ISSN 2223-4047

ВЕСТНИК

МАГИСТРАТУРЫ

5-2, 2026

научный журнал

ВЕСТНИК МАГИСТРАТУРЫ 5-2 (176) 2026

Научный журнал

издается с сентября 2011 года

Учредитель:

ООО «Коллоквиум»

Полное или частичное воспроизведение материалов, содержащихся в настоящем издании, допускается только с письменного разрешения редакции.

Адрес редакции:
424002, Россия,
Республика Марий Эл,
г. Йошкар-Ола,
ул. Первомайская, 136 «А».
тел. 8 (8362) 65 – 44-01.
e-mail: magisterjourn@gmail.com.
http: // www.magisterjournal.ru.
Редактор: Е. А. Мурзина
Дизайн обложки: Студия PROekT
Перевод на английский язык
Е. А. Мурзина

Распространяется бесплатно.
Дата выхода: 30.05.2026 г.
ООО «Коллоквиум»
424002, Россия,
Республика Марий Эл,
г. Йошкар-Ола,
ул. Первомайская, 136 «А».

Главный редактор Е. А. Мурзина

Редакционная коллегия:

Е. А. Мурзина, канд. экон. наук, доцент (главный редактор).

А. В. Бурков, д-р. экон. наук, доцент (г. Йошкар-Ола).
В. В. Носов, д-р. экон. наук. профессор (г. Москва)
В. А. Карачинов, д-р. техн. наук, профессор (г. Великий Новгород)
Н. М. Насыбуллина, д-р. фарм. наук, профессор (г. Казань)
Р. В. Бисалиев, д-р. мед. наук, доцент (г. Астрахань)
В. С. Макеева, д-р. педаг. наук, профессор (г. Орел)
Н. Н. Сентябрев, д-р. биолог. наук, профессор (г. Волгоград)
Н.С. Ежкова, д-р. педаг. наук, профессор (г. Тула)
И. В. Корнилова, д-р. истор. наук, доцент (г. Елабуга)
А. А. Чубур, канд. истор наук, профессор (г. Брянск).
М. Г. Церцвадзе, канд. филол. наук, профессор (г. Кутаиси).
Н. В. Мирошниченко, канд. экон. наук, доцент (г.Саратов)
Н. В. Бекузарова, канд. педаг. наук, доцент (г. Красноярск)
К. В. Бугаев, канд. юрид. наук, доцент (г. Омск)
Ю. С. Гайдученко, канд. ветеринарных.наук (г. Омск)
А. В. Марьина, канд. экон. наук, доцент (г. Уфа)
М. Б. Удалов, канд. биолог.наук, науч.сотр. (г. Уфа)
Л. А. Ильина, канд. экон. наук. (г. Самара)
А. Г. Пастухов, канд. филол. наук, доцент, (г.Орел)
А. А. Рыбанов, канд. техн. наук, доцент (г. Волжский)
В. Ю. Сапьянов, канд. техн. наук, доцент (г. Саратов)
О. В. Раецкая, канд. педаг. наук, преподаватель(г. Сызрань)
А. И. Мосалёв, канд. экон. наук, доцент (г. Муром)
С. Ю. Бузоверов, канд. с-хоз. наук, доцент (г. Барнаул)

© ООО «Коллоквиум», 2026

СОДЕРЖАНИЕ НОМЕРА

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

В.В. Жилов ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ЗДАНИЙ 4

Д.И. Федюнин ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ СТАТИЧЕСКИХ СМЕСИТЕЛЕЙ В СИСТЕМАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ....6

Д.И. Федюнин ЭФФЕКТИВНОСТЬ СТАТИЧЕСКИХ СМЕСИТЕЛЕЙ В СИСТЕМАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ....11

Д.Е. Булатов СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПОДСТАНЦИИ 220 КВ Г. ЗАВОДОУКОВСК НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА РИСКОВ И СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ....14

Е.С. Степанов СРАВНИТЕЛЬНЫЙ РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ, ЭФФЕКТИВНОСТИ И ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ УСТРОЙСТВ ОЧИСТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ....17

Е.С. Степанов ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ: ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ ТРАДИЦИОННЫХ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ СИСТЕМ ОЧИСТКИ....22

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

А.Ю. Идрисова, Х.И. Шатаева, М.И. Шуипова, Л.Х.Абдуева ДИНАМИКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ В ПРОЦЕССЕ ВОЗРАСТНОГО РАЗВИТИЯ ШКОЛЬНИКОВ....30

СОЦИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

М.Н. Заикин ИНВАРИАНТНАЯ СТРУКТУРА КАК ОСНОВА ВИРАЛЬНОСТИ ИНТЕРНЕТ-МЕМОВ....35

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

А.А. Попов СТРЕСС И КОГНИТИВНОЕ ЗДОРОВЬЕ СТУДЕНТОВ: РОЛЬ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ В НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ....38

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

А.Ю. Григорьева О МЕТОДИЧЕСКИХ АСПЕКТАХ ОБУЧЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЮ СВОЙСТВ ПОКАЗАТЕЛЬНОЙ И ЛОГАРИФМИЧЕСКОЙ ФУНКЦИЙ К РЕШЕНИЮ УРАВНЕНИЙ И НЕРАВЕНСТВ В СТАРШИХ КЛАССАХ....41

А.В. Бесембеева МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБУЧЕНИЯ РЕШЕНИЮ КВАДРАТНЫХ УРАВНЕНИЙ ДЕТЕЙ, ИМЕЮЩИХ НАРУШЕНИЯ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА....46

А.А. Кованцев ОГРАНИЧЕНИЯ КЛАССИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОБРАЗОВАНИЯ МОНОДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ....50

В.В. Андреева ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ПРОЕКТОВ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ВОСПИТАНИИ ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА....53

Л.П. Лудыкова ПЕДАГОГ В ЭПОХУ СЕТЕВОЙ ПУБЛИЧНОСТИ: НОВАЯ РОЛЬ ИЛИ СТАРЫЕ НОРМЫ?....57

К.Ю. Подан ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ОБРАЗОВАНИИ: ВОЗМОЖНОСТИ, ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ....60

А.С. Емельянова ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ПРАКТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИНТЕРМЕДИАЛЬНОГО УРОКА ПО ПОВЕСТИ В. БЫКОВА «СОТНИКОВ»....62

С.М. Чолахян АССОЦИАТИВНЫЙ МЕТОД ОБУЧЕНИЯ В НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЕ....65

М.И. Шахмирзоева ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ЦИФРОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ПО МАТЕМАТИКЕ ДЛЯ РАЗВИТИЯ КРЕАТИВНОГО МЫШЛЕНИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ *68*

Информация для авторов *72*

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

В.В. Жилов

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ЗДАНИЙ

В статье рассматривается сравнительный анализ двух типов циркуляционных насосов, используемы в системах отопления зданий: традиционных и насосов с частотным преобразователем.

***Ключевые слова**: циркуляционный насос, система отопления, частотный преобразователь, энергоэффективность, надежность.*

Актуальность работы обусловлена ростом требований к энергоэффективности зданий, необходимостью снижения эксплуатационных затрат и повышением комфорта при переменных тепловых нагрузках в течение суток и отопительного сезона.

Для сравнения был выбран циркуляционный насос с частотным преобразователем марки ROMMER 25/80-180

Несмотря на более высокую стоимость, использование насоса с частотным преобразователем может быть экономически целесообразным в долгосрочной перспективе, за счет существенного снижения затрат на электроэнергию. Срок окупаемости насоса с частотным преобразователем зависит от ряда факторов:

1.Чем выше тепловая нагрузка, тем больше будет экономия электроэнергии.

2.Если система отопления работает круглогодично, то экономия электроэнергии будет более существенной.

3.Чем выше стоимость электроэнергии, тем быстрее окупится насос с частотным преобразователем.

Для того чтобы понять, насколько эффективен насос с частотным преобразователем сравним его с обычным циркуляционным насосом без частотного регулирования. Для этого примем насос марки Unipump UPC 25-80 с абсолютно идентичными гидравлическими характеристиками. Сравнение приведено в таблице 1.

© В.В. Жилов, 2026.

Таблица 1

Сравнительный анализ характеристик насосов

Наименование	Unipump UPC 25-80	ROMMER 25/80-180
Энергопотребление	182 Вт	143 Вт
Срок службы	5-7 лет	10 лет
Уровень шума	Средний	Низкий
Регулирование	Ручное	Автоматическое
Стоимость, руб	4685	6124

Для экономического анализа рассмотрим формулы:

$$W_p = P * h * n * K$$

Где W_p- расход электроэнергии, кВт*ч

$P -$ потребляемая мощность оборудования, кВт

$h -$ количество часов работы оборудования в сутки, ч

n – количество дней работы оборудования (n=223, продолжительность отопительного периода в г.Тюмень)

$K -$ коэффициент загрузки оборудования по времени, $K = 0{,}8$

$$С_{эл} = W_p * Ц_{эл}$$

Где $С_{эл}$- стоимость электроэнергии, руб

$W_p -$ расход электроэнергии, кВт*ч

$Ц_{эл} -$ цена электроэнергии, руб/ кВт*ч ($Ц_{эл} = 4{,}39$)

Расчет затрат приведен в таблице 2.

Таблица 2.

Технико-экономическое сравнение

Наименование	Unipump UPC 25-80	ROMMER 25/80-180
Стоимость, руб	4685	6124
Потребляемая мощность, кВт	0,182	0,143
Расход электроэнергии за отопительный период	779,2512	612,26
Стоимость электроэнергии за отопительный период	3420	2687
Итого (стоимость оборудования + стоимость электроэнергии)	8105	8811
Экономия электроэнергии за один отопительный сезон, руб	733	
Срок окупаемости насоса с частотным преобразователем	2 года	

Срок окупаемости насосов с частотным преобразователем в сравнении с обычным составит 2 года. При круглогодичном использовании насоса срок окупаемости значительно сокращается. Несмотря на более высокую начальную стоимость они обеспечивают существенную экономию электроэнергии и увеличенный срок службы. Насосы с частотным преобразователем представляют собой более современное и эффективное решение для систем отопления.

Библиографический список:

1.СП 60.13330.2020 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. — М.: Минстрой России, 2020. — 120 с.ГОСТ Р 55559-2013 — национальный стандарт Российской Федерации. Баллоны композитные для сжиженных углеводородных газов на рабочее давление 2,0 МПа. Общие технические требования. Методы испытаний : дата введения 2014-07-1 / Москва : Стандартинформ, 2014 – 6 с.

2.Справочник по насосам / Под ред. проф. И.И. Иванова. — СПб.: Политехника, 2024. — 450 с Головин, С. В. Перспективы применения труб из композиционных материалов в газовой промышленности / С. В. Головин, С. А. Митрохин // Газовая промышленность. — 2019. — № 4 (783). — С. 42–48.

3.Торопов А.Л. Комбинированные тепловые гелиосистемы. Часть 3. Циркуляционные насосы для индивидуальных и децентрализованных систем отопления и горячего водоснабжения / А.Л. Торопов. — М.: Российская академия естествознания, 2025. — 150 с.

4.Петров А.М. Современные тенденции развития насосного оборудования для систем отопления // Строительные технологии. — 2024. — № 4. — С. 34-41.

ЖИЛОВ ВИКТОР ВИКТОРОВИЧ – магистрант, Тюменский индустриальный университет, Россия.

Д.И. Федюнин

ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ СТАТИЧЕСКИХ СМЕСИТЕЛЕЙ В СИСТЕМАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

В статье рассматриваются вопрос обеспечение качественной питьевой воды, являющимся одним из важнейших задач современного водопроводного хозяйства. Приведена оценка интенсивности смешивания, выполнена классификация существующих типов статических смесителей.

Ключевые слова: *статический смеситель, реагент, смешивание, горизонтальный смеситель.*

Процесс смешения воды с реагентами оказывает решающее влияние на эффективность последующих технологических этапов. Коагулянты (сульфат алюминия Al2(SO4)3, хлорид железа FeCl3, полиоксихлорид алюминия и др.) Реакции гидролиза, полимеризации и адсорбции протекают в течение нескольких секунд - 0,01–10 с, что накладывает жёсткие требования к скорости и интенсивности смешения. Плохое смешение влечёт за собой перерасход реагентов, малую скорость сращивание коллоидных примесей воды при заданной дозе, снижение качества очистки воды.

Интенсивность смешения реагентов с водой характеризуется критерием Кэмпа - произведением GT, где G ($с^{-1}$) - среднеквадратичный градиент скорости сдвига, определяемый из выражения:

$$G = \sqrt{\frac{E}{\eta \cdot T \cdot V}}$$

где E - энергия, затрачиваемая на смешение, Дж; η - динамическая вязкость воды, Па·с; T- продолжительность смешения, с; V - объём воды в смесителе, $м^3$.

Согласно нормативным требованиям и результатам многолетних практических исследований (Апельцин Е.И., Мирзаев А.М., Николадзе Г.И.), для стадии быстрого смешения коагулянта с водой значение градиента скорости G должно составлять не менее 200-300 $с^{-1}$, при этом время смешения не должно превышать 1-3 минут. Повышение G выше стандартного уровня позволяет снизить дозы реагентов и обеспечить более равномерное распределение их в водной массе.

1. Классификация и виды статических смесителей

1.1 Перегородчатый (щелевой) смеситель

Перегородчатый смеситель представляет собой железобетонный или стальной лоток прямоугольного сечения с тремя или более щелевыми перегородками, установленными перпендикулярно оси сооружения. Расстояния между перегородками принимаются равными двойной ширине лотка. Вода, проходя через щели со скоростью не менее 1,0 м/с, испытывает многократные завихрения и интенсивную турбулизацию потока, что обеспечивает быстрое и полное перемешивание реагента с водой. Скорость движения воды в лотке принимается не менее 0,6 м/с.

Область применения: перегородчатые смесители применяются на водоочистных станциях производительностью не более 500-600 $м^3$/ч. Подача коагулянта осуществляется непосредственно в зону максимальной турбулентности - перед первой щелевой перегородкой. Смесители данного типа широко представлены в типовых проектах советских и российских станций водоподготовки малой и средней производительности, а также на очистных сооружениях промышленных предприятий.

Конструктивно смеситель выполняется в виде открытого лотка, что обеспечивает лёгкий доступ для технического обслуживания. Число секций смесителей принимается не менее двух, резервные аппараты не предусматриваются. Число перегородок в каждой секции определяется расчётом из условия обеспечения требуемого времени пребывания воды в смесителе и необходимого значения критерия Кэмпа.

© Д.И. Федюнин, 2026.

Научный руководитель: *Терехова Екатерина Львовна* – кандидат технических наук, доцент, Санкт–Петербургский государственный архитектурно–строительный университет, Россия.

1.2 Дырчатый смеситель

Дырчатый смеситель представляет собой лоток с вертикальными перегородками, снабжёнными равномерно расположенными отверстиями (отсюда и название). Отверстия расположены в несколько рядов; их диаметр принимается в диапазоне 20-100 мм. Вода, проходя через отверстия со скоростью 1,0 м/с, испытывает завихрения, что способствует её хорошему перемешиванию с реагентами. Верхний ряд отверстий должен быть затоплен под уровень воды не менее чем на 0,10-0,15 м во избежание подсоса воздуха и нарушения гидравлического режима.

Область применения: дырчатые смесители применяются на станциях обработки воды производительностью до 1000 м³/ч. По сравнению с перегородчатыми смесителями они обеспечивают более равномерное распределение скоростей по сечению и несколько лучшее качество смешения за счёт большего числа зон турбулизации. Данный тип широко применялся на советских водопроводных станциях 1960–1980-х годов постройки и по сей день встречается в составе реконструируемых сооружений.

Конструкция позволяет варьировать диаметр и число отверстий в перегородках, адаптируя смеситель к конкретным расходам воды и требованиям по степени турбулизации. К ограничениям относится невозможность регулирования степени смешения в условиях существенного изменения расхода воды относительно расчётного значения.

1.3 Вертикальный вихревой смеситель

Вертикальный (вихревой) смеситель представляет собой резервуар круглого или квадратного сечения в плане с конической или пирамидальной нижней частью с углом конусности 30–45°. В нижнюю часть конуса подводится обрабатываемая вода со скоростью 1,2–1,5 м/с, а растворы реагентов вводятся тангенциально через специальные патрубки с противоположной стороны. Тангенциальная подача создаёт интенсивное вихревое вращение смешиваемых потоков, обеспечивая их высокую турбулентность в зоне смешения.

Восходящая скорость движения воды в цилиндрической части смесителя высотой 1,0–1,5 м поддерживается на уровне 30–40 мм/с, что обеспечивает нахождение частиц реагента во взвешенном состоянии и предотвращает их оседание. Отвод воды из смесителя производится периферийным лотком со скоростью 0,6 м/с, или дырчатыми трубами с затопленными отверстиями, или центральной затопленной воронкой.

Область применения: вихревые смесители рекомендуются для водоочистных комплексов с осветлителями со слоем взвешенного осадка или с контактными осветлителями. При смешении с водой реагентов в виде суспензий (известковое молоко, каустический магнезит и др.) применяют исключительно вихревые смесители. Расход воды, приходящийся на один смеситель, не должен превышать 1200–1500 м³/ч.

1.4 Коридорный смеситель

Коридорный смеситель применяется на крупных водоочистных комплексах производительностью более 300 тыс. м³/сут. Он представляет собой систему коридоров (каналов), по которым вода движется с последовательными поворотами на 180°. Скорость движения воды в коридорах — 0,6–0,9 м/с, время пребывания воды в смесителе — 3–5 мин. Число поворотов потока на 180° принимается равным 9–10 при расстоянии между перегородками не менее 0,7 м. Такая схема движения обеспечивает многократное изменение направления потока, что приводит к его постепенной гомогенизации.

Подача коагулянта осуществляется в начальный участок коридора или в точку наибольшей турбулентности. Конструкцией предусматривается возможность сокращения числа перегородок для уменьшения времени пребывания обрабатываемой воды в периоды интенсивного хлопьеобразования. Коридорные смесители, как правило, выполняются монолитными или сборными железобетонными, что обусловлено большими габаритами сооружения.

К особенностям коридорных смесителей относится их значительная инерционность: при изменении расхода воды качество смешения существенно меняется. Это требует тщательного регулирования точки ввода реагента и дозы коагулянта в зависимости от текущей нагрузки на станцию.

1.5 Трубчатые (трубные) статические смесители

Трубные статические смесители составляют отдельную технологически важную группу устройств, конструктивно представляющих собой отрезок трубопровода с встроенными смесительными элементами. Принципиальное отличие от рассмотренных выше гидравлических смесителей состоит в компактности конструкции и встраивании непосредственно в технологический трубопровод, а не в качестве самостоятельного открытого сооружения.

В мировой и отечественной практике водоподготовки к трубным статическим смесителям относятся следующие конструктивные разновидности: смесители с винтовыми (спиральными, геликоидальными) элементами типа Kenics; смесители с пластинчатыми перекрёстными элементами типа Sulzer SMX; смесители с лопастными (турбулизирующими) элементами; смесители Вентури

(эжекторного типа); смесители с плоскими диафрагмами и кольцевыми вставками; а также сопловые и струйные смесители.

На небольших водоочистных установках трубные смесители являются предпочтительным решением, поскольку не требуют строительства специальных сооружений, легко монтируются в существующий трубопровод и обеспечивают высокое качество смешения в компактных габаритах. К недостаткам трубных смесителей традиционно относятся значительные потери напора на преодоление сопротивления смесительных элементов и снижение эффективности при существенном отклонении расхода от расчётного значения.

1.5.1 Смесители с винтовыми элементами (тип Kenics)

Смеситель типа Kenics (Kenics Static Mixer, KM) — один из старейших и наиболее изученных типов статических трубных смесителей. Он был разработан в 1960-х годах американской компанией Kenics Corporation (впоследствии поглощённой Chemineer Inc.). Конструктивно смеситель представляет собой трубу, внутри которой последовательно расположены плоские пластины, скрученные в спираль на угол 180° вдоль продольной оси. Входная кромка каждого последующего элемента расположена перпендикулярно выходной кромке предыдущего. Правосторонние и левосторонние спиральные элементы чередуются, что обеспечивает попеременное разделение и рекомбинацию потоков.

Принцип работы: поток жидкости, поступая на элемент, делится им на два подпотока, которые движутся по спиральной траектории, а затем рекомбинируются на входе в следующий элемент, где снова разделяются, но уже в противоположном направлении. Каждый элемент удваивает число слоёв в потоке, вследствие чего после N элементов число слоёв составляет 2^N — экспоненциальный рост степени распределения компонентов. Интенсивность смешения характеризуется числом Рейнольдса Re и длиной смесителя, выраженной в диаметрах трубы (L/D).

Смеситель Kenics обеспечивает эффективную работу в широком диапазоне режимов течения — как в ламинарном, так и в турбулентном. В ламинарном режиме ($Re < 2300$) механизм смешения основан на ламинарном сдвиге и молекулярной диффузии, при этом требуется большее число элементов. В турбулентном режиме ($Re > 10000$) создаются вихревые структуры, обеспечивающие интенсивное конвективное перемешивание. Для систем водоподготовки, где преобладает турбулентное течение, смеситель Kenics показывает высокую эффективность при относительно небольшой длине (6–12 диаметров трубы).

1.5.2 Смесители с пластинчато-перекрёстными элементами (тип Sulzer SMX)

Смеситель Sulzer SMX разработан швейцарским концерном Sulzer Ltd. и является ведущей разработкой в области высоковязкостного смешения. Конструктивно элемент SMX выполнен в виде решётки перекрёстных пластин, ориентированных под углом 45° к оси трубы с перекрёстным расположением пластин соседних слоёв. Каждый элемент характеризуется тремя конструктивными параметрами: числом пересечений по высоте (n), числом параллельных пластин по длине (Np) и числом пересекающихся пластин по ширине (Nx). Стандартный элемент SMX имеет параметры (n, Np, Nx) = (2, 3, 8).

Принцип работы: поток жидкости, проходя через решётку пластин, многократно делится и рекомбинирует. Пластины создают сложную трёхмерную структуру потока, обеспечивающую высокую интенсивность конвективного перемешивания. В отличие от смесителя Kenics, элементы SMX работают преимущественно в режиме разделения и рекомбинации, а не ламинарного сдвига, что обеспечивает их высокую компактность. По данным сравнительных исследований (Meijer et al., 2012), смеситель SMX в режиме ламинарного течения превосходит Kenics по эффективности перемешивания на единицу длины.

В системах водоподготовки смеситель Sulzer SMX и его модификации (SMX Plus, SMX-L) применяются для смешения воды с высоковязкими реагентами (полиакриламидные флокулянты, загущённые растворы коагулянтов), а также в промышленных водоочистных системах при работе с неньютоновскими жидкостями. Ключевым преимуществом является компактность: полное смешение достигается на длине 3–5 диаметров трубы.

Модификации серии SMX(n) — SMXplus, SMX(n=1), SMX(n=3) — разработаны как оптимизированные версии базовой конструкции. Согласно результатам численного моделирования методом CFD (Meijer H.E.H. et al., 2012), модель SMX(n=3) с параметрами (3, 5, 9) превосходит все иные рассмотренные конструкции по компактности как минимум в два раза, однако требует значительного перепада давления.

1.5.3 Смесители с лопастными турбулизирующими элементами

Лопастные статические смесители представляют собой трубу с фланцами, внутри которой последовательно расположены асимметричные плоские лопасти, жёстко закреплённые под различными углами к оси потока. Ассиметричное расположение лопастей инициирует образование мощных вихревых структур, обеспечивающих интенсивную радиальную и аксиальную гомогенизацию потока. Реагент вводится в смеситель через боковой патрубок перпендикулярно основному потоку воды.

Данный тип смесителей получил широкое распространение в отечественной практике водоподготовки и водоотведения. Отечественные производители выпускают лопастные трубные смесители в диапазоне диаметров 50–400 мм с производительностью до 100 м³/ч и более. Корпус и лопасти изготавливаются из нержавеющей стали марки AISI 304 или 316, что обеспечивает коррозионную стойкость в контакте с агрессивными реагентами (гипохлорит натрия, растворы кислот, сульфат алюминия).

Высокая эффективность смешения достигается за счёт образования мощных вихрей при обтекании лопастей — так называемых продольных вихрей Тейлора–Гёртлера, которые интенсифицируют перенос вещества в радиальном направлении. Смесители данного типа хорошо зарекомендовали себя в сочетании с флокуляторами для введения и смешивания сточной воды с коагулянтом и флокулянтом в системах водоотведения.

1.5.4 Смесители типа Sulzer SMI и Kenics HEV (высокоэффективные вихревые)

Смеситель Sulzer SMI (Static Mixer Injection) разработан для систем турбулентного смешения низковязких жидкостей, в том числе для процессов водоподготовки. Конструктивно он представляет собой открытую структуру из отклоняющих элементов, создающих крупные встречно-вращающиеся вихри, которые обеспечивают равномерное смешение по всему сечению трубы. Открытая структура элементов устраняет риск засорения — принципиально важное свойство для систем, работающих с взвешенными загрязнениями воды.

Смеситель Kenics HEV (High Efficiency Vortex) — запатентованная разработка компании Chemineer, сочетающая минимальные потери давления с высокой эффективностью смешения. По данным производителя (Chemineer Inc.), HEV обеспечивает потери давления на 75% ниже по сравнению с традиционными статическими смесителями при сопоставимой степени гомогенизации. Смешивание происходит за счёт контролируемых вихревых структур, создаваемых низкопрофильными запатентованными лопатками, при этом длина смесителя не превышает 1,5 диаметра трубы. HEV наиболее эффективен при турбулентном режиме течения (Re > 5000) и используется в системах дозирования хлора, флокулянтов и кислот в процессах водоподготовки.

1.5.5 Смесители Вентури (эжекторного типа)

Смеситель типа Вентури (Venturi mixer, эжекторный смеситель) основан на принципе струйного эжектирования: основной поток воды с высокой скоростью протекает через сужающуюся часть (горловину Вентури), создавая область пониженного давления (эффект Бернулли). За счёт образующегося разрежения происходит всасывание и диспергирование вводимого реагента в основной поток. В результате реагент интенсивно дробится на мелкие капли и равномерно распределяется по сечению трубопровода.

Смесители Вентури обеспечивают полное смешение на длине 2–6 диаметров трубы ниже по потоку от точки ввода реагента. Перепад давления варьируется от 0,2 до 5,0 м вод. ст. в зависимости от модели и режима работы. Данный тип особенно эффективен при вводе концентрированных растворов с расходом, составляющим лишь 0,0005–0,01% от объёмного расхода основного потока, что соответствует типичным условиям дозирования реагентов в системах водоподготовки (дозирование хлора, озона, коагулянтов).

Согласно данным технического руководства Degremont (Suez Water Handbook), стандартные модели смесителей Вентури выпускаются для трубопроводов диаметром 100–400 мм. Их применение целесообразно для инжекции минеральных реагентов и полимеров в центральную зону потока, что обеспечивает оптимальное начальное распределение реагента. К ограничениям относятся: жёсткие требования к качеству перекачиваемой воды (отсутствие крупных взвешенных частиц в горловине) и сравнительно узкий диапазон рабочих расходов.

1.5.6 Канальный статический смеситель (лоточный)

Канальный (лоточный) статический смеситель применяется в открытых каналах и лотках водоочистных станций, где движение воды происходит самотёком и давление в системе недостаточно для создания значительных гидравлических сопротивлений. Принцип работы основан на использовании напорной воды разбавления (расход 2–10% от расхода основного потока), подаваемой под давлением через форсунки, что компенсирует недостаточную энергию потока в открытом канале. Форсунки направлены перпендикулярно основному потоку, создавая струи с высокой кинетической энергией, обеспечивающие смешение реагента с водой.

Данный тип смесителей используется преимущественно на крупных водоочистных комплексах, где реагенты (коагулянты, флокулянты) подаются в открытые лотки-смесители перед камерами хлопьеобразования. Канальный смеситель позволяет применить статическое смешение даже при минимальных гидравлических уклонах, однако требует подачи дополнительной напорной воды, что усложняет технологическую схему.

1.5.7 Циклонный статический смеситель (MSC)

Циклонный статический смеситель (Mixer Static Cyclonic, MSC) — специализированная разработка для кондиционирования осадков сточных вод и суспензий высокой концентрации. Конструктивно он включает цилиндрическую секцию, в которую тангенциально подаются обрабатываемый осадок и реагенты, и следующую за ней коническую секцию, в которой происходит интенсивное смешение в режиме вихревого (циклонного) вращения. Цилиндрическая секция оснащена двумя регулируемыми дефлекторами, позволяющими адаптировать гидродинамику смесителя к текущим реологическим свойствам обрабатываемого осадка.

