

16+



ISSN 2410-6070

№8-1/2026

ИННОВАЦИОННАЯ
НАУКА

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ ИННОВАЦИОННАЯ НАУКА

ISSN 2410-6070

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций ПИ № ФС77-61597 от 30.04.2015

Размещение в Научной электронной библиотеке elibrary.ru
по договору №103-02/2015

Размещение в "КиберЛенинке" по договору №32505-01

Журнал размещен в международном каталоге периодических изданий
Ulrich's Periodicals Directory.

Все статьи индексируются системой Google Scholar.

Учредитель: ООО «Аэтерна»

Registered by the Federal Service for Supervision in the Sphere of Telecom, Information
Technologies and Mass Communications PI № F577-61597 from 30.04.2015

Loading in the Scientific electronic library elibrary.ru
under the contract №103-02 / 2015

Loading in "CyberLeninka" under contract №32505-01
The journal is located in the international catalog of periodicals
Ulrich's Periodicals Directory.

All journal articles are indexed by Google Scholar.

Founder: LLC "Aeterna"

Цена свободная. Распространяется по подписке.

**Все статьи проходят экспертную проверку. Точка зрения редакции не всегда совпадает с
точкой зрения авторов публикуемых статей.**

Авторы статей несут полную ответственность за содержание статей и за сам факт их публикации. Редакция не несет ответственности перед авторами и/или третьими лицами и организациями за возможный ущерб, вызванный публикацией статьи.

При использовании и заимствовании материалов ссылка обязательна

The price of free. Distributed by subscription

**All articles are reviewed. The point of view of edition not always coincides with the point of
view of authors of published articles.**

Authors of the articles are fully liable for the content of articles and for the fact of their publications. The editorial staff is not liable for any damage caused by the publication of the article to the authors and/or the third parties and organizations.

When you use and borrowing materials reference is obligatory.

Верстка: Мартиросян О.В. | Редактор/корректор: Некрасова Е.В.

Учредитель, издатель и редакция

Международного научного журнала «Инновационная наука»:

450057, г. Уфа, ул. Пушкина 120 | +7 347 266 60 68

<https://aeterna-ufa.ru> | info@aeterna-ufa.ru

Подписано в печать 06.08.2026 г. Дата выхода в свет 06.08.2026 г.

Формат 60x90/8. | Усл. печ. л. 15.00. | Тираж 500.

Отпечатано в редакционно-издательском отделе ООО «Аэтерна»

450057, г. Уфа, ул. Пушкина 120 | +7 347 266 60 68

<https://aeterna-ufa.ru> | info@aeterna-ufa.ru

Главный редактор:

Сукиасян Асатур Альбертович, к.э.н.

Редакционный совет:

Абдуллин Тимур Зуфарович, к.т.н.

Абидова Гулмира Шухратовна, д.т.н.

Авазов Сардоржон Эркин угли, д.с.-х.н.

Агафонов Юрий Алексеевич, д.м.н.

Алейникова Елена Владимировна, д.гос.упр.

Алиев Закир Гусейн оглы, д.фил.агр.н.

Андрейчев Алексей Владимирович, к.б.н.

Бабаян Анжела Владиславовна, д.пед.н.

Баишева Зия Вагизовна, д.фил.н.

Байгузина Люза Закиевна, к.э.н.

Булатова Айсылу Ильдаровна, к.соц.н.

Бурак Леонид Чеславович, к.т.н., PhD

Ванесян Ашот Саркисович, д.м.н.

Васильев Федор Петрович, д.ю.н., член РАЮН

Вельчинская Елена Васильевна, д.фарм.н.

Виневская Анна Вячеславовна, к.пед.н.

Габрусь Андрей Александрович, к.э.н.

Галимова Гузалия Абкадировна, к.э.н.

Гетманская Елена Валентиновна, д.пед.н.

Гимранова Гузель Хамидулловна, к.э.н.

Григорьев Михаил Федосеевич, д.с.-х.н.

Грузинская Екатерина Игоревна, к.ю.н.

Гулиев Игбал Адилевич, к.э.н.

Датий Алексей Васильевич, д.м.н.

Долгов Дмитрий Иванович, к.э.н.

Дусматов Абдурахим Дусматович, к. т. н.

Ежкова Нина Сергеевна, д.пед.н.,

Екшикеев Тагер Кадырович, к.э.н.

Епхиева Марина Константиновна, к.пед.н., проф. РАЕ

Ефременко Евгений Сергеевич, к.м.н.

Закиров Мунавир Закиевич, к.т.н.

Зарипов Хусан Баходирович, PhD.

Иванова Нионила Ивановна, д.с.-х.н.

Калужина Светлана Анатольевна, д.х.н.

Канарейкин Александр Иванович, к.т.н.

Касимова Дилара Фаритовна, к.э.н.

Киракосян Сусана Арсеновна, к.ю.н.

Киркимбаева Жумагуль Слямбековна, д.вет.н.

Кленина Елена Анатольевна, к.филос.н.

Клещина Марина Геннадьевна, к.э.н.,

Козлов Юрий Павлович, д.б.н., заслуженный эколог РФ

Кондрашихин Андрей Борисович, д.э.н.

Кониговская Наталья Олеговна, к.э.н.

Конопацкова Ольга Михайловна, д.м.н.

Куликова Татьяна Ивановна, к.псих.н.

Курбанаева Лилия Хамматовна, к.э.н.

Курманова Лилия Рашидовна, д.э.н.

Ларионов Максим Викторович, д.б.н.

Малышкина Елена Владимировна, к.и. н.

Маркова Надежда Григорьевна, д.пед.н.

Мещерякова Алла Брониславовна, к.э.н.

Мухаммадеева Зинфира Фанисовна, к.соц.н.

Мухамедова Гулчехра Рихсибаевна, к.пед.н.

Набиев Тухтамурод Сахобович, д.т.н.

Нурдавлитова Эльвира Фанисовна, к.э.н.

Песков Аркадий Евгеньевич, к.полит.н.

Половения Сергей Иванович, к.т.н.

Пономарева Лариса Николаевна, к.э.н.

Почивалов Александр Владимирович, д.м.н.

Прошин Иван Александрович, д.т.н.

Равшанов Махмуд, д.филос.н.

Саттарова Рано Кадыровна, к.биол.н.,

Сафина Зия Закировна, к.э.н.

Симонович Надежда Николаевна, к.псих.н.

Симонович Николай Евгеньевич, д.псих.н., академик РАЕН

Сирик Марина Сергеевна, к.ю.н.

Смирнов Павел Геннадьевич, к.пед.н.

Старцев Андрей Васильевич, д.т.н.

Танаева Замфира Рафисовна, д.пед.н.

Терзиев Венелин Кръстев, д.э.н., член РАЕ

Трифоновна Елена Николаевна, к.э.н.

Умаров Бехзод Тургунгулатович, д.т.н.

Хайров Расим Золимхон угли, к.пед.н.

Хамзаев Иномжон Хамзаевич, к. т. н.

Хасанов Сайдинаби Сайдивалиевич, д.с.-х.н.

Чернышев Андрей Валентинович, д.э.н.

Чиладзе Георгий Бидзинович, д.э.н., д.ю.н., член РАЕ

Шилкина Елена Леонидовна, д.соц.н.

Шкирманов Александр Прокопьевич, д.т.н., член РАЕ

Шляхов Станислав Михайлович, д.физ.-мат.н.

Шошин Сергей Владимирович, к.ю.н.

Юсупов Рахимьян Галимьянович, д.и. н.

Яковишина Татьяна Федоровна, д.т.н.

Янгиров Азат Вазирович, д.э.н.

Яруллин Рауль Рафаэлович, д.э.н., член РАЕ

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Жиляев О.В.** 7
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ
АНАЛОГИИ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ СИГНАЛОВ ИНЕРЦИОННОГО РАСХОДОМЕРА

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Аверина П.М.** 18
USE OF LARGE LANGUAGE MODELS FOR SOFTWARE ENGINEERING AUTOMATION AND IMPROVING
DEVELOPMENT ENVIRONMENT EFFICIENCY
- Болгов Л.Д.** 22
ГДЕ РОЖДАЕТСЯ ИСКУССТВЕННЫЙ РАЗУМ: ОБЗОР ВИРТУАЛЬНЫХ СРЕД ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ИИ-
АГЕНТОВ
- Дахно В.А., Поморцев А.В., Мигунова Л.Г.** 25
СОВРЕМЕННЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ ПОДСТАНЦИЙ
- Каштанов Ф.В.** 28
ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КРЕМНИЕВОГО МАЯТНИКА КОМПЕНСАЦИОННОГО
АКСЕЛЕРОМЕТРА
- Связян А.А.** 31
СХЕМООРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ ТИПОБЕЗОПАСНЫХ АРХИТЕКТУР
ФРОНТЕНД-ПРИЛОЖЕНИЙ
- Синьков Е.Д.** 34
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАРСИНГА ДИНАМИЧЕСКИХ ВЕБ-РЕСУРСОВ:
SELENIUM VS PLAYWRIGHT VS API-ЭМУЛЯЦИЯ
- Синьков Е.Д.** 37
АРХИТЕКТУРА МИКРОСЕРВИСНОЙ СИСТЕМЫ СБОРА АКАДЕМИЧЕСКИХ МЕТРИК С
АВТОМАТИЧЕСКОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИЕЙ СТАТЕЙ ПО ТЕМАТИКАМ (NLP + DOCKER)
- Хайруллин И.А.** 39
АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВЫЗОВОВ ПРИ БУРЕНИИ ГЛУБОКИХ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ СКВАЖИН
В УСЛОВИЯХ СВЕРХГОРЯЧИХ ПОРОД
- Харченко Р.В., Карпов Ф.В., Заваркин В.Н.** 43
РАСЧЁТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЕЛИЧИНЫ РАДИАЛЬНОГО ЗАЗОРА ОДНОЗУБОГО
ЛАБИРИНТНОГО УПЛОТНЕНИЯ НА КОНЦЕНТРАЦИЮ ГАЗОВОЙ СРЕДЫ В ПОЛОСТИ ПЕРЕД
РАБОЧИМ КОЛЕСОМ ТУРБИНЫ
- Шатохин Р.А., Зубкова Л.И.** 47
ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ СЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ ДЛЯ РЕШЕНИЯ
ЗАДАЧ МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО В МИКРОКОНТРОЛЛЕРНЫХ СИСТЕМАХ

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Кормильцев А.С., Слабинский С.В.С** 53
ИСТЕМА ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ
- Устюгов Ю.А.** 56
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТОДОЛОГИИ ОПТИМАЛЬНОГО ONLINE КВАНТОВОГО АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯМИ НА ТЕРРИТОРИИ. ЧАСТЬ 12: МЕТОД НАРАЩИВАНИЯ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СЭР В ХОДЕ ОРТ УПРАВЛЕНИЯ ПОДСИСТЕМОЙ СЭР_У ЗА СЧЁТ ОРТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В АГЛОМЕРАЦИЯХ $A_{V1} - A_{V5}$ НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОРТ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ В АГЛОМЕРАЦИЯХ $A_{V11} - A_{V15}$ И ОРТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СЭР МЕЖДУ ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИМИ ТЕРРИТОРИЯМИ С УЧЁТОМ ИХ МНОГОФАКТОРНЫХ ЗАПРОСОВ

ЮРИДИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Сацкевич Н.А.** 67
ВОСПОЛНЕНИЕ ПРОБЕЛОВ В ПРАВЕ В ПРАВОПРИМЕНИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Волков В.В.** 70
УСТНЫЙ СЧЁТ КАК ФУНДАМЕНТ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ: ОТ ИСТОРИЧЕСКИХ ТРАДИЦИЙ К СОВРЕМЕННЫМ МЕТОДИКАМ РАЗВИТИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ НАВЫКОВ
- Деминова Е.Ю., Лахай А.П.** 73
ФОРМИРОВАНИЕ КОММУНИКАТИВНЫХ НАВЫКОВ У ДЕТЕЙ С ЗПР: ИНТЕГРАЦИЯ ЛОГОПЕДИЧЕСКИХ ПРИЁМОВ И ТЬЮТОРСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ В РЕЖИМНЫХ МОМЕНТАХ
- Деминова Е.Ю., Лахай А.П.** 76
ПРЕОДОЛЕНИЕ ТРУДНОСТЕЙ ЗВУКОПРОИЗНОШЕНИЯ И ФОНЕМАТИЧЕСКОГО ВОСПРИЯТИЯ У ДЕТЕЙ С ЗПР: АЛГОРИТМЫ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ ЛОГОПЕДА И ТЬЮТОРА
- Котова О.А.** 79
РАЗВИТИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОСТИ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА, ПОСРЕДСТВОМ ДИДАКТИЧЕСКИХ ИГР
- Макарова Е.А.** 81
ХУДОЖЕСТВЕННО-ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ДЕКОРАТИВНО-ПРИКЛАДНОМ ИСКУССТВЕ: РОЛЬ, ЗНАЧЕНИЕ И ВЛИЯНИЕ В ШКОЛЬНОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ
- Макарова Е.А.** 83
ВЗАИМОСВЯЗЬ ТАКТИЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ ФОРМЫ И ОБРАЗНОЙ ПАМЯТИ У ОБУЧАЮЩИХСЯ В СИСТЕМЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
- Некрасова Н.А.** 85
ЦИФРОВОЙ НАСТАВНИК: ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ПОДГОТОВКЕ ПЕДАГОГОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ (В УСЛОВИЯХ ПРОФЕССИОНАЛИТЕТА)
- Севостьянова А.А., Изотова Е.Н., Ольхина Е.В.** 86
РАЗВИТИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГРАМОТНОСТИ У ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА С ОВЗ

Черных А.В., Коровина А.А. ПАЛЬЧИКОВАЯ НЕЙРОГИМНАСТИКА В СИСТЕМЕ РАЗВИТИЯ КОГНИТИВНЫХ ФУНКЦИЙ ДЕТЕЙ СТАРШЕГО ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА	88
Черных А.В., Коровина А.А. РАЗВИТИЕ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ У ДЕТЕЙ СТАРШЕГО ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА КАК ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ НАВЫКОВ БЕЗОПАСНОГО ПОВЕДЕНИЯ	90
Шрамко Р.С. КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД К ПРЕПОДАВАНИЮ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА В СИСТЕМЕ СПО: ОТ ТЕОРИИ К ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОММУНИКАЦИИ	94
Эмиров Р.С. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ КАК СТРАТЕГИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ ПРЕПОДАВАНИЯ ИСТОРИИ	96

АРХИТЕКТУРА

Бережная М.-М.В. ГЕНДЕРНЫЙ ДИСБАЛАНС СИСТЕМ НОРМИРОВАНИЯ МИКРОКЛИМАТА В ПРОЕКТИРУЕМЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ	101
Скрябин Р.М. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ	102

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Рыжкова Ю.Е. ПРОБЛЕМЫ УГОЛОВНО-ПРАВОВОЙ КВАЛИФИКАЦИИ ДОВЕДЕНИЯ ДО САМОУБИЙСТВА И СКЛОНЕНИЯ К СУИЦИДУ В ЭПОХУ ЦИФРОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ	114
---	-----

СОЦИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Федулов З.А. ИНСТИТУТ НАСТАВНИЧЕСТВА КАК ГЛАВНЫЙ МЕХАНИЗМ ПАТРИОТИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ В ОРГАНАХ ГОСУДАРСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	118
--	-----

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Гамаюнова Е.О. ГЕНЕРАТИВНЫЕ НЕЙРОСЕТИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СИНТЕТИЧЕСКИХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРИ НЕДОСТАТКЕ ДАННЫХ	122
Суюнчева М.Р. ФАЗОВЫЙ СОСТАВ ОСАДКОВ НА КУРОРТЕ ЖЕЛЕЗНОВОДСК В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО КЛИМАТА	125



УДК 51-74+514.85+53.082.2+532.57

Жиляев О.В.

