку. Однако ChatGPT-4o при первичной проверке учел не все ошибки. Первоначальная оценка работы составила 6/10, после чего, на основании дополнительно указанных замечаний, был проведен повторный анализ, в результате которого итоговая оценка была снижена до 3/10. В то время как DeepSeek оценил эту же работу с первого раза на 4/10. Это в очередной раз доказывает, что DeepSeek более надежен в математических расчетах.

Практическая часть работы продемонстрировала эффективность стратегий промтинга при решении кубических уравнений. Стратегия Few-shot CoT позволила моделям воспроизводить алгоритм решения на основе предоставленных примеров, однако были выявлены некоторые ограничения, такие как ошибки в приведении уравнений к каноническому виду и трудности при работе с комплексными числами. Напротив, стратегия Step-by-Step Prompting обеспечила более детализированное и структурированное решение, минимизируя ошибки за счет пошагового контроля.

Сравнительный анализ языковых моделей ChatGPT-4o и DeepSeek показал, что DeepSeek обладает более высокой точностью в математических вычислениях и эффективнее справляется с проверкой решений. В то время как ChatGPT-4o допускал больше ошибок, особенно при работе с комплексными числами и при обратной подстановке.

Оценочная обратная связь от ИИ оказалась полезной для проверки решений студентов. Модель DeepSeek проявила себя как более надежный инструмент для оценки работ, в то время как ChatGPT-4o требовал дополнительных уточнений для корректного анализа.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Виленкин Н.Я., Гутер Р.С., Шварцбурд С.И. Алгебра: учебник для 9–10 классов / Н.Я. Виленкин, Р.С. Гутер, С.И. Шварцбурд. – М.: Просвещение, 1968.
2. Глухова Н.В., Череватенко О.И., Кувшинова А.Н. Алгебра многочленов: учебное пособие / Н.В. Глухова, О.И. Череватенко, А.Н. Кувшинова. – Ульяновск: УлГПУ им. И.Н. Ульянова, 2022. – 60 с. // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/338063> (дата обращения: 13.03.2025).
3. Yuanyuan Liang, Jianing Wang, Hanlun Zhu, Lei Wang, Weining Qian, Yunshi Lan. Prompting Large Language Models with Chain-of-Thought for Few-Shot Knowledge Base Question Generation. – URL: <https://aclanthology.org/2023.emnlp-main.263/> (дата обращения: 02.03.2025).
4. Zhanming Jie, Trung Quoc Luong, Xinbo Zhang, Xiaoran Jin, Hang Li. Design of chain-of-thought in math problem solving. – URL: <https://arxiv.org/abs/2309.11054> (дата обращения: 01.03.2025).

*Электронное научное издание сетевого распространения*

**КОНКУРС НА ЛУЧШУЮ НАУЧНУЮ РАБОТУ СТУДЕНТОВ  
КАЗАНСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА  
2025 ГОДА**

**Сборник статей**

Подписано к использованию 08. 01.2025 г.

Гарнитура «Times New Roman».

Казанский федеральный университет