Данный тип смесителей применяется в системах обезвоживания осадков сточных вод (дозирование флокулянта перед центрифугами, фильтр-прессами, ленточными прессами), а также для обработки промышленных суспензий. Его компактность и высокая эффективность смешения в сочетании с отсутствием движущихся деталей делают его надёжным решением для тяжёлых производственных условий.

1.5.8 Дисковый (пластинчатый, вафельный) смеситель

Дисковый (wafer) статический смеситель — инновационный тип смесителей, первоначально разработанный для опреснительной промышленности. Его конструкция представляет собой тонкие профилированные диски, устанавливаемые непосредственно в фланцевое соединение трубопровода по типу «вафельной» задвижки. Тонкопластинчатый профиль диска минимизирует занимаемое пространство и обеспечивает минимальные потери давления, что идеально для модернизации действующих трубопроводных систем. В одном дисковом смесителе возможен ввод до шести отдельных технологических потоков, что принципиально отличает его от других конструкций.

В настоящее время дисковые смесители применяются в муниципальной водоподготовке, энергетике и нефтехимии. Новейшие конструктивные решения в области дисковых смесителей обеспечивают их эффективную работу как в ламинарном, так и в турбулентном режимах течения, что позволяет использовать их для дозирования дезинфектантов, полимеров и реагентов в широком диапазоне условий эксплуатации.

Библиографический список:

1.Апельцин, Е. И. Коагулирование примесей природных вод / Е. И. Апельцин, А. М. Мирзаев. - Москва : Стройиздат, 1971. - 208 с.

2.Etchells, A. W. Mixing in Pipelines / A. W. Etchells, C. F. Meyer // Handbook of Industrial Mixing: Science and Practice / ed. E. L. Paul, V. A. Atiemo-Obeng, S. M. Kresta. - New Jersey : John Wiley & Sons, 2004. - P. 391-477.

3.Comparative Assessment of the Performance of the Kenics and SMX Static Mixers / J. M. Zalc, E. S. Szalai, M. M. Alvarez, F. J. Muzzio // AIChE Journal. - 2002. - Vol. 48, №

4.Lobry, E. Liquid-liquid dispersion in a SMX Sulzer static mixer - Effect of continuous and dispersed phases viscosities / E. Lobry, F. Theron, C. Gourdon // Chemical Engineering Journal. - 2011. - Vol. 172, № 1. - P. 107–115.

5.Статические смесители типа SMI и KVM : техническое описание / Sulzer Ltd. - Winterthur :

ФЕДЮНИН ДЕНИС ИЛЬИЧ – магистрант, Санкт–Петербургский государственный архитектурно–строительный университет, Россия.

Д.И. Федюнин

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СТАТИЧЕСКИХ СМЕСИТЕЛЕЙ В СИСТЕМАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

В статье рассматривается вопрос обеспечение качественной питьевой воды, являющимся одним из важнейших задач современного водопроводного хозяйства. В данной работе были рассмотрены виды, а также эффективность статических смесителей при взаимодействии вода+реагент.

Ключевые слова: *статический смеситель, реагент, смешивание, эффективность, коэффициент вариации.*

1. Эффективность статических смесителей при смешении вода + реагент.

Оценка эффективности статических смесителей при смешении воды с реагентами является комплексной задачей, требующей учёта технологических, гидравлических и экономических параметров. Для количественного сравнения различных конструкций используется ряд критериев: степень неоднородности концентрации реагента по сечению трубы (коэффициент вариации CoV), градиент скорости сдвига G ($с^{-1}$), кратность размножения границ раздела слоёв, потребляемый перепад давления ΔP (Па или м вод. ст.), а также длина смесителя, выраженная в числе диаметров трубы (L/D).

Степень неоднородности концентрации (коэффициент вариации) является основным показателем качества смешения и определяется как:

$$C_0V = \frac{\sigma}{\bar{C}}$$

где σ - среднеквадратичное отклонение концентрации реагента по сечению трубы, $\bar{C}$- среднее значение концентрации. Значение CoV < 0,05 (5%) традиционно принимается как критерий достижения практически полного смешения.

1.1 Эффективность перегородчатого и дырчатого смесителей

Перегородчатые и дырчатые смесители обеспечивают удовлетворительное качество смешения при эксплуатации в расчётном режиме. Значение градиента скорости G при движении воды в щелях/отверстиях со скоростью 1,0 м/с составляет, по расчётным данным, 200-350 $с^{-1}$, что соответствует нормативным требованиям. Однако данные конструкции обладают принципиальным недостатком: их эффективность резко снижается при уменьшении расхода воды ниже расчётного значения, поскольку турбулентность потока, определяемая скоростью в щелях или отверстиях, напрямую зависит от объёмного расхода. При расходе 50–60% от расчётного значение G снижается до 100-150 $с^{-1}$, что влечёт ухудшение качества смешения.

Время пребывания воды в перегородчатых и дырчатых смесителях составляет 1-3 мин, что вполне удовлетворяет нормативным требованиям. Коэффициент вариации CoV после прохождения смесителя в расчётном режиме составляет 0,08-0,15, то есть полного смешения (CoV < 0,05) данные конструкции не достигают. Тем не менее, в сочетании с последующей камерой хлопьеобразования данного качества распределения коагулянта оказывается достаточно для обеспечения приемлемых технологических результатов.

1.2 Эффективность вихревого смесителя

Вихревой вертикальный смеситель обеспечивает более высокое качество смешения по сравнению с перегородчатым и дырчатым за счёт интенсивного тангенциального вращения потока. Значение G в зоне конической части при скорости входного потока 1,2-1,5 м/с достигает 300-500 $с^{-1}$. Время пребывания воды в конической части — несколько секунд, что обеспечивает быстрое первичное распределение реагента. В цилиндрической части происходит окончательная гомогенизация смеси при значении G порядка 50-100 $с^{-1}$.

Вихревой смеситель обеспечивает практически независимую от расхода воды эффективность смешения благодаря тому, что тангенциально вводимый реагент всегда попадает в высокотурбулентную зону конуса. Это делает его особенно ценным для водоочистных станций с существенно изменяющимся в течение суток расходом воды. Достигаемое значение CoV - 0,05-0,10 при расчётном расходе и 0,08-0,15 при расходах 50-70% от расчётного.

1.3 Эффективность трубных статических смесителей

Трубные статические смесители демонстрируют наиболее высокую эффективность смешения в расчёте на единицу занимаемого объёма. По результатам сравнительного исследования (Meijer H.E.H. et

al., 2012, ResearchGate / Chemical Engineering Science), проведённого методом численного моделирования (CFD):

• Смеситель Kenics обеспечивает экспоненциальный рост числа слоёв смешиваемых потоков: после N элементов число слоёв составляет 2^N. При 6-8 элементах достигается значение CoV < 0,05. Потери давления на один элемент- 0,15–0,5 ΔP/ΔPтр (в единицах потерь в пустой трубе той же длины). Наиболее энергоэффективен при Re > 5000.

• Смеситель Sulzer SMX превосходит Kenics по компактности: полное смешение достигается на длине 3-5D. Однако потери давления в SMX существенно выше - смеситель является наилучшим по качеству смешения, но наихудшим по энергопотреблению среди сравниваемых конструкций.

• Смеситель Ross LPD (Low Pressure Drop) занимает промежуточное положение: обеспечивает меньшие потери давления за счёт открытой конструкции элементов, однако требует большей длины для достижения CoV < 0,05. Модификация LLPD снижает потери давления в 2,2 раза по сравнению с LPD, но при этом увеличивает длину смесителя.

•Смесители Kenics HEV (Chemineer) обеспечивают снижение потерь давления до 75% по сравнению с традиционными конструкциями при сопоставимой степени гомогенизации в турбулентном режиме течения.

• Смеситель Sulzer SMI с открытой структурой элементов оптимален для низковязких жидкостей (вода) при Re > 10000 и обеспечивает CoV < 0,05 на длине 5-8D при умеренных потерях давления 0,5-2,0 м вод. ст.

• Дисковые (wafer) смесители обеспечивают ввод реагента с CoV ~ 0,10–0,15 непосредственно в точке ввода, а полное смешение достигается на расстоянии 5-10D ниже по потоку за счёт собственной турбулентности трубопровода.

•Смесители Вентури обеспечивают CoV < 0,05 на длине 4-6D после горловины при перепаде давления 0,2-5,0 м вод. ст. Наиболее эффективны при малых расходах реагента относительно расхода основного потока (менее 1%).

Таблица 1

Основные характеристики эффективности статических смесителей

Тип смесителя	G, $с^{-1}$	CoV после смешения	Длина L/D	ΔP, м вод. ст.	Макс. расход, $м^3/ч$
Перегородчатый	200-350	0,08-0,15	-	0,05-0,2	600
Дырчатый	250-400	0,07-0,14	-	0,1-0,3	1000
Вихревой вертикальный	300-500	0,05-0,10	-	0,3-0,5	1500
Коридорный	100-200	0,10-0,20	-	0,2-1,0	> 100 000
Kenics (винтовой)	400-1500	0,03-0,07	6-12	0,5-3,0	По диаметру
Sulzer SMX (пластинчатый)	600-2000	0,02-0,05	3-5	2,0-8,0	По диаметру
Sulzer SMI / Kenics HEV	300-800	0,04-0,08	5-8	0,3–2,0	По диаметру
Вентури (эжекторный)	500-3000	0,03-0,06	4-6	0,2–5,0	По диаметру
Лопастной трубный	400-900	0,04-0,10	5-10	0,5-2,5	По диаметру
Дисковый (wafer)	200-500	0,10-0,15 *	-	0,1-0,5	По диаметру

* — CoV после зоны ввода реагента; полное смешение достигается на расстоянии 5–10D ниже по потоку.

Библиографический список:

1. Статические смесители TOBOL: техническое описание. - Москва: ТВ Полимер, 2026. - URL: https://tvpolimer.ru/products/vodoochistnoe-oborudovanie/staticheskie-smesiteli/ (дата обращения: 20.01.2026).

2. Трубный статический смеситель СМТС : описание конструкции / ООО «ЭКОВОДСТРОЙТЕХ». - Москва, 2025. - URL: https://ecovod.ru/trubnyj-staticheskij-smesitel-smts/ (дата обращения: 25.03.2025).

3. Трубный вихревой смеситель : техническое описание / ООО «Стоводе». - Санкт-Петербург, 2025. - URL: https://stowater.com/katalog-oborudovaniya/modulnoe-oborudovanie/smesitel-vixrevoj.html (дата обращения: 27.03.2025).

4. Статические смесители : принципы работы и применение / ПЕТЕРБУРГНИИХИММАШ. - Санкт-Петербург, 2024. - URL: https://himmash.spb.ru/article_static_mixer (дата обращения: 18.03.2025).

5. Fouling mitigation in tubular membranes by 3D-printed turbulence promoters / M. Ronen, A. Dotan, S. Tamir // arXiv preprint. - 2018. - arXiv:1803.08464. - URL: https://arxiv.org/pdf/1803.08464 (дата обращения: 05.04.2025).

6. Смешение реагентов с обрабатываемой водой : технические характеристики / ООО «Роспайп». - Екатеринбург, 2025. - URL: https://ros-pipe.ru/tekh_info/tekhnicheskie-stati/vodoprovodnye-sistemy-i-oborudovanie/smeshenie-reagentov-s-obrabatyvaemoy-vodoy/ (дата обращения: 01.04.2025).

7. Гидравлические смесители водяных реагентов / ООО «Роспайп». - Екатеринбург, 2025- URL: https://ros-pipe.ru/tekh_info/tekhnicheskie-stati/vodoprovodnye-sistemy-i-oborudovanie/gidravlicheskie-smesiteli-vodyanykh-reagentov/ (дата обращения: 01.04.2025).

8. Механические смесители водяных реагентов / ООО «Роспайп». - Екатеринбург, 2025. - URL: https://ros-pipe.ru/tekh_info/tekhnicheskie-stati/vodoprovodnye-sistemy-i-oborudovanie/mkhanicheskie-smesiteli-vodyanykh-reagentov/ (дата обращения: 01.04.2025).

ФЕДЮНИН ДЕНИС ИЛЬИЧ – магистрант, Санкт–Петербургский государственный архитектурно–строительный университет, Россия.

Д.Е. Булатов

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПОДСТАНЦИИ 220 КВ Г. ЗАВОДОУКОВСК НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА РИСКОВ И СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ

В статье рассматриваются вопросы повышения уровня производственной безопасности на энергетических объектах высокого напряжения на примере подстанции 220 кВ города Заводоуковск. Проведен анализ условий труда персонала, статистики производственного травматизма и основных причин несчастных случаев. Установлено, что ключевыми факторами риска являются организационные нарушения, человеческий фактор и техническое состояние оборудования. Предложен комплекс мероприятий, направленных на снижение уровня травматизма, включающий организационные, технические и образовательные меры. Показано, что внедрение данных мероприятий позволяет повысить надежность работы подстанции и снизить экономические потери предприятия.

Ключевые слова: *производственная безопасность, охрана труда, электроэнергетика, подстанция 220 кВ, производственный травматизм, профессиональные риски, электрическая безопасность, анализ условий труда.*

Материалы и методы исследования

1.1 Объект исследования

Объектом исследования является подстанция 220 кВ города Заводоуковск, выполняющая функции приема, преобразования и распределения электрической энергии. Работа объекта осуществляется в круглосуточном режиме и связана с обслуживанием оборудования высокого напряжения.

Результаты исследования

2.1 Условия труда на подстанции

Анализ показал, что условия труда работников подстанции характеризуются повышенной опасностью. Основными факторами риска являются воздействие электрического тока высокого напряжения, возможность возникновения электрической дуги, электромагнитные поля и работы на высоте.

Дополнительные нагрузки связаны с климатическими условиями и высокой ответственностью выполняемых операций. Несмотря на применение средств защиты, условия труда остаются напряженными.

2.2 Уровень производственного травматизма

Статистический анализ показал наличие тенденции к снижению количества несчастных случаев. Это свидетельствует о повышении эффективности системы охраны труда.

Однако полностью исключить травматизм невозможно, что связано со спецификой эксплуатации электроустановок высокого напряжения.

Наиболее характерными видами травм являются электротравмы, ожоги и механические повреждения.

2.3 Причины несчастных случаев

Основными причинами производственного травматизма являются нарушения требований охраны труда, недостаточный контроль за выполнением работ и ошибки персонала.

Значительную роль играет человеческий фактор, проявляющийся в невнимательности, усталости и снижении дисциплины.

Технические причины связаны с износом оборудования и недостаточной автоматизацией процессов.

Обсуждение результатов

© Д.Е. Булатов, 2026.

Проведенный анализ показывает, что наибольшее влияние на уровень производственной безопасности оказывают организационные и человеческие факторы.

Недостаточная подготовка персонала и нарушение регламентов существенно увеличивают вероятность возникновения несчастных случаев. Также важную роль играет техническое состояние оборудования.

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости комплексного подхода к обеспечению безопасности, включающего организационные, технические и образовательные мероприятия.

Углублённый анализ профессиональных рисков на подстанции Дополнительное изучение условий труда на подстанции 220 кВ города Заводоуковск позволяет выделить более детализированную структуру профессиональных рисков, влияющих на уровень производственной безопасности. В первую очередь к ним относятся электрические риски, обусловленные возможностью поражения электрическим током и воздействием электрической дуги. Данные факторы являются наиболее опасными, поскольку характеризуются высокой скоростью развития аварийной ситуации и тяжестью последствий. Помимо электрических рисков значительное влияние оказывают организационно технические риски, связанные с недостаточной координацией работ, ошибками при переключениях, а также нарушениями последовательности выполнения технологических операций. В условиях эксплуатации подстанции даже незначительное отклонение от регламентированных процедур может привести к аварийной ситуации. Отдельно следует выделить психофизиологические риски, связанные с повышенной нагрузкой на персонал. Работники подстанции часто выполняют задачи в условиях дефицита времени, повышенной ответственности и необходимости быстрого принятия решений. Это приводит к утомляемости, снижению концентрации внимания и увеличению вероятности ошибок. Также важную роль играют климатические риски, поскольку значительная часть оборудования подстанции расположена на открытом воздухе. Воздействие низких температур, осадков и ветровых нагрузок усложняет выполнение работ и повышает уровень опасности. Комплексный учет данных факторов позволяет более точно оценить уровень профессионального риска и определить приоритетные направления его снижения. В результате анализа установлено, что наиболее значимый вклад в общий уровень риска вносят организационные и человеческие факторы, что подтверждает необходимость совершенствования системы управления охраной труда. Обоснование необходимости внедрения системы управления безопасностью труда Современные условия эксплуатации энергетических объектов требуют внедрения системного подхода к управлению производственной безопасностью. Традиционные методы, основанные на реагировании на уже произошедшие несчастные случаи, не обеспечивают достаточного уровня защиты персонала. В этой связи целесообразно внедрение системы управления охраной труда, основанной на принципах непрерывного улучшения и риск ориентированного подхода. Данная система должна включать идентификацию опасностей, оценку профессиональных рисков, разработку и реализацию мероприятий по их снижению, а также контроль эффективности принимаемых мер. Особое значение имеет формирование единой информационной среды, позволяющей осуществлять мониторинг состояния оборудования и условий труда в режиме реального времени. Использование цифровых технологий и автоматизированных систем контроля позволяет значительно повысить оперативность принятия решений и снизить вероятность человеческой ошибки. Кроме того, важным элементом является вовлечение персонала в процессы управления безопасностью. Работники должны не только выполнять установленные требования, но и активно участвовать в выявлении потенциальных опасностей и предложении мер по их устранению. Это способствует формированию устойчивой культуры безопасности на предприятии. Внедрение системы управления безопасностью труда позволяет перейти от фрагментарных мероприятий к комплексной стратегии обеспечения безопасности, что является необходимым условием для снижения уровня травматизма на объектах электроэнергетики. Оценка ожидаемого эффекта от внедрения мероприятий Ожидаемый эффект от реализации предложенных мероприятий по совершенствованию производственной безопасности на подстанции 220 кВ выражается в совокупности технических, организационных и экономических результатов. В первую очередь прогнозируется снижение количества несчастных случаев за счет уменьшения влияния человеческого фактора и повышения уровня контроля за выполнением работ. Это позволит снизить коэффициент частоты травматизма и стабилизировать показатели тяжести последствий. В техническом аспекте ожидается повышение надежности работы оборудования за счет его модернизации и внедрения современных систем диагностики. Это приведет к снижению количества аварийных отключений и увеличению срока службы оборудования. Организационный эффект заключается в повышении уровня дисциплины персонала, улучшении качества обучения и усилении контроля за соблюдением требований охраны труда. Это способствует формированию устойчивой культуры безопасности на предприятии. Экономический эффект выражается в снижении затрат на ликвидацию последствий аварийных ситуаций, уменьшении компенсационных выплат и сокращении потерь рабочего времени. Дополнительно повышается производительность труда за счет улучшения условий работы и снижения уровня стрессовой нагрузки на персонал. Таким образом, внедрение комплекса мероприятий по совершенствованию производственной безопасности является не только технически обоснованным, но

и экономически целесообразным решением, обеспечивающим долгосрочную эффективность функционирования подстанции.

БУЛАТОВ ДМИТРИЙ ЕВГЕНЬЕВИЧ – магистрант, Тюменский индустриальный университет, Россия.

Е.С. Степанов

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ, ЭФФЕКТИВНОСТИ И ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ УСТРОЙСТВ ОЧИСТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Представлен сравнительный анализ песчаного механического фильтра, коалесцентного сепаратора и волокнистого полимерного фильтра, применяемых при очистке сточных вод мойки автомобилей. Выполнено сопоставление устройств по производительности, габаритным характеристикам, эффективности удаления нефтепродуктов и гидравлическому сопротивлению при номинальном расходе 5,0 м3/ч. В качестве расчетного объекта рассмотрены сточные воды мойки автомобилей с концентрацией нефтепродуктов 30–100 мг/л и взвешенных веществ 500–2000 мг/л. Показано, что песчаный фильтр является эффективной ступенью механической очистки и по литературным данным обеспечивает снижение содержания нефтепродуктов на 40–60 % преимущественно за счет удаления нефтепродуктов, сорбированных на взвешенных веществах. Коалесцентный сепаратор эффективен при выделении свободных и укрупненных капель нефтепродуктов и обеспечивает ориентировочную степень очистки 50–70 %. Волокнистый полимерный фильтр обеспечивает наиболее глубокую доочистку по эмульгированным нефтепродуктам и снижает их остаточную концентрацию до 1,2–4,0 мг/л. Полученные результаты могут быть использованы при выборе технологической схемы локальных очистных сооружений автомоек и автотранспортных предприятий.

Ключевые слова: *нефтесодержащие сточные воды, песчаный фильтр, коалесцентный сепаратор, волокнистый полимерный фильтр, автомойка, производительность, гидравлическое сопротивление, эффективность очистки.*

Введение. Сточные воды мойки автомобилей содержат нефтепродукты, взвешенные вещества минерального и органического происхождения, а также поверхностно-активные вещества. Для их очистки в локальных сооружениях применяют сочетание механического разделения, коалесценции, фильтрования и, при необходимости, последующей сорбционной доочистки [1–5]. При проектировании локальных очистных сооружений необходимо обеспечивать снижение концентрации нефтепродуктов до значений, допускающих дальнейший отвод сточных вод в систему водоотведения либо их последующую доочистку. Выбор технологической схемы должен учитывать не только степень удаления нефтепродуктов, но и дисперсный состав загрязнений, габариты оборудования, гидравлический режим, устойчивость работы при колебаниях нагрузки и эксплуатационные затраты [2–5, 9–11]. Практический интерес представляет сопоставление песчаного механического фильтра, коалесцентного сепаратора и волокнистого полимерного фильтра как устройств, различающихся по механизму действия и области рационального применения [5, 6, 9–15].

Целью работы является сравнительный расчет и анализ песчаного механического фильтра, коалесцентного сепаратора и волокнистого полимерного фильтра по производительности, эффективности удаления нефтепродуктов и гидравлическому сопротивлению применительно к сточным водам мойки автомобилей.

Методы. В качестве расчетного объекта приняты сточные воды мойки легковых автомобилей производительностью 5,0 $м^3$/ч. Для расчетной сточной воды использованы показатели, характерные для данного типа стоков: нефтепродукты 30–100 мг/л, взвешенные вещества 500–2000 мг/л [1, 2, 4, 7].

© Е.С. Степанов, 2026.

Научный руководитель: *Авсюкевич Алексей Петрович* – кандидат технических наук, доцент, кафедра водопользования и экологии, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Россия.

Исходные данные для расчета приведены в таблице 1. Для корректного сравнительного анализа все три устройства рассмотрены при одинаковой входной концентрации нефтепродуктов 30–100 мг/л, то есть как возможные альтернативные аппараты очистки одного и того же потока, а не как последовательные ступени одной схемы.

Геометрические параметры песчаного и волокнистого фильтров определены по расчетной схеме. Для коалесцентного сепаратора выполнен отдельный инженерный расчет по скорости всплытия капель нефтепродуктов и эквивалентной площади пакета наклонных пластин. Эффективность удаления нефтепродуктов определяется как:

$$\eta = \frac{C_{\text{вх}} - C_{\text{вых}}}{C_{\text{вх}}} \cdot 100\%$$

где $C_{\text{вх}}$ и $C_{\text{вых}}$ – концентрации нефтепродуктов на входе и выходе, мг/л. Для песчаного фильтра принята литературно обоснованная эффективность удаления нефтепродуктов 40–60 %, характерная для механических зернистых фильтров при одновременном удалении взвешенных веществ [3, 10, 11]. Для волокнистого фильтра использованы экспериментально подтвержденные данные [6, 14, 15]. Для коалесцентного сепаратора эффективность оценена по расчетному удалению капель размером 100 мкм и более [5, 9].

Для гравитационного отстойника гидравлическое сопротивление минимально и определяется потерями на входе и выходе:

$$\Delta P = \zeta \frac{\rho \cdot v^2}{2}$$

где ζ – коэффициент местного сопротивления (принимается 0,5–1,5); ρ – плотность воды, кг/м³; v – скорость потока в подводящем патрубке, м/с.

Для коалесцентного сепаратора сопротивление создаётся пакетом пластин:

$$\Delta P = \zeta \cdot n \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2}$$

где ζ — коэффициент местного сопротивления пластин; n — количество пластин; ρ — плотность воды, кг/м³; v_п — скорость потока, м/с.

Для волокнистого сепаратора сопротивление фильтрации через пористую среду рассчитывается по формуле (уравнение Козени–Кармана для ламинарного режима):

$$\Delta P = \frac{\mu \cdot H \cdot v}{k\text{ф}},$$

где μ – динамическая вязкость воды, Па·с; H – толщина фильтрующего слоя, м; v – скорость фильтрации (отношение расхода к площади фильтрации), м/с; $k_{\text{ф}}$ – коэффициент фильтрации, м/с (определяется экспериментально, для исследованного образца $k_{\text{ф}}$ = 18,6 м/сут).

Исследования волокнистого сепаратора проводились на лабораторном стенде (рис.1), моделирующем работу в самотечном режиме. Удельная грязеемкость по нефтепродуктам определялась методом динамических сорбционных испытаний до момента «проскока» (снижение эффективности ниже 95%).

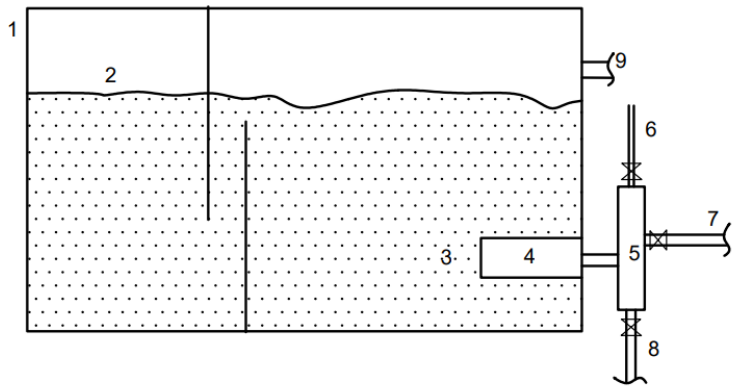

Рис. 1. Лабораторный стенд, где 1 –нефтеловушка; 2- место подачи модельного раствора; 3 – место отбора проб (до фильтра); 4 – полипропиленовый фильтр; 5 – тройник; 6 – воздушная трубка; 7 – трубка, соединяющая баллон со сжатым воздухом; 8 – водоотводящая трубка (ведет к месту отбора проб после фильтра); 9 – перелив.

Результаты. Для обеспечения корректности сравнительного анализа различных типов сепараторов все расчеты выполнялись при идентичных исходных условиях (таблица 1). В качестве базовых приняты параметры, характерные для сточных вод автотранспортных предприятий после усреднителя или первичного отстаивания. Производительность установки выбрана из расчета обслуживания типового автосервиса или автомойки средней мощности. Концентрации нефтепродуктов и взвешенных веществ соответствуют средним значениям, зафиксированным при обследовании действующих локальных очистных сооружений АТП. Физические свойства воды (плотность, вязкость) приняты при температуре 20°С согласно справочным данным.

Таблица 1

Исходные данные для расчета

Параметр	**Значение**	**Единица измерения**
Требуемая производительность Q	5,0	м3/ч
Концентрация нефтепродуктов на входе Свх	30–100	мг/л
Концентрация взвешенных веществ на входе Свв	500–2000	мг/л
Температура воды Т	20	°С
Плотность воды ρ	998	кг/м3
Динамическая вязкость μ	1,002×10-3	Па·с
Требование к качеству воды по нефтепродуктам	≤ 5	мг/л

Результаты. На основании принятых исходных данных выполнен сравнительный расчет основных параметров рассматриваемых устройств. Геометрические характеристики песчаного и волокнистого фильтров определены по расчетной схеме, а параметры коалесцентного сепаратора — отдельным расчетом для капель нефтепродуктов диаметром 100 мкм. Основные габаритные и эксплуатационные параметры устройств представлены в таблице 2.