выпускник аспирантуры
Ульяновского государственного
технического университета (УлГТУ).
Российская Федерация, г. Бугульма

Научный руководитель: Ковальнов В.Н.,

доктор технических наук, профессор
Ульяновского государственного технического университета (УлГТУ).
Российская Федерация, г. Ульяновск

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ АНАЛОГИИ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ СИГНАЛОВ ИНЕРЦИОННОГО РАСХОДОМЕРА

Аннотация

Статья содержит обоснование применения метода наименьших квадратов при исследовании сигналов инерционного расходомера по методу кинематической аналогии. Выведены расчётные формулы для реализации метода. Доказано, что полученная функция является функцией наилучшего приближения в тригонометрической системе функций. Показано, что для модифицированной математической модели, включающей двухступенчатую функцию сигнала, матрица коэффициентов системы уравнений метода наименьших квадратов не является диагональной. Приведено доказательство, что и для двухступенчатой функции сигнала найденная на половине периода по методу наименьших квадратов в тригонометрической системе функций сглаживающая функция является функцией наилучшего приближения. Для модифицированной модели выполнена проверка точности нахождения параметров искомой функции путём определения числа обусловленности для системы уравнений метода.

Ключевые слова:

метод наименьших квадратов, метод кинематической аналогии, математическая модель.

Zhilyaev O.V.

Postgraduate graduate of the Ulyanovsk State Technical University (UISTU).
Russian Federation, Bugulma

Scientific supervisor: Kovalnogov V.N.,

Doctor of Sciences in Engineering, professor of the Ulyanovsk State Technical University (UISTU).
Russian Federation, Ulyanovsk

THE APPLYING OF THE LESS SQUARES METHOD FOR MODELING THE INERTIA-BASED FLOWMETER WITH BUILDING THE KINEMATICAL ANALOGY

Abstract

This paper contains the foundation of the less squares method applying on the inertia-based flowmeter exploration by means of the kinematical analogy method. The formulas for the less squares method realization are obtained. There is proved that the function obtained is being the best approximation function in the trigonometric system of functions. It is shown that the coefficients matrix of the equation system of the less squares method is not being the diagonal one for modified mathematical model in which the signal function is

of two stages. The prove is provided that the function obtained within the half-period in the trigonometric system of functions is also being the best approximation function for two-staged function. The accuracy check for parameters of sought-for function is accomplished by means of determination of condition number of the equation system of the less squares method.

Keywords:

less squares method, kinematical analogy method, mathematical model.

Введение

Устройство и принцип действия инерционного расходомера (ИР) представлены в работах [1, 2]. В работе [3] представлен алгоритм и численный метод для построения графической диаграммы рабочего процесса ИР по методу кинематической аналогии, включающий использование метода наименьших квадратов (МНК) для определения функции наилучшего приближения сигнала расходомера. Однако не представлено обоснование для применения МНК в данной задаче, не приведены расчётные формулы для осуществления практических расчётов. Кроме того, в работах [4, 5] показано, что функцию сигнала ИР следует рассматривать как двухступенчатую. Применение МНК для такой двухступенчатой функции также должно быть обосновано. Настоящая работа ставит целью раскрытие указанных аспектов применения МНК.

1 Применение МНК в отношении исходной математической модели ИР, выражаемой непрерывной функцией

Выведем необходимые формулы МНК для тригонометрического полинома, дадим доказательство оптимальности полученной функции для рассматриваемой задачи. Пусть имеем набор экспериментальных точек (t_i, x_i) , $i=1...N$, $t_i \in [0; T]$, где T – период изменения сигнала, равный интервалу времени между прохождением импульсов датчика положения привода ([2]). Будем искать функцию наилучшего приближения по форме

$$\tilde{x}(t) = a \cos \omega t + b \sin \omega t + c \cos 2\omega t + d \sin 2\omega t + e, \quad (1)$$

где $\omega = \frac{2\pi}{T}$ – угловая частота, с-1.

Находим отклонение экспериментальной точки от функции наилучшего приближения:

$$\Delta x_i = x_i - \tilde{x}(t_i) = x_i - a \cos \omega t_i - b \sin \omega t_i - c \cos 2\omega t_i - d \sin 2\omega t_i - e.$$

Квадрат отклонения равен:

$$\begin{aligned} \Delta x_i^2 &= (x_i - a \cos \omega t_i - b \sin \omega t_i - c \cos 2\omega t_i - d \sin 2\omega t_i - e)^2 = x_i^2 - 2x_i \times \\ &\times (a \cos \omega t_i + b \sin \omega t_i + c \cos 2\omega t_i + d \sin 2\omega t_i + e) + \\ &+ (a \cos \omega t_i + b \sin \omega t_i + c \cos 2\omega t_i + d \sin 2\omega t_i + e)^2 \end{aligned}$$

Находим сумму квадратов отклонений экспериментальных точек от функции наилучшего приближения для всех N экспериментальных точек.

$$\begin{aligned} S(\Delta x_i^2) &= \sum_{i=1}^N x_i^2 - 2 \sum_{i=1}^N (x_i (a \cos \omega t_i + b \sin \omega t_i + c \cos 2\omega t_i + d \sin 2\omega t_i + e)) + \\ &+ \sum_{i=1}^N (a \cos \omega t_i + b \sin \omega t_i + c \cos 2\omega t_i + d \sin 2\omega t_i + e)^2 \end{aligned}$$

Согласно методу наименьших квадратов, находим такие значения параметров a, b, c, d, e , при которых сумма квадратов $S(\Delta x_i^2) = f(a, b, c, d, e)$ как функция нескольких переменных терпит минимум:

$$S(\Delta x_i^2) = f(a, b, c, d, e) \rightarrow \min.$$

Для нахождения искомой точки экстремума и для того, чтобы убедиться, что полученная точка

действительно является точкой минимума функции $S=f(a, b, c, d, e)$, должна быть выполнена проверка необходимого и достаточного условий экстремума. Согласно [6, с. 296], необходимое условие экстремума имеет следующий вид. «Если функция f определена в окрестности точки экстремума $x(0)$ и если в этой точке существует частная производная $\frac{\partial f(x^{(0)})}{\partial x_i}$, то она равна нулю:

$$\frac{\partial f(x^{(0)})}{\partial x_i} = 0 \text{ »}.$$

Для обоснования достаточного условия экстремума приведём определение из [6, с. 296]. «Точка $x(0)$, в которой все частные производные функции f существуют и равны нулю:

$$\frac{\partial f(x^{(0)})}{\partial x_1} = \dots = \frac{\partial f(x^{(0)})}{\partial x_n} = 0,$$

называется критической точкой функции f ».

Достаточное условие экстремума имеет следующий вид, согласно [6, с. 298]. «Пусть функция $f(x)$, $x=(x_1, \dots, x_n)$, дважды непрерывно дифференцируема в окрестности своей критической точки $x(0)$. Тогда, если второй дифференциал

$$d^2 f(x^{(0)}) = \sum_{i,j=1}^n \frac{\partial^2 f(x^{(0)})}{\partial x_i \partial x_j} dx_i dx_j$$

функции f является положительно (отрицательно) определённой квадратичной формой, то $x(0)$ есть точка строгого минимума (максимума). Если второй дифференциал $d^2 f(x(0))$ – знакопеременная квадратичная форма, то в точке $x(0)$ экстремума нет». Здесь индексы i, j означают суммирование по разным переменным функции f , а n – число переменных функции f .

Таким образом, положение критической точки (необходимое условие экстремума функции нескольких переменных a, b, c, d, e) определяется из системы уравнений:

$$\frac{\partial S}{\partial a} = 0, \frac{\partial S}{\partial b} = 0, \frac{\partial S}{\partial c} = 0, \frac{\partial S}{\partial d} = 0, \frac{\partial S}{\partial e} = 0. \quad (2)$$

Находим выражения для частных производных, составляем систему уравнений МНК.

$$\begin{aligned} \frac{\partial S}{\partial a} = & -2 \sum_{i=1}^N x_i \cos \omega t_i + 2a \sum_{i=1}^N \cos^2 \omega t_i + 2b \sum_{i=1}^N \sin \omega t_i \cos \omega t_i + 2c \sum_{i=1}^N \cos 2\omega t_i \cos \omega t_i + \\ & + 2d \sum_{i=1}^N \sin 2\omega t_i \cos \omega t_i + 2e \sum_{i=1}^N \cos \omega t_i \end{aligned} \quad (3)$$

Применяем первое необходимое условие экстремума (2). После преобразований получаем уравнение относительно переменных a, b, c, d, e :

$$\begin{aligned} a \sum_{i=1}^N \cos^2 \omega t_i + b \sum_{i=1}^N \sin \omega t_i \cos \omega t_i + c \sum_{i=1}^N \cos 2\omega t_i \cos \omega t_i + d \sum_{i=1}^N \sin 2\omega t_i \cos \omega t_i + \\ + e \sum_{i=1}^N \cos \omega t_i = \sum_{i=1}^N x_i \cos \omega t_i \end{aligned} \quad (4)$$

Продолжая аналогичные преобразования для уравнений $\frac{\partial S}{\partial b} = 0, \frac{\partial S}{\partial c} = 0 \dots$ и опуская промежуточные выкладки, приходим к системе линейных алгебраических уравнений МНК применительно к аппроксимирующей функции (1) на основе тригонометрического полинома:

$$\left\{ \begin{array}{l} a \sum_{i=1}^N \cos^2 \omega t_i + b \sum_{i=1}^N \sin \omega t_i \cos \omega t_i + c \sum_{i=1}^N \cos 2\omega t_i \cos \omega t_i + d \sum_{i=1}^N \sin 2\omega t_i \cos \omega t_i + e \sum_{i=1}^N \cos \omega t_i = \sum_{i=1}^N x_i \cos \omega t_i \\ a \sum_{i=1}^N \cos \omega t_i \sin \omega t_i + b \sum_{i=1}^N \sin^2 \omega t_i + c \sum_{i=1}^N \cos 2\omega t_i \sin \omega t_i + d \sum_{i=1}^N \sin 2\omega t_i \sin \omega t_i + e \sum_{i=1}^N \sin \omega t_i = \sum_{i=1}^N x_i \sin \omega t_i \\ a \sum_{i=1}^N \cos \omega t_i \cos 2\omega t_i + b \sum_{i=1}^N \sin \omega t_i \cos 2\omega t_i + c \sum_{i=1}^N \cos^2 2\omega t_i + d \sum_{i=1}^N \sin 2\omega t_i \cos 2\omega t_i + e \sum_{i=1}^N \cos 2\omega t_i = \sum_{i=1}^N x_i \cos 2\omega t_i \\ a \sum_{i=1}^N \cos \omega t_i \sin 2\omega t_i + b \sum_{i=1}^N \sin \omega t_i \sin 2\omega t_i + c \sum_{i=1}^N \cos 2\omega t_i \sin 2\omega t_i + d \sum_{i=1}^N \sin^2 2\omega t_i + e \sum_{i=1}^N \sin 2\omega t_i = \sum_{i=1}^N x_i \sin 2\omega t_i \\ a \sum_{i=1}^N \cos \omega t_i + b \sum_{i=1}^N \sin \omega t_i + c \sum_{i=1}^N \cos 2\omega t_i + d \sum_{i=1}^N \sin 2\omega t_i + eN = \sum_{i=1}^N x_i \end{array} \right. \quad (5)$$

Система (5) может быть упрощена. Умножим левую и правую части системы на Δt .

С учётом найденных значений интегралов система уравнений (5) принимает вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} k_{11}a + k_{12}b + k_{13}c + k_{14}d + k_{15}e = Sa \\ k_{21}a + k_{22}b + k_{23}c + k_{24}d + k_{25}e = Sb \\ k_{31}a + k_{32}b + k_{33}c + k_{34}d + k_{35}e = Sc \\ k_{41}a + k_{42}b + k_{43}c + k_{44}d + k_{45}e = Sd \\ k_{51}a + k_{52}b + k_{53}c + k_{54}d + k_{55}e = Se \end{array} \right. \quad (6)$$

$$\text{где } Sa = \sum_{i=1}^N x_i \cos \omega t_i \cdot \Delta t, \quad Sb = \sum_{i=1}^N x_i \sin \omega t_i \cdot \Delta t, \quad Sc = \sum_{i=1}^N x_i \cos 2\omega t_i \cdot \Delta t,$$

$$Sd = \sum_{i=1}^N x_i \sin 2\omega t_i \cdot \Delta t, \quad Se = \sum_{i=1}^N x_i \cdot \Delta t. \quad (7)$$

Поскольку число опросов N велико, а интервал между смежными опросами $\Delta t = t_i - t_{i-1}$ мал, то все суммы в левых частях уравнений системы (5) приближённо равны соответствующим определённым интегралам, вычисленным на полном кинематическом цикле – периоде T – по правилу прямоугольника. Для упрощения и ускорения расчётов сделаем замену сумм в левой части системы (5) соответствующими определёнными интегралами:

$$k_{11} = \sum_{i=1}^N \cos^2 \omega t_i \Delta t \approx \int_0^{T=2\pi/\omega} \cos^2 \omega t dt = \frac{\pi}{\omega}.$$

По аналогии находим

$$k_{11} = k_{22} = k_{33} = k_{44} = \frac{\pi}{\omega},$$

$$k_{55} = N \cdot \Delta t = T = 2\pi/\omega,$$

$$k_{12} = k_{13} = k_{14} = k_{15} = k_{21} = \dots = k_{ij} = 0 \text{ для } i \neq j.$$

Таким образом, система (6) получает диагональную матрицу коэффициентов и упрощается. Находим непосредственно критическую точку функции суммы квадратов $S(\Delta x_i^2)$ – то есть параметры a , b , c , d , e функции наилучшего приближения (1):

$$\left\{ \begin{array}{l} a = \frac{\omega}{\pi} Sa \\ b = \frac{\omega}{\pi} Sb \\ c = \frac{\omega}{\pi} Sc \\ d = \frac{\omega}{\pi} Sd \\ e = \frac{\omega}{2\pi} Se \end{array} \right. \quad (8)$$

Примечательно, что формулы (8) совпадают с формулами коэффициентов первых двух гармоник

разложения функции в ряд Фурье. Действительно, связь между аппроксимацией по МНК и разложением функции в ряд Фурье известна. Так, в книге [7, с. 72] сделано указание о фактической идентичности аппроксимации МНК с разложением в ограниченный ряд Фурье: «... коэффициенты Фурье дают приближение функции по методу наименьших квадратов». Следовательно, повторяем вывод: функция наилучшего приближения по МНК, полученная на основе тригонометрического полинома, является разложением исходной функции в ряд Фурье с удержанием количества гармоник, соответствующего числу независимых слагаемых тригонометрического полинома.

Докажем, что полученная критическая точка является точкой минимума функции $S(\Delta x_i^2)$. Найдём, согласно приведённому достаточному условию, второй дифференциал

$$d^2 f(x^{(0)}) = \sum_{i,j=1}^n \frac{\partial^2 f(x^{(0)})}{\partial x_i \partial x_j} dx_i dx_j. \quad (9)$$

Для проверки положительной определённости квадратичной формы (9) воспользуемся критерием Сильвестра ([8, с. 300]). Выше показано, что матрица коэффициентов квадратичной формы имеет диагональный вид:

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial^2 S}{\partial a^2} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{\partial^2 S}{\partial b^2} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{\partial^2 S}{\partial c^2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{\partial^2 S}{\partial d^2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{\partial^2 S}{\partial e^2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k_{11} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & k_{22} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & k_{33} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & k_{44} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & k_{55} \end{bmatrix}.$$

Все главные миноры данной матрицы положительны. Следовательно, согласно критерию Сильвестра, второй дифференциал (9) является положительно определённой квадратичной формой. Следовательно, функция S терпит минимум в найденной критической точке (a, b, c, d, e) , и значит, функция $\tilde{x}(t)$ (1) действительно является функцией наилучшего приближения в тригонометрической системе функций на периоде T .

2 Применение МНК для модифицированной математической модели, выражаемой двухступенчатой функцией

Выпишем уравнения МНК для системы тригонометрических функций $\cos \omega t, \sin \omega t, \cos 2\omega t, \sin 2\omega t$. Будем искать функцию наилучшего приближения в виде

$$\tilde{x}(t) = a \cos \omega t + b \sin \omega t + c \cos 2\omega t + d \sin 2\omega t + e. \quad (10)$$

Система уравнений МНК для такой функции получена выше в пункте 1, она имеет вид (5). При рассмотрении системы (5) в отношении модифицированной модели учитываем, что интервал аппроксимации соответствует полупериоду функции сигнала. Найдём параметры искомой функции (10) и выполним проверку, является ли функцией наилучшего приближения эта функция, определённая на полупериоде заданной функции. Такая проверка необходима, поскольку тригонометрический полином (10) не является системой ортогональных функций на интервале, равном полупериоду заданной функции.