Таблица 2

Сравнительный расчет производительности и основных габаритов

Параметр	**Песчаный фильтр**	**Коалесцентный сепаратор**	**Волокнистый фильтр**
Рабочая площадь одного аппарата F, м^2	0,785	0,36	1,13
Основной размер аппарата	D = 1,0; Hз = 0,80	B = 0,30; H = 1,20; L = 1,20	D = 1,2; H = 2,0
Количество параллельных аппаратов	4	1	8
Характерный объем одного аппарата, м^3	0,628	0,43	2,26
Определяющий эксплуатационный фактор	Фильтроцикл	Эквивалентная площадь пластин	Грязеемкость / модульность

Полученные результаты показывают, что песчаный фильтр обеспечивает надежную механическую очистку, однако при неблагоприятном сценарии загрязнения требует установки четырех параллельных аппаратов. Для коалесцентного сепаратора отдельным расчетом получен компактный аппарат с пакетом наклонных пластин, обеспечивающий требуемую эквивалентную площадь сепарации при расходе 5,0 м^3/ч. Волокнистый полимерный фильтр обеспечивает глубокую доочистку по эмульгированным нефтепродуктам, но требует контроля ресурса работы фильтрующего материала между регенерациями.

Таблица 3

Эффективность удаления нефтепродуктов

Показатель	**Песчаный фильтр**	**Коалесцентный сепаратор**	**Волокнистый фильтр**
Концентрация на входе, мг/л	30–100	30–100	30–100
Концентрация на выходе, мг/л	12–60	9–50	1,2–4,0
Эффективность очистки, %	40–60	50–70	96

Сравнение эффективности очистки по нефтепродуктам приведено в таблице 3. Для песчаного механического фильтра принята литературная эффективность 40–60 %, что соответствует остаточной концентрации 12–60 мг/л. Для коалесцентного сепаратора ориентировочный диапазон 50–70 % соответствует удалению свободных и укрупненных капель нефтепродуктов. Волокнистый фильтр обеспечивает наибольшую глубину доочистки и позволяет снизить остаточную концентрацию

нефтепродуктов до 1,2–4,0 мг/л; при этом значения 1,2 и 4,0 мг/л соответствуют входным концентрациям 30 и 100 мг/л соответственно, что отвечает эффективности около 96 %.

Таблица 4

Гидравлическое сопротивление при номинальной производительности

Параметр	**Песчаный фильтр**	**Коалесцентный сепаратор**	**Волокнистый фильтр**
Природа сопротивления	Фильтрация через зернистую загрузку	Течение в межпластинчатых каналах и местные потери	Фильтрация через волокнистую пористую среду
Расчетная характеристика	Возрастает по мере загрязнения загрузки	0,1–1,0 м вод. ст.	0,35–0,45 м вод. ст. (начальное)

Характеристики гидравлического сопротивления рассматриваемых устройств обобщены в таблице 4. Природа гидравлического сопротивления принципиально различается для каждого устройства. Для песчаного фильтра определяющим является фильтрование через зернистую загрузку и нарастание потерь напора по мере ее кольматации [3, 10, 11]. Для коалесцентного сепаратора основная часть сопротивления связана с движением потока в межпластинчатом пространстве и местными потерями на входе и выходе [5, 9]. Для волокнистого фильтра начальное сопротивление относительно невелико, однако в процессе эксплуатации оно возрастает вследствие заполнения пористой структуры задержанными загрязнениями [6, 14, 15].

Выводы. Песчаный механический фильтр при расходе 5,0 м^3/ч следует рассматривать как эффективную ступень механической очистки и защиты последующих аппаратов. По литературным данным при очистке сточных вод мойки автомобилей снижение концентрации нефтепродуктов на песчаном фильтре может составлять 40–60 %, прежде всего за счет удаления нефтепродуктов, сорбированных на взвешенных веществах. Коалесцентный сепаратор, рассчитанный по скорости всплытия капель размером 100 мкм и эквивалентной площади пакета наклонных пластин, является эффективным решением для удаления свободных и укрупненных капель нефтепродуктов и обеспечивает ориентировочную степень очистки 50–70 %. Волокнистый полимерный фильтр обеспечивает наибольшую эффективность удаления эмульгированных нефтепродуктов и позволяет снизить их остаточную концентрацию до 1,2–4,0 мг/л; при сопоставлении пар значений «вход-выход» это соответствует эффективности около 96 %. Следовательно, рассматриваемые устройства не являются полностью взаимозаменяемыми: песчаный фильтр целесообразен как механическая ступень, коалесцентный сепаратор — для выделения капельной нефтяной фазы, а волокнистый полимерный фильтр — для глубокой доочистки по эмульгированным нефтепродуктам.

Библиографический список:

1. Фельдштейн Е.Г. Совершенствование систем очистки поверхностного стока предприятий первой группы на примере автотранспортных предприятий: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Волгоград, 2014. 24 с.

2. Кузубова Л.И., Морозов С.В. Очистка нефтесодержащих сточных вод: аналитический обзор. Новосибирск: СО РАН, ГПНТБ, НИОХ, 2010. 72 с.

3. Журба М.Г., Соколов Л.И., Говорова Ж.М. Водоснабжение и водоотведение. 4-е изд. М.: КНОРУС, 2019. 408 с.

4. Комарова Л.Ф., Сомин В.А. Оптимизация работы очистных сооружений нефтесодержащих стоков предприятий машиностроительного профиля // Ползуновский вестник. 2021. № 1. С. 131–134. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.01.018.

5. Зайцев Н.С. Очистка поверхностных сточных вод от нефтепродуктов в коалесцентных сепараторах // Биосферная совместимость. 2024. № 3. С. 74–81.

6. Корнеева Е.А., Авсюкевич А.П., Летенко Д.Г. Волокнистый фильтр и эффективность его использования при фильтрации сточных вод // Вестник гражданских инженеров. 2024. № 4. С. 70–79. DOI: 10.23968/1999-5571-2024-21-4-70-79.

7. Комарова Л.Ф., Полетаева М.А. Использование воды на предприятиях и очистка сточных вод в различных отраслях промышленности: учеб. пособие. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2010. 174 с.

8. Грузинова В.Л. Очистка нефтесодержащих сточных вод локомотивных депо с использованием коагулянтов и отходов синтетических материалов: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Минск, 2014. 28 с.

9. Чернов В.А., Бевза Д.И., Шураев О.П., Чичурин А.Г. Методы очистки нефтесодержащих вод // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. 2022. № 3. С. 50–59.

10. Ульченко В.М. Доочистка сточных вод на зернистых фильтрах // Водоснабжение и санитарная техника. 2010. № 12. С. 56–60.

11. Журкин Н.Н., Алибеков С.Я. Совершенствование механической очистки сточных вод // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2013. № 1. С. 121–128.

12. Нестеров А.В. Очистка нефтесодержащих сточных вод сочетанием экстракционных и адсорбционных методов: дис. ... канд. техн. наук. Брянск, 2008. 167 с.

13. Косинцев В.И., Сечин А.И., Бордунов С.В., Куликова М.В., Прокудин И.А., Косинцев М.В. Фильтрационная очистка сточных вод // Современные наукоемкие технологии. 2008. № 4. С. 74–76.

14. Huang S., Ras R.H.A., Tian X. Antifouling membranes for oily wastewater treatment: interplay between wetting and membrane fouling // Nature Communications. 2018. Vol. 9. No. 1. P. 1–10.

15. Герасимов В.М. Фильтрование загрязненных вод волокнистыми полимерными материалами // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2011. № 12. С. 94–97.

СТЕПАНОВ ЕГОР СЕРГЕЕВИЧ – магистрант, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Россия.

Е.С. Степанов

ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ: ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ ТРАДИЦИОННЫХ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ СИСТЕМ ОЧИСТКИ

Загрязнение водных объектов нефтепродуктами представляет собой одну из наиболее острых и трудноразрешимых экологических проблем современности, обусловленную масштабами добычи, транспортировки и переработки углеводородного сырья. Целью данной работы является систематизация и критический сравнительный анализ существующих технологий очистки сточных вод от нефтепродуктов с выявлением их ключевых достоинств и недостатков. Методологической основой послужил обзор и анализ научно-технической литературы, включая монографии, статьи в рецензируемых журналах и материалы научных конференций за последние десятилетия. В работе выделены и рассмотрены пять основных групп методов: механические, физико-химические, химические, биологические и мембранные. Показано, что универсального решения, пригодного для всех типов сточных вод и экономических условий, не существует. Эффективность очистки напрямую зависит от дисперсности нефтепродуктов, их концентрации, наличия сопутствующих загрязнителей и требуемого качества воды после обработки. Практическая значимость работы заключается в формировании чётких рекомендаций по выбору рациональных схем очистки, включая комбинированные технологии, для различных категорий нефтесодержащих сточных вод.

Ключевые слова: *очистка сточных вод, нефтепродукты, механические методы, физико-химические методы, биологическая очистка, мембранные технологии, комбинированные системы очистки.*

Введение. Нефть и продукты её переработки являются одними из наиболее распространённых приоритетных загрязнителей гидросферы. Основными источниками поступления нефтепродуктов в сточные воды служат предприятия нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, объекты трубопроводного транспорта, теплоэнергетики, автомобильного транспорта (мойки, автосервисы), а также ливневые стоки с промышленных площадок и автомобильных дорог. Ежегодно в мире в водные объекты попадают миллионы тонн углеводородов, что ведёт к деградации водных экосистем, гибели гидробионтов и наносит значительный экономический ущерб [1, 2]. В России ситуация также остаётся напряжённой: доля загрязнённых сточных вод, сбрасываемых в поверхностные водные объекты, традиционно высока, а нефтепродукты стабильно входят в число основных загрязнителей.

Для систематизации существующих подходов к очистке сточных вод целесообразно рассмотреть их классификацию:

© Е.С. Степанов, 2026.

Научный руководитель: *Авсюкевич Алексей Петрович* – кандидат технических наук, доцент, кафедра водопользования и экологии, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Россия.

Рис. 1. Классификация методов очистки сточных вод

Актуальность темы обусловлена не только масштабами загрязнения, но и постоянно ужесточающимися требованиями к качеству очищенных сточных вод. Нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК) для нефтепродуктов в воде рыбохозяйственных и культурно-бытовых водоёмов составляют: для рыбохозяйственных водоёмов — 0,05 мг/л, для водоёмов культурно-бытового назначения — 0,1–0,3 мг/л. Реальные же концентрации в промышленных стоках зачастую варьируются от десятков до тысяч мг/л, что делает их очистку сложной многокомпонентной задачей.

Цель данной работы — провести всесторонний обзор и сравнительный анализ традиционных и перспективных технологий очистки сточных вод от нефтепродуктов. В соответствии с поставленной целью в работе решаются следующие задачи:

Классифицировать существующие методы очистки.

Для каждого метода описать принцип действия, типичную эффективность, основные преимущества и фундаментальные ограничения (недостатки).

Провести анализ комбинированных технологических схем, признанных наиболее эффективными на практике.

Сформулировать практические рекомендации по выбору технологии в зависимости от характеристик сточных вод и экономических факторов.

2. Классификация и характеристика методов очистки сточных вод

В данном разделе представлен анализ ключевых групп методов очистки сточных вод от нефтепродуктов на основе данных отечественной и зарубежной научно-технической литературы. Исследованию этой проблемы посвящены работы таких авторов, как О.А. Аксёнова [3], Л.А. Кульский [4], С.В. Степанов [5], а также многочисленные современные публикации.

2.1. Механические методы

Механические методы являются первым и обязательным этапом в большинстве систем водоочистки. Они предназначены для удаления из сточной воды грубодисперсных примесей и свободной ("плавающей") нефти, которая не находится в стойком эмульгированном состоянии. К наиболее распространённым аппаратам относятся отстойники различных конструкций (нефтеловушки), гидроциклоны и различные виды фильтров.

Процесс отстаивания в нефтеловушках позволяет выделить частицы нефти размером более 100–150 мкм [3]. Горизонтальные и тонкослойные отстойники при правильном проектировании могут обеспечить снижение концентрации нефтепродуктов с 500-1000 мг/л до 50-150 мг/л при эффективности

60–70%. Достоинствами этого этапа являются простота конструкции, низкие эксплуатационные затраты и высокая надёжность. Однако ключевой недостаток — неспособность удалять эмульгированные и растворённые углеводороды, а также образование значительных объёмов влажного нефтешлама, требующего дорогостоящей утилизации.

Для удаления тонкодисперсных и эмульгированных нефтепродуктов после стадии механической предочистки широко применяют флотацию, чаще всего напорную. Процесс основан на прилипании пузырьков воздуха к частицам нефтепродуктов и их подъёме на поверхность воды [4]. Напорная флотация обеспечивает эффективность очистки до 85–95 %, однако относится уже к физико-химическим методам и требует повышенных энергозатрат, а нередко и применения коагулянтов.

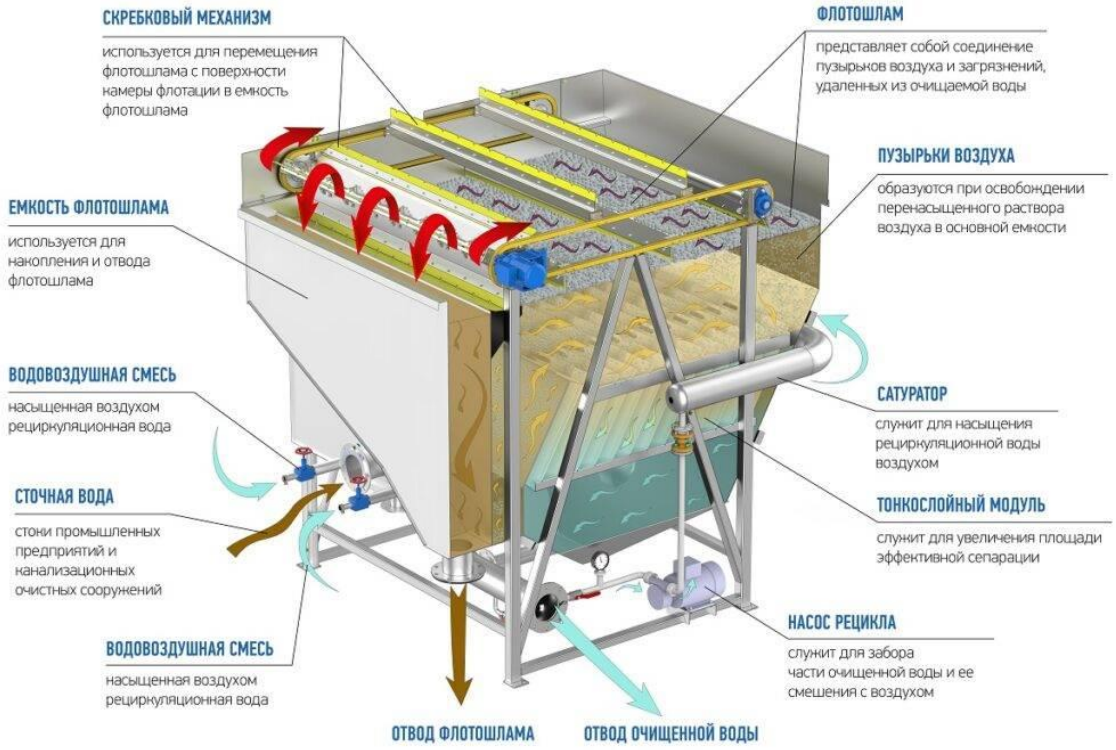

Рис. 2. Схема установки напорной флотации

2.2. Физико-химические методы

Физико-химические методы обеспечивают более глубокую очистку и незаменимы для разрушения устойчивых эмульсий. Коагуляция и флокуляция — ключевые процессы, при которых в воду вводятся реагенты (коагулянты), приводящие к слипанию (коагуляции) мельчайших частиц нефти с последующим их укрупнением (флокуляцией). Исследования показывают, что применение комбинированных реагентных систем (например, сульфат алюминия с полиакриламидом) позволяет достичь общей эффективности очистки нефтесодержащих сточных вод на уровне 85–90% [6]. Этот метод обладает высокой производительностью, но зависит от точного дозирования реагентов (от pH среды, температуры) и приводит к образованию большого количества вторичного шлама [3, 4].

К физико-химическим также относятся сорбционные методы, которые используют способность твёрдых материалов избирательно поглощать (адсорбировать) молекулы нефтепродуктов на своей поверхности. В качестве сорбентов применяют активированные угли, цеолиты, торф, а также современные синтетические материалы. Сорбция позволяет достичь самых высоких показателей качества очищенной воды, снижая концентрации нефтепродуктов до долей мг/л и ниже, что соответствует самым строгим нормативам [7]. Главные недостатки — высокая стоимость сорбентов и сложность их регенерации или утилизации. В настоящее время ведутся активные исследования по созданию новых, дешёвых и эффективных сорбентов из промышленных отходов и биомассы [8].

2.3. Биологические методы

Биологическая очистка основана на естественной способности гетеротрофных микроорганизмов (бактерий, простейших) использовать углеводороды нефти в качестве источника питания и энергии в процессе своей жизнедеятельности, разлагая их в конечном итоге до углекислого газа и воды

(биодеструкция). В системах биологической очистки (аэротенки, биофильтры) создаются оптимальные условия для развития биоценоза микроорганизмов-нефтедеструкторов. Согласно современным исследованиям, биологическая очистка способна обеспечить удаление до 95–99% нефтепродуктов, однако исходные концентрации не должны превышать 50–100 мг/л во избежание токсического воздействия на активный ил [5, 9].

Основные преимущества метода — экологическая безопасность (не создаёт вторичных токсичных продуктов), относительная дешевизна и возможность очистки больших объёмов воды. Недостатками являются длительность процесса (от нескольких часов до суток), чувствительность микроорганизмов к токсичным веществам (тяжёлые металлы, высокие концентрации солей), высокая потребность в растворённом кислороде (энергозатраты на аэрацию), а также сезонная зависимость эффективности для открытых сооружений. Инновационным решением является применение иммобилизованных микроорганизмов в составе фильтрующих загрузок, что повышает стабильность процесса [9].

2.4. Химические методы

Химические методы включают процессы окисления (озонирование, хлорирование, использование реагентов Фентона), электролиз и другие реакции, направленные на деструкцию растворённых углеводородов. Эти методы наиболее эффективны для доочистки слабоконцентрированных сточных вод. Однако их применение часто ограничено из-за высокой стоимости реагентов и значительных энергозатрат [4]. Кроме того, при неполном окислении органических веществ возможно образование промежуточных продуктов, иногда более токсичных, чем исходные загрязнители. Особняком стоят электрохимические методы, перспективные, но требующие дальнейших исследований для снижения энергоёмкости [3].

2.5. Мембранные методы

Мембранные технологии — наиболее современное и интенсивно развивающееся направление. Процесс основан на избирательном пропускании компонентов сточной воды через полупроницаемую мембрану под действием перепада давления. Для разделения эмульсий нефть-вода наиболее часто применяют ультрафильтрацию, а для доочистки — нанофильтрацию и обратный осмос. Эффективность очистки при использовании ультрафильтрации может достигать 98–99%, а качество пермеата — быть очень высоким (концентрация нефтепродуктов <0,1 мг/л) [3]. Этот метод позволяет не только добиться высочайшего качества воды, пригодной для оборотного водоснабжения, но и получать концентрированный ретентат, из которого возможно извлечение ценных продуктов.

Несмотря на очевидные достоинства (компактность, автоматизация, высокое качество очистки, возможность работы без реагентов), мембранные методы имеют серьёзные недостатки. Это, прежде всего, высокие капитальные затраты, необходимость тщательной предварительной очистки воды от механических примесей, а также главная эксплуатационная проблема — фоулинг (засорение и образование на поверхности мембраны гелеобразного слоя из нефтепродуктов), что резко снижает производительность и требует частой химической промывки и замены дорогостоящих мембран.

3. Принципиальные технологические схемы очистки

На практике для очистки реальных сточных вод нефтеперерабатывающих, нефтехимических заводов, ТЭЦ, предприятий транспорта применяются не отдельные методы, а многоступенчатые комбинированные схемы. Выбор конкретной схемы определяется требованиями к качеству очищенной воды и экономической целесообразностью.

В зависимости от требований к качеству очистки воды можно выделить три типовые технологические схемы (таблица 1), которые строятся по комбинированному принципу.

Таблица 1

Рекомендуемые типовые технологические схемы очистки нефтесодержащих сточных вод

№	Требования к очищенной воде	Типовая технологическая схема
1	Сброс в городскую канализацию (концентрация нефтепрод. < 10-20 мг/л)	Механическая очистка (отстойник, гидроциклон) ➔ Напорная флотация ➔ Усреднитель
2	Сброс в водоём (концентрация нефтепрод. < 1 мг/л)	Схема 1 ➔ Фильтры с сорбционной загрузкой (угольные) ➔ Контрольный пруд-отстойник
3	Оборотное водоснабжение или сброс в водоёмы особого режима (концентрация нефтепрод. < 0.1 мг/л)	Схема 2 ➔ Ультрафильтрация (как завершающая ступень) или биомембранный реактор (замена классического аэротенка и вторичного отстойника)

Ниже кратко охарактеризованы три ключевые схемы, представленные в таблице 1:

Схема № 1 (Базовая): Механическая очистка (отстойник, нефтеловушка) ➔ Напорная флотация ➔ Усреднитель. Назначение: Предварительная или первичная очистка воды при сбросе в городскую канализацию (снижение концентрации нефтепродуктов с десятков-сотен мг/л до 5-15 мг/л).

Схема № 2 (Полная химико-технологическая): Схема 1 ➔ Сорбционный фильтр (уголь). Назначение: Глубокая очистка сточных вод, подготавливающая их для сброса в водоём (снижение концентрации нефтепродуктов менее 0.5 мг/л). Преимущество: высокая степень очистки. Недостаток: дороговизна и утилизация отработанного сорбента.

Схема № 3 (Мембранная): Схема 2 ➔ Ультрафильтрация (УФ) или менее традиционная, но всё более актуальная биомембранная технология (МБР — комбинация аэротенка с УФ-мембраной). Назначение: Оборотное водоснабжение или сброс в водоёмы особого режима (рыбохозяйственные). МБР-преимущества: Позволяет работать с более высокими концентрациями нефтепродуктов на входе (до 50-100 мг/л), чем классическая биологическая очистка (которая требует снижения до 10-20 мг/л), благодаря защите микроорганизмов мембраной. Недостатки: Мембранные технологии дороги и чувствительны к загрязнению (фоулинг). При очистке только УФ (без биоокисления) мощность схемы падает из-за отложений на мембране, поэтому МБР часто предпочтительнее для органических загрязнений [10].

На этапе первичной механической очистки широко используются нефтеловушки (горизонтальные, тонкослойные), песколовки и гидроциклоны [3, 7].

4. Материалы и методы

Настоящее исследование носит обзорно-аналитический характер и выполнено с использованием методов систематизации, сравнительного анализа и обобщения данных, представленных в открытых научных источниках. Информационной базой послужили научные статьи (поиск осуществлялся в базах данных eLibrary, CyberLeninka, Elibrary.ru, Google Scholar), монографии, учебные пособия и материалы профильных научных конференций за период преимущественно с 2000 по 2025 год. Основное внимание уделялось работам, содержащим количественные данные об эффективности методов, их технологические параметры и экономические оценки. Критериями для сравнения методов стали:

- Эффективность удаления нефтепродуктов (%);
- Типичный диапазон входных и выходных концентраций (мг/л);
- Энергоёмкость (качественная оценка);
- Потребность в реагентах и образование вторичных отходов;
- Капитальные и эксплуатационные затраты.

5. Результаты

В результате систематизации данных были составлены две обобщающие таблицы для методов и схем очистки.

Таблица 2

Сравнительная характеристика основных методов очистки

Метод	Принцип действия	Эффективность, %	Входные конц., мг/л	Выходные конц., мг/л	Ключевые преимущества	Ключевые недостатки
Механические (отстаивание)	Гравитационное разделение фаз.	60–70	>100	50–150	Простота, низкая стоимость.	Низкая эффективность для эмульсий, большие площади, отходы (шлам) [3].
Флотация (напорная)	Адгезия частиц к пузырькам воздуха.	85–95	50–500	5–30	Высокая производительность.	Энергозатраты, требует коагулянтов [4].
Коагуляция/ Флокуляция	Укрупнение частиц под действием реагентов.	90–95	50–1000	1–10	Эффективно для эмульсий.	Образование шлама, зависимость от pH и температуры.
Сорбция	Поглощение загрязнителей твёрдым телом.	95–99	до 50	<0,05	Глубокая очистка.	Высокая стоимость сорбентов и их регенерации [7, 8].

Окончание таблицы 2

Метод	Принцип действия	Эффективность, %	Входные конц., мг/л	Выходные конц., мг/л	Ключевые преимущества	Ключевые недостатки
Биологическая (активный ил)	Биохимическое разложение микроорганизмами.	95–99	<100	0,1–1	Экологичность, низкая стоимость.	Длительность, чувствительность к токсичности, энергозатраты на аэрацию, зависимость от температуры [5, 9].
Ультрафильтрация	Мембранное разделение.	98–99	<500	<0,1	Высшее качество, компактность.	Очень высокие затраты, проблема фоулинга мембран [3].

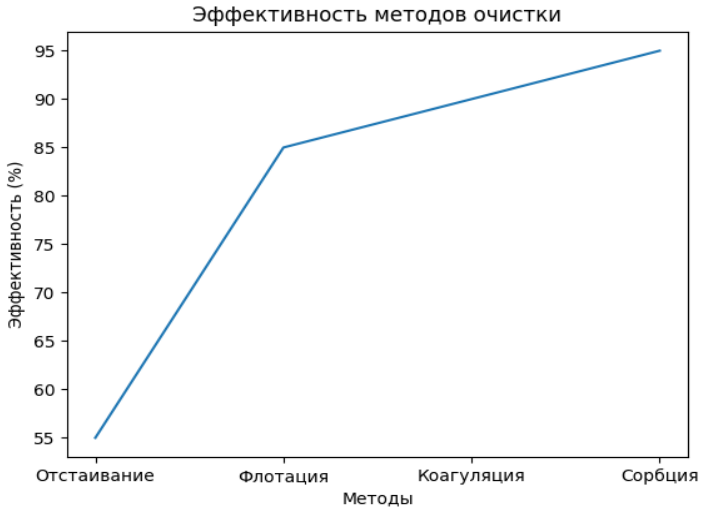

Рис. 3. Эффективность методов очистки

6. Современные научные разработки и перспективные технологии

Помимо классических и широко распространённых методов, невозможно обойти вниманием современные активные научные изыскания, направленные на совершенствование очистки. Наиболее перспективными являются следующие направления:

6.1. Биосорбционные технологии. Этот подход объединяет в себе адсорбцию загрязнителей на сорбенте и их последующую биохимическую деструкцию иммобилизованными микроорганизмами-нефтедеструкторами. Такая синергия позволяет достичь более глубокой и стабильной очистки [8]. Исследователи из Сибирского федерального университета (СФУ) недавно предложили «ловушку» для нефтепродуктов — сорбент, содержащий иммобилизованные бактерии. Важной особенностью этой разработки является широкий температурный диапазон его работы [8].

6.2. Новые мембранные материалы и биомембранные реакторы. Основная проблема мембранных методов — фоулинг (засорение). Работы по созданию новых полимерных и композиционных мембран, например, с поверхностным слоем из биоразлагаемого ацетата целлюлозы, направлены на решение этой задачи [11]. Ещё более перспективным является использование биомембранных реакторов (МБР), где мембрана для ультрафильтрации погружена в аэротенк с активным илом, что позволяет работать с более высокими нагрузками, получить высокое качество пермеата и полностью исключить вторичные отстойники. Такие системы для нефтехимических производств уже успешно проходят длительные испытания [10].

6.3. Усовершенствованные реагентные системы. Разработка комбинированных реагентов, созданных на основе промышленных отходов (например, нефтяной и полимерной промышленности), является экономически и экологически выгодным решением [12]. Исследования показывают высокую эффективность таких систем.

6.4. Совершенствование схем комбинированной очистки. На базе предприятий оптимизируют и свои апробированные технологии очистки. Так, комбинированная схема для локомотивного депо Брест,

включающая механическую очистку, напорную флотацию, коагуляцию с сорбцией, показала высокую эффективность [13]. А методика глубокой очистки сточных вод непосредственно нефтеперерабатывающих предприятий позволяет не только довести качество воды до экологических стандартов для сброса, но и внедрить на предприятии оборотное водоснабжение [14].

7. Обсуждение

Полученные результаты подтверждают, что проблема очистки сточных вод от нефтепродуктов не может быть решена с помощью одного универсального метода. Каждый из рассмотренных подходов имеет свою область применения (Таблица 2 и Рисунок 1).

Механические методы служат эффективным и недорогим барьером для основной массы свободной нефти на начальном этапе, защищая оборудование последующих ступеней очистки. Физико-химические методы (коагуляция, флотация, сорбция) являются ключевыми для удаления эмульгированных и частично растворённых углеводородов, обеспечивая нормативное качество воды при сбросе в водоёмы. Их главный недостаток — образование значительных объёмов вторичных отходов (шламов, отработанных сорбентов) и высокая стоимость реагентов и материалов.

Биологические методы, напротив, экологичны и обеспечивают полную деструкцию загрязнений, но они более инертны и требуют длительного времени и строгого соблюдения технологического режима. Мембранные методы обеспечивают наиболее высокое качество очистки, но их применение сдерживается высокой стоимостью и проблемой фоулинга.

Анализ литературных данных и современных научных разработок однозначно показывает, что наиболее эффективной и экономически оправданной стратегией является построение комбинированных технологических схем (Таблица 1). Каждая из ступеней в такой схеме решает свою специфическую задачу.

8. Заключение

В результате проведённого обзорно-аналитического исследования существующих технологий очистки сточных вод от нефтепродуктов можно сделать следующие основные выводы:

Отсутствует универсальный метод. Традиционные механические методы (отстаивание, флотация) эффективны для грубой очистки и удаления свободной нефти, но недостаточны для тонкой очистки от эмульгированных и растворённых форм углеводородов.

Эффективность требует специфики. Физико-химические методы (коагуляция, особенно сорбция) обеспечивают глубокую очистку (остаточные концентрации менее 0.05 мг/л), однако сопряжены с высокими затратами на реагенты/сорбенты и проблемой утилизации образующихся вторичных отходов.

Экологичность имеет цену скорости. Биологическая очистка является экологически безопасным и относительно недорогим методом для стоков с невысокими концентрациями нефтепродуктов (<100 мг/л), но она требует большого времени и чувствительна к внешним условиям.

Качество требует интеграции. Мембранные методы, несмотря на высокую стоимость и проблемы эксплуатации (фоулинг), обеспечивают наивысшее качество очистки, пригодное для создания систем замкнутого водооборота.

Комбинирование — основной принцип. Наиболее эффективным и экономически рациональным подходом является проектирование многоступенчатых комбинированных систем, в которых на каждой стадии используется наиболее подходящий метод для последовательного решения задачи полной очистки сточных вод.

Практическая значимость работы заключается в систематизации научно-технической информации, которая может быть полезна инженерам-проектировщикам и магистрантам для предварительного выбора технологии водоподготовки.

Библиографический список:

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2024 году». — М.: Минприроды России, 2025. — 650 с.

2. Федоров Ю.А., Трифонова Т.А. Экология и охрана водных ресурсов: Учебное пособие. — М.: Издательство «Академия», 2003. — 288 с.

3. Аксёнова О.А., Дмитриева Т.А., Гусева Т.В. Технология очистки сточных вод от нефтепродуктов: Монография. — М.: Издательство АСВ, 2022. — 312 с.

4. Кульский Л.А., Строкач П.П. Очистка воды от органических загрязнений. — Киев: Наукова думка, 1986. — 200 с.

5. Степанов С.В., Стрелков А.К., Швецов В.Н., Морозова К.М. Биологическая очистка сточных вод нефтеперерабатывающих заводов: Монография. — Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2020. — 196 с.

6. Abdullayeva M.Y., Mirzeyeva T.F. Research on the treatment of oil-containing wastewater in the presence of mixed reagents // Вопросы науки и образования. — 2024. — № 2 (15). — С. 34-41.

7. Журба М.Г., Покровская Л.М., Говорова Ж.М. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений / под ред. М.Г. Журбы. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство АСВ, 2012. — 504 с.

8. Дубровская О.Г., [и др.]. Новый биосорбент для очистки нефтесодержащих сточных вод // Экология и промышленность России. — 2024. — Т. 28. — № 7. — С. 22-27.

9. Пономарева А.Л. Повышение эффективности очистки нефтесодержащих сточных вод при помощи нефтеокисляющих микроорганизмов: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. — Владивосток, 2023. — 24 с.

10. Степанов А.С. Биомембранная и биосорбционно-мембранная очистка сточных вод нефтехимического производства // Вестник МГСУ. — 2021. — № 6. — С. 44-52.

11. Фазуллин Д.Д., Фазуллина Л.И., Санатуллова З.Т. Очистка эмульгированных нефтесодержащих сточных вод с помощью композиционных мембран // Нефтегазовое дело. — 2025. — Т. 23. — № 1. — С. 88-94.

12. Урецкий Е.А., Мороз В.В. Исследование и разработка технологии очистки масло- и нефтесодержащих сточных вод дорожно-транспортных предприятий // Вестник Брестского государственного технического университета. — 2024. — № 1 (133). — С. 140-143.

13. Садикова Н.К. Совершенствованная технология очистки сточных вод нефтеперерабатывающих предприятий // Academic research in modern science. — 2025. — Т. 4. — № 15. — С. 171-175.

14. Шайхиев Т.И., Дряхлов В.О., Сапронова Ж.А., Свергузова С.В., Воронина Ю.С. Очистка сточных вод от эмульгированных нефтепродуктов мембранами, обработанными коронным разрядом: монография. — Белгород : БГТУ ; Казань : КНИТУ, 2022. — 105 с.

15. Shamyan V.L., Sahakyan A.A., Kalantaryan M.A., Minasyan A.S. Purification of oil-containing wastewater with surface-modified scoria // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. — 2025. — Т. 336. — № 10. — С. 168-177.

СТЕПАНОВ ЕГОР СЕРГЕЕВИЧ – магистрант, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Россия.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

А.Ю. Идрисова, Х.И. Шатаева, М.И. Шуипова, Л.Х.Абдуева

ДИНАМИКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ В ПРОЦЕССЕ ВОЗРАСТНОГО РАЗВИТИЯ ШКОЛЬНИКОВ

Для комплексного анализа адаптации сердечно-сосудистой системы к физическим нагрузкам были изучены показатели частоты сердечных сокращений и ударного объема у школьниц. В ходе исследования выявлена корреляция насосной функции сердца с возрастным фактором и средой проживания испытуемых (городская или сельская местность).

***Ключевые слова**: сердечный ритм, систолический объем, проба Мартине, сердечный индекс.*

© А.Ю. Идрисова, Х.И. Шатаева, М.И. Шуипова, Л.Х.Абдуева, 2026.

Научный руководитель: *Зайналабдиева Хеди Магомедовна* – кандидат биологических наук, доцент кафедры физиологии и анатомии человека и животных, ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова», Россия.

Актуальность исследования. Современные школьники подвергаются интенсивному интеллектуальному давлению на фоне гиподинамии и негативных экологических факторов. Ключевым индикатором функционального состояния сердца в покое выступает частота сердечных сокращений, величина которой детерминирована возрастными особенностями и общим физиологическим статусом организма [1, 2].

Вопросы нагнетательной функции сердца в состоянии покоя и при различных видах активности широко освещены в трудах отечественных и зарубежных авторов. Тем не менее, работы, направленные на сопоставление влияния интеллектуального и физического напряжения на резервные возможности сердечно-сосудистой системы, встречаются значительно реже.

Для получения целостного представления об адаптации миокарда к физическим нагрузкам нами был проведен анализ частоты сердечных сокращений у школьниц разных возрастных групп. Исследование частоты сердечных сокращений у школьниц разного возраста и места проживания позволило глубже оценить реакцию сердца на физическую нагрузку, подтвердив при этом тезис многих авторов о значимом влиянии сельской и городской среды на функциональный статус сердечно-сосудистой системы ребенка.

Прогрессирующая интенсификация образовательного процесса в последние годы провоцирует дисбаланс между физиологическими резервами организма и объемом учебной нагрузки. Подобный диссонанс чреват декомпенсацией адаптационных механизмов, обучающихся [3].

Наиболее уязвимыми в этом аспекте являются дети младшего и среднего школьного возраста, чей организм находится в фазе активной морфофункциональной перестройки, протекающей значительно интенсивнее, чем в стабильные периоды взросления [3].

Ряд научных работ указывает на то, что адаптация подростков к образовательным нагрузкам зачастую сопровождается снижением их функциональных показателей. Особое напряжение адаптационных механизмов наблюдается у старшеклассников в периоды экзаменационных испытаний. Тем не менее, в научной среде существует и противоположная точка зрения: некоторые авторы утверждают, что планомерное повышение интеллектуальной нагрузки не оказывает деструктивного влияния на физическое развитие и функциональное созревание учащихся [1].

Цель исследования – комплексное изучение возрастных преобразований в работе сердца у учащихся общеобразовательных школ.

Задачи исследований:

1. Оценить адаптационный потенциал сердечно-сосудистой системы школьниц 8-11 классов при смене положения тела (ортостатическая проба).

2. Сравнить реактивность сердечного ритма городских и сельских школьниц на физическую нагрузку.

3. Изучить динамику восстановления сердечно ритма после нагрузки в зависимости от возраста (класса обучения) и места проживания.

4. Выявить различия в экономизации сердечной деятельности между городскими и сельскими учащимися.

Научная новизна. В ходе исследования была впервые детально изучена реакция насосной функции сердца школьниц на различные функциональные пробы. Установлены специфические возрастные закономерности изменения сердечного ритма и систолического объема. Кроме того, получены новые данные о влиянии ортостатической пробы (смены положения тела из горизонтального в вертикальное) на показатели сердечного выброса у данной возрастной группы.

Практическая значимость. Полученные результаты обогащают теоретическую базу возрастной физиологии и валеологии. С практической точки зрения данные могут быть использованы педагогами и тренерами для оптимизации программ физического воспитания и нормирования нагрузок с учетом возрастных особенностей сердечно-сосудистой системы детей.

Методы исследования

1. Антропометрические – оценка физического развития (измерение массы, роста и площади поверхности тела).

2. Функциональные пробы:

а) ортостатическая проба (для оценки реактивности вегетативной нервной системы);

б) проба Мартине-Кушелевского (для оценки адаптации сердечно-сосудистой системы к динамической нагрузке.

3. Методы математико-статистической обработки данных с использованием пакета программ «Биостатистика».

Таблица 1

Антропометрические показатели школьниц

Показатели	**Городские школьницы**			
	Классы			
	8	**9**	**10**	**11**
Рост, см	155,3±0,61	158,4±0,22	159,5±0,48	160,3±0,49
Вес, кг	45,5±0,32	50,1±0,33	53,8±0,32*	55,3±0,20*
Площадь тела, м^2	1,40±0,03	1,48±0,03	1,54±0,01	1,56±0,01
Показатели	**Сельские школьницы**			
	Классы			
	8	**9**	**10**	**11**
Рост, см	154,5±0,45	155,8±0,32	160,4±0,20*	165,5±0,28*
Вес, кг	43,5±0,44	46,3±0,36	51,7±0,26*	54,5±0,37**
Площадь тела, м^2	1,36±0,02	1,41±0,04	1,51±0,03	1,58±0,01*

Примечание: *-P>0,95; **-P>0,99

В ходе сравнительного анализа физического развития городских и сельских школьниц были выявлены некоторые закономерности (табл.1)

У обеих групп наблюдается стабильное увеличение всех антропометрических данных от 8 к 11 классу.

У городских школьниц наблюдается равномерное увеличение (со 155,3 до 160,3 см). У сельских школьниц к 10-1 классам отмечается резкий скачок роста (до 165,5 см), что статистически значимо превышает показатели младших классов (P>0,95).

Вес увеличивается поступательно. Примечательно, что у городских девочек значимый прирост массы начинается с 10 класса, тогда как у сельских-наиболее выраженная динамика наблюдается в 11 классе с высокой степенью достоверности (P>0,99).

В 8 и 9 классах городские школьницы по всем параметрам (рос, вес, площадь тела) несколько опережают сельских сверстниц.

Однако к 11 классу ситуация меняется: сельские школьницы обгоняют городских по среднему росту (5,2 см) и практически сравниваются с ними по массе тела (54,5 против 55,3 кг).

Показатель площади поверхности тела является интегральной характеристикой физического развития. У городских школьниц он увеличивается с 1,40 до 1,56 м^{2,} у сельских - с1,36 до 1,58 м^2. Увеличение площади тела у сельских школьниц к выпускному классу также подтверждено статистически (P>0,95).

Данные свидетельствуют о том, что городские школьницы в начале подросткового периода развиваются чуть быстрее, однако сельские школьницы имеют более выраженный «скачок» роста в старших классах, в итоге опережая городских сверстниц по длине тела к 17 годам.

Таблица 2

Оценка параметров частоты сердечных сокращений (ЧСС) школьниц в условиях ортостатической пробы, уд/мин

Положение тела	**Городские школьницы**			
	Классы			
	8	**9**	**10**	**11**
Горизонтальное	73,7±0,24	69,2±0,12	65,0±048	68,0±0,36
Вертикальное	95,4±3,21	87,0±2,75	85,5±1,37*	87,0±2,79*
Положение тела	**Сельские школьницы**			
	Классы			
	8	**9**	**10**	**11**
Горизонтальное	68,7±0,24	70,0±0,35	65,0±0,21	65,5±2,55
Вертикальное	75,4±0,22	75,0±0,45	78,0±0,35	78,0±0,45

Примечание: *-P>0,95

В представленных данных (табл.2) прослеживаются отчётливые различия в вегетативной регуляции сердечного ритма у городских и сельских школьниц.

У городских школьниц наблюдается постепенное снижение пульса от 8 д к 10 классу (с73,7 до 65,0 уд/мин), что свидетельствует об экономизации работы сердца. К 11 классу отмечается небольшой подъем до 68,0 уд/мин.

У сельских школьниц показатели в горизонтальном положении более стабильны и в целом ниже, чем у городских (в среднем 65,0-70,0 уд/мин). Это может указывать на более высокий уровень тренированности или меньшее влияние стрессовых факторов.

При переходе в вертикальное положение у городских школьниц наблюдается резкий прирост пульса (на 18-22 удара). В 8 классе разница составляет рекордные 21,7 уд/мин. Такая выраженная реакция может свидетельствовать о напряжении регуляторных механизмов. К 10 и 11 классам реакция становится более умеренной, что подтверждается статистической значимостью (P>0,95).

У сельских школьниц наблюдается более экономная и адекватная реакция на изменение положения тела. Прирост пульса составляет всего 5-13 ударов. Например, в 8 классе разница составляет всего 6,7 уд/мин против 21,7 у городских сверстниц.

У сельских школьниц реакция пульса на вертикализацию более сглаженная, что говорит о лучшей адаптации сердечно-сосудистой системы к физическим нагрузкам.

У городских школьниц выраженная тахикардия в вертикальном положении может указывать на преобладание симпатического тонуса (симпатикотонию), что часто встречается в условиях высокой учебной нагрузки и гиподинамии.

Сердечно-сосудистая система сельских школьниц функционирует в более экономном режиме. Городские школьницы демонстрируют более высокую лабильность пульса и значительное напряжение механизмов адаптации при ортостатической пробе.

Таблица 3

Хронотропная реакция сердца на дозированную нагрузку (уд/мин)

Время регистрации (мин)	**Городские школьницы**			
	Классы			
	8	**9**	**10**	**11**
1	118,3±0,11	107,7±3,12	104,7±1,56	107,6±3,24
2	113,0±1,43	102,7±1,45	92,0±2,79**	94,0±1,54
3	109,4±0,24	97,0±1,43	85,7±2,14	88,5±0,42
4	99,6±0,14	90,6±0,12	82,5±0,41**	86,2±0,20**
5	95,0±0,27	87,4±0,12	82,1±0,42**	86,4±0,21*
Время регистрации (мин)	**Сельские школьницы**			
	Классы			
	8	**9**	**10**	**11**
1	90,2±0,25	92,7±0,15	95,0±0,31	105,5±0,47
2	84,9±0,21	69,68±0,16	88,3±0,32	88,9±0,24
3	77,0±0,15	69,4±0,41	80,5±0,24	75,8±0,25
4	76,9±1,10	74,6±0,12	75,3±0,48	77,7±0,22
5	72,9±0,12	76,92±0,25	75,2±0,35	74,5±0,12

Примечание: *-P>0,95; **-P>0,99

Представленные данные (табл.3) демонстрируют отчётливую разницу в адаптивных стратегиях сердечно-сосудистой системы двух групп. Первая минута после нагрузки отражает интенсивность включения механизмов адаптации.

В 8 классе у городских школьниц наблюдается наиболее выраженная тахикардия (118,3±0,11 уд/мин). Высокие значения сохраняются во всех классах (104,7-107 уд/мин), что говорит о значительной мобилизации резервов даже при стандартной нагрузке.

Сельские школьницы демонстрируют более экономичную реакцию. В 8-10 классах пульс не превышает 90,2-95,0 уд/мин, что существенно ниже показателей городских сверстниц. Это указывает на более высокий функциональный резерв сердца.

Процесс восстановления у городских школьниц протекает медленно. Статистически значимое снижение пульса наблюдается лишь в 10-11 классах (82,1 -86,4 уд/мин), что говорит о созревании механизмов регуляции к старшему возрасту.

Сельские школьницы демонстрируют высокую скорость восстановления. Уже ко 2-3 минуте показатели сердечного ритма у них приближается к значениям покоя или даже становятся

Ниже них (особенно в 9 классе- 69,68 уд/мин). К 5-й минуте пульс стабилизируется на уровне76,92 уд/мин.

У сельских школьниц наблюдается благоприятный вариант адаптации – быстрый возврат к исходному уровню. У городских школьниц восстановление затягивается, что может быть признаком «астенической» или «дистонической» реакции на нагрузку, характерной для детей с дефицитом двигательной активности.

У городских девочек к 10 классу заметно улучшение адаптивных способностей (пульс на 4-5 минуте достоверно ниже, чем в 8 классе), что указывает на возрастной этап укрепления вегетативной системы.

Функциональная проба Мартине-Кушелевского выявила недостаточность адаптационных механизмов у городских школьниц, проявляющуюся в избыточной тахикардии и замедленном восстановлении. В то же время сельские школьницы характеризуются более экономичным режимом работы сердца и высокой скоростью восстановления, что подтверждает их лучшую физическую подготовленность.

Вывод:

1. Адаптационный потенциал: У сельских школьниц он выше. При ортостатической пробе (подъеме с постели) прирост ЧСС у них составляет 7–20% (адекватная реакция), тогда как у городских — 22–29%, что указывает на перенапряжение систем регуляции.

2. Реакция на нагрузку: Городские школьницы демонстрируют высокую реактивность (пульс до 118 уд/мин), особенно в 8-х классах. Сельские учащиеся реагируют экономнее — их показатели на первой минуте нагрузки ниже (до 105 уд/мин).

3. Восстановление: У сельских школьниц ЧСС нормализуется уже к 5-й минуте. У городских процесс затянут, хотя к 10–11 классу механизмы адаптации статистически значимо улучшаются.

4. Тип регуляции: Сердечная деятельность сельских школьниц более экономична благодаря преобладанию парасимпатических влияний и тренированности миокарда. У городских школьниц выявлены признаки гиперсимпатикотонии (менее выгодный режим работы сердца).

Библиографический список:

1.Абдуллаева Д.А. Проблема качества жизни детей школьного возраста / Абдуллаева Д.А. [и др.] // Сборник материалов XVII Съезда педиатров России. - Москва, 2013. - С. 230.

2. Агаджанян Н.А. Нормальная физиология: Учебник для студентов медицинских вузов/Н.А. Агаджанян, В.М. Смирнов - М.: ООО «Медицинское информационное агенство», 2007. - С. 408.

3. Баранов А.А. Оценка здоровья детей и подростков при профилактических осмотрах / А.А. Баранов, В.Р. Кучма. – М. : «Династия», 2004. - С. 168.

ИДРИСОВА АМИНА ЮСИЕВНА – магистрант биолого-химического факультета ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А. А. Кадырова», Россия.

ШАТАЕВА ХАВА ИСАЕВНА – магистрант биолого-химического факультета ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А. А. Кадырова», Россия.

ШУИПОВА МАРЕТА ИБРАГИМОВНА – магистрант биолого-химического факультета ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А. А. Кадырова», Россия.

АБДУЕВА ЛАЙЛА ХАСАНОВНА – магистрант биолого-химического факультета ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А. А. Кадырова», Россия.

СОЦИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

М.Н. Заикин

ИНВАРИАНТНАЯ СТРУКТУРА КАК ОСНОВА ВИРАЛЬНОСТИ ИНТЕРНЕТ-МЕМОВ

В статье рассматривается феномен виральности интернет-мемов и обосновывается гипотеза, что виральность обусловлена не конкретным содержанием, а устойчивой инвариантной структурой — абстрактной схемой отношений между элементами. На основе синтеза фреймовой семантики, теории концептуального блендинга, эпидемиологии репрезентаций и актантной модели предлагается метод формализованного описания инварианта.

Ключевые слова: *интернет-мем, виральность, инвариантная структура, актантная модель, фрейм, блендинг, семиотика*

Виральность интернет-мемов представляет собой экспоненциальное распространение информации путём «веерной» передачи. Как утверждает С. Неклюдов, в работе «Культурная память в

© М.Н. Заикин, 2026.

Научный руководитель: *Масленкова Наталья Александровна* – кандидат филологических наук, Самарский университет им. Королева, Россия.

устной традиции: историческая глубина и технология передачи» [1]. На любом следующем звене цепочки адресат сообщения в свою очередь должен стать адресантом – опять-таки реальным или потенциальным: услышанное снова неоднократно воспроизводится. Логично предположить, что при постоянной передаче мем должен искажаться и в итоге потерять свой первоначальный облик и посыл. Однако, при бесконечных вариациях мем сохраняет узнаваемость. Гипотеза, предлагаемая в настоящей работе, состоит в том, что виральным становится не столько конкретное содержание мема, сколько его устойчивая инвариантная структура — абстрактная схема отношений между субъектами.

Создание мема в первую очередь происходит за счет бленда двух фреймов, при таком синтезе и рождается инвариантная структура и актантные отношения. Фрейм представляет собой систему взаимосвязанных концептов, которая отражает фоновые знания, культурные сценарии и энциклопедический опыт носителей языка [2]. Создание бленда (смешанного пространства) [3] в теории концептуальной интеграции представляет собой когнитивный процесс, который естественным образом продолжает и углубляет механизмы фреймовой семантики. Бленд объединяет два новых фрейма. Обобщенное пространство способно позднее выступать инвариантом — абстрактной схемой, которая остается неизменной во всех вариантах. Именно она обеспечивает узнаваемость: аудитория мгновенно распознаёт, что перед ней вариант всё того же мема, так как способна распознать из каких двух фреймов сформировался бленд. Согласно Д. Сперберу [4], трансформации в цепочках передачи не случайны, а стягиваются к культурным аттракторам — устойчивым смысловым центрам, роль которых выполняет инвариантная структура.

Инвариантная структура выявлена, когда вы можете описать ее как систему актантных ролей и отношений между ними и она достаточно абстрактна для переноса в новые контексты и сохраняется при постоянной репликации. А. Греймас предлагает теорию шести абстрактных актантов: Субъект, объект, отправитель, получатель, помощник, противник [5]. Они не привязаны к конкретным персонажам и могут быть выражены любыми сущностями и в любом количестве: людьми, идеями, социальными силами, даже абстрактными понятиями. А. Греймас утверждает, что содержание текста – это поверхностное выражение глубинной драмы между актантами [5]. Для примера возьмем известный мем «Отвлекающийся парень», где мужчина оборачивается на девушку и это замечает рядом идущая женщина. Таким образом мы в этом меме можем определить инвариантную структуру: субъект – тот, кто отвлекается, объект 1 – то, что игнорируют, объект 2 – то, на что отвлекаются, помощник — фактор, способствующий отвлечению; противник — то, что осуждает отвлечение; отправитель и получатель в данном шаблоне имплицитны. Даже если мы заменим мужчин и женщин на другие объекты и предметы, но сохраним их взаимоотношение друг к другу, мы сохраним узнаваемость мема и его виральность за счет узнаваемой инвариантной структуры. Пользователи накладывают подписи, которые превращают эти позиции в слоты, заполняемые любыми понятиями: например, «Я» (отвлекающийся), «Мой ВКР» (партнёр), «Смешные видео с котами» (объект). Подобный анализ можно делать с другими виральными мемами. Например, мем «Change My Mind», изображающий мужчину за столом с плакатом с одноименной надписью. Здесь субъект — носитель тезиса; объект — сам тезис; получатель — оппонент; помощник — плакат; противник — возможные контраргументы. Мем используется для выражения уверенности в своем (часто спорном) мнении и приглашения к дискуссии. Мы в этом меме можем определить инвариантную структуру: субъект с демонстративной уверенностью выставляет на обсуждение утверждение, которое обычно не подлежит рациональному опровержению, создавая напряжение между формой открытости и содержательной закрытостью. Однако сам факт наличия актантов не признак именно инвариантной структуры, ведь, чтобы утверждать, что перед нами не просто набор актантов, а устойчивая схема, нужно собрать корпус вариаций, в которых мы можем проследить сохранившиеся взаимоотношения этих актантов. Из этого следует, что помимо формально-структурного уровня, на котором появляется возможность выделить актантную схему, требуется второй уровень – эмпирический или верификационный. Который будет подтверждать, что выделенная актантная схема отношений действительно воспроизводится на множестве независимых вариаций одного и того же мема.

Проведённое исследование показало, что виральность интернет-мема определяется не столько его конкретным содержанием, сколько наличием инвариантной структуры — абстрактной схемы отношений, которая сохраняется при любых трансформациях наполнения. Синтез фреймовой семантики Ч. Филлмора, теории концептуального блендинга Ж. Фоконье и М. Тернера и актантной модели А. Греймаса позволил операционализировать понятие инварианта. Установлено, что инвариантная структура фиксируется через систему актантных ролей (субъект, объект, помощник, противник, отправитель, получатель), отношения между которыми остаются неизменными при любых вариациях акторов. Анализ мемов «Отвлекающийся парень» и «Change My Mind» подтвердил, что узнаваемость вирального шаблона обеспечивается именно этой инвариантной структурой.

Библиографический список:

1. Неклюдов С.Ю. Культурная память в устной традиции: историческая глубина и технология передачи / С.Ю. Неклюдов // Навстречу Третьему Всероссийскому конгрессу фольклористов : сборник научных статей. — М. : Государственный республиканский центр русского фольклора, 2013. — С. 9–15.
2. Филлмор Ч. Дж. Фреймовая семантика / Ч. Дж. Филлмор // Лингвистика в утреннем спокойствии : избранные доклады SICOL-1981. — Сеул, 1982.
3. Фоконье Ж. Как мы мыслим: концептуальное смешение и скрытые сложности мышления / Ж. Фоконье, М. Тернер. — Нью-Йорк : Basic Books, 2002.
4. Спербер Д. Объяснение культуры: натуралистический подход / Д. Спербер. — Оксфорд : Издательство Блэквелл, 1996.
5. Греймас А.Ж. Размышления об актантных моделях / А. Ж. Греймас // Французская семиотика: от структурализма к постструктурализму / пер. с фр., сост. и вступ. ст. Г.К. Косикова. — М. : Прогресс, 2000. — С. 153–170.

ЗАИКИН МАКСИМ НИКОЛАЕВИЧ – магистрант, Самарский университет им. Королева, Россия.

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

А.А. Попов

СТРЕСС И КОГНИТИВНОЕ ЗДОРОВЬЕ СТУДЕНТОВ: РОЛЬ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ В НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ

В статье рассматривается влияние стресса на когнитивные функции студентов в условиях современной образовательной среды. На основе анализа актуальных научных данных показано, что хронический стресс негативно сказывается на памяти, внимании, исполнительных функциях и общей когнитивной эффективности за счёт повышения уровня кортизола и подавления нейрогенеза в гиппокампе. В заключение обозначены перспективы проведения эмпирического исследования среди студентов Сыктывкарского государственного университета.

Ключевые слова: *стресс, когнитивные функции, студенты, физическая активность, гиппокамп, нейрогенез, стрессоустойчивость, память, внимание.*

Современная студенческая среда характеризуется высокой интенсивностью учебной, социальной и эмоциональной нагрузки, что делает студентов особенно уязвимыми к стрессовым воздействиям. Стресс, особенно в хронической форме, оказывает значительное влияние на психофизиологическое

© А.А. Попов, 2026.

Научный руководитель: *Герасимова Марина Петровна* – кандидат педагогических наук, доцент, Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина, Россия.

состояние личности, в том числе на когнитивные функции – память, внимание, мышление и исполнительные процессы, необходимые для успешного обучения [1].

Когнитивные функции представляют собой совокупность высших психических процессов, обеспечивающих восприятие, переработку, хранение и использование информации. К ним относятся рабочая и долговременная память, внимание, исполнительные функции (планирование, самоконтроль, когнитивная гибкость), а также способность к решению задач и принятию решений [3]. Эти функции локализованы преимущественно в префронтальной коре и гиппокампе – структурах головного мозга, наиболее чувствительных к воздействию стресса и гормона кортизола. У студентов эффективность когнитивных процессов напрямую связана с академической успеваемостью, адаптацией к новым условиям и общим психологическим благополучием.