В работах [4,5] показано, что в модифицированной математической модели функция сигнала ИР для каждой массообменной камеры является двухступенчатой, определённой на двух полупериодах полного цикла: фаза выпуска и фаза впуска. Разграничение между двумя этими фазами осуществляется по величине угла φ :

- $\varphi = \omega t \in [0; \pi]$ – первая фаза кинематического цикла (фаза выпуска);

- $\varphi = \omega t \in [\pi; 2\pi]$ – вторая фаза кинематического цикла (фаза впуска).

Выполним исследование отдельно для каждой фазы. Повторяя вывод уравнений и опуская промежуточные выкладки, приходим к следующему виду системы уравнений МНК:

$$\begin{bmatrix} k_{11} & 0 & 0 & k_{14} & 0 \\ 0 & k_{22} & k_{23} & 0 & k_{25} \\ 0 & k_{32} & k_{33} & 0 & 0 \\ k_{41} & 0 & 0 & k_{44} & 0 \\ 0 & k_{52} & 0 & 0 & k_{55} \end{bmatrix} \times \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \\ d \\ e \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Sa \\ Sb \\ Sc \\ Sd \\ Se \end{pmatrix}, \quad (11)$$

где для фазы выпуска имеем следующие значения коэффициентов:

$$k_{11} = k_{22} = k_{33} = k_{44} = \frac{1}{2} \frac{\pi}{\omega};$$

$$k_{14} = k_{41} = \frac{4}{3\omega};$$

$$k_{23} = k_{32} = -\frac{2}{3\omega};$$

$$k_{25} = k_{52} = \frac{2}{\omega};$$

$$k_{55} = N \cdot \Delta t = \frac{T}{2} = \frac{\pi}{\omega};$$

$$Sa = \Delta t \sum_{i=1}^N x_i \cos \omega t_i;$$

$$Sb = \Delta t \sum_{i=1}^N x_i \sin \omega t_i;$$

$$Sc = \Delta t \sum_{i=1}^N x_i \cos 2\omega t_i;$$

$$Sd = \Delta t \sum_{i=1}^N x_i \sin 2\omega t_i;$$

$$Se = \Delta t \sum_{i=1}^N x_i.$$

В отличие от системы (6) для исходной модели, матрица коэффициентов системы (11) не является диагональной. Как следствие, решение системы (11) более сложное, чем решение системы (6). Поскольку матрица коэффициентов разреженная, используем следующую схему решения системы. Перегруппируем строки: запишем четвертую строку под первой:

$$\begin{bmatrix} k_{11} & 0 & 0 & k_{14} & 0 \\ k_{14} & 0 & 0 & k_{11} & 0 \\ 0 & k_{11} & k_{23} & 0 & k_{25} \\ 0 & k_{23} & k_{11} & 0 & 0 \\ 0 & k_{25} & 0 & 0 & k_{55} \end{bmatrix} \times \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \\ d \\ e \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Sa \\ Sd \\ Sb \\ Sc \\ Se \end{pmatrix}. \quad (12)$$

Умножим вторую строку на $-\frac{k_{11}}{k_{14}}$ и сложим с первой, результат запишем снова под первой строкой:

$$\begin{bmatrix} k_{11} & 0 & 0 & k_{14} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & k_{11} \cdot \left(-\frac{k_{11}}{k_{14}}\right) + k_{14} & 0 \\ 0 & k_{11} & k_{23} & 0 & k_{25} \\ 0 & k_{23} & k_{11} & 0 & 0 \\ 0 & k_{25} & 0 & 0 & k_{55} \end{bmatrix} \times \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \\ d \\ e \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Sa \\ Sd \cdot \left(-\frac{k_{11}}{k_{14}}\right) + Sa \\ Sb \\ Sc \\ Se \end{pmatrix}. \quad (13)$$

Система (13) распадается на две системы более низкого порядка:

$$\begin{bmatrix} k_{11} & k_{14} \\ 0 & k_{11} \cdot \left(-\frac{k_{11}}{k_{14}}\right) + k_{14} \end{bmatrix} \begin{pmatrix} a \\ d \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Sa \\ Sa - Sd \cdot \frac{k_{11}}{k_{14}} \end{pmatrix} \quad (14)$$

и

$$\begin{bmatrix} k_{11} & k_{23} & k_{25} \\ k_{23} & k_{11} & 0 \\ k_{25} & 0 & k_{55} \end{bmatrix} \begin{pmatrix} b \\ c \\ e \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Sb \\ Sc \\ Se \end{pmatrix}. \quad (15)$$

Система (14) приведена к треугольной форме, решаем её методом Гаусса:

$$d = \frac{Sa - \frac{k_{11}}{k_{14}} Sd}{k_{14} - \frac{k_{11}^2}{k_{14}}}, \quad (16)$$

$$a = \frac{Sa - k_{14}d}{k_{11}}. \quad (17)$$

Систему (15) решаем методом Крамера.

$$\Delta = \begin{vmatrix} k_{11} & k_{23} & k_{25} \\ k_{23} & k_{11} & 0 \\ k_{25} & 0 & k_{55} \end{vmatrix} = k_{11}^2 k_{55} - k_{11} k_{25}^2 - k_{55} k_{23}^2; \quad (18)$$

$$\Delta b = \begin{vmatrix} Sb & k_{23} & k_{25} \\ Sc & k_{11} & 0 \\ Se & 0 & k_{55} \end{vmatrix} = Sb \cdot k_{11} k_{55} - Se \cdot k_{11} k_{25} - Sc \cdot k_{23} k_{55}; \quad (19)$$

$$\Delta c = \begin{vmatrix} k_{11} & Sb & k_{25} \\ k_{23} & Sc & 0 \\ k_{25} & Se & k_{55} \end{vmatrix} = Sc \cdot k_{11} k_{55} + Se \cdot k_{23} k_{25} - Sc \cdot k_{25}^2 - Sb \cdot k_{23} k_{55}; \quad (20)$$

$$\Delta e = \begin{vmatrix} k_{11} & k_{23} & Sb \\ k_{23} & k_{11} & Sc \\ k_{25} & 0 & Se \end{vmatrix} = Se \cdot k_{11}^2 + Sc \cdot k_{23} k_{25} - Sb \cdot k_{11} k_{25} - Se \cdot k_{23}^2; \quad (21)$$

$$b = \frac{\Delta b}{\Delta}; \quad (22)$$

$$c = \frac{\Delta c}{\Delta}; \quad (23)$$

$$e = \frac{\Delta e}{\Delta}. \quad (24)$$

Найденные по формулам (16 – 24) значения коэффициентов соответствуют критической точке функции многих переменных $S=f(a,b,c,d,e)$, определяемой по требованию выполнения необходимого условия экстремума. Проверим, удовлетворяет ли найденная критическая точка достаточному условию минимума (пункт 1 выше). А именно, для утверждения строгого минимума следует убедиться, что второй дифференциал (9) функции f является положительно определённой квадратичной формой. Воспользуемся критерием Сильвестра: для того, чтобы квадратичная форма была положительно определённой, необходимо и достаточно, чтобы все её главные миноры были положительны ([8, с. 300]). Определим знаки главных миноров матрицы коэффициентов системы (11).

$$|k_{11}| = k_{11} = \frac{1}{2} \frac{\pi}{\omega} > 0.$$

$$\begin{vmatrix} k_{11} & 0 \\ 0 & k_{11} \end{vmatrix} = k_{11}^2 = \frac{\pi^2}{4} \frac{1}{\omega^2} > 0.$$

$$\begin{vmatrix} k_{11} & 0 & 0 \\ 0 & k_{11} & k_{23} \\ 0 & k_{23} & k_{11} \end{vmatrix} = k_{11}(k_{11}^2 - k_{23}^2) = \frac{1}{\omega^3} \frac{\pi}{2} \left(\frac{\pi^2}{4} - \frac{4}{9} \right) > 0.$$

$$\begin{vmatrix} k_{11} & 0 & 0 & k_{14} \\ 0 & k_{11} & k_{23} & 0 \\ 0 & k_{23} & k_{11} & 0 \\ k_{14} & 0 & 0 & k_{11} \end{vmatrix} = k_{11}^2(k_{11}^2 - k_{23}^2) - k_{14}^2(k_{11}^2 - k_{23}^2) = (k_{11}^2 - k_{23}^2)(k_{11}^2 - k_{14}^2) =$$

$$= \frac{1}{\omega^4} \left(\frac{\pi^2}{4} - \frac{4}{9} \right) \left(\frac{\pi^2}{4} - \frac{16}{9} \right) > 0.$$

$$\begin{vmatrix} k_{11} & 0 & 0 & k_{14} & 0 \\ 0 & k_{11} & k_{23} & 0 & k_{25} \\ 0 & k_{23} & k_{11} & 0 & 0 \\ k_{14} & 0 & 0 & k_{11} & 0 \\ 0 & k_{25} & 0 & 0 & k_{55} \end{vmatrix} = k_{55} \cdot \begin{vmatrix} k_{11} & 0 & 0 & k_{14} \\ 0 & k_{11} & k_{23} & 0 \\ 0 & k_{23} & k_{11} & 0 \\ k_{14} & 0 & 0 & k_{11} \end{vmatrix} - k_{25} \cdot \begin{vmatrix} k_{11} & 0 & 0 & k_{14} \\ 0 & k_{23} & k_{11} & 0 \\ k_{14} & 0 & 0 & k_{11} \\ 0 & k_{25} & 0 & 0 \end{vmatrix} =$$

$$= k_{55}(k_{11}^2 - k_{23}^2)(k_{11}^2 - k_{14}^2) - k_{11}k_{25}^2(k_{11}^2 - k_{14}^2) = (k_{11}^2 - k_{14}^2)(k_{55}(k_{11}^2 - k_{23}^2) - k_{11}k_{25}^2) =$$

$$= \frac{\pi}{\omega^5} \left(\frac{\pi^2}{4} - \frac{16}{9} \right) \left(\left(\frac{\pi^2}{4} - \frac{4}{9} \right) - 2 \right) > 0.$$

Достаточное условие минимума удовлетворяется, следовательно, найденные значения коэффициентов (a,b,c,d,e) задают функцию наилучшего приближения на фазе выпуска.

По аналогии проведём расчёт для второй фазы цикла при $\varphi = \omega t \in [\pi; 2\pi]$ – фаза впуска. Все формулы и преобразования (12 – 24), полученные для фазы выпуска, верны и на фазе впуска. Для фазы впуска имеем следующие отличающиеся значения коэффициентов системы (11):

$$k'_{14} = -\frac{4}{3\omega} = -k_{14};$$

$$k'_{23} = \frac{2}{3\omega} = -k_{23};$$

$$k'_{25} = -\frac{2}{\omega} = k_{25}.$$

Прочие коэффициенты системы на второй фазе совпадают с таковыми на первой фазе.

Выполненные проверки на фазе впуска приводят к результатам, аналогичным фазе выпуска. Следовательно, проведенная проверка показала, что найденная аппроксимирующая функция (10) с параметрами, определёнными по формулам (16 – 24) есть функция наилучшего приближения по методу МНК как на фазе выпуска, так и на фазе впуска.

Проверим также точность полученного решения при помощи вычисления числа обусловленности системы (11). Проверку обусловленности системы линейных уравнений целесообразно проводить для систем, включающих данные с погрешностями, например данные экспериментов ([9, 10]). В частности, на важность такой проверки в отношении исследования ММ на адекватность указывает А. А. Ахрем ([9]). В книге [10] приведена методика расчёта числа обусловленности, являющегося критерием точности численного решения. Согласно [10, с. 48]:

$$\text{cond}(A) = \frac{\mu_1}{\mu_n} \geq 1.$$

Далее, в [10, с. 47] указан способ нахождения чисел μ_1 и μ_n :

- μ_1^2 есть наибольшее собственное значение матрицы ATA ;
- μ_n^2 есть наименьшее собственное значение матрицы ATA ;
- A – матрица коэффициентов системы уравнений.

Следовательно,

$$\text{cond}(A) = \sqrt{\frac{\lambda_{\max}}{\lambda_{\min}}},$$

где $\lambda_{\max}$, $\lambda_{\min}$ – наибольшее и наименьшее собственные значения матрицы ATA .

При значениях числа обусловленности $\text{cond}(A) < (10 \dots 20)$ система считается хорошо обусловленной; при значениях $\text{cond}(A) > 100$ система считается плохо обусловленной.

Находим матрицу ATA , где A – матрица коэффициентов системы (11).

$$A = \begin{bmatrix} 1,570796 & 0 & 0 & 1,333333 & 0 \\ 0 & 1,570796 & -0,66667 & 0 & 2 \\ 0 & -0,66667 & 1,570796 & 0 & 0 \\ 1,333333 & 0 & 0 & 1,570796 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 0 & 3,141593 \end{bmatrix}.$$

$$A^T A = \begin{bmatrix} 4,245179 & 0 & 0 & 4,18879 & 0 \\ 0 & 6,911846 & -2,0944 & 0 & 9,424778 \\ 0 & -2,0944 & 2,911846 & 0 & -1,33333 \\ 4,18879 & 0 & 0 & 4,245179 & 0 \\ 0 & 9,424778 & -1,33333 & 0 & 13,8696 \end{bmatrix}.$$

Производим вычисление собственных чисел матрицы ATA в математическом пакете Maple.

Получаем:

$\lambda_1 \dots \lambda_5 = 8,433969; 0,056389; 2,960785968; 8,065429 \cdot 10^{-5}; 20,73242538.$

Находим наименьшее и наибольшее собственные числа:

$\lambda_{\min} = 8,065429 \cdot 10^{-5};$

$\lambda_{\max} = 20,73242538.$

Число обусловленности для системы (11):

$$\text{cond}(A) = \sqrt{\frac{\lambda_{\max}}{\lambda_{\min}}} = \sqrt{\frac{20,73242538}{8,065429 \cdot 10^{-5}}} = \sqrt{257048} = 507.$$

Полученное значение числа обусловленности $cond(A)=507>>1$. Расчёт на фазе впуска приводит к аналогичному результату. Следовательно, система (11) является плохо обусловленной, что означает невысокую точность её решения. Тем не менее, поскольку решение системы (11) существует и единственно, его можно использовать в дальнейшем анализе.

Таким образом, доказана корректность применения МНК для построения кинематической аналогии как для исходной математической модели ИР на целом периоде, так и для модифицированной на половине периода.

Заключение

1. Получены расчётные формулы реализации метода наименьших квадратов для исследования функции сигнала по методу кинематической аналогии.

2. Доказано, что найденная функция обладает свойством наилучшего приближения в системе тригонометрических функций.