Стресс в студенческой среде возникает под влиянием множества факторов: высокая учебная нагрузка, необходимость совмещать учёбу с работой, финансовые трудности, неопределённость профессионального будущего и социальное давление [1]. В отличие от кратковременного эустресса, который может мобилизовать ресурсы организма, хронический дистресс приводит к истощению нейроэндокринных систем, нарушению сна, повышению тревожности и снижению мотивации. Особенно уязвимы студенты младших курсов, которые находятся в процессе адаптации к новой образовательной и социальной среде. При этом стресс не только ухудшает эмоциональное состояние, но и напрямую подавляет когнитивную активность, снижая способность к концентрации, запоминанию и логическому мышлению.

Современные нейронаучные исследования показывают, что хронический стресс приводит к повышению уровня кортизола, который оказывает токсическое воздействие на гиппокамп – ключевую структуру, ответственную за формирование и консолидацию памяти [2, 25]. Гиппокамп обладает высокой плотностью глюкокортикоидных рецепторов, что делает его особенно уязвимым к длительному воздействию стрессовых гормонов, нарушающих нормальное функционирование нейронных сетей, обеспечивающих когнитивные процессы.

Длительное воздействие кортизола подавляет процессы нейрогенеза (образования новых нейронов) в зубчатой фасции гиппокампа и снижает нейропластичность за счёт уменьшения синаптических контактов и экспрессии нейротрофических факторов [2]. Эти структурные изменения в нервной ткани лежат в основе функциональных нарушений, наблюдаемых у студентов, длительное время находящихся в состоянии хронического стресса.

Указанная нейробиологическая дезорганизация проявляется в ухудшении рабочей памяти, замедлении скорости обработки информации и снижении способности к обучению, что непосредственно отражается на академической продуктивности [2, 25]. Студенты отмечают трудности с запоминанием учебного материала, необходимостью многократного повторения для усвоения информации и снижением эффективности самостоятельной работы.

Кроме того, стресс нарушает функционирование префронтальной коры, что приводит к снижению исполнительных функций – студенты хуже планируют свою деятельность, теряют контроль над импульсами и испытывают трудности при переключении между задачами [3]. Эти нарушения затрудняют организацию учебного процесса, соблюдение дедлайнов и эффективное распределение когнитивных ресурсов между различными видами деятельности.

Важным направлением профилактики стресса и поддержки когнитивного здоровья студентов является регулярная физическая активность. Исследования показывают, что даже умеренные аэробные нагрузки способствуют снижению уровня кортизола и повышению выработки нейротрофических факторов, в первую очередь BDNF (brain-derived neurotrophic factor), который играет ключевую роль в выживании нейронов и стимуляции нейрогенеза в гиппокампе [2]. Данный механизм обеспечивает нейропротективный эффект физических упражнений в условиях стрессогенной образовательной среды.

У студентов, занимающихся спортом, отмечается не только более высокая устойчивость к стрессу, но и лучшие показатели по тестам на внимание, память и оперативное мышление [1]. В частности, С.А. Катанский выявил, что студенты-спортсмены демонстрируют значительно более высокую скорость сенсомоторного реагирования и устойчивость внимания даже в условиях максимальной физической нагрузки, что свидетельствует об их повышенной стрессоустойчивости и адаптивных возможностях центральной нервной системы [1].

Кроме того, физическая активность способствует улучшению качества сна, нормализации эмоционального фона и снижению уровня тревожности — всех тех факторов, которые напрямую влияют на когнитивную эффективность [3]. К.И. Назаренко и М.А. Бабенко (2024) подчёркивают, что регулярные занятия спортом формируют у студентов устойчивые антистрессовые адаптационные состояния, которые позволяют сохранять высокий уровень когнитивной активности даже в периоды экзаменационных сессий [3], тем самым обеспечивая стабильность учебной деятельности в условиях повышенной нагрузки.

Таким образом, стресс оказывает значительное негативное влияние на когнитивные функции студентов, особенно при его хроническом характере. Нарушения в работе памяти, внимания и исполнительных процессов могут снижать академическую продуктивность и ухудшать общее психологическое благополучие. В то же время современные исследования подтверждают, что регулярная физическая активность является эффективным немедикаментозным средством профилактики стресса и поддержания когнитивного здоровья.

Библиографический список:

1. Катанский С.А. Влияние значительных физических нагрузок на когнитивные и психические процессы студентов / С.А. Катанский, А.В. Мещеряков, А.С. Катанская, О.Г. Эпов, Т.А. Логашова // Образование и право, 2021. – № 7. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-znachitelnyh-fizicheskih-nagruzok-na-kognitivnye-i-psihicheskie-protsessy-studentov (дата обращения: 20.10.2025).

2. Виноградова А.В. Роль физической активности в процессах нейрогенеза в гиппокампе / А.В. Виноградова, П.А. Смирнова, З.Ю. Яковчук, О.П. Тучина // Молекулярная медицина, 2022. – Т. 20, № 4. – С. 22-27. – URL: https://doi.org/10.29296/24999490-2022-04-04 (дата обращения: 19.10.2025).

3. Назаренко К.И. Влияние регулярных занятий спортом на когнитивные функции человека / К.И. Назаренко, М.А. Бабенко // Научный Лидер, 2024. – № 22 (172). – URL: https://scilead.ru/article/6616-vliyanie-regulyarnikh-zanyatij-sportom-na-kog (дата обращения: 22.10.2025).

ПОПОВ АЛЕКСАНДР АНДРЕЕВИЧ – магистрант, Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина, Россия.

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

А.Ю. Григорьева

О МЕТОДИЧЕСКИХ АСПЕКТАХ ОБУЧЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЮ СВОЙСТВ ПОКАЗАТЕЛЬНОЙ И ЛОГАРИФМИЧЕСКОЙ ФУНКЦИЙ К РЕШЕНИЮ УРАВНЕНИЙ И НЕРАВЕНСТВ В СТАРШИХ КЛАССАХ

В статье раскрываются методические аспекты обучения старшеклассников применению свойств показательной и логарифмической функций к решению уравнений и неравенств.

Ключевые слова: *методика обучения математике, показательная функция, логарифмическая функция, показательные уравнения и неравенства, логарифмические уравнения и неравенства, технологии обучения.*

Главной целью, стоящей перед современной системой образования, является подготовка школьника к восприятию, обработке, отбору и использованию информации для формирования индивидуальной образовательной траектории. Школа предоставляет обучающемуся условия для получения знаний и приобретения умений, необходимых для полноценной жизни и в дальнейшей профессиональной деятельности.

© А.Ю. Григорьева, 2026.

Научный руководитель: *Антонова Ирина Владимировна* – кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры «Высшая математика и математическое образование», Тольяттинский государственный университет, Россия.

В школьном курсе математики функциональная линия и линии уравнений и неравенств - одни из основных. Умения и навыки обучающихся по решению уравнений и неравенств, применению свойств функций к решению задач необходимы для решения практико-ориентированных задач, при изучении различных дисциплин в высших учебных заведениях, а также являются обязательными при прохождении итоговой государственной аттестации по математике. Функциональный подход к решению уравнений и неравенств позволяет находить нестандартные методы решения. Вместе с этим, пособия для подготовки к ЕГЭ, задания вступительных испытаний ВУЗов отличаются большим количеством уравнений и неравенств повышенной сложности, требующих для решения применения свойств функций. Владение данным умением показывает уровень их математической культуры.

Кроме того, показательная функция широко используется в физике, химии, биологии и экономике для описания реальных процессов.

Теоретические аспекты обучения старшеклассников применению свойств показательной и логарифмической функций к решению уравнений и неравенств описаны в работах А. Блоха, Е.С. Канина, Е.С. Черкасова [1], В.А. Далингера [3], Л.С. Капкаевой [6], Т.А. Ивановой [5], Г.И. Саранцева [11], Н.Л. Стефановой, Н.С. Подходовой [8] и других. Кроме того, в отдельных диссертационных исследованиях раскрываются: «методика становления у старшеклассников различных аспектов смысла математических понятий темы «Логарифмическая и показательная функции» с учетом определенных методических условий» (И.Г. Попова [10], 2006 г.); «методика изучения показательных и логарифмических неравенств в школьном курсе математики, направленная на формирование у них исследовательских умений» (Л.В. Панкратова [9], 2014 г.).

Как показали результаты проведенного констатирующего этапа педагогического эксперимента, проведенного на базе МКОУ «Такучетская школа» Красноярского края Богучанского района в п. Такучет, школьники допускают ошибки при решении показательных и логарифмических уравнений и неравенств на основе свойств данных функций.

Опишем некоторые методические аспекты обучения применению свойств показательной функций к решению уравнений и неравенств в старших классах.

Во ФГОС СОО к предметным результатам обучения на *базовом уровне* отнесены «умение оперировать понятиями: показательные уравнения и неравенства, их системы; показательная функция, строить её график и использовать свойства функции при решении уравнений и неравенств» [12]; на *углубленном уровне* – «умение оперировать понятиями показательные уравнения, неравенства и системы; решать уравнения, неравенства и системы с помощью различных приемов; решать уравнения, неравенства и системы с параметром; применять уравнения, неравенства, их системы для решения математических задач и задач из разных областей науки и реальной жизни» [12].

В Федеральной образовательной программе среднего общего образования отмечается, что выпускники должны «овладеть различными методами решения показательных уравнений, неравенств и их систем; также на углубленном уровне - свободно оперировать понятием показательные уравнения, находить их решения с помощью равносильных переходов или осуществляя проверку корней; свободно оперировать понятиями: система и совокупность уравнений и неравенств, равносильные системы и системы-следствия, находить решения системы и совокупностей показательных и логарифмических уравнений и неравенств; решать показательные уравнения и неравенства, содержащие модули и параметры; применять графические методы для решения уравнений и неравенств, а также задач с параметрами» [13].

Рассмотрим некоторые подходы к изучению темы «Показательные уравнения и неравенства», описанные в методической литературе.

Так, в исследовании Л.Г. Панкратовой основное внимание уделено формированию исследовательских умений школьников при обучении решению показательным неравенствам, а таже тригонометрическим, логарифмическим и иррациональным неравенствам повышенной сложности. Исследовательские умения могут быть сформированы при использовании в процессе обучения специальных упражнений. Для каждого из данных упражнений должны быть сформулированы цель, способ деятельности, условия выполнения [9].

И.Г. Попова [10] в своем исследовании раскрывает методические условия, обеспечивающие становление различных аспектов смысла математических понятий на материале темы «Логарифмическая и показательная функции».

В журнале «Квант» В.В. Гольдбергом [2] рассматриваются приемы и методы решения логарифмических уравнений разных видов. А. Егоров в статье «Показательные уравнения» [4] описывает методы решения этих уравнений, в том числе основанные на использовании свойств показательной функции, которые ранее встречались на вступительных экзаменах в вузах.

Кроме того, при обучении решению данных уравнений и неравенств могут применяться определенные технологии обучения. Одной из таких технологий может быть технология проблемного

обучения. Так, данную технологию можно применить на уроках изучения нового материала по темам «Решение показательных неравенств», «Методы решения показательных уравнениях и неравенств». Структура уроков может быть описана по М.И. Махмутову [7].

Приведем *фрагмент урока*. Суть урока по теме «Методы решения показательных уравнениях и неравенств» состоит в создании проблемных ситуаций, где школьники не получат готовые знания, алгоритмы решения заданий, а в ходе групповой работы «откроют» методы решения, классифицируют уравнения и неравенства, сформулируют алгоритмы решения.

Этап урока: формирование новых понятий и способов действий: восприятие нового (выявление места и причины затруднения, выдвижение предположений и обоснование гипотезы) осознание, осмысление (построение алгоритма выхода из затруднения и его реализация, доказательство гипотезы).

Класс делится на группы по 4 человека. Каждая группа получает набор карточек с примерами (теми же, что на доске) и большой лист бумаги (флипчарт).

Проблемная ситуация. Цель ее создания: распределить указанные пять заданий на группы по какому-либо общему признаку, сформулировать его. Перед обучающимися ставится задача: выполнить задание 1 в группах.

Задание 1. Классификация (3-4 мин). Распределите уравнения на группы по какому-либо общему признаку. Постарайтесь сформулировать этот признак.

Группы работают, раскладывая карточки. Учитель наблюдает. Затем один представитель от группы (по желанию) выходит к доске и прикрепляет карточки, группируя их, и объясняет принцип распределения заданий.

Ожидаемый результат классификации уравнений и неравенств:

Группа А: №1 ($3^{x+2} - 3^x = 72$) и №5 ($5^{x+1} + 5^x < 30$) — есть степени с одинаковым основанием, но разными показателями.

Группа Б: №2 ($4^x - 5\cdot 2^x + 4 = 0$) — похоже на квадратное уравнение, если ввести переменную; №5 ($5^{x+1} + 5^x < 30$) – также можно ввести переменную.

Группа В: №3 ($4\cdot 9^x - 13\cdot 6^x + 9\cdot 4^x = 0$) — в уравнении встречаются выражения 9^x, 6^x и 4^x; заметим, что $6^x = (2\cdot 3)^x = 2^x\cdot 3^x$; также $3^{2x} = (3^2)^x = 9^x$; $2^{2x} = (2^x)^2 = 4^x$, если разделить обе части уравнения, например на 3^{2x} (или на 2^{2x}), то получится уравнение относительно $\left(\frac{2}{3}\right)^x$ или $\left(\frac{3}{2}\right)^x$. Метод решения: почленное деление на одну из степеней (чаще всего на 3^{2x} или 2^{2x}), неравную нулю, затем замена переменной $t = \left(\frac{2}{3}\right)^x$ или $t = \left(\frac{3}{2}\right)^x$.

Группа Г («Темная лошадка»): №4 $:(\sqrt{5+2\sqrt{6}})^x + (\sqrt{5-2\sqrt{6}})^x = 10$ — «странные» сопряженные выражения.

Группа Д: $\left(\frac{1}{2}\right)^x > x + 1$. Неравенство решается графическим методом.

Задание 2. Генерация идей (5-7 мин). Для каждого типа уравнения или неравенства (кроме "темной лошадки") предложить метод решения.

Учитель выступает в роли консультанта, подходит к группам, слушает обсуждение, подталкивает наводящими вопросами, но не дает готовых ответов.

Задание 3. Защита идей и корректировка (5-7 мин). Группы по очереди представляют свои гипотезы. Учитель организует обсуждение.

Вероятные гипотезы и их развитие.

Для группы А (№1): нужно вынести общий множитель 3^x за скобки. Получим $3^x(3^2 - 1) = 72 \rightarrow 3^x\cdot 8 = 72 \rightarrow 3^x = 9 \rightarrow x = 2$.

Вывод: *метод вынесения общего множителя за скобки*.

В неравенстве №5: $5^{x+1} = 5\cdot 5^x$. Выносим 5^x за скобки: $5^{x+1}+5^x = 5\cdot 5^x+1\cdot 5^x = 5^x\cdot(5+1) = 5^x\cdot 6$. Неравенство принимает вид: $5^x\cdot 6 < 30$, $5^x < 5$, $x < 1$.

Для группы Б (№2 и №5): сделать замену переменной. В уравнении №2: $4^x = (2^2)^x = (2^x)^2$. Замена $t = 2^x$ ($t > 0$). Получим $t^2 - 5t + 4 = 0$.

В неравенстве №5: $5^{x+1} = 5\cdot 5^x$. Замена $t = 5^x$ ($t > 0$). Получим $5t + t < 30 \rightarrow 6t < 30 \rightarrow t < 5 \rightarrow 5^x < 5 \rightarrow x < 1$ (с учетом свойства монотонности показательной функции). Вывод: *метод замены переменной (сведение к квадратному уравнению или линейному уравнению)*.

Для группы В (№3): Уравнение сложное, есть 2^x, 3^x и 6^x. Заметим, что $6^x = 2^x\cdot 3^x$. Разделим обе части уравнения, например, на 3^{2x} (или 9^x), или на 2^{2x}(или 4^x), неравную нулю. После деления на 4^x получим: $4\cdot\left(\frac{3}{2}\right)^{2x} - 13\left(\frac{3}{2}\right)^x + 9 = 0 \rightarrow \left(\frac{3}{2}\right)^x = 1$; $\left(\frac{3}{2}\right)^x = \frac{9}{4}$; $x = 0$ или $x = 2$.

Вывод: *метод приведения к одному основанию путем деления на одну из степеней (решение однородных уравнений).*

Группа Г («Темная лошадка»): №4: $(\sqrt{5+2\sqrt{6}})^x + (\sqrt{5-2\sqrt{6}})^x = 10$.

Решение. Шаг 1. Замечаем связь между основаниями:

$(\sqrt{5+2\sqrt{6}} \cdot \sqrt{5-2\sqrt{6}})^x = \left(\sqrt{(5+2\sqrt{6})\cdot(5-2\sqrt{6})}\right)^x$.

Имеем: $(5+2\sqrt{6})(5-2\sqrt{6}) = 25-(2\sqrt{6})^2 = 25-4\cdot 6 = 25-24 = 1$.

Следовательно: $\sqrt{5+2\sqrt{6}} \cdot \sqrt{5-2\sqrt{6}} = \sqrt{1} = 1$. Значит, эти два числа взаимно обратны: $\sqrt{5-2\sqrt{6}} = \frac{1}{\sqrt{5+2\sqrt{6}}}$.

Шаг 2. Замена переменной. Обозначим: $t = (\sqrt{5+2\sqrt{6}})^x, t > 0$. Тогда второе слагаемое: $(\sqrt{5-2\sqrt{6}})^x = (\frac{1}{\sqrt{5+2\sqrt{6}}})^x = \frac{1}{t},\ t + \frac{1}{t} = 10$.

Шаг 3. Решаем уравнение относительно t: $t^2 + 1 = 10t \Rightarrow t^2 - 10t + 1 == 0, t \neq 0$. Корни: $t = \frac{10\pm\sqrt{100-4}}{2} = \frac{10\pm\sqrt{96}}{2} = \frac{10\pm 4\sqrt{6}}{2} = 5 \pm 2\sqrt{6}$.

Шаг 4. Возврат к переменной x: $(\sqrt{5+2\sqrt{6}})^x = 5+2\sqrt{6}$, $(\sqrt{5+2\sqrt{6}})^x = 5-2\sqrt{6}$; $\sqrt{5+2\sqrt{6}} = \sqrt{3}+\sqrt{2}$. Тогда: $(\sqrt{3}+\sqrt{2})^x = 5+2\sqrt{6}$; $(\sqrt{3}+\sqrt{2})^x = 5-2\sqrt{6} = \frac{1}{\sqrt{5+2\sqrt{6}}} = (5+2\sqrt{6})^{-1} = (\sqrt{3}+\sqrt{2})^{-2}$. Для t = $5+2\sqrt{6}$ имеем: $(\sqrt{3}+\sqrt{2})^x = (\sqrt{3}+\sqrt{2})^2 \Rightarrow x = 2$. Для t = $5-2\sqrt{6}$ имеем: $(\sqrt{3}+\sqrt{2})^x == (\sqrt{3}+\sqrt{2})^{-2} \Rightarrow x = -2$.

Ответ**:** x = 2 или *x* = − 2.

Группа Д: $\left(\frac{1}{2}\right)^x > x+1$. Строим графики показательной функции $y = \left(\frac{1}{2}\right)^x$ и линейной функции y = x + 1, находим точки их пересечения. Там, где график a^x выше g(x), выполняется $a^x > g(x)$; где ниже - $a^x < g(x)$. Ответ: x < 0.

Этап урока: применение: обобщение (решение типовых заданий, проверка правильности решения проблемы.

Для закрепления «открытых» методов учащимся предлагается выполнить задания. Первые два задания решаются у доски с комментариями, третье задание — для более подготовленных учеников или в качестве дополнительного.

Задание 1. Уравнение на метод вынесения общего множителя за скобки: $2^{x+1} + 2^x = 12$.

Решение: $2^x \cdot 2 + 2^x = 2^x(2+1) = 3\cdot 2^x = 12 \Rightarrow 2^x = 4 \Rightarrow x = 2$. Ответ: x = 2.

Задание 2. Уравнение на метод замены переменной: $9^x - 8\cdot 3^x - 9 = 0$.

Решение: $(3^x)^2 - 8\cdot 3^x - 9 = 0$. Замена $t = 3^x$, t > 0: $t^2 - 8t - 9 = 0 \Rightarrow t = 9$ *или* $t = -1$ (не подходит), $3^x = 9 \Rightarrow x = 2$. Ответ: x = 2.

Задание 3 (метод почленного деления, однородное уравнение): $3\cdot 4^x + 2\cdot 9^x = 5\cdot 6^x$.

Решение: разделим обе части на $9^x \neq 0$: $3\cdot\left(\frac{4}{9}\right)^x + 2 = 5\cdot\left(\frac{6}{9}\right)^x$; $3\cdot\left(\frac{2}{3}\right)^{2x} - 5\cdot\left(\frac{2}{3}\right)^x + 2 = 0$; замена $t = \left(\frac{2}{3}\right)^x$, t > 0. $3t^2 - 5t + 2 = 0,\ t = 1$ *или* $t == \frac{2}{3}$. Тогда $\left(\frac{2}{3}\right)^x = 1 \Rightarrow x = 0$, $\left(\frac{2}{3}\right)^x = \frac{2}{3} \Rightarrow x = 1$. Ответ: x = 0 или x = 1.

Отметим, что исследователи в области теории и методики обучения математики и учителя математики для ликвидации ошибок при решении заданий на применение свойств показательной и логарифмической функций к решению уравнений и неравенств рекомендуют систематизировать типы задач, формировать понятие функции и ее графика, повторять и применять свойства рассматриваемых функций при решении задач, решать «реальные» варианты ЕГЭ, использовать различные технологии обучения математике, в том числе цифровые образовательные ресурсы.

Библиографический список:

1. Блох А. Методика преподавания математики в средней школе / А. Блох, Е. С. Канин, Е. С. Черкасов [и др.]. - М.: Просвещение, 2015. - 336 с.

2. Гольдберг В.В. Логарифмические уравнения // Квант. - 1971. - № 6. - С. 46–51.

3. Далингер В.А. Типичные ошибки учащихся при решении логарифмических уравнений и неравенств их систем и пути их предупреждения // Международный журнал экспериментального образования. - 2015. - № 4-2. - С. 445-450.

4. Егоров А. Показательные уравнения // Квант. - 1981. - № 1. - С. 40–42.

5. Иванова Т.А., Перевощикова Е.Н., Кузнецова Л.И., Григорьева Т.П. Теория и технология обучения математике в средней школе: учеб. пос. для студ. матем. спец. пед. вузов / Под ред. Т.А. Ивановой. 2-е изд., испр. и доп. - Н. Новгород: НГПУ, 2009. - 355 с.

6. Капкаева Л.С. Теория и методика обучения математике: частная методика в 2 ч. Ч. 2: учебн. пос. для вузов. 2-е изд., испр. и доп. - М.: Изд-во Юрайт, 2017. - 191 с.

7. Махмутов, М.И. Избранные труды : в 7 т. / М. И. Махмутов. - Казань: Магариф - Вакыт, 2016. - Т. 4: Современный урок и педагогические технологии развития мышления / сост. Д. М. Шакирова. - 375 с.

8. Методика и технология обучения математике: курс лекций: учеб. пос. для студентов мат. фак. вузов, обучающихся по направлению 540200 (050200) Физ.-мат. образование / [Н.Л. Стефанова и др.; науч. ред. Н.Л. Стефанова, Н.С. Подходова]. – М.: Дрофа, 2005. – 415 с.

9. Панкратова Л.В. Формирование исследовательских умений в обучении математике учащихся общеобразовательных школ средствами неравенств: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Ярослав. гос. пед. ун-т им.К.Д. Ушинского. - Киров, 2014. - 23 с.

10. Попова И.Г. Методические условия становления различных аспектов смысла математических понятий у старшеклассников: на материале темы «Логарифмическая и показательная функции»: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Ом. гос. пед. ун-т. - Омск, 2006. - 21 с.

11. Саранцев Г.И. Методика обучения математике в средней школе / Г.И. Саранцев. - М.: Просвещение, 2002. - 224 с.

12. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования : утвержден приказом Минобрнауки России от 17.05.2012 № 413 (с изменениями на 27 декабря 2023 г.) [Электронный ресурс]. — URL: https://docs.cntd.ru/document/902350579 (дата обращения: 11.12.2025).

13. Федеральная образовательная программа среднего общего образования: утверждена приказом Минпросвещения России от 18.05.2023 № 371 (с изменениями на 19.03.2024 г.) [Электронный ресурс]. — URL: http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202307130017 (дата обращения: 15.12.2025).

ГРИГОРЬЕВА АННА ЮРЬЕВНА – магистрант, Тольяттинский государственный университет, Россия.

А.В. Бесембеева

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБУЧЕНИЯ РЕШЕНИЮ КВАДРАТНЫХ УРАВНЕНИЙ ДЕТЕЙ, ИМЕЮЩИХ НАРУШЕНИЯ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

В статье рассматриваются методические аспекты обучения решению квадратных уравнений детей, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на уроках математики в основной школе.

Ключевые слова: *квадратные уравнения, технологии обучения математике, адаптивная технология.*

Право детей с особенностями развития на получение образования с учетом их потребностей закреплено законодательно. Понятия «обучающийся с ограниченными возможностями здоровья» и «специальные условия получения образования обучающимися с ОВЗ» определены в Федеральном законе «Об образовании в Российской Федерации» [16].

Изучение методов решения квадратных уравнений актуально и востребовано в современной образовательной практике. Широкий спектр применения – от теоретических разделов до решения практических задач подчеркивает важность формирования у школьников умения решать квадратные уравнения. Существенным преимуществом темы является и её потенциал в формировании междисциплинарных связей.

Согласно Федеральному государственному образовательному стандарту общего среднего образования с ограниченными возможностями здоровья [15] выпускники 9 класса должны: решать текстовые задачи, сводящиеся к линейным и квадратным уравнениям; применять линейные и квадратные уравнения для моделирования реальных ситуаций из различных областей; использовать графические методы для решения линейных и квадратных уравнений; выбирать оптимальный способ решения квадратного уравнения в зависимости от его вида и условий задачи.

В соответствии с Федеральной адаптированной основной общеобразовательной программой основного общего образования для обучающихся с НОДА предметные результаты изучения темы «Квадратные уравнения» должны учитывать коррекционно-развивающий аспект, а именно: поэтапное разъяснение заданий с акцентом на ключевых моментах; использование наглядных материалов; предоставление дополнительного времени на выполнение заданий; замену письменных заданий на альтернативные формы работы; индивидуальную помощь при затруднениях, многократное повторение ключевых понятий [11].

Теоретические аспекты использования адаптивной технологии в обучении математике детей, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, описаны в работах Т.Л. Анисовой [1], Д.М. Гребневой [6], В.М. Монахова [7], М.А. Родионова [12], Е.А. Яровой [17] и других. Есть диссертационные исследования, посвященные учебным задачам как содержательному компоненту дидактических игр в организации адаптивной системы обучения математике учащихся 5-6 классов (Е.А. Кальт [8], 2005 г.), формированию модели адаптивного общеобразовательного учреждения для детей с хроническими соматическими заболеваниями (Е.В. Котомина [10], 2004 г.), адаптивной системе обучения высшей математике студентов первого курса технического вуза (Е.В. Смирнова [13], 2004 г.).

Вместе с тем, результаты анализа методической литературы и собственного опыта работы в школе свидетельствуют о недостаточном научно-методическом обеспечении темы «Квадратные уравнения» при обучении детей, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата. Следовательно, совершенствование методики обучения решению квадратных уравнений данных детей становится актуальной задачей современного образования.

Опишем некоторые методические аспекты обучения решению квадратных уравнений обучающихся, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата.

Ключевой этап изучения темы приходится на 8 класс, где центральное внимание сосредоточено на формировании умения решать квадратные уравнения. В качестве предметных результатов освоения

© А.В. Бесембеева, 2026.

Научный руководитель: *Антонова Ирина Владимировна* – кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры «Высшая математика и математическое образование», Тольяттинский государственный университет, Россия.

темы выделены: умение решать квадратные уравнения и приводимые к ним уравнения с помощью выделения полного квадрата, применяя формулу корней и используя теорему Виета; применение графических представлений для решения и исследования уравнений, неравенств, систем; умение решать задачи, сводящиеся к решению квадратных уравнений.