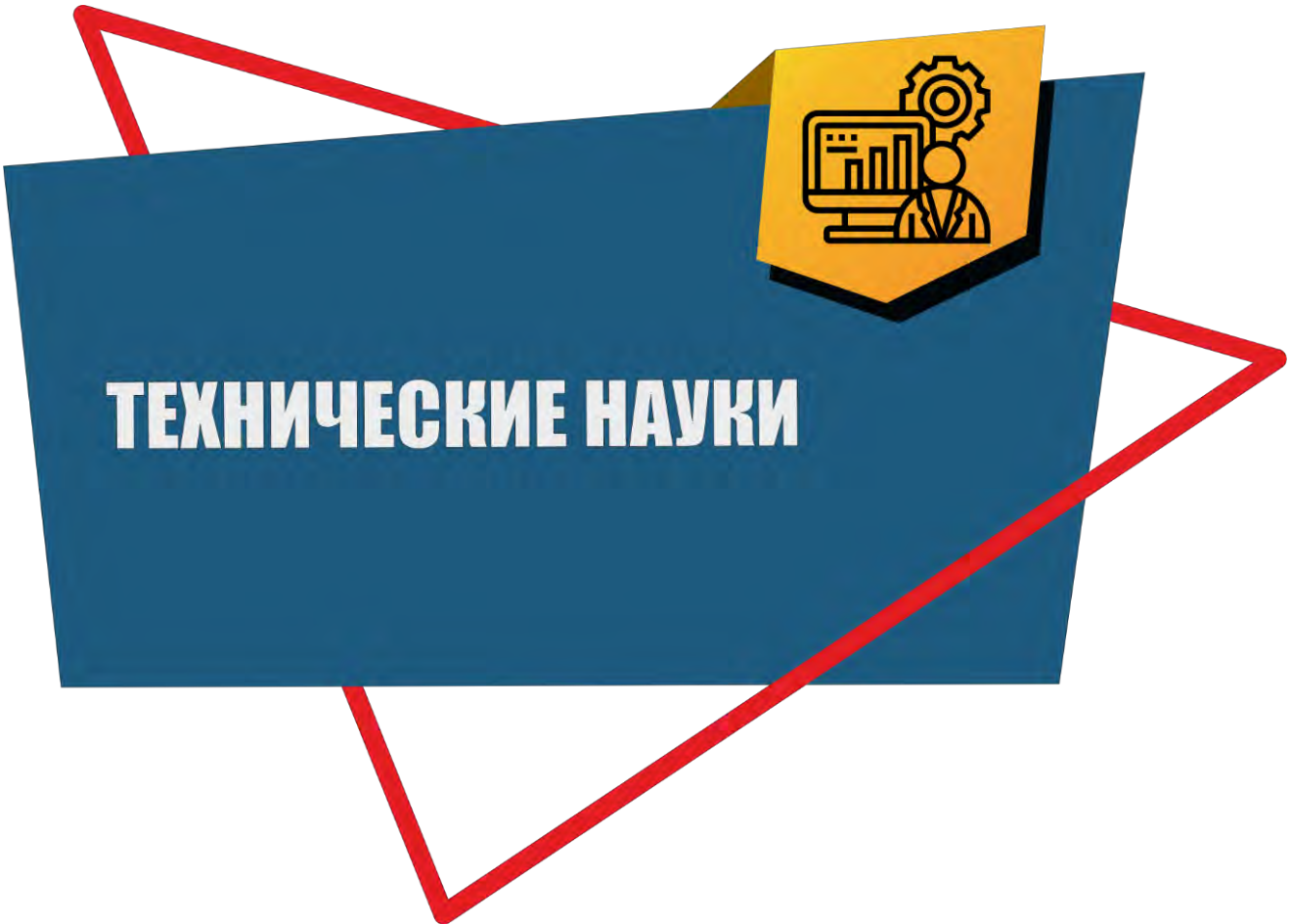
3. Аналогичный вывод расчётных формул и доказательство наилучшего приближения выполнены для модифицированной модели, включающей двухступенчатую функцию сигнала инерционного расходомера, при аппроксимации на полупериодах функции.

4. Показано, что для двухступенчатой функции сигнала при аппроксимации на полупериодах методу присуща низкая точность вследствие большого значения числа обусловленности системы уравнений.

Список использованной литературы:

1. Жилиев, О.В. О новом способе измерения массового расхода и плотности жидкости. Инерционный расходомер / О.В. Жилиев, В.Н. Ковальногов // В сборнике: Вузовская наука в современных условиях. Сборник материалов 54-й научно-технической конференции: в 3 ч. Ульяновск, 2020. С. 31 – 34.
2. Жилиев, О.В. Инерционный измеритель расхода и плотности жидкости: устройство и принцип действия / О.В. Жилиев // В сборнике: Международная научно-практическая конференция «EurasiaScience». Сборник статей LXII (62) международной научно-практической конференции (Москва, 30 июня 2024 г.). Москва: «Научно-издательский центр «Актуальность. РФ»», 2024. С. 74 – 77.
3. Жилиев, О.В. Алгоритм и численный метод преобразования сигнала инерционного расходомера по методу кинематической аналогии / О.В. Жилиев, В.Н. Ковальногов // Вестник НЦБЖД. - 2026. - № 2(68). - С. 114-120. - EDN RVJCHC.
4. Жилиев, О. В. Применение подхода, основанного на динамике частицы переменной массы, к совершенствованию математической модели инерционного расходомера / О.В. Жилиев, В.Н. Ковальногов // Автоматизация процессов управления. – 2023. – № 2(72). – С. 44-52. – DOI 10.35752/1991-2927_2023_2_72_44. – EDN OTKRBH.
5. Жилиев, О.В. Использование модели тела переменной массы при построении математической модели инерционного расходомера / О. В. Жилиев // В сборнике: Наука и инновации – современные концепции. Сборник научных статей по итогам работы Международного научного форума (г. Москва, 20 июня 2024 г.). Том 2. Москва: Изд-во Инфинити, 2024. С. 129 – 139.
6. Письменный, Д. Т. Конспект лекций по высшей математике: полный курс / Д. Т. Письменный. – 16-е изд. – М. : АЙРИС-пресс, 2019. – 608 с.: ил. – (Высшее образование).
7. Хемминг Р. В. Цифровые фильтры. Пер. с англ./ Под ред. А. М. Трахтмана. М.: Сов. радио, 1980. – 224 с., ил.
8. Кудрявцев Л.Д. Краткий курс математического анализа: Учеб. для вузов. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. – 736 с. – ISBN 5-02-013950-5.
9. Ахрем, А. А. Математические методы анализа адекватности моделей сложных технических объектов / А. А. Ахрем // Труды Института системного анализа Российской академии наук. – 2007. – Т. 29. – С. 245-264. – EDN KBYLNF.
10. Аоки М. Введение в методы оптимизации. Перев. с англ., Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», М., 1977, 344 стр.

© Жилиев О.В., 2026



ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 004.8:004.41

Averina P.M.2nd-year student of Saint Petersburg Mining University,
Saint Petersburg, Russia**USE OF LARGE LANGUAGE MODELS FOR SOFTWARE ENGINEERING AUTOMATION AND IMPROVING
DEVELOPMENT ENVIRONMENT EFFICIENCY****Annotation**

The article examines the role of large language models in software engineering automation and integrated development environments. It summarizes current data on artificial intelligence adoption in development workflows and identifies conditions under which large language models can support code generation, testing, debugging, documentation, and review. It is shown that their practical value depends on repository context management, verification gates, human review, and feedback from development metrics.

Keywords:

large language models, software engineering, integrated development environment,
code generation, testing automation, debugging, CI/CD.

Аверина П.М.студентка 2 курса, Санкт-Петербургский горный университет,
г. Санкт-Петербург, Россия**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОГРАММНОЙ
ИНЖЕНЕРИИ И ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СРЕДЫ РАЗРАБОТКИ****Аннотация**

В статье рассматривается роль больших языковых моделей в автоматизации программной инженерии и развитии интегрированных сред разработки. Обобщены современные данные о внедрении искусственного интеллекта в процессы разработки и определены условия, при которых большие языковые модели могут поддерживать генерацию кода, тестирование, отладку, документирование и ревью. Показано, что их практическая ценность зависит от управления репозиторным контекстом, механизмов верификации, экспертной проверки и обратной связи на основе метрик разработки.

Ключевые слова:

большие языковые модели, программная инженерия, интегрированная среда разработки, генерация кода, автоматизация тестирования, отладка, CI/CD.

Introduction

Large language models (LLMs) have become practical tools for software engineering automation, supporting code generation, testing, defect localization, documentation, refactoring, and code review. In 2025, artificial intelligence (AI) tools were widely used by developers, which shows that the main issue is no longer access to such tools, but their controlled integration into the software development life cycle (SDLC) [1, 2]. At the organizational level, the use of AI tools in software development should be considered within the broader digitalization of business processes, which can increase process speed and flexibility and strengthen competitiveness in international markets [3]. The relevance of the topic is determined by the gap between faster task execution and reliable engineering outcomes. Although developers increasingly use AI coding assistants, many still distrust the accuracy of their outputs [4]. Therefore, LLM-based automation requires validation,

traceability, and architectural control.

The purpose of this article is to define architectural models for applying LLMs in software engineering automation and to assess how they improve development efficiency while preserving code quality.

Functional scope of LLM automation in software engineering

LLM automation in software engineering should be understood as assisted conversion of engineering context into verified artifacts. Unlike conventional autocompletes, LLM-based tools process requirements, source code, logs, test results, and documentation, supporting code generation, error detection, refactoring, and implementation search [5]. The most mature applications concern repetitive tasks: boilerplate generation, code translation, documentation, test scenario preparation, and change summarization. In testing and debugging, LLMs can generate test cases, explain failed assertions, identify probable defect locations, and propose corrections, but these outputs require engineering verification [6].

Table 1 summarizes the main automation functions and the controls needed to prevent unverified generation from replacing validation.

Table 1

LLM automation functions in the SDLC and required control mechanisms

SDLC stage	Typical LLM function	Expected efficiency effect	Required control
Requirements and design	Summarization of tasks, generation of acceptance criteria, explanation of architectural alternatives	Faster decomposition of tasks and clearer specification of development intent	Architectural review, traceability to business requirements
Implementation	Code completion, fragment generation, refactoring proposals, migration between APIs	Reduction of manual writing for repetitive code and faster exploration of variants	Static analysis, style rules, dependency and license checks
Testing and debugging	Generation of unit tests, explanation of failing tests, defect localization, log interpretation	Shorter diagnostic cycle and broader test-case coverage	Reproducible test execution, coverage thresholds, human verification of fixes
Review and delivery	Pull request summaries, risk notes, documentation drafts, release notes	Lower review preparation time and more consistent change description	Mandatory code review, CI/CD gates, security scans, rollback criteria

The table shows that LLM efficiency depends on separating generation from acceptance. The model may prepare code or documentation, but these outputs should enter the codebase only after tests, scans, and review. Thus, LLM automation does not replace engineering practices; it increases the need for verification. The value of LLMs also differs across SDLC stages. The strongest effect is achieved in structured tasks with clear context and verifiable outputs, such as documentation, boilerplate, unit tests, and pull request summaries. Architecture-level and security-sensitive changes require human-in-the-loop control and explicit accountability.

Architecture of an LLM-enabled development environment

An LLM-enabled IDE should not be reduced to a chat window connected to a general-purpose model. In professional software engineering, the model requires structured context from the repository, issue tracker, documentation, telemetry, and verification results. Otherwise, generated code may be syntactically correct but inconsistent with architecture, security rules, dependencies, or domain logic. At the project level, this context may also include schedules, resource data, risk indicators, and performance metrics, which can be processed using AI and machine-learning methods to support project analysis and management decisions [7]. Therefore, the architecture should include context assembly, retrieval-augmented generation (RAG), policy control, orchestration, and verification gates. In B2B SaaS products, generative AI becomes effective when it is integrated into operational workflows and linked to measurable outcomes rather than used as an isolated assistant [8]. The same principle applies to development environments.

The proposed architectural model is shown in Figure 1.

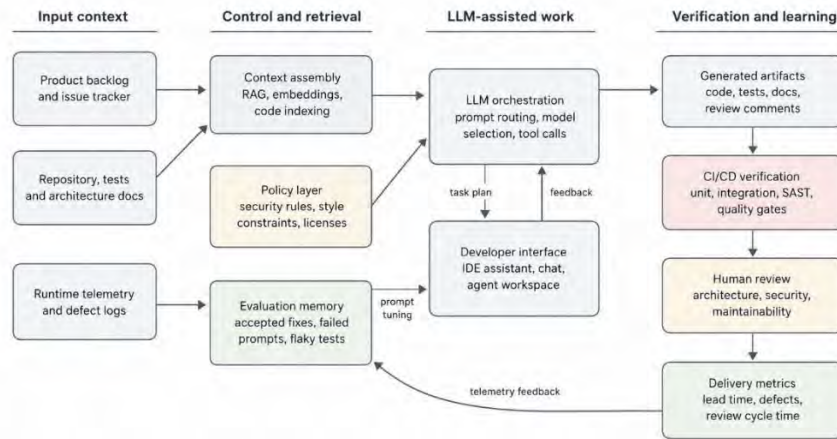


Figure 1 – Architecture of an LLM-enabled software engineering automation loop

The model in Figure 1 separates four groups of functions. Input context is collected from the product backlog, repository, tests, documentation, telemetry, and defect logs. The control and retrieval layer transforms this data into relevant model context, adds policies, and stores feedback about accepted and rejected outputs. This structure is required because LLMs operate probabilistically and cannot be treated as deterministic compilers or static analyzers. The LLM orchestration layer routes tasks to the appropriate model or tool, while the IDE and agent workspace provide an interface for planning, generation, and iteration. Generated artifacts are not delivered directly to production: they pass through continuous integration/continuous delivery (CI/CD) verification, static application security testing (SAST), code review, and metric-based feedback. This turns LLM adoption into a closed engineering loop in which every output is evaluated and the results are used to improve future prompts, retrieval context, and policies.

Productivity effects and governance constraints

Current data confirm large-scale adoption of LLMs, but not their automatic effect on engineering performance. GitHub reported that in 2025 more than 180 million developers used the platform, over 4.3 million AI-related repositories existed, and more than 1.1 million public repositories used an LLM software development kit [9]. These figures show that LLM-related development has become widespread, but adoption alone cannot be treated as verified productivity growth.

Table 2 summarizes selected current indicators that are relevant for evaluating the efficiency and risks of LLM use in software engineering.

Table 2

Selected empirical indicators of LLM use in software engineering

Indicator	Value	Source	Interpretation for development environments
AI adoption among software development professionals	90%	DORA 2025	LLMs are becoming a standard component of engineering work.
Heavy reliance on AI for software development tasks	65%	DORA 2025	Integration depth requires organizational policies and technical controls.
Regular use of AI tools for coding and development	85%	JetBrains 2025	AI proficiency becomes part of the developer skill profile.
Developers distrusting AI output accuracy	46%	Stack Overflow 2025	Trust deficit requires review, testing, and security gates.
Public repositories using an LLM SDK	>1.1 million	GitHub Octoverse 2025	LLM-related engineering is expanding from tools to application architecture.
Time change for experienced OSS developers using early-2025 AI tools	+19%	METR 2025	Productivity effects depend on task type, context, and review overhead.

Table 2 shows that LLM effectiveness should be assessed through combined metrics: productivity, code quality, review time, defect density, lead time, deployment failures, and rework. Although DORA data indicate productivity gains and improved code quality, results depend on platforms, workflows, and team maturity [1]. The benefits of LLMs remain conditional. An experimental study found that early-2025 AI tools increased task completion time by 19% for experienced developers in familiar repositories, showing that prompting, review, and correction may offset initial acceleration [10]. Therefore, governance should be built into the technical architecture through context limits, interaction logging, automated tests, vulnerability and license checks, and mandatory review of high-risk changes. Under these conditions, LLMs can reduce routine work while code quality remains controlled by engineering processes.

Conclusion

LLMs can improve software engineering efficiency when they are integrated with repository context, IDE workflows, CI/CD verification, human review, and metric-based feedback. Their main effect is not replacing developers, but accelerating routine and semi-structured tasks such as code drafting, test generation, debugging, documentation, and review preparation. The proposed model treats LLMs as an engineering subsystem with defined inputs, policies, verification gates, and feedback loops. This reduces the risk of unverified code generation and makes productivity measurable through delivery and quality indicators. Further research should compare LLM-enabled environments across project types, maturity levels, programming languages, and security requirements.

References:

1. DeBellis D., Storer K., Harvey N., Beane M., Edwards R., Fraser E. et al. DORA 2025 State of AI-assisted Software Development Report. Google Research, 2025. URL: <https://research.google/pubs/dora-2025-state-of-ai-assisted-software-development-report/> (accessed: 10.05.2026).
2. JetBrains. The State of Developer Ecosystem 2025: Coding in the Age of AI, New Productivity Metrics, and Changing Realities. 2025. URL: <https://blog.jetbrains.com/research/2025/10/state-of-developer-ecosystem-2025/> (accessed: 10.05.2026).
3. Pshychenko D. Digitalization of business processes as a strategic factor in enhancing competitiveness in international markets // International Journal of Latest Engineering and Management Research. 2025. Vol. 10(06). P. 15-21.
4. Stack Overflow. 2025 Developer Survey: Artificial Intelligence. 2025. URL: <https://survey.stackoverflow.co/2025/ai> (accessed: 10.05.2026).
5. Ishankhonov A.Y., Pshychenko D.V., Mozharovskii E.A., Aluev A.S. The Role of LLM in Next-Generation Integrated Development Environments // Software systems and computational methods. 2024. № 4. P. 140-150. DOI: 10.7256/2454-0714.2024.4.72022.
6. Mozharovskii E., Aluev A., Dudak A., Ishankhonov A. Application of large language models for software testing and debugging automation // Modern Science: actual problems of theory and practice Series "Natural and Technical Sciences". 2024. № 11-2. P. 103-108.
7. Miloserdov A. Launching and scaling generative ai functions in b2b saas products: the impact of decision automation on business operational efficiency // Cold Science. 2026. №26. P. 40-52.
8. Pshychenko D. Study of artificial intelligence models for big data analysis in project management // International Journal of Humanities and Natural Sciences. 2024. No. 8-3(95). P. 180-185. DOI: 10.24412/2500-1000-2024-8-3-180-185.
9. GitHub. Octoverse 2025: A new developer joins GitHub every second as AI leads TypeScript to #1. 2025. URL: <https://github.blog/news-insights/octoverse/octoverse-a-new-developer-joins-github-every-second-as-ai-leads-typescript-to-1/> (accessed: 10.05.2026).

10.Becker J., Rush N., Barnes B., Rein D. Measuring the Impact of Early-2025 AI on Experienced Open-Source Developer Productivity. METR, 2025. URL: <https://metr.org/blog/2025-07-10-early-2025-ai-experienced-os-dev-study/> (accessed: 10.05.2026).

© Аверина П.М., 2026

УДК 004.942

Болгов Л.Д.

Студент-аспирант РсНОУ

г. Москва, РФ

ГДЕ РОЖДАЕТСЯ ИСКУССТВЕННЫЙ РАЗУМ: ОБЗОР ВИРТУАЛЬНЫХ СРЕД ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ИИ-АГЕНТОВ

Аннотация

Статья посвящена анализу трехмерных виртуальных сред для развития систем воплощенного искусственного интеллекта (Embodied AI). Целью работы является исследование и классификация ведущих цифровых полигонов по критериям физической точности, фотореализма и производительности. Методом исследования послужил аналитический обзор актуальных технологических стеков (NVIDIA, Google DeepMind, Meta).

Итоговым результатом стала сравнительная матрица платформ, определяющая их применимость в робототехнике, навигации и автотранспорте.

Ключевые слова:

искусственный интеллект, воплощенный ИИ, Embodied AI, симуляторы робототехники, виртуальные среды, Isaac Sim, MuJoCo, CARLA.

WHERE ARTIFICIAL INTELLECT IS BORN: A REVIEW OF VIRTUAL ENVIRONMENTS FOR AI AGENTS TRAINING

Annotation

The article analyzes 3D virtual environments for the development of Embodied AI systems. The research aims to study and classify leading digital twin testbeds based on fidelity, photorealism, and performance. The methodology involves an analytical review of advanced technology stacks (NVIDIA, Google DeepMind, Meta). The final result is a platforms comparative matrix determining their applicability in robotics, navigation, and autonomous driving.

Keywords:

artificial intelligence, Embodied AI, robotics simulators, virtual environments, Isaac Sim, MuJoCo, CARLA.

Введение

Современный этап развития систем искусственного интеллекта (ИИ) характеризуется выраженным переходом от парадигмы анализа статичных массивов данных к концепции «воплощенного» или физического ИИ (*Embodied AI*). В рамках данного подхода интеллектуальный агент развивается не как пассивный наблюдатель, а как активный субъект, непрерывно взаимодействующий с динамической окружающей средой. Однако прямая интеграция необученных алгоритмов в физический мир сопряжена с критическими издержками: поломка дорогостоящего оборудования, потенциальная опасность для

человека и экстремально низкая скорость сбора эмпирического опыта делают натурные испытания неэффективными на ранних стадиях разработки.

Решением данной проблемы стало создание трехмерных виртуальных сред, специализированных симуляторов, выступающих в роли безопасных цифровых полигонов. Внутри таких систем время может быть ускорено в сотни раз, а параллельный запуск тысяч независимых агентов позволяет аккумулировать миллионы часов опыта за считанные календарные сутки. Таким образом, виртуальные среды становятся ключевым фактором антропоморфной и технологической эволюции систем.

Критерии оценки виртуальных сред

Для определения применимости симулятора к конкретным научно-исследовательским задачам используется комплекс базовых метрик, определяющих степень соответствия виртуального пространства реальному миру.

1. Физический движок (*Physics Fidelity*). Данный параметр определяет точность математического моделирования классической механики. Современные агенты требуют безупречного воспроизведения законов гравитации, сил трения скольжения и качения, динамики аэродинамических потоков, а также сложного взаимодействия сочлененных твердых тел, мягких тканей и жидкостей. Ошибки округления в расчетах столкновений на стыках объектов могут приводить к ложным траекториям обучения.

2. Фотореализм (*Visual Fidelity*). Развитие систем компьютерного зрения (*Computer Vision*) диктует жесткие требования к визуальной составляющей. Агент должен обучаться на изображениях, содержащих физически корректное распределение световых потоков, динамические тени, текстуры с высоким разрешением, эффекты преломления, тумана и отражения. Использование передовых графических технологий (например, на базе *Unreal Engine 5* или *Unity*) минимизирует визуальный разрыв между виртуальной камерой и реальным оптическим сенсором.

Вычислительная производительность и масштабируемость. Эффективность обучения напрямую зависит от частоты обновления кадров симуляции (*FPS*) и возможности параллельного масштабирования процессов. Лидирующие платформы обеспечивают аппаратное ускорение на уровне графических процессоров (*GPU*) и поддерживают распределенный рендеринг, что исключает задержки передачи данных по шине *PCIe* между *CPU* и *GPU*.

Результаты: Классификация и обзор ключевых платформ

На основе предложенных критериев проведено исследование основных современных симуляторов. Анализ эволюции технологических платформ позволил сгруппировать их по целевому назначению (см. табл. 1).

Таблица 1

Сравнительный анализ ведущих виртуальных сред для обучения ИИ

Платформа	Основное назначение	Физический движок	Ключевые технологические особенности
NVIDIA Isaac Sim	Промышленная робототехника, манипуляции	PhysX / OmniPhysics / Newton	Поддержка OpenUSD, генеративные модели мира (Cosmos), экосистема Isaac Lab/GR00T, SiL/HiL тестирование.
MuJoCo	Биомеханика, локомоция роботов	MuJoCo (контактная аналитическая модель)	Оптимизация через контакты, высокая скорость расчета многозвенных сочленений, стабильность биомеханических моделей.
CARLA	Автономное вождение (беспилотный транспорт)	Unreal Engine 4 / 5.5	Архитектура «сервер-мультиклиент», гибкий API сенсоров (LIDAR/RADAR), встроенный менеджер трафика, поддержка OpenDRIVE.
Habitat	Интерьерная навигация и роботы-помощники	Bullet / Собственный высокоскоростной движок	Экстремальная скорость рендеринга 3D-сцен на GPU, мгновенная генерация сотен жилых локаций.

Симуляторы робототехники и манипуляций. В области моделирования манипуляционных задач

и антропоморфных роботов ведущие позиции занимают платформы *NVIDIA Isaac Sim* и физический движок *MuJoCo*.

NVIDIA Isaac Sim, функционирующий на базе экосистемы *Omniverse* и открытого формата *OpenUSD*, представляет собой расширяемый фреймворк для симуляции, тестирования и генерации синтетических данных. Платформа предлагает беспрецедентный уровень фотореализма и физической точности, ориентированный на промышленные сценарии (автоматизация складов, концепция «цифровых двойников» предприятий). Современная экосистема *Isaac Sim* интегрирована с генеративными моделями мира *NVIDIA Cosmos* и специализированными фреймворками обучения роботов *Isaac Lab* и *Isaac GR00T* (генерация движений гуманоидных роботов). Кроме того, среда поддерживает сквозное тестирование систем методами *Software-in-the-Loop (SiL)* и *Hardware-in-the-Loop (HiL)*. Важным технологическим сдвигом стало появление открытого кросс-платформенного физического движка *Newton* (совместная разработка *Google DeepMind* и *Disney Research*), оптимизированного для аппаратного ускорения на GPU и совместимого как с *Isaac Lab*, так и со специализированными средами (*MuJoCo Playground*).

В свою очередь, *MuJoCo (Multi-Joint dynamics with Contact)*, развиваемый под эгидой *Google DeepMind*, представляет собой бесплатный движок с открытым исходным кодом, спроектированный специально для задач оптимизации через контакты (моделирования многосвязных сочлененных систем, биомеханики и ходьбы). В отличие от классических игровых симуляторов, *MuJoCo* позволяет масштабировать такие вычислительно емкие методы, как оптимальное управление, физически согласованное оценивание состояний и автоматизированное проектирование механизмов в условиях богатого контактного взаимодействия.

Автономный транспорт и навигация. Для задач автономного вождения критически важен масштаб и непредсказуемость внешней среды. Симулятор *CARLA* представляет собой открытую платформу городского трафика, разработанную с нуля для поддержки проектирования, обучения и валидации беспилотных систем. Платформа базируется на архитектуре «сервер – мультиклиент» и графических возможностях движков *Unreal Engine 4* и *5* (включая интеграцию с *Unreal Engine 5.5*). *CARLA* предоставляет гибкий *API* для настройки любых сенсорных систем (*LIDAR*, радары, *GPS*, семантическая сегментация), генерации дорожных карт стандарта *ASAM OpenDRIVE* (через *RoadRunner*) и управления поведением пешеходов и транспортного потока (*Traffic Manager*). Для алгоритмов планирования предусмотрен быстрый режим симуляции с отключенным рендерингом графики.

Для решения задач интерьерной навигации бытовых роботов применяется *Habitat* от компании *Meta*, демонстрирующий рекордную скорость рендеринга (до нескольких тысяч кадров в секунду на одном GPU), что позволяет агенту мгновенно изучать геометрию сотен различных жилых помещений.

Игровые миры для долгосрочного планирования. Игры с открытым миром предоставляют уникальный базис для развития абстрактного мышления. Проект *Minecraft* (в рамках фреймворка *MineRL*) используется для обучения долгосрочному планированию в условиях дефицита ресурсов (добыча сырья, последовательный крафт предметов). Среда *StarCraft II (SC2LE)* служит полигоном для исследования мультиагентного взаимодействия и тактического планирования в условиях частичной видимости карты (так называемый «туман войны»).

Заключение

Рассмотренные виртуальные среды представляют собой фундаментальную основу для безопасного и масштабируемого развития систем искусственного интеллекта. Они выполняют роль эволюционных инкубаторов, подготавливающих «цифровой мозг» к восприятию сложной реальности.

Развитие современных платформ идет по пути интеграции генеративных моделей мира (таких как *NVIDIA Cosmos*) и открытых стандартов (*OpenUSD*, *OpenDRIVE*), что стирает границы между специализированными симуляторами. Однако успешное освоение агентом виртуальных навыков формирует следующий фундаментальный вызов: преодоление разрыва между симуляцией и

реальностью (проблема *Sim-to-Real*), а также разработку математических подходов, позволяющих агенту эффективно переносить накопленный опыт физическому оборудованию, что станет предметом рассмотрения во второй статье данного цикла.

Список использованной литературы:

1. Dosovitskiy A., Ros G., Codevilla F., Lopez A., Koltun V. CARLA: An Open Urban Driving Simulator // Proceedings of the 1st Annual Conference on Robot Learning. — 2017. — P. 1–16.
2. Makarov I. V. Deep Reinforcement Learning in Virtual Environments // Journal of Artificial Intelligence Research. — 2024. — Vol. 42. — P. 115–128.
3. NVIDIA Omniverse Isaac Sim: Architectural Overview and Applications // Smart Robotics Conference. — 2025. — P. 45–52.
4. CARLA Simulator: Open-source simulator for autonomous driving research. — URL: <https://carla.org/> (дата обращения: 12.07.2026).
5. Habitat: A Platform for Embodied AI Research // Meta AI Research. — URL: <https://ai.meta.com/research/publications/habitat-a-platform-for-embodied-ai-research/> (дата обращения: 12.07.2026).
6. MuJoCo Advanced Physics Simulation: Official Website. — URL: <https://mujoco.org/> (дата обращения: 12.07.2026).
7. NVIDIA Isaac Sim: Omniverse Robotics Simulation Platform. — URL: <https://developer.nvidia.com/isaac/sim> (дата обращения: 12.07.2026)

© Болгов Л.Д., 2026

УДК 62

Дахно В.А.

Студент 2 курса СамГТУ,
г. Самара, РФ

Поморцев А.В.

Студент 2 курса СамГТУ,
г. Самара, РФ

Мигунова Л.Г.

канд. техн. наук, доцент СамГТУ
г. Самара, РФ.

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ ПОДСТАНЦИЙ**

Аннотация

Работа посвящена актуальным направлениям развития автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП), применяемых на высоковольтных подстанциях. Рассмотрены особенности построения распределённой иерархической структуры, требования к программно-техническим средствам и роль систем мониторинга и диагностики (СМид) в обеспечении надёжной и экономичной эксплуатации сетевого оборудования. Отдельно раскрыты вопросы включения СМид в состав АСУ ТП, оценки фактического состояния оборудования и нормативного сопровождения таких решений.

Ключевые слова:

автоматизированное управление, подстанция, мониторинг, диагностика, надёжность, цифровая энергетика.

Введение

Подстанции и распределительные устройства образуют основу системы преобразования и передачи электроэнергии, поэтому устойчивость их работы непосредственно влияет на качество электроснабжения потребителей. Увеличение нагрузок и развитие цифровой энергетики делают традиционные подходы к эксплуатации недостаточными и стимулируют внедрение АСУ ТП [1]. Такие системы предназначены для достижения измеримых технических и экономических результатов: повышения эффективности работы персонала, сокращения ручных операций, повышения безопасности и выбора рациональных режимов функционирования оборудования [2]. Для реализации этих задач требуется своевременная и достоверная информация о состоянии объекта. По этой причине АСУ ТП дополняют средствами мониторинга и диагностики, что создаёт условия для перехода от планово-предупредительного ремонта к обслуживанию по фактическому состоянию [3].

Основная часть**Архитектура и классификация АСУ ТП подстанций**

АСУ ТП представляет собой комплекс средств, который автоматически собирает и обрабатывает данные, необходимые для выбора и реализации управляющих воздействий по принятому критерию эффективности [2]. По степени участия автоматики различают информационные, локально-автоматические, советующие и полностью автоматические системы. Последние способны выполнять весь цикл управления технологическим процессом в соответствии с заданными условиями оптимальности [2].

Как правило, АСУ ТП подстанции выполняется в виде распределённой системы с иерархической организацией и тремя основными уровнями [1]. На нижнем уровне работают датчики, микропроцессорные контроллеры и устройства релейной защиты; они получают аналоговые и дискретные сигналы и формируют команды. Средний уровень включает вычислительную сеть и центральные устройства обработки, обеспечивающие согласование работы компонентов, обмен данными и передачу команд. Верхний уровень составляют резервируемые серверы и автоматизированные рабочие места. Здесь выполняются отображение информации, архивирование, подготовка отчётности, анализ осциллограмм и взаимодействие с диспетчерскими системами более высокого уровня [1].

В состав комплексной АСУ ТП подстанции входят информационная подсистема, подсистемы оперативного и автоматического управления, передачи и приёма информации, релейной защиты, диагностики основного электрооборудования, а также автоматизации и контроля собственных нужд [1]. Ключевым требованием к программно-техническим комплексам является высокая функциональная надёжность: вероятность безотказной работы должна составлять не менее 0,99 для функций оперативного управления и не ниже 0,9997 для функций релейной защиты [1]. Аппаратура должна эксплуатироваться круглосуточно в расширенном диапазоне температур без применения систем кондиционирования, обладать встроенной системой самодиагностики и обеспечивать восстановление работоспособности заменой повреждённых функциональных модулей за время не более двух часов [1]. Информационное и программное обеспечение строится на принципах открытости, масштабируемости и защиты от несанкционированного доступа, что позволяет интегрировать АСУ ТП в корпоративные информационные системы энергетических компаний и обеспечивать единое время компонентов программно-технического комплекса [1, 5].