Специфика методики обучения детей с нарушениями опорно-двигательного аппарата обусловлена психофизическими особенностями обучающихся, затрудняющими процесс обучения.

Ключевой трудностью, с которой сталкиваются обучающиеся, является заметное ухудшение качества и скорости выполнения письменных работ. Это обусловлено нарушениями мелкой моторики. Важно подчеркнуть, что данное затруднение затрагивает не сам процесс поиска решения, а его письменную фиксацию. В связи с этим наиболее эффективной стратегией становится применение заданий, снижающих объем необходимых письменных операций.

Кроме того, у детей с нарушениями опорно-двигательного аппарата часто наблюдаются особенности в развитии психических процессов: в частности, способность к распределению и переключению внимания, а также ухудшены показатели памяти. из-за этого учащимся сложно самостоятельно выстроить алгоритм действий – им необходима опора на чёткую инструкцию [2].

Анализируя вышесказанное, отметим, что ключевыми особенностями работы с обучающимися, имеющими нарушениями опорно-двигательного аппарата, представляются: использование наглядных средств обучения; поэтапная инструкция; использование бланковых заданий и тестов с минимальными требованиями к записи решения.

В качестве наглядных средств при обучении решению квадратных уравнений предлагается использовать ментальные карты.

Метод ментальных карт, созданный Т. Бьюзеном, позиционируется как альтернатива традиционным формам фиксации информации. Возможно создание ментальной карты с использованием технических средств. В учебном процессе учащиеся смогут самостоятельно составить такую карту при изучении новой темы. Впоследствии такая карта может визуализировать пошаговый алгоритм решения квадратного уравнения, что будет способствовать оперативному восстановлению действий в памяти учащегося [3] – [5].

Таблица 1

Уровни сформированности умения решать квадратные уравнения

Критерий	Методика	Уровень сформированности умения		
		Низкий уровень	Достаточный уровень	Повышенный уровень
1	2	3	4	5
выделять квадратные уравнения из остальных и обосновывать свой выбор	Модуль 1	Отмечены 1-3 квадратных уравнения	Отмечены 4-5 квадратных уравнения	Отмечены все квадратные уравнения, выписаны все коэффициенты
приводить уравнение к стандартному виду	Модуль 2	Пользуется справочным материалом. Допущено 7-8 ошибок.	Допущено до 5 ошибок.	Ошибок нет
определять тип квадратного уравнения	Модуль 3	Более 2 ошибок, но попытки решения есть	1-2 ошибки в вычислениях ил классификации, но логика верна	Правильно определен тип всех уравнений, обоснования полные
знать алгоритм решения и самостоятельно его реализовывать	Модуль 4	Пользуется справочным материалом. Верно решены 1-2 уравнения.	Верно решены 3 уравнения.	Верно решены все уравнения.
	Модуль 5	Пользуется справочным материалом. Верно решены 1-2 задачи	Верно решены 3 задачи.	Верно решены все задачи.
	Модуль 6	Пользуется справочным материалом. Допущена 1-2 ошибки в алгоритме решения.	Допущена 1-2 ошибки в алгоритме решения.	Правильно записано решение и верно найден ответ.

С целью снижения трудозатрат при решении квадратных уравнений обучающимся предлагается ознакомиться с альтернативным методом. В статье Е.К. Коржевиной, Т.Н. Матыциной, Н.Л. Марголиной

приводятся теоремы, на которых основано решение полных квадратных уравнений без использования формулы корней [9].

Структура умения решать квадратные уравнения включает в себя обобщение определенных учебных действий. Её можно представить в следующем виде: умение выделять квадратные уравнения из остальных и обосновывать свой выбор; определять тип квадратного уравнения; приводить уравнение к стандартному виду; знать алгоритм решения и самостоятельно его реализовывать. Методика обучения квадратным уравнениям на основе адаптивной технологии строится с учетом модульной структуры.

Обозначим рассмотренные структурные элементы как «критерии умения решать квадратные уравнения». Анализ умения позволил разработать методику, соответствующие каждому критерию, а также определить уровень сформированности умения (см. Таблицу 1.).

При разработке заданий каждого модуля предлагается применять дифференциацию задачного материала. Наиболее соответствующей поставленным задачам представляется концепция уровневой дифференциации Р.А. Утеевой, направленная на организацию обучения математике, при которой учащиеся одного класса могут осваивать программный материал на разных уровнях освоения материала с учетом индивидуальных возможностей и потребностей, но не ниже базового уровня согласно ФГОС ООО [14].

На первом уровне выделены три задания, отличающиеся характером познавательной деятельности учащихся. Так, для первого и второго задания предусмотрены типовые упражнения репродуктивного характера. Это работа с таблицами. Третье задание продуктивное. Учащимся необходимо применить знания и составить уравнения. На втором уровне дифференциации каждое из трех заданий также разделено на три группы, где первая содержит задания базового уровня; вторая – задания повышенного уровня; третья – соответствует высокому уровню. В свою очередь каждое из трех заданий также содержит дифференциацию по уровню сложности предложенных задач.

Схематически предложенная дифференциация задачного материала методик представлена на рисунке 1.

Рис. 1. Дифференциация задачного материала

Работу по формированию умения решать квадратные уравнения предлагаем организовать по следующей схеме.

Использование модулей 1-5 производится на этапе отработки практических навыков в структуре урока закрепления. Модуль 6 применяется на уроке обобщения и систематизации. Модуль 7 применяется с целью оценки сформированности умений решать квадратные уравнения.

Отметим, что при работе на уроке со школьниками с нарушениями опорно-двигательного аппарата учителю необходимо активно задействовать визуальные, тактильные и аудиовизуальные наглядные материалы: схемы, таблицы, графики, мультимедийные презентации. Предусмотреть возможность альтернативного представления письменных заданий: моделирование решений с использованием дидактических карточек и работа на готовых чертежах. Особое внимание уделить применению адаптированных средств обучения, в том числе: планшетов и компьютеров с сенсорным

экраном, программ для голосового ввода (для учащихся с затрудненной моторикой рук), клавиатур с увеличенными клавишами, интерактивных онлайн-досок (Mira, Jamboard). Оптимизация учебного процесса должна включать: организацию перерывов и физкультминуток для снижения утомляемости; учет индивидуального темпа работы (предоставление дополнительного времени на выполнение заданий, обдумывание ответов и осмысление материала.

Таким образом, несмотря на множество разработанных технологий и методик обучения решению квадратных уравнений, проблема повышения качества обучения данной теме существует. Эта проблема может быть также решена путем применения, например, различных технологий формирования понятий, технологий дифференцированного обучения математике.

Библиографический список:

1.Анисова Т.Л. Адаптивная система обучения математике как средство формирования математических компетенций учащихся вузов и оценки степени их достижения / Т.Л. Анисова. – Текст: непосредственный // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 3. – С. 265-268.

2.Бекшаев И.А. Актуальные вопросы современного коррекционного образования: обучение детей с нарушениями опорно-двигательного аппарата (НОДА) / И.А. Бекшаев, Т.В. Дьячкова // Анализ состояния, проблем и перспектив развития современного образования: Монография / Под общей редакцией И.И. Ивановской. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука», 2020. – С. 119-131.

3.Бьюзен Т. Думайте эффективно. – М.: Попурри, 2006 г. – 104 с.

4.Бьюзен Т. Интеллект-карты. Практическое руководство / Т. Бьюзен, Б. Бьюзен. – М.: Попурри, 2010 г. – 368 с

5.Бьюзен Т. Карты памяти: уникальная методика запоминания информации / Т. Бьюзен, Д. Вуд; [пер. с англ. О.Ю. Пановой] – М: Росмэн, 2007 г. – 326 с.

6.Гребнева Д.М. Адаптивное обучение математике с использованием нелинейных тестовых тренажеров / Д.М. Гребнева, В.П. Мохова // Наука и перспективы. – 2022. – № 1.

7.Ерина Т.М. Нужна ли сегодня адаптивная оптимальная система модернизации образования с наперед заданными свойствами? / Т.И. Ерина, В.М. Монахов // Известия ВГПУ. – 2013. – №7 (82).

8.Кальт Е.А. Учебные задачи как содержательный компонент дидактических игр в организации адаптивной системы обучения математике учащихся 5-6 классов: автореф. … дисс. канд. пед. наук / Е.А. Кальт – Омск, 2005. – 28 с.

9.Коржевина Е.К. Об обучении решению квадратных уравнений без использования формулы корней / Е.К. Коржевина, Т.Н. Матыцина, Н.Л. Марголина // Вестник Костромского государственного университета. Серия: Педагогика. Психология. Социокинетика. – 2017. – №2. – С.128-130.

10. Котомина Е.В. Формирование модели адаптивного общеобразовательного учреждения для детей с хроническими соматическими заболеваниями: автореферат дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Рос. гос.соц. ун-т. – М.: 2004. – 23 с.

11. Приказ Минпросвещения России от 24.11.2022 N 1025 «Об утверждении федеральной адаптированной образовательной программы основного общего образования для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья» (Зарегистрировано в минюсте РФ 21.03.2023 N 72653): [электронный ресурс]. – URL: https://sh13-svetlyj-r07.gosweb.gosuslugi.ru/netcat_files/32/315/Federalnaya_programma_1025.pdf (дата обращения: 15.03.2026).

12. Родионов М.А. Подготовка будущего учителя математики к организации адаптивного обучения школьников / М.А. Родионов, В.А. Егина // Актуальные проблемы обучения математике в школе и вузе: от науки к практике. К 80-летию со дня рождения В.А. Гусева: материалы VII Международной научно-практической конференции, г. Москва, 2022 г. / под ред. М.В. Егуповой. – М.: МПГУ, 2022. – С.133-138.

13. Смирнова Е.В. Адаптивная система обучения высшей математике студентов первого курса технического вуза: автореф. … дисс. канд. пед. наук / Е.В. Смирнова – Новосибирск, 2004. – 28 с.

14. Утеева Р.А. Теоретические основы организации учебной деятельности учащихся при дифференцированном обучении математике в средней школе: Монография. – М.: Прометей, 1997. – 230 с.

15. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования обучающихся с ограниченными возможностями здоровья (утв. приказом министерства образования и науки РФ от 31 мая 2021 г. № 287, зарегистрирован в минюсте РФ 5 июля 2021 года) [электронный ресурс]. – URL: https://slavschool.gosuslugi.ru/netcat_files/userfiles/Obr_standarty_i_trebovaniya/Prikaz_Minprosvescheniya_Rossii_ot_31.05.2021_N_287_red._ot_08.pdf (дата обращения: 15.03.2026).

16. Федеральный закона от 29.12.2012 № 273 ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».

17. Яровая Е.А. Адаптивно-интенсивная технология обучения математическим дисциплинам в педагогическом вузе / Е.А. Яровая, А.А. Варжавин. – Текст: непосредственный // Pedagogical Journal. – 2022. – № 12. – С. 379-391.

БЕСЕМБЕЕВА АННА ВИКТОРОВНА – магистрант, Тольяттинский государственный университет, Россия.

А.А. Кованцев

ОГРАНИЧЕНИЯ КЛАССИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОБРАЗОВАНИЯ МОНОДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ

Анализируются теоретические положения кинетической модели образования монодисперсных систем. На основании обзора литературных данных показано, что классическая модель не является универсальной.

Ключевые слова: *формирование коллоидных систем, нуклеация, монодисперсность, автокаталитический рост.*

Контроль размеров и распределения частиц является одной из ключевых задач при синтезе наноматериалов. Во многих приложениях — от катализа до оптических и биомедицинских систем — именно узкое распределение размеров (монодисперсность) определяет функциональные свойства частиц.

Для описания процессов формирования частиц в растворе широко используются кинетические модели, среди которых классической является модель Ламера, предполагающая кратковременную нуклеацию и последующий рост частиц при разделении этих стадий во времени. Однако экспериментальные исследования последних лет [1], [2] показывают, что в реальных системах нуклеация и рост часто перекрываются, что приводит к отклонению от идеальной монодисперсности.

В связи с этим возникает необходимость применения более гибких моделей, учитывающих непрерывный характер нуклеации и влияние уже сформированных частиц на кинетику процесса. К таким моделям относится модель Финке–Вацки, описывающая автокаталитический рост частиц.

Целью данной работы является анализ применимости модели Ламера и её сопоставление с альтернативными кинетическими подходами на основе современных экспериментальных данных.

Классическая модель Ламера описывает образование монодисперсных частиц в растворе через последовательность трёх стадий: накопление мономера, кратковременная нуклеация и последующий рост частиц [3].

На первом этапе происходит постепенное увеличение концентрации мономера в растворе до достижения пересыщения. При превышении критической концентрации начинается стадия нуклеации, характеризующаяся быстрым образованием большого числа зародышей за короткий промежуток времени. После снижения концентрации мономера ниже порогового значения нуклеация прекращается, и система переходит в стадию роста частиц.

Рост осуществляется за счёт диффузии мономера к поверхности уже сформированных частиц. Поскольку все зародыши возникают практически одновременно, дальнейший рост происходит синхронно, что приводит к формированию узкого распределения частиц по размерам (рис. 1).

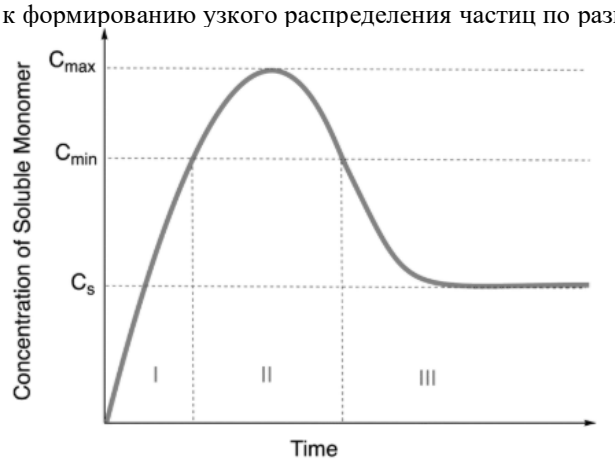

Рис. 1. Кинетическая схема модели Ламера (по [1])

© А.А. Кованцев, 2026.

Научный руководитель: *Березина Светлана Львовна* – кандидат технических наук, доцент, Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (Национальный исследовательский университет), Россия.

Таким образом, ключевым условием формирования монодисперсного золя в модели Ламера является временное разделение стадий нуклеации и роста. Нарушение этого условия приводит к расширению распределения частиц по размерам.

Несмотря на широкое распространение, модель Ламера не всегда адекватно описывает реальные процессы формирования частиц в растворе. Её ключевое допущение — мгновенная нуклеация с последующим полным прекращением образования новых зародышей — на практике часто не выполняется.

Экспериментальные исследования показывают, что нуклеация может происходить не кратковременно, а в течение конечного интервала времени, частично перекрываясь со стадией роста частиц. В таких условиях в системе одновременно присутствуют частицы разного «возраста», что приводит к расширению распределения по размерам и отклонению от монодисперсности.

Кроме того, установлено, что уже сформированные частицы способны влиять на дальнейшую кинетику процесса. Их поверхность может выступать в роли активной области, ускоряющей превращение исходного вещества и способствующей росту частиц. Это приводит к самоускоряющемуся характеру процесса, который не учитывается в классической модели.

Наблюдаемые кинетические кривые в таких системах часто имеют сигмоидальный вид, что свидетельствует о наличии индукционного периода и последующего ускорения роста. Подобное поведение указывает на более сложный механизм, включающий вклад уже сформированной фазы.

Таким образом, для описания реальных систем требуется использование моделей, учитывающих непрерывную нуклеацию и автокаталитический характер роста частиц. Одним из таких подходов является модель Финке–Вацки, рассмотренная далее.

Для описания систем, в которых нуклеация и рост частиц протекают одновременно, применяется модель Финке–Вацки [4]. В отличие от модели Ламера, она рассматривает образование частиц как совокупность двух параллельных процессов: медленного зарождения частиц и последующего автокаталитического роста.

Начальная стадия включает образование небольшого количества первичных частиц из исходного вещества. Эти частицы выступают в роли активной фазы, на поверхности которой происходит дальнейшее превращение растворённого вещества. В результате скорость роста увеличивается по мере накопления частиц в системе.

Ключевая особенность модели заключается в том, что уже сформированные частицы участвуют в ускорении собственного роста. Это приводит к самоускоряющемуся характеру процесса и объясняет появление сигмоидальной кинетики, наблюдаемой в эксперименте.

Важно подчеркнуть, что в рамках данной модели рост частиц не отделён от нуклеации во времени. Новые частицы могут продолжать образовываться на протяжении всего процесса, одновременно с увеличением размеров уже существующих. Это приводит к более широкому распределению частиц по размерам по сравнению с идеализированным случаем.

Таким образом, модель Финке–Вацки позволяет более адекватно описывать реальные системы, в которых наблюдается перекрытие стадий и влияние уже сформированной фазы на кинетику процесса.

Проведённый анализ показал, что модель Ламера не может рассматриваться как универсальное описание процессов образования наночастиц в растворе. Несмотря на её фундаментальную роль и наглядность, она опирается на допущение о кратковременной нуклеации и строгом разделении стадий, что выполняется лишь при ограниченных условиях.

Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что в реальных системах нуклеация и рост часто перекрываются, а уже сформированные частицы способны влиять на дальнейшую кинетику процесса. Это приводит к отклонениям от идеальной монодисперсности и указывает на более сложный механизм формирования частиц.

Показано, что модель Финке–Вацки позволяет более адекватно описывать такие системы за счёт учёта непрерывного образования частиц и автокаталитического характера роста. Данный подход отражает самоускоряющуюся природу процесса и лучше согласуется с наблюдаемыми кинетическими зависимостями.

Таким образом, современное описание процессов синтеза наночастиц предполагает использование не одной универсальной схемы, а выбор модели с учётом конкретных условий системы. Модель Ламера сохраняет значение как базовая концепция, однако её применение требует критической оценки и сопоставления с альтернативными кинетическими подходами.

Библиографический список:

1.Yagyu T., Nakamura Y., Takahashi M. et al. Mechanism of gold nanoparticle formation: kinetic analysis and size control // *Journal of Colloid and Interface Science*. 2021. Vol. 570. P. 123–132.

2.Yagyu T., Nakamura Y., Takahashi M. et al. Kinetic study of nanoparticle growth and autocatalytic behavior in solution // *Journal of Colloid and Interface Science*. 2022. Vol. XXX. P. 610. P. 456–465.

3.LaMer V. K., Dinegar R. H. Theory, production and mechanism of formation of monodispersed hydrosols // *Journal of the American Chemical Society*. 1950. Vol. 72. No. 11. P. 4847–4854.

4.Watzky M. A., Finke R. G. Transition metal nanocluster formation kinetic and mechanistic studies: a new mechanism when hydrogen is the reductant // *Journal of the American Chemical Society*. 1997. Vol. 119. No. 43. P. 10382–10400.

КОВАНЦЕВ АЛЕКСАНДР АНДРЕЕВИЧ – специалитет, Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (Национальный исследовательский университет), Москва

В.В. Андреева

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ПРОЕКТОВ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ВОСПИТАНИИ ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

В статье рассматривается сущность экологической воспитанности как результата экологического воспитания, представлены результаты эмпирического исследования эффективности метода проектов для формирования экологической воспитанности младших школьников в курсе «Окружающий мир».

Ключевые слова: *экологическое воспитание; экологическая воспитанность; метод проектов, младшие школьники.*

В современном мире вопросы экологии приобретают особую актуальность. Усугубление таких глобальных проблем, как загрязнение окружающей среды, истощение природных ресурсов, климатические изменения и др., требуют ответственного отношения к природе уже на ранних этапах формирования личности. Именно поэтому экологическое воспитание становится важной составляющей образовательного процесса, а его начало в младшем школьном возрасте – необходимым условием формирования экологической культуры общества.

Сущность экологического воспитания Л.С. Демченко определяет как элемент, направленный на всестороннее развитие школьника, становление его как гражданина и разумного потребителя [1].

В младшем школьном возрасте происходит активное развитие и формирование мировоззрения ребёнка, когда закладываются базовые ценности и отношение к окружающему миру. В этот период дети особенно восприимчивы к идеям бережного отношения к природе и могут усвоить принципы экологической культуры, которые станут основой их поведения в будущем.

Результатом экологического воспитания младших школьников является их экологическая воспитанность. По С.Н. Глазачеву, экологическая воспитанность – «… это единство знаний норм и правил поведения в природе, умение объективно оценивать факты и явления экологической действительности, а также активность в экологической деятельности» [3].

Уровень экологической воспитанности сегодняшних школьников завтра будет напрямую влиять на экологическую ситуацию в мире, поэтому так важно применять в образовательном процессе эффективные методы экологического воспитания. Особый интерес педагогов в данном контексте вызывает метод проектов. Он позволяет не только формировать представление об экологических проблемах и путях их решения, но и развивать у детей навыки самостоятельной работы, критического мышления, коммуникации и сотрудничества. Метод проектов стимулирует интерес учащихся, побуждает их к активному поиску решений и способствует формированию ответственного отношения к окружающей среде.

По нашему предположению, повышению уровня сформированности экологической воспитанности младших школьников могут способствовать следующие условия:

-применение метода проектов при изучении экологоориентированных тем в курсе «Окружающий мир»;

-учет возрастных особенностей детей.

Для оценивания экологической воспитанности младших школьников Т.В. Балюкова и Л.В. Моисеева выделили такие критерии, как:

- когнитивный компонент: знание растений и животных, представление о временах года в соответствии с требованиями образовательной программы;

- ценностный компонент: эмоционально-ценностное отношение к природе, наличие интереса и желания общаться с объектами природы, адекватное отношение к поведению людей в природе;

- деятельностный компонент: опыт участия в природоохранных акциях, выполнение правил поведения в природе, навыки ухода за комнатными растениями [3].

Диагностика уровня сформированности экологической воспитанности учащихся 4 класса ГБОУ СОШ села Мусорка с применением соответствующих выделенным критериям методик показала

© В.В. Андреева, 2026.

Научный руководитель: *Филиогло Лариса Дмитриевна* – доцент кафедры педагогики и психологии, к.п.н. доцент, Автономная некоммерческая организация высшего образования «Поволжская академия образования и искусств имени Святителя Алексия, митрополита Московского», Россия.

недостаточность экологических знаний у детей, понимания ими сущности природы и правил поведения в ней.

На формирующем этапе педагогического эксперимента младшим школьникам была предложена работа над проектом на тему «Мой атлас-определитель» в рамках одного из направлений: «Обитатели лесного сообщества», «Обитатели пресных вод», «Обитатели луга». Целью проекта было сформировать представление о важности каждого обитателя природного сообщества, о том, что нет «ненужных» или «вредных».

На презентации своего проекта дети должны были представить продукт (книгу, альбом, плакат и т. п.), содержащий сведения (научные данные, данные из художественных произведений, рисунки) о 10 обитателях (растениях, бактериях, птицах, рыбах, животных) выбранного природного сообщества. Работа по применению метода проектов строилась на базе тем из учебника по предмету «Окружающий мир»: «Жизнь леса», «Жизнь луга», «Жизнь в пресных водах».

На подготовительном этапе определялись цели и задачи проекта, подбиралась художественная и методическая литература, наглядные материалы (иллюстрации, картинки, тематические видеоматериалы) о лесе, луге и пресных водоёмах, подготавливались дидактические материалы для игр и занятий, обсуждались с родителями цели проекта и возможности их участия в проектной работе.

На основном этапе проводились беседы на темы «Кто живёт в лесу?», «Животные луга», «Тайны пресных вод», ребята работали с иллюстрациями и картинками с изображением обитателей разных сообществ, также был организован просмотр образовательных видео и мультфильмов о жизни в лесу, на лугу и у водоёмов, проведены дидактические игры («Угадай, кто живёт в лесу/на лугу/в воде?», «Среда обитания», «Цепочки питания»). Ребятам рекомендовались к прочтению с родителями произведения о природе и её обитателях (сказки, рассказы, стихи).

Результаты повторной диагностики по критерию сформированности экологических знаний (методика Н.А. Яковлевой) подтвердили преобладание высокого уровня сформированности экологических знаний у младших школьников (таблица 1). По некоторым показателям обнаружились изменения. Так, если до работы в проекте дети не задумывались о ценности природы – во время отдыха на природе было желание получить удовольствие, то после большинство из них выразили понимание важности ее сбережения (вопрос № 8). Число желающих принять участие в уборке мусора только в компании друзей уменьшилось, более половины класса готовы выйти на субботник самостоятельно (вопрос № 1). Одобрение педагога, как фактор соблюдения правил поведения на природе, остался значимым для 20% опрошенных (вопрос № 4). Узнав в ходе проекта много нового о жизни шмелей, пчел, змей, червей, только 5% детей считают, что нужно уничтожать ядовитых змей, ранее такой позиции придерживались почти треть (вопрос № 6). После включения в тематическую проектную работу все обучающиеся принимают участие в мероприятиях по охране и восстановлению природы, чтобы помочь природе, а не ради возможности весело провести время, к чему склонялось на констатирующем этапе 60% школьников (вопрос № 2).

Таблица 1

Результаты определения уровня сформированности экологических знаний у учащихся 4 класса на констатирующем этапе педагогического эксперимента (по тесту Н.А. Яковлевой)

Уровень	**№ вопроса**															
	1		**2**		**3**		**4**		**5**		**6**		**7**		**8**	
3	11	13	14	14	20	20	10	12	13	13	11	16	11	11	5	11
2	5	4	4	4	0	0	6	4	2	2	6	1	5	5	12	8
1	4	3	2	2	0	0	4	4	1	1	3	3	4	4	3	1
	Конст. этап, чел.	Конт. этап, чел.	Конст. этап, чел.	Конт. этап, чел.	Конст. этап, чел.	Конт. этап, чел.	Конст. этап, чел.	Конт. этап, чел.	Конст. этап, чел.	Конт. этап, чел.	Конст. этап, чел.	Конт. этап, чел.	Конст. этап, чел.	Конт. этап, чел.	Конст. этап, чел.	Конт. этап, чел.

Модифицированная анкета Л.В. Моисеевой позволяет оценить не только уровень сформированности знаний, но и отношение ребенка к природе, его готовность к природоохранной

деятельности. По данным показателям проведение проектной работы привело к положительным результатам:

- количество учеников, показавших высокий уровень готовности к природоохранной деятельности, после применения метода проектов увеличилось;
- детей, которые недостаточно осведомлены об экологических взаимосвязях и не всегда соблюдают правила поведения в природной среде (средний уровень), стало меньше, но их по-прежнему большинство;
- число детей с отсутствием контроля своего поведения на природе (на низком уровне) уменьшилось (рисунок 1).

Рисунок 1. Результаты определения уровня сформированности готовности учащихся 4 класса к природоохранной деятельности (по модифицированной анкете Л.В. Моисеевой), %

Применение методики Ю.А. Полещук «Экологические знания» показало увеличение числа детей, у которых сформировано глубокое понимание единства природы и сложных взаимоотношений между различными организмами, которые отчетливо осознают взаимозависимости в природном мире и проявляют ярко выраженную заинтересованность в изучении экологии и взаимодействии с природой (на высоком уровне). Количество учащихся, у которых выявлены пробелы в понимании целостности природы и взаимосвязей между различными организмами в экосистеме, которые не в полной мере осознают важность получения экологических знаний и не стремятся расширять свои представления в этой области (на среднем уровне) не изменилось. Низкий уровень, для которого характерно отсутствие понимания экологических связей и зависимостей между различными организмами в природной среде, стремления самостоятельно участвовать в решении экологических проблем, а также несформированность умения осознанно контролировать свои действия и поведение на природе, неосведомленность об общепринятых правилах и нормах поведения в природной среде, был выявлен у 1 ученика.

Можно констатировать, что применение метода проектов в курсе «Окружающий мир» способствует успешному формированию экологической воспитанности у детей младшего школьного возраста. Работа в рамках проекта помогла не только усвоению младшими школьниками теоретических знаний, но и развитию у них практических навыков, ответственного отношения к окружающей среде, попутно формируя такие важные личностные качества, как самостоятельность, инициативность, умение работать в команде.

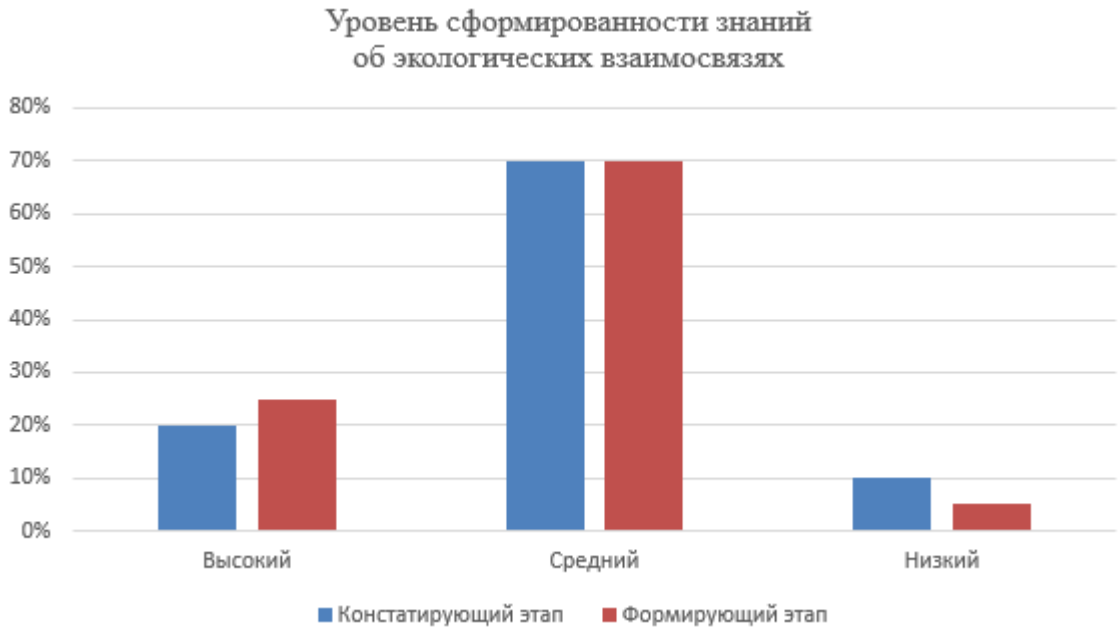

Рис. 2. Результаты определения уровня сформированности знаний об экологических взаимосвязях организмов в природе у учащихся 4 класса (по методике Ю.А. Полещук «Экологические знания»)

Для устойчивого формирования экологической воспитанности рекомендуется:

-систематически включать метод проектов в учебный и внеурочный процесс;

-обеспечивать тесную связь учебной и практической деятельности, направленной на решение реальных экологических проблем;

-поддерживать взаимодействие с родителями и общественностью для поддержки экологических инициатив школьников.

Таким образом, проведенное исследование подтверждает значимость метода проектов как инструмента экологического воспитания в курсе «Окружающий мир».

Библиографический список:

1.Демченко, Л.С. Экологическое воспитание и образование в начальной школе / Л.С. Демченко // Техносферная безопасность : сб. ст. заоч. Междунар. науч.-практ. конф. / Воронеж. фил. Моск. гос. ун-та путей сообщ. (МИИТ), каф. «Техносферная безопасность». — 2013. — С. 298–305.

2.Моисеева, Л. В. Оценка качества экологического воспитания и основы индивидуальной диагностики экологической воспитанности обучающихся : учебное пособие / Л. В. Моисеева, Т. В. Балюкова ; Уральский государственный педагогический университет. — Екатеринбург : УрГПУ, 2023. — 224 с. — ISBN 978-5-7186-2151-8. — С. 201.

3.Глазачев, С. Н. Формирование экологической воспитанности : презентация / С. Н. Глазачев, А. Н. Захлебный // dou-obr.ru : образовательный портал. — URL: -obr.ru/materials/prezentaciya-ekologicheskaya-vospitannost (дата обращения: 15.04.2026). — Текст : электронный.

4.Казанцева, В. А. Особенности экологического воспитания в начальной школе / В. А. Казанцева, А. В. Левик // Новая наука: Опыт, традиции, инновации. — 2016. — № 3-2 (71). — С. 60–63.

5.Луцык, Ю. Н. Преемственность в экологическом воспитании в системе ДОУ — начальная школа / Ю. Н. Луцык, Е. Ю. Чудина // Современный учитель: профессиональная компетентность и социальная значимость. — 2014. — № 15. — С. 31–50.

АНДРЕЕВА ВЕРОНИКА ВАЛЕРИЕВНА – бакалавр, Автономная некоммерческая организация высшего образования «Поволжская академия образования и искусств имени Святителя Алексия, митрополита Московского», Россия.

Л.П. Лудыкова

ПЕДАГОГ В ЭПОХУ СЕТЕВОЙ ПУБЛИЧНОСТИ: НОВАЯ РОЛЬ ИЛИ СТАРЫЕ НОРМЫ?

Статья посвящена анализу трансформации профессиональной роли педагога в условиях сетевой публичности как феномена цифровой культуры. Исследуется проблема соотношения традиционных педагогических норм и новых требований, предъявляемых к учителю в эпоху цифровой трансформации образования. Автор рассматривает сетевую публичность как двойственный феномен: с одной стороны – как ресурс профессионального развития (блогерство, цифровое фасилитирование, кураторство контента), с другой – как источник этических коллизий, связанных с размыванием границ между личной и профессиональной сферами. На основе анализа современных исследований обосновывается тезис о том, что цифровая среда не отменяет фундаментальные педагогические ценности (уважение к личности обучающегося, профессиональная ответственность, этическая рефлексия), но трансформирует формы их проявления. Предложена концептуализация цифровой этики педагога как интегративной компетенции, включающей тематические, морально-этические и юридические ограничения сетевой активности. Практическая значимость исследования заключается в разработке ориентиров для педагогов по выстраиванию ответственной сетевой самопрезентации при сохранении профессионального достоинства и авторитета.

Ключевые слова: *сетевая публичность, цифровая этика педагога, профессиональная роль учителя, блогерство, цифровая трансформация образования, педагогическая рефлексия, социальные сети.*

Феномен сетевой публичности в цифровой культуре характеризуется М. Н. Жафяровой высокой скоростью распространения информации, мгновенным охватом аудитории и необратимостью опубликованного контента. Для педагога это обуславливает повышенную ответственность за любые публикации и высказывания в социальных сетях. Исследователи подчёркивают, что информация в сети часто становится поводом для реальных действий представителей власти, поэтому цифровое пространство нельзя воспринимать как изолированное от реальности [2, с. 138].

Особую роль, по мнению И.В. Вишневской, играет педагогическое блогерство, рассматриваемое как «технология открытого образования» с выраженными дидактическими свойствами. Преимущества педагогического блога включают [1, с. 17-18]:

–Личностный характер: существование в контексте личности автора.

–Социальность: формирование профессионального сообщества вокруг контента.

–Хронологическая структура: возможность отслеживания профессиональной динамики.

–Информативность: ненавязчивый инструмент коммуникации с коллегами, учениками и родителями.

По нашему мнению, блогерская деятельность способствует развитию профессиональных и ИТ-компетенций педагога, повышает его социальную мобильность и формирует авторитет в профессиональной среде.

Анализ современных исследований, в том числе Е.В. Соловцовой, фиксирует качественное изменение функций учителя. В традиционной модели педагог выступал транслятором знаний, осуществляя передачу информации и контроль. В условиях цифровизации эти функции уступают место ролям фасилитатора, наставника, тьютора и модератора образовательного контента [4, с. 200].

Соловцова Е. В. выделяет четыре этапа эволюции педагогической роли [4, с. 203]:

–Транслятор знаний.

© Л.П. Лудыкова, 2026.

Научный руководитель: *Герасимова Марина Петровна* – кандидат педагогических наук, доцент, Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина, Россия.

–Организатор деятельности.

–ИКТ-пользователь.

–Цифровой фасилитатор.

Кроме того, по ее мнению Е.В. Соловцовой, ключевые векторы трансформации: переход «от передачи знаний к фасилитации обучения, от контроля к сопровождению, от единообразия к персонализации» [4, с. 205]. В условиях доступности информации и развития искусственного интеллекта функция учителя как единственного источника знаний утрачивает актуальность. По нашему мнению, на первый план выходят компетенции по курированию контента, модерации онлайн-дискуссий и выстраиванию индивидуальных образовательных траекторий.

Е.В. Соловцова в контексте языкового образования педагог приобретает специфические роли: цифровой лингвокоуч, куратор мультимедийного контента, дизайнер языковой среды, межкультурный медиатор [4, с. 206]. Цифровые технологии создают возможности для аутентичной языковой среды и межкультурной коммуникации, однако их реализация требует переосмысления методических подходов.

Ключевым вопросом сетевой публичности становится соблюдение профессиональных норм в условиях множественности ценностей постмодерна. Жафярова М. Н. констатирует, что педагогическое сообщество функционирует в информационном социуме с утратой единых нравственных ориентиров, что особенно остро проявляется в цифровой активности молодых педагогов. В целях минимизации и предупреждения этических коллизий в цифровой среде научным сообществом обоснована и систематизирована концепция цифровой этики педагога, имплементирующая иерархическую трёхуровневую модель регуляции профессиональной онлайн-активности [2, с. 141].

Первый, тематический уровень ограничений, предполагает сознательное исключение из коммуникативного репертуара педагога деструктивных и поляризующих тем, к которым относятся вопросы, связанные с насилием, острые политические дискуссии, а также проблематика, способная спровоцировать конфликтные взаимодействия в профессиональном сообществе. Данная позиция аргументируется тем, что педагог, выступая в качестве носителя и транслятора гражданских ценностей, обязан демонстрировать взвешенную и социально ответственную позицию в вопросах, относящихся к сфере государственной политики и общественного развития.

Второй уровень, морально-этический, регламентирует содержательные характеристики публикуемых материалов, устанавливая запрет на распространение контента, пропагандирующего асоциальное поведение, содержащего ненормативную лексику или раскрывающего интимные аспекты частной жизни. При этом исследователи подчёркивают, что выражение личной точки зрения допустимо при условии соблюдения принципов корректности, толерантности и уважения к альтернативным мнениям, что соответствует фундаментальным принципам педагогической этики.

Третий, юридический уровень, актуализирует необходимость глубокого знания и неукоснительного соблюдения нормативно-правовой базы, регулирующей информационную деятельность в сети Интернет. Компетентность в данной области позволяет педагогу корректно определять допустимые форматы, платформы и стратегии профессионального взаимодействия, минимизируя правовые риски и обеспечивая легитимность своей цифровой активности.

Важным требованием, объединяющим все три уровня, выступает целенаправленное формирование позитивного профессионального имиджа, достигаемое через продуманную визуальную репрезентацию, выстраивание эффективных коммуникативных стратегий и соответствие информационной повестки профессиональным стандартам.

Российский опыт характеризуется переходом от спонтанного присутствия в соцсетях к осознанному формированию цифровой этики. Исследования М. Н. Жафяровой показали, что если в период 2015–2018 гг. преобладали конфликты из-за необдуманного личного контента, то к 2022–2025 гг. наблюдается внедрение системных регламентов на региональном уровне (например, концепция Новосибирской области) [2, с. 143].

В числе позитивных практик, получивших распространение в российской образовательной среде, следует выделить системное использование потенциала социальных сетей для организации учебной деятельности. Речь идёт, прежде всего, о внедрении данных платформ в проектное обучение и формировании электронных портфолио учащихся, что способствует документированию образовательных достижений и развитию навыков цифровой рефлексии у обучающихся. Кроме того, интеграция социальных медиа в коммуникацию с родителями обеспечивает повышение прозрачности образовательного процесса, укрепляет доверие между участниками образовательных отношений и создаёт условия для оперативного информирования о ключевых событиях школьной жизни.

Вместе с тем, как справедливо отмечает М. Н. Жафярова, негативный опыт сетевой активности педагогов преимущественно детерминирован размыванием границ между личной и профессиональной сферами. К типичным нарушениям относятся публикация материалов, способных скомпрометировать профессиональный статус педагога, участие в поляризующих политических дискуссиях, а также

допущение некорректных высказываний в адрес обучающихся, их законных представителей или коллег. Подобные инциденты, особенно в контексте принятия «Примерного положения о нормах профессиональной этики педагогических работников» (2019 г.), влекут за собой применение мер дисциплинарной ответственности, что актуализирует необходимость формирования у педагогов компетенций в области ответственной цифровой самопрезентации [2, с. 148].

Проведённое исследование позволяет сформулировать ряд теоретически значимых выводов. Во-первых, сетевая публичность, трансформируя экстерьерные формы проявления традиционных педагогических норм, не нивелирует фундаментальные аксиологические основания профессии, к которым относятся уважение к личности обучающегося, профессиональная ответственность и способность к этической рефлексии. Во-вторых, эволюция роли педагога в направлении многофункционального специалиста, совмещающего функции цифрового фасилитатора, контент-куратора и модератора образовательной коммуникации, представляет собой не замещение педагогической сущности, а её содержательное обогащение и функциональное расширение. В-третьих, цифровая этика выступает в качестве интегративной профессиональной компетенции, обеспечивающей динамический баланс между возможностями цифровой самопрезентации и императивами профессиональных норм; при этом трёхуровневая система ограничений формирует нормативно-концептуальный базис для ответственной сетевой активности.

Библиографический список:

1.Вишневская И. В. Блогерство педагога – новый тренд образования // Молодой учёный. 2022. № 30.1 (425.1). С. 17–18.

2.Жафярова М. Н. О практических подходах к формированию цифровой этики современного педагога в социальных сетях // Ценности и смыслы. 2022. № 6 (82). С. 136–151. DOI: 10.24412/2071-6427-2022-6-136-151

3.Имомова Ш. М., Норова Ф. Ф. Роль социальных сетей в образовании // Universum: технические науки. 2022. № 10 (103). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/14371 (дата обращения: 31.01.2026).

4.Соловцова Е. В. Трансформация роли учителя в цифровой образовательной среде: новые подходы к педагогическому взаимодействию в языковом образовании // Управление образованием: теория и практика. 2025. Т. 15, № 9-1. С. 199–206. DOI: 10.25726/f6781-9457-7869-k

5.Треушников И. А., Ротанова М. Б. Преподавание в эпоху цифрового общества // Юридическая наука и практика: Вестник Нижегородской академии МВД России. 2020. № 1 (49). С. 243–247.

ЛУДЫКОВА ЛЮБОВЬ ПАВЛИНОВНА – магистрант, Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина, Россия.

К.Ю. Подан

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ОБРАЗОВАНИИ: ВОЗМОЖНОСТИ, ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

В статье предпринята попытка анализа двойственной природы искусственного интеллекта: с одной стороны, технологии открывают новые возможности для персонализации учебного процесса, автоматизации «рутинных» задач и построения гибких образовательных маршрутов; с другой – порождают серьёзные риски, связанные с этикой данных, доступностью инноваций для разных категорий учреждений и т.д. На материале исследований последних лет показано, что успешное внедрение искусственного интеллекта требует не только технической инфраструктуры, но и методологической базы, пересмотра профессиональных стандартов, разработки этических регламентов.

Ключевые слова: *искусственный интеллект, цифровизация образования, персонализация обучения, этические риски, педагогическая технология, цифровая компетентность, образовательная экосистема.*

Современная образовательная система переживает этап глубокой трансформации, обусловленной ускоренным развитием цифровых технологий. Объектом данного исследования является современная образовательная среда в условиях цифровой трансформации, а предметом выступают технологии искусственного интеллекта (далее – ИИ) и их применение в образовательном процессе. Целью статьи является комплексный анализ возможностей, вызовов и перспектив применения технологий искусственного интеллекта. Научная новизна исследования заключается в систематизации направлений применения ИИ через призму трёх аналитических категорий с учётом специфики российской образовательной системы. Методологическую основу составили теоретический анализ научных публикаций и обобщение результатов эмпирических исследований 2022–2025 гг.

В Российской Федерации развитие ИИ регулируется Указом Президента РФ от 10.10.2019 № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» (вместе с «Национальной стратегией развития искусственного интеллекта на период до 2030 года»), однако внедрение технологий сталкивается с системными барьерами, среди которых, как отмечают Н. В. Соколов и В. Г. Виноградский, «недостаточная подготовка кадров и этические коллизии» [6].

Искусственный интеллект в образовательном контексте представляет собой комплекс технологических решений, имитирующих когнитивные функции человека для оптимизации учебного процесса. Так, Т. В. Букина указывает, что «в отличие от традиционных инструментов, ИИ-системы обладают способностью к самообучению и адаптации на основе анализа больших массивов данных» [1, с. 77].

Ключевой возможностью ИИ является персонализация обучения. Адаптивные платформы анализируют поведенческие паттерны обучающихся и формируют индивидуальные образовательные маршруты, учитывая не только уровень знаний, но и мотивационные установки учащихся. По данным исследования Т. В. Букиной, «персонализированные ИИ-системы повышают академическую успеваемость на 20–30% по сравнению с традиционными методами» [1, с. 80].

Вторым значимым направлением выступает автоматизация оценочной деятельности. ИИ-алгоритмы способны проверять задания открытого типа, предоставляя мгновенную обратную связь. Данные возможности ИИ-систем существенно упрощают работу преподавателя, однако П. Д. Майорова указывает на другую смежную проблему, которая возникла с появлением искусственного интеллекта: «традиционные методы оценки знаний, такие как стандартизированные тесты, теряют свою актуальность в условиях, когда ИИ может помочь студенту выполнить задание. Требуется смещение акцента на оценку творческих проектов, аналитических способностей и практических навыков» [2, с. 326].

Практическое применение технологий искусственного интеллекта, наряду с очевидными преимуществами, актуализирует ряд дискуссионных вопросов. Этическая составляющая занимает центральное место в данном контексте. Алгоритмические модели, обученные на ретроспективных

© К.Ю. Подан, 2026.

Научный руководитель: *Герасимова Марина Петровна* – кандидат педагогических наук, доцент, Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина, Россия.

массивах данных, способны воспроизводить латентные смещения – социальные, культурные, гендерные. С. Л. Немытых и А. В. Дьячкова подчёркивают: «легитимное использование ИИ требует чёткого разграничения ответственности за алгоритмические решения и обеспечения конфиденциальности персональной информации обучающихся» [4, с. 434]. Снижение роли непосредственного педагогического взаимодействия представляет отдельный риск. Замещение живого общения цифровым посредником может негативно отразиться на развитии коммуникативных компетенций и эмпатийных навыков. Технологии, таким образом, должны выполнять вспомогательную функцию, усиливая потенциал педагога, а не подменяя его. Так, по мнению Н. В. Соколова и В. Г. Виноградского, эмоциональная поддержка и эмпатия – качества, которые невозможно воспроизвести алгоритмически [6, с. 167]. Замена личного общения взаимодействием с ИИ-ассистентом может привести к дефициту социальных навыков у обучающихся.

Цифровое неравенство усугубляется при внедрении ИИ-технологий, потому как высокая стоимость лицензий и требования к инфраструктуре создают барьеры для учреждений с ограниченным финансированием. По данным исследования Н. В. Соколова и В. Г. Виноградского, только 15% российских вузов располагают ресурсами для полноценного внедрения ИИ [6, с. 168].

Дефицит цифровой компетентности педагогов является системным барьером: 68% педагогов испытывают трудности при работе с современными технологиями [6]. Без программ повышения квалификации внедрение ИИ обречено на формальное использование, что подтверждает А. И. Минаков [3]. Также обостряется проблема академической честности с развитием генеративного ИИ, требующая новых методов оценки, ориентированных на процесс обучения [4, с. 435].

Перспективным направлением является развитие гибридных моделей, где ИИ выступает инструментом расширения возможностей педагога. Как отмечает А. А. Николаев, будущее педагогики заключается в синтезе человеческих ресурсов и ИИ-систем для создания качественно новой образовательной среды [5]. Именно поэтому важным шагом станет формирование национальной образовательной платформы на базе ИИ, обеспечивающей равный доступ к ресурсам для всех регионов России.

Проведённый анализ позволяет сделать ряд выводов. ИИ-системы обладают потенциалом для повышения качества и персонализации образования. Однако их внедрение сопряжено с вызовами: этическими дилеммами, риском дегуманизации и цифровым неравенством, требующими комплексного решения. Успешная интеграция возможна при балансе между инновацией и традиционными ценностями образования – ИИ должен расширять возможности человека, а не заменять его. Успешное освоение возможно только при синтезе технологических возможностей и гуманистических ценностей, где человек остаётся центром образовательного процесса.

Библиографический список:

1.Букина, Т. В. Искусственный интеллект в образовании: современное состояние и перспективы развития / Т. В. Букина // Общество: социология, психология, педагогика. – 2025. – № 1. – С. 76–83. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-v-obrazovanii-sovremennoe-sostoyanie-i-perspektivy-razvitiya (дата обращения: 31.01.2026).

2.Майорова, П. Д. Искусственный интеллект в образовании: трансформация процессов обучения и новые вызовы / П. Д. Майорова // Молодой учёный. – 2025. – № 43 (594). – С. 325–326. – URL: https://moluch.ru/archive/594/129400 (дата обращения: 31.01.2026).

3.Минаков, А. И. Искусственный интеллект в образовании – актуальное направление подготовки современных педагогов / А. И. Минаков // Мир науки. Педагогика и психология. – 2024. – Т. 12, № 1. – URL: https://mir-nauki.com/PDF/65PDMN124.pdf (дата обращения: 31.01.2026).

4.Немытых, С. Л. Искусственный интеллект в образовании: вызовы, возможности, перспективы / С. Л. Немытых, А. В. Дьячкова // Российские регионы в фокусе перемен : сборник докладов XVIII Международной конференции (Екатеринбург, 16–18 ноября 2023 г.). – Екатеринбург : Издательский Дом «Ажур», 2023. – С. 433–435. – URL: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/133849/1/978-5-91256-641-7_2023_103.pdf (дата обращения: 31.01.2026).

5.Николаев, А. А. Искусственный интеллект в образовании: вызов современности или будущее педагогики? / А. А. Николаев, С. Е. Суркина // Cifra. Педагогика. – 2025. – № 4 (10). – URL: https://pedagogy.cifra.science/media/articles/20571.pdf (дата обращения: 31.01.2026).

6.Соколов, Н. В. Искусственный интеллект в образовании: анализ, перспективы и риски в РФ / Н. В. Соколов, В. Г. Виноградский // Проблемы современного педагогического образования. – 2022. – № 76-2. – С. 166–169. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-v-obrazovanii-analiz-perspektivy-i-riski-v-rf (дата обращения: 31.01.2026).

ПОДАН КСЕНИЯ ЮРЬЕВНА – магистрант, Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина, Россия.

А.С. Емельянова

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ПРАКТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИНТЕРМЕДИАЛЬНОГО УРОКА ПО ПОВЕСТИ В. БЫКОВА «СОТНИКОВ»

В статье предлагается теоретическая и практическая модель интермедиального урока в системе школьного литературного образования, посвященного изучению повести Василя Быкова «Сотников». Утверждается, что использование фильма режиссера Ларисы Шепитько «Восхождение», снятому по этому произведению, будет способствовать предметному и глубокому пониманию учащимися нравственно-философского содержания повести.

Ключевые слова: *интермедиальность, урок литературы, Василь Быков, Лариса Шепитько, повесть «Сотников», фильм «Восхождение».*

Со дня победы советского народа в Великой Отечественной войне минуло уже три четверти века, но военная тема нисколько не утратила своей волнующей остроты и высокой значимости. Вновь и вновь возвращаются к ней литераторы, кинематографисты, деятели культуры, историки, филологи – люди старшего поколения и те, кто родился намного позже окончания войны.

Литература о Великой Отечественной войне 60–70-х годов, «*когда появилась так называемая вторая волна военной прозы, когда о войне начали писать бывшие лейтенанты, солдаты*» [1], имеет широкий тематический диапазон: предательство и подвиг воина, самоотверженный труд тружеников тыла, жуткий быт оккупации и фашистских концлагерей, трагическая судьба детей войны…

Актуальность статьи обусловлена тем, что меняющиеся идеологические и ценностные приоритеты в развитии нашего общества оказывают влияние на восприятие и само художественное решение образа защитника Родины. Патриотизм человеку прививается, он воспитывается и укрепляется в человеке, а книга, и особенно книга о войне, прочитанная на уроке литературы, играет в этом огромную роль.

Задача современного образования – мотивация учащихся в проявлении способностей, в развитии их творчества и самостоятельности. Задача учителя – включить каждого ученика в деятельность, обеспечивающую формирование и развитие познавательных потребностей. Успешная реализация этих задач во многом зависит от формирования познавательных интересов учеников. Одним из способов мотивации учащихся к чтению книг в целом, а к чтению книг о Великой Отечественной войне особенно является включение в учебный процесс визуализации.

Интермедиальность выступает мощным инструментом визуализации, поскольку она обогащает восприятие, усиливает выразительность, открывает новые смыслы и поддерживает когнитивные процессы.

Это явление берёт своё начало с понятия «экфрасис». Леонид Геллер – литературовед, критик, редактор сборника трудов Лозанского симпозиума «Экфрасис в русской литературе», назвал свою вступительную статью «Воскрешение понятия, или Слово об экфрасисе», где, опираясь на этимологию слова, трактует суть понятия «экфрасис» по аналогии с греческими глаголами «рассказывать», «излагать». Приводится классическое определение О. Фрейденберг (она употребляет термин «экфраза»): «*Передача зрительных иллюзий основана не на зрительных импульсах, но осуществляется по правилам «мимезиса», вторично воссоздавая, словно «настоящее, правдообразное несуществующее*» [2].

По утверждению Л. Геллер, *«экфрасис – это то явление, которое пронизывает литературу на всех её этапах развития в большей или меньшей степени».* Оно является более ранним определением *«интертекстуальности и интермедиальности в литературе*» [3].

Разработка терминологической базы интермедиальности велась выдающимися отечественными и зарубежными исследователями в области литературоведения, лингвистики, философии и

© А.С. Емельянова, 2026.

Научный руководитель: *Пяткин Сергей Николаевич* – доктор филологических наук, профессор, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского (Арзамасский филиал), Россия.

искусствоведения, такими как Ю.М. Лотман, Н.В. Тишунина, И.В. Арнольд, И.П. Ильин, А.А. Ханзен-Лёве, М.Б. Ямпольский и др.

Теоретическая основа данного понятия была заложена российским исследователем И.П. Ильиным. Основные принципы интермедиального подхода были сформированы на основе интертекстуальной теории Р. Барта и Ю. Кристевой (ввела понятие «интертекстуальность» в 1967 году), а сам термин «интермедиальность» был введён в научную сферу австрийским немецким ученым-литературоведом А.А. Ханзеном-Лёве.

Правда, при всем изобилии работ, использующих это понятие, до сих пор нет его общепринятого определения. Если обобщить все определения ученых (Ханзен-Лёве, В. Вольфа, И. Раевски, К.Б. Йенсена, Я. Бруна, Л.Г. Кайда, Н.В. Тишуниной), то можно сформулировать следующее определение: «*интермедиальность – это диалогическое взаимодействие различных медиа и / или переложение (перевод) с языка одного медиа на другой*» [2].

В современной научно-образовательной практике, как правило, выделяется три вида интермедиальности [4]:

1. конвенциональная интермедиальность – данная интермедиальность основывается на перекодировке одного вида искусства в другое;

2. нормативная интермедиальность – интермедиальность, формирующая «метаязык» для культуры в определенном историческом контексте;

3. референциальная интермедиальность – представляет собой «обмен кодов» – использование явлений одного искусства в другом.

К конвенциональной интермедиальности можно отнести экранизации художественных произведений. Привлечение фрагментов фильмов о войне на уроках литературы играет значительную роль в воспитании школьников. Однако использование экранизаций на уроках и на внеклассных мероприятиях не должно ограничиваться простым показом отрывков. Важно педагогически грамотно интегрировать кино в образовательный процесс при помощи вопросов, затрагивающих сюжет книг, сравнения экранизации с оригинальными произведениями, анализа героев произведения и актеров, которые воплощают их образ, обсуждения фильма в целом. Помимо этого, школьники могут разработать собственные учебные проекты, которые будут посвящены книгам и фильмам.

На уроке литературы в 11 классе при изучении повести Василя Быкова «Сотников» целесообразно обратиться к её экранизации – фильму Ларисы Шепитько «Восхождение» (1976 г.).

Картина, снятая на киностудии «Мосфильм», не только визуализирует ключевые эпизоды произведения, но и углубляет понимание нравственных дилемм, поднятых автором. Главные роли исполнили: Борис Плотников (роль Сотникова), Владимир Гостюхин (роль Рыбака). Также в фильме задействованы: Людмила Полякова, Виктория Гольдентул, Мария Виноградова, Николай Сектименко, Анатолий Солоницын, Сергей Яковлев и другие. Картина вышла на экраны в 1976 году и сразу получила широкое признание зрителей и критиков. В 1977 году на Международном кинофестивале в Западном Берлине фильм удостоился нескольких наград, включая высшую – «Золотого медведя». Это стало историческим событием: «Восхождение» стало первым советским фильмом, получившим эту престижную награду.