Комплекс АСУ ТП обычно объединяет подсистемы информационного обеспечения, оперативного и автоматического управления, телемеханического обмена, релейной защиты, диагностики основного

оборудования, а также контроля собственных нужд [1]. Для программно-технических комплексов принципиальна функциональная надёжность. Вероятность безотказной работы должна быть не менее 0,99 для оперативного управления и не ниже 0,9997 для функций релейной защиты [1].

Оборудование должно быть рассчитано на непрерывную работу в расширенном температурном диапазоне без обязательного применения кондиционирования. Существенными требованиями также являются встроенная самодиагностика и возможность восстановить работоспособность заменой неисправного модуля не более чем за два часа [1]. Информационное и программное обеспечение целесообразно строить на принципах открытости, масштабируемости и защиты от несанкционированного доступа. Это облегчает интеграцию АСУ ТП с корпоративными системами энергетических организаций и поддержание единого времени во всех компонентах комплекса [1, 5].

Интеграция, экономическая эффективность и практические решения

Надёжная эксплуатация высоковольтного оборудования невозможна без постоянной оценки его реального технического состояния. СМид позволяют своевременно обнаруживать развивающиеся неисправности, отслеживать динамику контролируемых величин и рассчитывать интегральные показатели, включая коэффициент текущего технического состояния (КТТС) [3].

По построению СМид также имеют несколько уровней: первичные преобразователи, средства подготовки и оцифровки сигналов, модули пороговой и экспертной диагностики, а также средства представления результатов на местном и верхнем уровнях АСУ ТП [3]. Преимущество современных решений состоит в сочетании ограниченного, но достаточного набора датчиков с экспертными алгоритмами и математическими моделями. Такой подход уменьшает стоимость внедрения при сохранении требуемой достоверности диагностики [3].

Результаты мониторинга должны использоваться не только на подстанции. Их передача в системы управления ремонтами и активами позволяет обосновывать сервисные мероприятия и оценивать остаточный ресурс оборудования [3]. При подготовке ремонтов важна адаптивная функция прогноза: она учитывает изменение состояния оборудования в период между диагностикой и ремонтом, помогая сформировать более обоснованный график обслуживания [3].

Решение о внедрении СМид принимается на основе технико-экономической оценки, в которой учитываются снижение аварийности, предотвращение тяжёлых повреждений, уменьшение ремонтных расходов и рост полезного отпуска электроэнергии [5]. По имеющимся расчётам, мониторинг силовых трансформаторов и высоковольтных выключателей может окупаться за 3–5 лет, если стоимость системы составляет не более 4–6 % цены основного оборудования [5].

В практике используются комплексы, объединяющие контроль трансформаторов, выключателей, комплектных распределительных устройств и кабельных линий в общей информационной среде. Примером являются терминалы серии UR и контроллеры D200, поддерживающие трёхуровневую организацию, резервируемые оптоволоконные каналы, гибкую логику защиты и функции цифровой аварийной регистрации [4]. Для трансформаторов применяют средства анализа растворённых газов, измерения влажности масла и расчёта старения изоляции в соответствии с международными требованиями [4].

Применение таких решений уменьшает зависимость от человеческого фактора, помогает быстро выявлять проблемные участки технологической цепочки и планировать техническое обслуживание на рациональной основе [3]. Единый мониторинг всей подстанции также позволяет сократить затраты на первичные датчики примерно на 20–30 % благодаря их совместному использованию несколькими диагностическими подсистемами [3].

Выводы

АСУ ТП современных подстанций являются многоуровневыми программно-техническими комплексами, в которых объединены управление, защита, получение данных и диагностика. Включение

СМид в их структуру обеспечивает переход к обслуживанию оборудования по фактическому состоянию, повышает надёжность электроснабжения и снижает эксплуатационные расходы. Дальнейшее развитие связано с унификацией требований к мониторингу различных видов электрооборудования, совершенствованием экспертного прогнозирования, а также повышением информационной безопасности и помехоустойчивости каналов связи. Реализация этих направлений позволит создавать масштабируемые и экономически оправданные системы автоматизации для цифровой энергетики и управления активами электросетевых компаний.

Список использованной литературы:

1. Основные положения по созданию автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) подстанций напряжением 35-1150 кВ: РД 34.35.120-90. – М.: СПО ОРГРЭС, 1991. – 20 с.
2. Автоматизированные системы управления технологическими процессами: задачи, функции, классификация и виды обеспечения. Учебно-методические материалы.
3. Русов В.А. Применение систем мониторинга для контроля технического состояния электросетевого оборудования подстанции.
4. Обзор существующих систем АСУ ТП: решения GE Energy (терминалы серии UR, контроллеры D200). – [Электронный ресурс].
5. Дарьян Л., Образцов Р., Ильина Е., Сипачев К. Автоматизированная система мониторинга и диагностики оборудования подстанции. Часть 1. Общие технические требования // Сети России. – 2015. – № 1 (28). – С. 82–88.

© Дахно В.А., Поморцев А.В., Мигунова Л.Г., 2026

УДК 621.3.049.77

Каштанов Ф.В.

математик 1-й категории

АО «НПО Лавочкина», г. Химки, РФ

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КРЕМНИЕВОГО МАЯТНИКА КОМПЕНСАЦИОННОГО АКСЕЛЕРОМЕТРА

Аннотация

В статье рассмотрена технология изготовления кремниевого маятника компенсационного акселерометра методами фотолитографии и анизотропного травления. Показаны ключевые этапы: подготовка пластин, термоокисление, нанесение фоторезиста, травление и контроль качества. Применение КОН-травления с угловой компенсацией обеспечивает вертикальный профиль стенок маятника.

Ключевые слова:

кремниевый маятник, акселерометр, фотолитография, анизотропное травление.

Kashtanov F.V.

Mathematician, 1st category,

JSC «Lavochkin Association», Khimki, Russia

MANUFACTURING TECHNOLOGY OF A SILICON PENDULUM FOR A COMPENSATION ACCELEROMETER

Abstract

The article describes the manufacturing technology of a silicon pendulum for a compensation accelerometer using photolithography and anisotropic etching. Key stages are shown: wafer preparation, thermal oxidation, photoresist coating, etching, and quality control. KOH etching with corner compensation ensures a vertical wall profile of the pendulum.

Keywords:

silicon pendulum, accelerometer, photolithography, anisotropic etching.

Выбор кремния в качестве конструкционного материала маятника компенсационных акселерометров позволяет применять групповые методы обработки, известные из микроэлектроники: окисление, фотолитографию и травление.

Технологический процесс включает основные этапы (рис. 1): подготовку кремниевых пластин, термоокисление, нанесение фоторезиста, экспонирование, травление оксида и кремния, контроль качества.



Рисунок 1 – Этапы изготовления кремниевой пластины

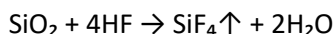
Исходные пластины подвергаются высоким требованиям по геометрической точности, однако возможны дефекты — неплоскопараллельность, выпуклость, вогнутость, прогиб. Поэтому на начальном этапе проводится химико-технологическая доводка с применением анизотропного выравнивания и светотеневых масок, обеспечивающих различную скорость травления [1].

Формирование оксидной пленки SiO_2 проводится методом термоокисления в установке с кварцевой трубкой при подаче потока чистого сухого кислорода. Вертикальный колпак минимизирует загрязнение пластин пылью.

Перед нанесением фоторезиста поверхность очищается от жировых пленок парами органического растворителя; качество контролируется по смачиваемости водой при угле наклона $65\text{--}70^\circ$ в течение 1,5–2 мин. Позитивный фоторезист наносится распылением аэрозоли с последующей ИК-сушкой при $100\text{--}120^\circ\text{C}$ [2].

На этапе совмещения фотошаблон точно ориентируется относительно фотослоя по реперным знакам, после чего проводится экспонирование и проявление в разбавленных растворах KOH или NaOH.

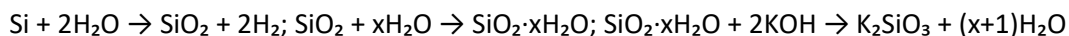
Травление оксида кремния (вскрытие окон) выполняется 48%-ным раствором HF при 20°C по реакции:



Для предотвращения растравливания оксида под фотослоем применяется буферный травитель с

добавкой NH_4F .

Формирование структуры маятника выполняется анизотропным травлением в 33%-ном растворе КОН при 105 °С, протекающим в три стадии [3]:



Материал маятника — кремниевая пластина n-типа с ориентацией (100), легированная фосфором (КЭФ-4,5). Различие скоростей травления по направлениям (100), (110) и (111) приводит к образованию V-образной канавки со стенками в плоскости (111). Для получения маятника с вертикальными стенками стороны маски ориентируют под углом 45° к направлению (110); на внешних углах топологии применяются маскирующие квадраты-компенсаторы, устраняющие подрезку в плоскости (211) (рис. 2).

После травления маска удаляется ацетоном или изопропиловым спиртом. Контроль толщины маятника проводится оптическим методом по изменению цвета проходящего света — от темно-красного (≈ 22 мкм) до оранжево-красного (≤ 10 мкм) — с погрешностью не более 2,5 мкм (рис. 3).

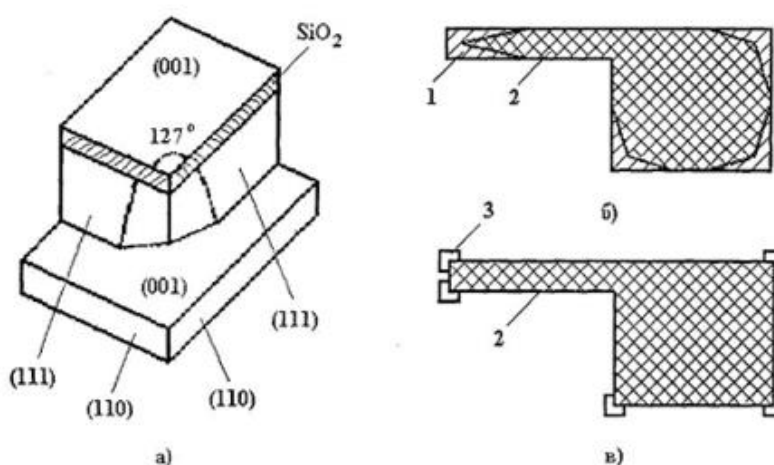


Рисунок 2 – Угловая компенсация топологической маски при анизотропном травлении: а), б) – угловое растравливание, в) – угловая компенсация; 1 – форма маскированного элемента фотошаблона, 2 – вытравленный рельеф, 3 – компенсационные квадраты.

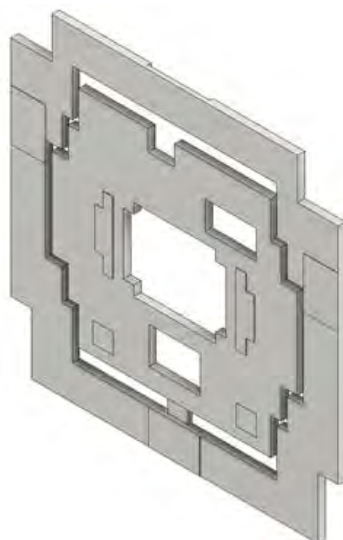


Рисунок 3 – Результат травления кремниевого маятника.

Таким образом, применение термоокисления, фотолитографии и анизотропного КОН-травления с угловой компенсацией позволяет получить кремниевый маятник компенсационного акселерометра с заданной геометрией и вертикальным профилем стенок.

Список использованной литературы:

1. Карасева Т.В. Влияние технологических факторов на конструктивно-механические параметры чувствительных элементов интегральных акселерометров и датчиков давления: диссертация ... кандидата технических наук: 05.11.14, 05.27.06. - Арзамас, 2002. - 134 с.
2. О.С. Нарайкин, В.В. Холевин, И.И. Данилов, В.А. Шалаев. Технология микросистемной техники. Часть 1. Методы микрообработки: учебное пособие. – Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. – 40 с.: ил.
3. Е.В. Ветрова, И.П. Смирнов, Д.В. Козлов, В.М. Запетляев. Особенности создания чувствительных элементов кремниевых и кварцевых маятниковых акселерометров. // Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы. – 2017, том 4, выпуск 2, с. 95-102.
4. Гироскопические системы: Элементы гироскопических приборов: Учеб. для вузов по спец. «Гироскопы, приборы и устройства»/Никитин Е.А., Шестов С.А., Матвеев В. А; Под ред. Д.С. Пельпора. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Высшая школа, 1988. — 432 с.: ил.

© Каштанов Ф.В., 2026

УДК 004.777

Связян А. А.

Студент, лаборант-исследователь
СтГАУ, НЦМУ «Агроинженерия будущего»
г. Ставрополь, РФ

**СХЕМООРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ
ТИПОБЕЗОПАСНЫХ АРХИТЕКТУР ФРОНТЕНД-ПРИЛОЖЕНИЙ**

Аннотация

Рассматривается архитектурный подход к построению типобезопасных фронтенд-приложений, основанный на принципе единственного источника истины. Подход реализован в инструментарии ModelStack — монорепозитории из шести пакетов: ядро, HTTP-клиент, адаптер серверного состояния, адаптер форм, адаптер клиентского состояния и компоненты интерфейса. Ключевой идеей является использование Zod-схем как единого контракта для автоматической генерации CRUD-репозиториев, хуков серверного состояния, привязок к формам и хранилищ клиентского состояния. Рассматривается трёхуровневая архитектура: уровень представления (компоненты с `usecreateForm`, `useupdateform`), уровень хуков и HTTP (`React Query`, `Axios`), уровень моделей (Zod-схемы). Показано сокращение повторяющегося кода на 60–70 % при обеспечении статической типизированности всех уровней.

Ключевые слова:

схемоопределяющий подход, типобезопасность, монорепозиторий,
CRUD-генерация, `React`, `Zod`, архитектура

Современные фронтенд-приложения характеризуются высокой сложностью, обусловленной необходимостью обработки серверного состояния, управления формами, валидации данных и обеспечения типобезопасности на всех уровнях стека. По данным *State of JS 2024*, более 78 % разработчиков используют `TypeScript`, что свидетельствует о растущем требовании к статической типизации [1].

Центральной проблемой при разработке CRUD-интерфейсов является значительный объём повторяющегося кода: определение модели данных, реализация HTTP-запросов, настройка кэширования, привязка к формам и построение компонентов. Традиционно каждый слой реализуется независимо, что приводит к дублированию типов и рассинхронизации контрактов [2]. tRPC и oRPC решают задачу вызова удалённых процедур, но не предоставляют средств автоматической генерации CRUD-артефактов [3].

Целью работы является описание архитектурного подхода ModelStack, позволяющего определить сущность один раз через Zod-схему и автоматически получить все артефакты для полного CRUD-интерфейса.

ModelStack реализован как монорепозиторий рnpm с шестью пакетами. Каждый пакет — адаптерная единица со строгой направленностью зависимостей: core (без внешних зависимостей, peer: zod) → http (core + axios) → react-query / react-form / effector (core + соответствующие библиотеки) → react-ui (peer: react).

На рис. 1 представлена общая архитектура системы.



Рисунок 1 – Архитектура ModelStack: трёхуровневая модель

Ключевым решением является использование factory-функций вместо синглтонов. createCrudRepository(), createCrudQueries(), createEntityForm() и createEntityListStore() принимают определение сущности и экземпляр HTTP-клиента, обеспечивая инверсию зависимостей и тестируемость.

Основой подхода является функция defineEntity(), принимающая ключ, эндпоинт и набор Zod-схем (id, read, write, query). Использование const-параметров TypeScript сохраняет буквенные строковые типы ключей и эндпоинтов. Функция автоматически генерирует стабильные кортежи ключей запросов (entity.keys.list()) и фабрики URL-путей (entity.paths.detail(id)).

Brand-типы реализуют номинальную типизацию идентификаторов на уровне схем, исключая случайное использование идентификатора другой сущности. Функция createQueryKeys() генерирует фабрику ключей для кэширования: ['category', 'list', { page: 1 }], что позволяет React Query автоматически инвалидировать кэш при мутациях [5].