Использование фильма при изучении повести «Сотников» нацелено на повышение познавательного интереса и мотивации учеников к сравнительному анализу героев (Сотникова и Рыбака), расширение художественного пространства произведения, акцентуацию символики текста, способствующую уяснению философского содержания повести.

Рассмотрим поэтапную методику проведения урока литературы в 11 классе на примере сопоставления повести Василя Быкова «Сотников» и ее экранизации.

На первом (подготовительном) этапе учитель делит класс на группы, например, по 4-5 человек. Затем педагог выдаёт группам разные задания, которые нужно выполнить дома:

1 группа готовит краткое сообщение о биографии Василя Быкова и Ларисы Шепитько, акцентируя внимание на их взглядах на войну.

2 группа сопоставляет структуру повести и фильма, заполняя таблицу, в которой уже указаны эпизоды фильма и страницы книги на которые нужно обратить внимание.

3 группа анализирует мотивы поступков главных героев – Сотникова и Рыбака. Составляют «карту решений» каждого персонажа по схеме: ситуация – выбор последствия – внутренние ощущения (на основе текста и фильма). Например, «карта решений» для Рыбака может выглядеть следующим способом: Герои попадают под обстрел врагов, Сотников ранен – инстинкт самосохранения подталкивает Рыбака бросить товарища – страх и осуждения сослуживцев останавливают его – помогает Сотникову спастись.

4 группа выявляет ключевые символы в повести (например, Библия у старосты, снег, метель и тишина и другие).

На втором этапе учитель знакомит учеников с понятием «Лейтенантская проза», так как Василь Быков непосредственно относится к этому литературному течению. Затем каждая группа представляет результат своей работы. После чего учитель демонстрирует ключевые фрагменты фильма с последующим обсуждением:

– *начало фильма* (8:28 – 9:20) – ученики сравнивают внешний облик героев в киноверсии с их описанием в повести, осуждают, какие детали подчеркивает режиссер.

– *момент разговора со старостой* (15:42 – 16:45), он поможет разобраться с отношением героев к тем, кто находится на стороне врага, здесь же отметить важную деталь – отношение героев к Библии, она направит учеников к правильному выводу в конце урока;

– *фрагменты перестрелки с полицаями* (20:23 – 21:30), *нахождение дома у Демчихи* (39:00 – 42:00), *нахождение в плену* (47:50 – 50:36, 56:25 – 57:00, 1:01:54 – 1:03:10) – показывают внутренний мир героев, отношение к окружающим людям, к Родине; также ярким фрагментом является *финал произведения* (1:19:00 – 1:22:04, 1:25:05 – 1:26:00). Обсуждается смысл названия фильма «Восхождение» и то, как визуальные образы подчеркивают идею духовного подъема Сотникова.

Перечисленные эпизоды помогут полно проанализировать произведение, определить главную идею произведения, его тематику и проблематику.

В заключительной части урока ученики индивидуально заполняют обобщающую таблицу – этап подведения итогов и рефлексии. Учитель заранее выводит на экран таблицу с заголовками строк и столбцов, которые отражают ключевые аспекты изученной темы. Каждый ученик вносит свои данные, систематизируя полученные знания, отмечая наиболее важные моменты. После чего ученики вместе с учителем обсуждают пройденную тему, делают выводы и записывают домашнее задание (например, написать эссе на тему «Сотников и Рыбак: два пути нравственного выбора»), которое еще раз закрепит пройденный материал.

Обращение к интермедиальности на уроке литературы, посвященному изучению повести «Сотников», позволит учащимся зримо представить, как за одержимостью писателя всегда «дойти до самой сути», и, отделив зерна от плевел, разыскать главную и единственную причину человеческих поступков, располагается особая художественная оптика, демонстрирующая несовпадение в личности видимого и сущего, мысли и дела, декларируемого и реального и многогранно представляющая проблему нравственного выбора.

Библиографический список:

1.Информационный бюллетень секретариата правления СП СССР. – 1980. – №. 4. – С. 13.

2.Малкина В.Я. Интермедиальность в литературе: проблемы методологии / В. Я. Малкина // Новый филологический вестник. – 2025. – № 2(73). – С. 30-38. – DOI 10.54770/20729316-2025-2-30. – EDN DPCYWM.

3.Берестовская Д.Н. Экфрасис и (или?) синтез искусств [Электронный ресурс]. – URL: file:///C:/Users/DNS/Downloads/ekfrasis-i-ili-sintez-iskusstv.pdf (дата обращения: 04.03.2025).

4.Девальер М.Н. Выпускная квалификационная работа (магистерская диссертация) на тему «Интермедиальный потенциал русского классического романа (на материале романов Ф. М. Достоевского «Идиот» и «Преступление и наказание») [Электронный ресурс]. – URL: file:///C:/Users/DNS/Downloads/rid_95056524d63143d5aea42a46327ba9a8.pdf (дата обращения: 05.03.2025)

ЕМЕЛЬЯНОВА АЛЕНА СЕРГЕЕВНА – магистрант, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского (Арзамасский филиал), Россия.

С.М. Чолахян

АССОЦИАТИВНЫЙ МЕТОД ОБУЧЕНИЯ В НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЕ

В статье рассматриваются вопросы совершенствования подхода обучения в начальной школе посредством интеграции механизмов ассоциативного обучения. Предложены некоторые практики, используемые в некоторых начальных школах. Проведен анализ данных практик на эффективность.

Ключевые слова: *Ассоциативное обучение, начальное образование, начальная школа, оценка, ассоциации, ассоциативные цепочки.*

Обучение чтению в начальной школе — это не только освоение технических навыков декодирования текста, но и развитие способности понимать и интерпретировать смысл прочитанного. Ассоциативный метод обучения чтения направлен на формирование у младших школьников навыков активного мышления и логического анализа через использование ассоциаций. В основе этого подхода лежит принцип связывания новых знаний с уже имеющейся информацией, что способствует более глубокому усвоению материала.

Современные образовательные стандарты предъявляют высокие требования к развитию критического мышления и творческих способностей у детей с самого раннего этапа обучения. В связи с этим возникает необходимость в поиске эффективных методов, которые выходят за рамки традиционных способов преподавания чтения. Ассоциативный метод способен обеспечить интеллектуальную активность учащихся, стимулировать их внимание и интерес к учебному процессу, что особенно важно в период начального формирования читательских умений.

Ассоциативный метод обучения чтения базируется на принципах ассоциативной теории познания, согласно которой процесс усвоения новых знаний происходит через формирование связей между уже известными и новыми элементами. В контексте обучения чтению это означает, что дети осваивают буквенные символы и звуки через установление ассоциаций с яркими и понятными образами. Такая связь облегчает запоминание графем и позволяет формировать устойчивые представления о звукобуквенных соответствиях, что является основой дальнейшего чтения.

Ассоциативное мышление, как когнитивная функция, играет ключевую роль в развитии навыков чтения у младших школьников. Оно помогает ребенку не только запомнить произношение звуков и графические образы букв, но и устанавливать смысловые связи между словами и понятиями, развивать образное и логическое мышление. В результате формируется способность быстро и автоматически преобразовывать буквы в звуки, сливая их в слоги и слова, что существенно ускоряет процесс обучения.

Важно отметить, что в отличие от традиционного подхода, где буквы изучаются по их названиям («БЭ», «ВЭ»), ассоциативный метод акцентирует внимание на звуковом значении символа — произношении отдельного звука «Б», «В», «Г». Такое звуковое восприятие упрощает формирование навыков слияния звуков, предотвращает ошибки при чтении, например, путаницу со вставкой лишних звуков или слогов [7].

Использование наглядных образов в виде рисунков, лепки, конструирования и игровых элементов усиливает эмоциональное восприятие, что способствует более прочному закреплению связи образа и соответствующего звука. Эти образы формируются на основе знакомых и доступных ребенку предметов и явлений, что помогает переводить абстрактные символы в конкретные смыслы. Сопровождение процесса обучением с помощью эмоционально выразительной речи и мимики педагога дополнительно усиливает эффект усвоения материала [4].

Развитие ассоциативного мышления в процессе обучения чтению у младших школьников способствует не только механическому запоминанию букв и слов, но и углубленному восприятию художественных и смысловых текстов. Это позволяет ребенку устанавливать связи между элементами текста, видеть взаимосвязи между идеями и выстраивать собственный внутренний смысл на основе прочитанного материала. Такой комплексный подход формирует более высокий уровень читательской компетенции и интеллектуальной активности учащихся [5].

© С.М. Чолахян, 2026.

Переходя от теоретических основ ассоциативного метода обучения чтения к его практическому применению, следует рассмотреть систему упражнений, направленных на построение и развитие ассоциативных цепочек. Эти упражнения обеспечивают формирование прочных смысловых связей, что способствует эффективному усвоению материала и развитию навыка осознанного чтения.

Одним из основных видов заданий является создание ассоциативных цепочек по теме. Ребенок получает ряд понятий или слов, связанных общей темой, и должен логически их выстроить, подкрепляя каждый элемент ассоциацией с предыдущим. Такой подход развивает умение видеть взаимосвязи между словами и понятиями, способствует расширению словарного запаса и формирует навык целостного восприятия текста. Эти цепочки могут быть как линейными, так и иметь разветвленную структуру, что помогает развивать гибкость мышления и воображение.

Другой важный вид упражнений связан с заполнением пропусков в подготовленных текстах или логических последовательностях. Ребенок должен подобрать недостающие слова или звуки, руководствуясь контекстом и логикой выстраиваемых ассоциаций. С помощью этого задания учащиеся закрепляют умение опираться на имеющиеся знания для создания новых смысловых связей, что особенно важно на стадии перехода от механического чтения к осмысленному восприятию. Вариацией таких упражнений являются «перепутанные логические цепочки», в которых элементы последовательности намеренно перемешаны. Задача школьника — восстановить правильный порядок, что развивает внимание, аналитические способности и контроль над процессом чтения[3].

Большое внимание уделяется упражнению правильного называния букв. Родителям и педагогам рекомендуется называть согласные буквы без добавления гласных звуков — например, говорить «М», а не «ЭМ» или «МЭ». Такая практика облегчает освоение чтения и снижает вероятность ошибок при соединении звуков в слоги и слова. Изучение букв в их алфавитном порядке целесообразно переносить на более поздний этап обучения, когда ребенок уже уверенно читает простые тексты[4]. Контроль прогресса обеспечивается с помощью таблиц, в которых отмечается, с какими буквами или слогами у ребенка возникают трудности, а с какими он справляется легко. При этом чтение сначала происходит по слогам, что естественно для начальной стадии, и требует дальнейшей работы для формирования беглого чтения слов и предложений[6].

Для детей с особыми образовательными потребностями, в том числе с интеллектуальными нарушениями, упражнения с ассоциативными цепочками приобретают особое значение. Они способствуют развитию осознанного чтения — способности понимать смысл текста, устанавливать смысловые связи и выделять идею произведения. Задача учителя в этом случае — создать условия для раскрытия идейного содержания и практиковать многократное использование таких заданий для формирования целостного восприятия текста[3].

Практический опыт показывает, что систематическое применение предложенных упражнений значительно повышает активность учеников на уроках чтения и улучшает качество усвоения материала. Методика «Словолодочки» и аналогичные программы могут служить дополнительным ресурсом для эффективного внедрения ассоциативных упражнений в учебный процесс, ориентированного на развитие прочностных тематических цепочек и когнитивных связей[5].

Для иллюстрации разнообразия тематических ассоциативных цепочек рассмотрим конкретный пример на тему «Огород». Такая цепочка включает слова, связанные с этим понятием и расположенные в логической последовательности: земля – лопата – грядка – овощи – урожай. Здесь каждое последующее слово возникает как ассоциация к предыдущему, помогая учащимся осознанно связывать разные элементы темы и расширять словарный запас [2].

Другие примеры тематических цепочек демонстрируют аналогичный принцип построения ассоциативных связей. Например, в цепочке от «лифт» до «каска» учащиеся проходят через понятия башенный кран, стройка, кирпичи, что образует логическую связь между инструментами и предметами строительной деятельности. Аналогично, цепочки «компьютерная мышь – мышь – мышеловка – сыр – солнце» или «огонь – камин – дрова – лес – заяц» иллюстрируют поиск смысловых и образных переходов, опирающихся на жизненный опыт детей [1].

Использование таких цепочек позволяет не только расширять активный словарь, но и развивает способность к понятийной логике и творческому мышлению. Варианты упражнений включают построение цепочек с использованием слов определённой части речи — например, только существительных или глаголов, что дополнительно направлено на формирование грамматической компетенции.

Методика, основанная на использовании тематических и комплексных ассоциативных цепочек, доказала свою способность не только облегчить процесс запоминания буквенных знаков и звуков, но и стимулировать развитие критического, логического и творческого мышления у младших школьников.

Анализ структуры урока, включающего этапы вызова, осмысления и рефлексии, показал, что Шахмирзоева Мадина Играмовна именно последовательное прохождение этих фаз обеспечивает

глубину понимания и прочность усвоения учебного материала. Создание условий для активного взаимодействия с ассоциативными заданиями позволяет ученикам формировать целостные смысловые конструкции, что значительно повышает уровень осознанного чтения.

Рассмотренные упражнения для формирования ассоциативных цепочек способствуют развитию внимания, памяти и аналитических навыков. Комплексы заданий с заполнением пропусков, восстановлением последовательностей и подбором тематических слов поддерживают мотивацию учащихся и развивают их способность выстраивать логические связи. Особый акцент на правильном произношении согласных звуков без добавления гласных способствует снижению ошибок и улучшению техники чтения.

Примеры тематических ассоциативных цепочек продемонстрировали практическую реализацию метода, позволяя расширить словарный запас и укрепить умение видеть взаимосвязи между понятиями из разных сфер жизни. Использование таких цепочек в учебном процессе формирует когнитивные основы для системного восприятия текста и способствует развитию интегративного мышления.

Методика построения комплексных ассоциативных цепочек раскрыла возможности углубления работы с учебным материалом за счёт объединения разноплановых понятий и перехода к более сложным когнитивным операциям. Это обеспечивает постепенное повышение уровня читательской компетенции и подготовку учеников к более требовательным видам текстовой деятельности, включая анализ и синтез информации.

В итоге можно констатировать, что ассоциативный метод обучения чтения является перспективным направлением, способным значительно повысить качество начального образования. Его системное применение способствует формированию устойчивых читательских навыков, развитию мышления и творческого потенциала младших школьников. Для дальнейшего совершенствования методики рекомендуется продолжить исследование в области дифференцированной педагогики и разработки адаптивных упражнений, учитывающих индивидуальные особенности учащихся.

Библиографический список:

1.Аскарова, Л. И. Использование метода ассоциаций на уроках в начальной школе / Л. И. Аскарова // *Начальная школа*. — 2020. — № 5. — С. 12–16.

2.Гордеев, В. Ф. Подход к изучению слов с непроверяемыми написаниями / В. Ф. Гордеев // *Начальная школа*. — 1995. — № 1. — С. 45–48.

3.Жедек, М. С. Методы развивающего обучения на уроках русского языка в младших классах / М. С. Жедек. — Томск : Изд-во ТГПУ, 1992. — 120 с.

4.Конкина, Т. П. Орфографическая работа на уроках русского языка / Т. П. Конкина // *Начальная школа*. — 2004. — № 7. — С. 22–25.

5.Муравьёва, А. Ю. Ассоциативный метод обучения как способ выработки навыка правописания непроверяемой безударной гласной у младших школьников / А. Ю. Муравьёва // *Образовательный альманах*. — 2023. — № 12 (74). — Ч. 3. — URL: https://f.almanah.su/2023/74-3.pdf (дата обращения: 28.04.2026).

6.Ожегов, С. И. Толковый словарь русского языка / С. И. Ожегов ; под ред. Н. Ю. Шведовой. — М. : Русский язык, 1986. — 797 с.

7.Словарная работа на основе метода ярких ассоциаций // *Начальная школа*. — 2010. — № 13. — С. 30–33.

ЧОЛАХЯН СЮЗАННА МХИТАРОВНА – магистрант, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, Россия.

М.И. Шахмирзоева

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ЦИФРОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ПО МАТЕМАТИКЕ ДЛЯ РАЗВИТИЯ КРЕАТИВНОГО МЫШЛЕНИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

В статье рассматриваются особенности проектирования предметной цифровой образовательной среды (ПЦОС) по математике, направленной на развитие креативного мышления обучающихся. Автор анализирует современные требования к компонентному составу и дизайну такой среды, включая инструменты моделирования, мультимедиа, проектно-исследовательские платформы, элементы геймификации и аналитики. Особое внимание уделяется сравнительному анализу популярных цифровых образовательных ресурсов («Учи.ру», РЭШ, GeoGebra, «ЯКласс», «Фоксфорд») по таким критериям, как беглость, гибкость, оригинальность мышления, а также рефлексия и самоанализ. На основе проведённого анализа обосновывается необходимость комплексного подхода к использованию различных платформ для эффективного развития креативного математического мышления обучающихся.

Ключевые слова: *цифровая образовательная среда, креативное мышление, обучение математике, проектирование, цифровые образовательные ресурсы, интерактивные инструменты, моделирование, сравнительный анализ, персонализация.*

Сегодня цифровое пространство в образовательной сфере стремительно развивается. Появляются новые платформы, развиваются и расширяют свои возможности уже ставшие популярными. У каждого цифрового образовательного ресурса свой функционал и круг решаемых задач.

В указе Президента РФ от 9 мая 2017 г. № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы» особое внимание уделено задачи создания различных технологических платформ для дистанционного обучения, которые повысят доступность и качество образования [2]. Новые платформы должны обеспечивать открытость цифровой образовательной среды, объединяя уже функционирующие платформы, позволяя использовать различные ресурсы, заменять и трансформировать имеющиеся, добавлять новые. Их универсальность должна дать им значительное преимущество перед менее гибкими системами, созданными под конкретные цели.

В условиях цифровой трансформации образования особую актуальность приобретает вопрос развития креативного мышления.

Прежде всего, необходимо отметить, что ПЦОС по математике расширяет возможности для визуализации и моделирования. В приведенном контексте следует отметить использование технологий виртуальной и дополненной реальности (VR/AR), программ 3D-моделирования, графических редакторов, которые позволяет учащимся создавать и трансформировать объекты, визуализировать сложные процессы.

Кроме того, в контексте развития креативного мышления обучающихся следует отметить интерактивные и мультимедийные инструменты, которые стимулируют дивергентное мышление. Здесь следует обратить внимание на платформы цифрового творчества и инструменты создания мультимедиа (видеоредакторы, аудиостудии), которые позволяют обучающимся выражать идеи через разные формы и форматы. На основе современных исследований следует отметить, что включение учащихся в творческую деятельность способствует развитию нестандартного подхода к решению задач [3].

Также, рассматривая возможности ПЦОС по математике в контексте развития креативного мышления обучающихся следует отметить онлайн-доски и проектно-исследовательские среды, которые

© М.И. Шахмирзоева, 2026.

Научный руководитель: *Иванова Ангелина Валерьевна* – кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры физико-математического образования и информатики, Сургутский государственный педагогический университет, Россия.

обеспечивают условия для коллективного творчества, в том числе, обмена идеями, конструктивной критики и совместного поиска решений.

Далее следует представить требования к компонентному составу ПЦОС руководствуясь проблематикой диссертационного исследования.

1.Инструменты для моделирования и конструирования способствуют наглядной демонстрации идей и концепций. В их числе следует отметить программы 2D/3D-моделирования, которые позволяют создавать обучающимся объемные модели, графические редакторы и инструменты для построения графиков функций геометрических фигур, виртуальные лаборатории для экспериментирования с математическими объектами.

2.Интерактивные и мультимедийные инструменты: видеоредакторы для создания обучающих роликов (позволяют структурировать материал), инструменты для создания интерактивных презентаций и инфографики (использование обучающимся различных форматов представления информации).

3.Платформы для проектно-исследовательской деятельности: среды для организации исследовательских проектов (способствуют генерированию идей в процессе коллективного обсуждения).

4.Элементы геймификации и симуляции: математические квесты и головоломки, симуляторы для имитации ситуаций, требующих математического моделирования.

5.Инструменты аналитики: журналы, статистика по типам ошибок (позволяют искать различные подходы к решению задач).

Отдельное внимание следует уделить и требованиям к дизайну ПЦОС:

1. Интуитивная навигация.
2. Мультимедийная насыщенность, предусматривающая интерактивные анимации для объяснения сложных понятий, например, вращение 3D-фигуры.
3. Персонализация, в том числе, настройки интерфейса.
4. Обратная связь.
5. Доступность для разных устройств.
6. Поддержка специальных возможностей, например, экранные дикторы.

Обосновывая определение указанных требований, следует отметить, что интуитивная навигация способствует концентрации внимания обучающихся; мультимедийная насыщенность с интерактивной анимацией способствует более глубокому пониманию материала и развития критического мышления; персонализация интерфейса способствует повышению учебной мотивации; обратная связь направлена на коррекцию процесса обучения математике; доступность для разных устройств обеспечивает непрерывность обучения; поддержка специальных возможностей обеспечивает равный доступ к образовательным ресурсам для всех обучающихся.

В информационном пространстве существуют и повсеместно используемые цифровые образовательные ресурсы. Но необходим анализ их полноценности как цифровых образовательных сред и возможностей для развития креативного мышления обучающихся. Для этого был проведен сравнительный анализ развития компонентов критического мышления посредством ЦОР (Учи.ру, Российская электронная школа (РЭШ), GeoGebr, ЯКласс, Фоксфорд). Результаты анализа представлен в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительный анализ развития компонентов креативного мышления посредством ЦОР

Критерий	**Учи.ру**	**Российская электронная школа (РЭШ)**	**GeoGebra**	**ЯКласс**	**Фоксфорд**
Беглость мышления	На платформе представлены интерактивные задания и игры (например, «Фуры-фигуры», «Лабиринты»), которые способствуют генерации множества решений в ограниченное время и способствующие развитию беглости мышления.	Творческие задания, предусматривающие их повторное прохождение предоставляют возможности для вариативного подхода при решении задач.	Программа позволяет создавать динамические модели и экспериментировать с геометрическими объектами, формируя умение быстрого поиска решений через визуальное моделирование.	Игровые механики помогают стимулировать беглость мышления, усиливать инициативность в обучения.	Разнообразные задания и тренажеры способствуют развитию беглости мышления.

Окончание таблицы 1

Критерий	**Учи.ру**	**Российская электронная школа (РЭШ)**	**GeoGebra**	**ЯКласс**	**Фоксфорд**
Гибкость мышления	Разнообразные форматы заданий (виртуальный класс, онлайн-уроки, домашние задания) способствуют развитию умения применять различные подходы к решению задач, переключению между ними.	Система заданий, структурированная по уровням сложности и тематическим модулям, способствует формированию гибкости мышления через последовательное освоение и комбинирование различных методов решения.	Интерактивная среда позволяет изменять параметры моделей в реальном времени, что развивает гибкость мышления.	Адаптивные алгоритмы подбирают задания с постепенным усложнением и сменой типа задач, формируя способность гибкого применения знаний.	Модульная структура курсов и задания межпредметного характера стимулируют гибкость мышления.
Оригинальность	Творческие задания и головоломки способствуют стимулированию нестандартного подхода.	Возможности для проявления оригинальности ограничены типовыми заданиями.	Создание уникальных геометрических моделей и экспериментов с функциями направлено на поиск нестандартных решений.	Задания с открытым ответом создают условия для проявления оригинальности.	В отдельных курсах предусмотрены творческие задания и проекты, но в целом система нацелена на результативность, а не на оригинальность.
Рефлексия и самоанализ	Возможность отслеживать прогресс в личном кабинете и повторять темы способствует самоанализу.	Журнал успеваемости и отчёты по выполненным заданиям предоставляют возможность отслеживать динамику освоения материала. Возможность повторного прохождения уроков и тестов стимулирует рефлексию.	История изменений (при сохранении проектов) предоставляет возможность осмысления обучающимся процесса решения задач.	Система аналитики показывает статистику по выполненным заданиям (процент правильных ответов, затраченное время), что помогает учащимся оценивать свою продуктивность.	Персональные отчёты и рекомендации предоставляют возможность осмысления обучающимся процесса решения задач.

Проведённый сравнительный анализ цифровых образовательных платформ («Учи.ру», «Российская электронная школа» (РЭШ), GeoGebra, «ЯКласс», «Фоксфорд») с точки зрения их потенциала для развития креативного мышления обучающихся позволил сделать следующие выводы. Наибольшим потенциалом обладают платформы «Учи.ру» и GeoGebra. «Учи.ру» предусматривает интерактивные задания («Фуры-фигуры», «Лабиринты»), которые стимулируют беглость мышления, а разнообразие форматов заданий (виртуальный класс, онлайн-уроки, домашние задания) развивает гибкость мышления.

Наименьшим потенциалом для развития креативного мышления обладает РЭШ, поскольку её функционал предусматривает типовые задания.

В результате проведённого сравнительного анализа цифровых образовательных платформ с точки зрения их потенциала для развития креативного мышления обучающихся мы пришли к выводу, что для эффективного развития креативного математического мышления целесообразно использовать комплексный подход, сочетающий преимущества разных платформ («Учи.ру», «Российская электронная школа» (РЭШ), GeoGebra, «ЯКласс», «Фоксфорд»).

Библиографический список:

1.Природова, О. Ф. Структура цифровой образовательной среды: нормативно-правовые и методические аспекты / О. Ф. Природова, А. В. Данилова, А. Н. Моргун. – Текст : непосредственный // Педагогика и психология образования. – 2020. – №1. – С. 9-30.

2.Российская Федерация. Президент РФ. О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы : указ от 9 мая 2017 г. № 203. – Текст : непосредственный // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2017. – № 20. – Ст. 2901.

3.Рудаков, А. В. Цифровое творчество и креативное программирование: как IT развивает воображение / А. В. Рудаков. – Текст : электронный // 2025. Режим доступа: https://www.1urok.ru/categories/6/articles/99685 (дата обращения: 06.04.2026).

4.Шилова, О. Н. Цифровая образовательная среда: педагогический взгляд / О. Н. Шилова. – Текст : непосредственный // ЧиО. – 2020. – №2 (63). – С. 36-40.

ШАХМИРЗОЕВА МАДИНА ИГРАМОВНА – магистрант, Сургутский государственный педагогический университет, Россия.

Информация для авторов

Журнал «Вестник магистратуры» выходит ежемесячно.

К публикации принимаются статьи студентов и магистрантов, которые желают опубликовать результаты своего исследования и представить их своим коллегам.

В редакцию журнала предоставляются **в отдельных файлах** по электронной почте следующие материалы:

1. Авторский оригинал статьи (на русском языке) в формате Word (версия 1997–2007).

Текст набирается шрифтом Times New Roman Cyr, кеглем 14 pt, с полуторным междустрочным интервалом. Отступы в начале абзаца – 0, 7 см, абзацы четко обозначены. Поля (в см): слева и сверху – 2, справа и снизу – 1, 5.

Структура текста:

- **Сведения об авторе/авторах:** имя, отчество, фамилия.
- **Название статьи.**
- **Аннотация** статьи (3-5 строчек).
- **Ключевые слова** по содержанию статьи (6-8 слов) размещаются после аннотации.
- **Основной текст статьи**.

Страницы **не нумеруются**!

Объем статьи – не ограничивается.

В названии файла необходимо указать фамилию, инициалы автора (первого соавтора). Например, **Иванов И. В.статья.**

Статья может содержать **любое количество иллюстративного материала**. Рисунки предоставляются в тексте статьи и обязательно в отдельном файле в формате TIFF/JPG разрешением не менее 300 dpi.

Под каждым рисунком обязательно должно быть название.

Весь иллюстративный материал выполняется оттенками **черного и серого цветов**.

Формулы выполняются во встроенном редакторе формул Microsoft Word.

2. Сведения об авторе (авторах) (заполняются на каждого из авторов и высылаются **в одном файле)**:

- имя, отчество, фамилия (полностью),
- место работы (учебы), занимаемая должность,
- сфера научных интересов,
- адрес (с почтовым индексом), на который можно выслать авторский экземпляр журнала,
- адрес электронной почты,
- контактный телефон,
- название рубрики, в которую необходимо включить публикацию,
- необходимое количество экземпляров журнала.

В названии файла необходимо указать фамилию, инициалы автора (первого соавтора). Например, **Иванов И.В. сведения.**

Адрес для направления статей и сведений об авторе: magisterjourn@gmail.com
Мы ждем Ваших статей! Удачи!