HTTP-слой реализован через абстракцию HttpClient (get, post, patch, put, delete). AxiosHttpClient оборачивает Axios, извлекая данные из AxiosResponse и трансформируя AxiosError в EntityError. Generic-класс CrudRepository параметризуется типами TRead, TWrite, TQuery, TId и предоставляет findAll(), findById(), create(), update(), delete() с поддержкой AbortSignal [9].

createCrudRepository() принимает определение сущности и HttpClient, автоматически выводя generic-параметры из типа сущности. Это исключает необходимость ручного указания типов и обеспечивает соответствие между описанием и реализацией.

createCrudQueries() генерирует хуки useList, useDetail, useInfiniteList, useCreate, useUpdate, useDelete.

useList использует keepPreviousData для плавного обновления при смене пагинации. useUpdate реализует оптимистические обновления: кэш сохраняется, данные обновляются локально, при ошибке выполняется откат. Три стратегии пагинации: drfPagination (Django REST Framework), offsetPagination и cursorPagination [5].

На рис. 2 приведён пример использования useCreateForm.

```
export const CategoryCreateField = ({ api, onCreated }: CategoryCreateFieldProps) => {
  const mutation = api.useCreateCategory()
  const form = categoryForm.useCreateForm({
    mutation,
    onSuccess: () => onCreated?.(),
  })

  return (
    <form onSubmit={form.submit}>
      <input placeholder="New category..." {...form.register('title')} />
      {form.formState.errors.title?.message && (
        <span>{form.formState.errors.title.message}</span>
      )}
      <button type="submit" disabled={form.isSubmitting}>
        Add
      </button>
    </form>
  )
}
```

Рисунок 2 – Компонент CategoryCreateField с useCreateForm

createEntityForm() генерирует useCreateForm и useUpdateForm. Хуки интерпретируют React Hook Form с Zod через zodResolver. useCreateForm принимает mutation и колбэки onSuccess/onError, объединяя formState.isSubmitting и mutation.isPending в isSubmitting [6][7].

createEntityListStore() создаёт реактивное хранилище для клиентского состояния: фильтров, выбранных строк, флагов загрузки. createQueryBridge() синхронизирует React Query с Effector через useEffect. Механизм sample маршрутизирует производные события (changeQueryFromInput → setQuery), обеспечивая детерминированную обработку ввода [10].

Таблица 1

Сравнение объёма кода

Компонент	Ручная реализация	ModelStack
Определение модели	3 файла / ~80 строк	1 файл / ~15 строк
HTTP-запросы	1 файл / ~60 строк	Автоматизировано
React Query хуки	1 файл / ~120 строк	Автоматизировано
Формы	1 файл / ~90 строк	1 файл / ~25 строк
Итого	~350 строк	~40 строк + автоматизировано

Архитектура обеспечивает полную типобезопасность: TypeScript выводит типы из Zod-схем, фабрики ключей возвращают типизированные кортежи, фабрика URL-путей генерирует строковые типы. Исключение дублирования типов предотвращает рассинхронизацию при рефакторинге [12]. Тестируемость обеспечивается за счёт абстракции HttpClient: при тестировании Axios заменяется мок-реализацией [13].

Представлен схемоориентированный подход к построению типобезопасных фронтенд-архитектур. Zod-схемы определяют контракт данных, а все артефакты генерируются из единого описания сущности. Трёхуровневая архитектура обеспечивает разделение ответственности и строгую направленность зависимостей. Результаты показали сокращение CRUD-кода на 60–70 % при сохранении типо

безопасности. Перспективы — расширение серверными адаптерами и генерацией OpenAPI-спецификаций.

Список использованной литературы:

1. State of JavaScript 2024: Survey Results. — URL: <https://stateofjs.com> (дата обращения: 20.07.2026).
2. Gamma E., Helm R., Johnson R., Vlissides J. Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software. — Addison-Wesley, 1994. — 395 p.
3. tRPC Documentation. — URL: <https://trpc.io/docs> (дата обращения: 20.07.2026).
4. Next.js Documentation. — URL: <https://nextjs.org/docs> (дата обращения: 20.07.2026).
5. TanStack Query Documentation. — URL: <https://tanstack.com/query> (дата обращения: 20.07.2026).
6. React Hook Form Documentation. — URL: <https://react-hook-form.com> (дата обращения: 20.07.2026).
7. Zod: TypeScript-first schema validation. — URL: <https://zod.dev> (дата обращения: 20.07.2026).
8. Vernon I. Implementing Domain-Driven Design. — Addison-Wesley, 2013. — 646 p.
9. Axios: Promise based HTTP client. — URL: <https://axios-http.com> (дата обращения: 20.07.2026).
10. Effector: Business logic with ease. — URL: <https://effector.dev> (дата обращения: 20.07.2026).
11. Crockford D. JavaScript: The Good Parts. — O'Reilly Media, 2008. — 176 p.
12. Abadi A., Lissandri A. Advanced TypeScript Patterns // Frontend Masters. — 2023.
13. Kent C. Testing JavaScript Applications. — Manning Publications, 2021. — 448 p.

© Связян А.А., 2026

УДК 004.738.5:004.42

Синьков Е.Д.

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»,
г. Нижний Новгород

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАРСИНГА ДИНАМИЧЕСКИХ ВЕБ-РЕСУРСОВ:
SELENIUM VS PLAYWRIGHT VS API-ЭМУЛЯЦИЯ**

Аннотация

В статье проводится системный анализ современных методов извлечения данных из динамических веб-приложений (SPA/SSR). Рассматривается архитектурная специфика и оценивается производительность трех подходов: традиционного браузерного управления (Selenium), протокола WebSockets/CDP (Playwright) и прямого взаимодействия с внутренними эндпоинтами (API-эмуляция). Проведено эмпирическое исследование; результаты демонстрируют кратное превосходство API-эмуляции по скорости и потреблению ОЗУ, а также высокую эффективность Playwright по сравнению с Selenium при рендеринге JavaScript.

Ключевые слова:

веб-скрапинг, извлечение данных, Selenium, Playwright, API-эмуляция.

В эпоху экономики, управляемой данными (Data-driven economy), автоматизированный сбор информации из открытых источников становится фундаментальной задачей для системного анализа, машинного обучения и бизнес-аналитики. По данным глобального отчета об автоматизированном

трафике Imperva 2024 Bad Bot Report, в 2023 году автоматизированные скрипты (боты) составили 31,8% от всего мирового интернет-трафика, при этом значительная их часть приходится на инструменты веб-скрапинга [1].

Смещение парадигмы веб-разработки в сторону клиентского рендеринга (Client-Side Rendering) и архитектуры Single Page Application (SPA) на базе фреймворков React, Vue и Angular сделало традиционные методы парсинга (на базе статических HTTP-запросов и регулярных выражений) неэффективными. Данные на современных страницах подгружаются асинхронно через AJAX-запросы после загрузки основного DOM-дерева. Это требует применения сложных инструментов: от полновесных браузерных эмуляторов (headless-браузеров) до реверс-инжиниринга сетевых запросов.

Цель данного исследования — провести сравнительный системный анализ и эмпирическую оценку производительности трех доминирующих подходов к парсингу динамических ресурсов: Selenium, Playwright и API-эмуляции.

Обзор существующих архитектурных технологий и инструментов приведён ниже.

1. Selenium исторически является стандартом де-факто для автоматизации веб-тестирования. Его архитектура основана на протоколе W3C WebDriver [4]. Взаимодействие скрипта с браузером происходит через промежуточный драйвер (например, ChromeDriver), который транслирует команды в HTTP-запросы (REST API). Недостатки: Использование HTTP для каждой команды (поиск элемента, клик) порождает значительные сетевые задержки (overhead). Кроме того, Selenium использует синхронную модель блокировки, что замедляет обработку динамического контента [2].

2. Playwright, разработанный корпорацией Microsoft, представляет собой инструмент нового поколения. В отличие от Selenium, он взаимодействует с браузерами напрямую через протокол Chrome DevTools Protocol (CDP) с использованием двунаправленного соединения по WebSocket [3]. Преимущества: Единое WebSocket-соединение устраняет накладные расходы на HTTP-запросы. Playwright изначально асинхронен и обладает встроенной системой автоматического ожидания (auto-wait) изменения состояния DOM-узлов, что критически важно для нестабильных SPA-приложений.

3. API-эмуляция (Реверс-инжиниринг) Данный подход исключает этап рендеринга HTML и выполнения JavaScript. Методом системного анализа сетевого трафика (вкладка Network в DevTools) выявляются скрытые XHR/Fetch запросы (API-эндпоинты), по которым фронтенд получает "сырые" данные в формате JSON [5]. Специфика: Скрипт напрямую обращается к API, эмулируя заголовки (Headers), токены авторизации и User-Agent реального браузера. Это требует глубокого анализа логики работы целевого сайта, но теоретически обеспечивает максимальную производительность.

Для проведения сравнительного анализа был разработан экспериментальный стенд. На языке программирования Python 3.11 были написаны три скрипта, реализующих сбор данных (100 записей о товарах) с тестового динамического веб-ресурса (интернет-магазина), использующего "бесконечную прокрутку" (infinite scroll) и асинхронную подгрузку данных. Конфигурация стенда: ОС Ubuntu 22.04, CPU Intel Core i5-12400F, 16 GB RAM. Метрики оценки: Время выполнения (Execution Time): среднее время полного цикла извлечения данных (секунды). Пиковое потребление ОЗУ (Peak RAM): максимальный объем выделенной оперативной памяти (МБайт). Загрузка процессора (CPU Usage): средняя нагрузка на CPU в процессе работы (%). Инструментарий измерений: Библиотеки psutil для снятия системных метрик и pytest-benchmark для профилирования времени. Каждому скрипту было задано 50 итераций для расчета среднего значения, чтобы исключить влияние сетевых флуктуаций.

Анализ полученных данных позволяет выделить ряд ключевых закономерностей и выводов. Скорость работы: Абсолютным лидером является API-эмуляция (0.85 сек), что обусловлено отсутствием необходимости загружать графические ресурсы (CSS, изображения) и интерпретировать JavaScript-код.

Playwright выполнил задачу в 3 раза быстрее Selenium (6.12 сек против 18.45 сек). Это подтверждает архитектурное преимущество протокола WebSocket (Playwright) над HTTP-командами (Selenium) при интенсивном взаимодействии с DOM-деревом. Утилизация системных ресурсов: Selenium оказался самым ресурсоемким (315 МБ ОЗУ и 42.5% CPU). Изолированные контексты браузера (Browser Contexts) в Playwright продемонстрировали лучшую оптимизацию памяти (195 МБ). Прямые HTTP-запросы через API-эмуляцию потребляют ничтожно мало ресурсов (45 МБ RAM, 3.2% CPU), так как работают на уровне сетевых сокетов и текстовых данных (JSON). Стабильность (Устойчивость к изменениям): Selenium и Playwright сильно зависят от структуры DOM. Изменение классов или иерархии тегов (что часто происходит при сборке frontend-проектов через Webpack/Vite) ломает парсер. API-эмуляция лишена этого недостатка, поскольку структура JSON-ответов бэкенда меняется значительно реже. Однако, API-подход уязвим к внедрению криптографических подписей запросов (например, защита Cloudflare Turnstile).

Результаты профилирования скриптов сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Сравнительные метрики производительности инструментов парсинга
(на 100 объектов, среднее за 50 итераций)

Инструмент	Среднее время выполнения (сек)	Пиковое потребление ОЗУ (МБ)	Средняя загрузка CPU (%)	Надежность при изменениях UI
Selenium (Headless Chrome)	18.45	315	42.5	Низкая
Playwright (Headless Chromium)	6.12	195	28.0	Средняя
API-эмуляция (библиотека requests)	0.85	45	3.2	Высокая (не зависит от UI)

Проведенный системный анализ и эмпирическое тестирование позволяют сделать вывод о том, что выбор инструмента для парсинга динамических веб-ресурсов должен диктоваться балансом между производительностью и сложностью реализации защиты на стороне сервера.

Прямая API-эмуляция является наиболее эффективным и масштабируемым решением для сбора Big Data, так как она снижает нагрузку на вычислительные узлы на 90% по сравнению с браузерной автоматизацией. Тем не менее, для обхода сложных систем защиты от ботов (где требуется выполнение запутанного JS-кода для генерации токенов) использование headless-браузеров остается неизбежным. В этом сценарии Playwright демонстрирует тотальное превосходство над Selenium, обеспечивая втрое большую скорость работы и меньшее потребление оперативной памяти за счет использования протокола CDP и асинхронной архитектуры.

Список использованной литературы:

1. Imperva Inc. 2024 Bad Bot Report: The Global State of Automated Traffic. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.imperva.com/resources/reports/2024-Bad-Bot-Report.pdf> (дата обращения: 07.06.2026).
2. Митчелл Р. Скрапинг веб-сайтов с помощью Python. Сбор данных из современного интернета / пер. с англ. А. А. Слинкина. – 2-е изд. – М.: ДМК Пресс, 2021. – 308 с.
3. Microsoft Corp. Playwright Documentation: Fast and reliable end-to-end testing for modern web apps. [Электронный ресурс]. URL: <https://playwright.dev/docs/intro> (дата обращения: 12.06.2026).
4. W3C. WebDriver: W3C Recommendation 05 June 2018. [Электронный ресурс]. URL: <https://w3c.github.io/webdriver/> (дата обращения: 09.06.2026).
5. Лоусон Р. Веб-скрапинг на Python / пер. с англ. – СПб.: Питер, 2017. – 256 с.

© Синьков Е.Д., 2026

УДК 004.75: 004.8

Синьков Е.Д.

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева»,
г. Нижний Новгород

АРХИТЕКТУРА МИКРОСЕРВИСНОЙ СИСТЕМЫ СБОРА АКАДЕМИЧЕСКИХ МЕТРИК С АВТОМАТИЧЕСКОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИЕЙ СТАТЕЙ ПО ТЕМАТИКАМ (NLP + DOCKER)

Аннотация

В статье рассматривается проблема обработки экспоненциально растущего объема научных публикаций. Предложена масштабируемая архитектура программной системы на базе микросервисного подхода (Docker), предназначенная для сбора академических метрик и автоматической кластеризации текстов статей. Для группировки публикаций по тематикам применяются методы обработки естественного языка (NLP), включая использование контекстно-зависимых эмбедингов и алгоритмов кластеризации без учителя. Описаны ключевые компоненты системы, их взаимодействие и преимущества выбранного технологического стека.

Ключевые слова:

микросервисная архитектура, наукометрия, обработка естественного языка, машинное обучение, кластеризация текстов, Docker.

В современном научном сообществе наблюдается беспрецедентный рост числа публикуемых исследовательских материалов. Согласно статистическому отчету The STM Report, ежегодный прирост количества научных публикаций составляет около 4–5%, а общее число статей, публикуемых в рецензируемых журналах, превышает 3 миллиона в год [1]. Подобный объем информации делает ручной поиск, анализ и систематизацию литературы трудоемкими и неэффективными процессами.

Возникает острая необходимость в разработке автоматизированных систем наукометрии, способных не только собирать метаданные (индексы цитируемости, h-индекс авторов, импакт-факторы журналов), но и анализировать семантическое содержание публикаций. Существующие монолитные решения часто не справляются с пиковыми нагрузками при пакетном парсинге данных и сложны в масштабировании. Целью данной работы является проектирование и системный анализ архитектуры микросервисной платформы для сбора академических метрик с интеграцией модуля автоматической тематической кластеризации на основе алгоритмов Natural Language Processing (NLP) и контейнеризации с помощью Docker.

Для обеспечения высокой отказоустойчивости и возможности независимого масштабирования вычислительно сложных узлов (таких как модули машинного обучения) был выбран микросервисный паттерн проектирования. В отличие от монолитной архитектуры, где сбор данных, бизнес-логика и ML-модели объединены в единую кодовую базу, микросервисы позволяют изолировать процессы.

Разрабатываемая система логически разделяется на четыре основных слоя:

1. Слой сбора данных (Data Ingestion Layer): Отвечает за взаимодействие с открытыми API наукометрических баз (Crossref, Semantic Scholar, arXiv, OpenAlex) и парсинг метаданных.
2. Слой хранения (Storage Layer): Реляционная СУБД (PostgreSQL) для структурированных академических метрик и векторная БД (например, Milvus или FAISS) для хранения эмбедингов текстов.
3. Слой аналитики и NLP (Processing Layer): Ядро системы, выполняющее предобработку текстов (абстрактов) и их кластеризацию.
4. Слой представления (API/Frontend): REST API / GraphQL интерфейс для отдачи агрегированных метрик и визуализации кластеров конечному пользователю.

Взаимодействие между микросервисами организуется через брокер сообщений (RabbitMQ или Apache Kafka), что обеспечивает асинхронную обработку данных. Сервис сбора складывает необработанные тексты аннотаций в очередь, откуда их забирает ML-микросервис, не блокируя работу системы в ожидании ответа от нейросети.

Ключевой инновационной составляющей системы является модуль обработки естественного языка, который позволяет без участия эксперта разбивать входящий поток статей на предметные области (кластеры). Процесс состоит из нескольких математических и алгоритмических этапов: Векторизация текста. Традиционные методы, такие как TF-IDF, не учитывают семантический контекст слов. Для задачи анализа научного текста целесообразно использовать языковые модели архитектуры Transformer, обученные на академических корпусах, например, SciBERT [2]. Модель отображает текст аннотации (abstract) в плотный вектор фиксированной размерности (эмбединг). Снижение размерности. Эмбединги современных нейросетей имеют размерность 768 и более признаков. Для устранения "проклятия размерности" и оптимизации работы алгоритмов кластеризации применяется метод UMAP (Uniform Manifold Approximation and Projection) или PCA, снижающий размерность до 5-10 компонент с сохранением глобальной и локальной топологии данных [3]. Алгоритм кластеризации. Так как заранее количество научных тематик (кластеров) $\$k\$$ неизвестно, классический метод K-Means является неоптимальным. В системе применяется алгоритм на основе плотности — HDBSCAN (Hierarchical Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise). Данный алгоритм автоматически определяет количество кластеров и эффективно отсеивает выбросы (статьи, не попадающие ни в одну явную тематику), основываясь на функции взаимной достижимости. Использование различных технологических стеков (например, Node.js/Go для парсеров сбора данных и Python для ML-модуля) требует строгой изоляции среды исполнения. Эту задачу решает Docker. Каждый микросервис упаковывается в независимый легковесный контейнер [4].

Оркестрация системы на этапе разработки и тестирования описывается конфигурационным файлом docker-compose.yml. В нем определяются:

1. Сетевые мосты (Networks): Внутренние сети для общения микросервисов без публикации портов наружу (повышение безопасности).
2. Тома (Volumes): Постоянное хранилище для PostgreSQL и индексов векторных баз данных, чтобы данные не терялись при перезапуске контейнеров.
3. Переменные окружения (Environment variables): API-ключи внешних сервисов и конфигурации брокера сообщений.

Для production-среды архитектура легко переносится в Kubernetes, что позволяет настроить автоматическое горизонтальное масштабирование (HPA - Horizontal Pod Autoscaler). Например, если в очередь брокера сообщений поступает сразу 10 000 статей, оркестратор автоматически поднимет дополнительные реплики NLP-контейнера для параллельной кластеризации.

Предложенная архитектура системы сбора и анализа академических метрик решает сразу две фундаментальные задачи современной наукометрии: быстрый агрегированный сбор статистических данных о публикациях и автоматизированный семантический анализ контента.

Симбиоз микросервисного подхода (развертывание через Docker) и современных методов NLP обеспечивает системе отказоустойчивость, гибкость и высокую пропускную способность. Алгоритмическая связка (SciBERT + UMAP + HDBSCAN) позволяет выявлять скрытые взаимосвязи между статьями и автоматически формировать карту предметных областей. Дальнейшее развитие проекта предполагает внедрение графовых баз данных для анализа графов соавторства и цитирования, а также создание интерактивных дашбордов для исследователей и научных организаций [5].

Список использованной литературы:

1. Ware, M., & Mabe, M. (2018). The STM Report: An overview of scientific and scholarly journal publishing (5th

ed.). International Association of Scientific, Technical and Medical Publishers. С. 25-28. (Примечание: Статистический источник).

2. Beltagy, I., Lo, K., & Cohan, A. (2019). SciBERT: A Pretrained Language Model for Scientific Text. In Proceedings of the 2019 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing and the 9th International Joint Conference on Natural Language Processing (EMNLP-IJCNLP) (pp. 3615–3620).

3. McInnes, L., Healy, J., & Melville, J. (2018). UMAP: Uniform Manifold Approximation and Projection for Dimension Reduction. arXiv preprint arXiv:1802.03426.

4. Ньюмен С. Создание микросервисов. Проектирование и развертывание. – СПб.: Питер, 2021. – 304 с.

5. Захаров В.Н., Кулагин М.В. Автоматизация процессов наукометрического анализа и построение систем поддержки принятия решений в научной сфере // Информационные технологии и вычислительные системы. 2020. № 2. С. 45-56.

© Синьков Е.Д., 2026

УДК – 622.243

Код специальности ВАК - 2.8.2

Хайруллин И.А.

студент 4 курса УГНТУ

г. Уфа

Научный руководитель: Мухаметгалиев И.Д.

Ассистент, УГНТУ

г. Уфа

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВЫЗОВОВ ПРИ БУРЕНИИ ГЛУБОКИХ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ СКВАЖИН В УСЛОВИЯХ СВЕРХГОРЯЧИХ ПОРОД

Аннотация

Проведён анализ современных технологий бурения глубоких геотермальных скважин для освоения ресурсов сверхгорячих пород (глубиной более 5 км, температурой свыше 300°C, давлением более 20–30 МПа). Классифицированы основные технологические вызовы: высокая прочность и абразивность пород, термический износ породоразрушающего инструмента, ограниченная термостойкость забойной электроники и эластомеров, деградация буровых растворов. Выполнен сравнительный анализ эффективности традиционных технологий вращательного бурения (PDC и шарошечные долота), гибридных методов (ударное, гидроструйное, ударно-абразивное) и перспективных технологий прямой энергии (плазменное и миллиметроволновое бурение). Рассмотрено современное состояние высокотемпературного скважинного оборудования (цельнометаллические двигатели до 300°C, термоизолированные бурильные трубы, системы охлаждения электроники) и определены направления адаптации нефтегазового опыта для решения задач геотермального бурения.

Ключевые слова:

геотермальное бурение, сверхгорячие породы, технологические вызовы, PDC долота, высокотемпературное оборудование, термоизолированные бурильные трубы, миллиметроволновое бурение, плазменное бурение.

Khairullin I.A.

4th year student, Ufa State Petroleum Technological University (USPTU),
Ufa, Russian Federation.

Mukhametgaliev I.D.

Assistant, Ufa State Petroleum Technological University (USPTU),
Ufa, Russian Federation.

ANALYSIS OF TECHNOLOGICAL CHALLENGES IN DRILLING DEEP GEOTHERMAL WELLS IN SUPER-HOT ROCK CONDITIONS

Abstract

An analysis of modern drilling technologies for deep geothermal wells aimed at developing super-hot rock resources (depth >5 km, temperature >300°C, pressure >20–30 MPa) has been carried out. The main technological challenges are classified: high rock strength and abrasiveness, thermal wear of rock-cutting tools, limited thermal stability of downhole electronics and elastomers, and degradation of drilling fluids. A comparative analysis of the efficiency of conventional rotary drilling technologies (PDC and roller-cone bits), hybrid methods (percussive, hydro-jet, and abrasive-jet drilling), and advanced direct-energy technologies (plasma and millimeter-wave drilling) is performed. The current state of high-temperature downhole equipment (all-metal motors up to 300°C, insulated drill pipes, electronic cooling systems) is reviewed, and directions for adapting oil and gas experience to solve geothermal drilling challenges are identified.

Keywords:

Geothermal drilling, super-hot rock, technological challenges, PDC bits, high-temperature equipment, insulated drill pipes, millimeter-wave drilling, plasma drilling.

Введение

Освоение глубинного тепла горных пород представляет собой одно из наиболее перспективных направлений развития возобновляемой энергетики, способное обеспечить человечество практически неисчерпаемым источником базовой нагрузки. По оценкам российских специалистов, энергетический потенциал гидротермальных ресурсов, локализованных на глубинах до 3 км, составляет 180 млн тонн условного топлива в год. Однако реализация этого потенциала сдерживается отсутствием технологий, позволяющих экономически эффективно бурить скважины глубиной более 5 км при температурах свыше 300°C и давлениях более 20–30 МПа. Нефтегазовая отрасль обладает колоссальным опытом строительства глубоких скважин, но существующие технологии ограничены температурным порогом 150–200°C. Возникает объективная необходимость в анализе, адаптации и развитии технологий бурения, способных работать в экстремальных термобарических условиях, характерных для геотермальных проектов нового поколения.

Материалы и методы. Решение поставленных задач основывается на комплексном анализе научно-технической литературы, посвящённой бурению глубоких геотермальных скважин, а также на обобщении опыта реализованных проектов (Utah FORGE, IDDP-2, Stn-1, Fervo Energy). В работе выполнен анализ геолого-технических условий бурения, классифицированы основные технологические вызовы, проведена сравнительная оценка эффективности традиционных и перспективных технологий бурения, а также рассмотрено современное состояние высокотемпературного скважинного оборудования.

Анализ базировался на данных промысловых испытаний и лабораторных экспериментов, опубликованных в открытой печати. Для оценки эффективности породоразрушающего инструмента использовались показатели механической скорости проходки (МСП) и ресурс долота. Для высокотемпературного оборудования критическими параметрами являлись максимальная рабочая температура и давление. Оценка систем терморегулирования проводилась на основе результатов математического моделирования температурных полей в скважине с использованием программного

комплекса GEOTEMP2.

Результаты

Классификация технологических вызовов. На основе анализа геолого-технических условий бурения глубоких геотермальных скважин выделены шесть групп ключевых технологических вызовов: геолого-технические факторы (высокая прочность и абразивность пород до 300 МПа, хрупко-пластический переход при температурах выше 374°C, гетерогенность разреза); породоразрушающий инструмент (термический износ резцов PDC выше 350°C, ограниченный ресурс шарошечных долот из-за эластомерных уплотнений до 130–150°C, вибрационные дисфункции); высокотемпературное оборудование (электроника и телеметрия до 175–200°C, забойные двигатели с эластомерами до 150–175°C, энергопитание); буровые растворы (термическая деградация полимеров, коррозионная агрессивность сред с H₂S, CO₂ и хлоридами, поглощения в трещиноватых породах); конструкция скважины (термические напряжения в обсадных колоннах, термостойкость тампонажных материалов, устойчивость ствола); наклонно-направленное бурение (температурные ограничения систем управления, точность позиционирования).

Сравнительный анализ технологий бурения. Рассмотрены три категории технологий: традиционное вращательное бурение, гибридные методы и технологии прямой энергии.

Традиционное вращательное бурение. Долота с поликристаллическими алмазными резцами (PDC) значительно улучшили свои характеристики благодаря усовершенствованию сорта и формы резцов. Компания NOV разработала резцы с удалением кобальтовых катализаторов, что повышает температурный порог алмаза с 700°C до 1200°C. Однако эти конструкции ещё не испытывались в условиях сверхгорячих пород. Шарошечные долота ограничены температурным порогом эластомерных уплотнений (до 130°C). На проекте Utah FORGE подавление вибраций достигнуто за счёт автоматизированной системы управления «автобурильщик» REvit ZT от компании Nabors.

Гибридные традиционные методы. Ударное бурение с гидравлическим ударником обеспечило механическую скорость проходки 20 м/ч в твердых породах с прочностью 200 МПа (гранит, базальт) на глубинах свыше 6000 м в Австралии. Гидроструйное бурение (проект Orchyd) продемонстрировало 80-процентное увеличение МСП до 4–10 м/ч. Бурение с использованием абразивных частиц (Particle Drilling, NOV) не подвержено влиянию температуры и давления, однако требует совместимости с телесистемами.

Технологии прямой энергии. Плазменное бурение (GA Drilling) требует в 3–5 раз меньше энергии, чем традиционные системы; испытания Anchorbit® на граните показали МСП 7,2 м/ч. Миллиметроволновое бурение (Quaise Energy) оценивается как способное достичь МСП 3–5 м/ч с использованием гиротрона мощностью 1 МВт, достигая глубины 10 км за 100 дней.

Высокотемпературное скважинное оборудование. Ключевые компоненты включают телесистемы контроля процесса бурения, роторные управляемые системы, забойные двигатели. Производители предлагают оборудование с температурными рейтингами: Nephae (210°C), NOV (175°C), Weatherford (200°C), Gunnar Energy Services (370°C), Baker Hughes (175°C), MB Century (350°C), Schlumberger (200°C). Основное ограничение — эластомеры в уплотнениях (витоновая резина до 300°C, тефлон до 232°C).

Цельнометаллические двигатели. Компания Baker Hughes внедрила статоры из стальных сплавов без эластомеров с рейтингом до 300°C. Испытания подтвердили поддержание высоких крутящих моментов при температурах свыше 250°C в течение более 50 часов. Недостаток — потенциальная утечка жидкости между ротором и статором и эрозия частицами бурового раствора.

Высокотемпературная электроника. Создание инструментов, способных работать при 300°C без охлаждения, требует значительных прорывов. Baker Hughes разработала систему охлаждения, поддерживающую внутреннюю температуру 175°C в условиях 300°C. Консенсус производителей — электроника выдержит сверхгорячие породы только при сочетании инструментов с наивысшими рейтингами и систем терморегулирования.

Системы терморегулирования. Перегретый буровой раствор снижает транспортную способность, увеличивает износ долота, вызывает отказ оборудования и коррозию.

Термоизолированные бурильные трубы (ТБТ). Существует три подхода к изготовлению: однослойная изоляция внутри, однослойная снаружи и двухслойная. Моделирование показало, что полная колонна ТБТ может обеспечить подачу жидкости с температурой ниже 175°C на глубину 4000 м в сверхкритических условиях. Комбинация ТБТ с покрытыми трубами может обеспечить подачу жидкости ниже 175°C на забой скважины глубиной 7000–8000 м.

Титановые бурильные трубы. Компания ALTISS Technologies разрабатывает титановые бурильные трубы для геотермальных условий. Титан обладает низкой теплопроводностью, превосходной усталостной прочностью, коррозионной стойкостью и термической стабильностью до 500°C, а также высоким отношением прочности к весу.

Буровые растворы. Растворы на водной основе с добавками (бентонит, низкомолекулярные сополимеры) имеют рейтинг до 300°C (скважина IDDP-2). Baker Hughes разработала загустители, разжижители и понизители фильтрации с рейтингом 260°C. Перспективным направлением является использование сверхкритического CO₂ в качестве бурового раствора, что позволяет охлаждать систему и снижать риск поглощений.

Охладители бурового раствора. Поверхностные охладители эффективны на небольших глубинах, но при использовании с обычными трубами их эффективность снижается с глубиной. Комбинирование с ТБТ повышает их эффективность.

Сводные результаты анализа представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Сравнительная эффективность технологий бурения в твердых породах

Технология	МСП, м/ч	Температурный рейтинг, °C	Глубина применения, м	Стадия разработки
PDC долота (усовершенствованные)	до 5–10	до 350 (резцы)	>5000	Промысловые испытания
Шарошечные долота	2–5	до 130–150	до 5000	Промышленное применение
Ударное бурение (гидравлическое)	до 20	>300	>6000	Промысловые испытания
Гидроструйное бурение	4–10 (цель 20–25)	>300	до 10000	Лабораторные/опытно-промышленные
Плазменное бурение	7,2	>300	>5000	Лабораторные/опытно-промышленные
Миллиметроволновое бурение	3–5 (прогноз)	>300	до 10000	Лабораторные

Таблица 2

Характеристики высокотемпературного скважинного оборудования

Оборудование	Производитель	Макс. температура, °C	Особенности
Телесистема MWD	Hephae	210	Интегрированная с РУС
Телесистема MWD	Weatherford	200	–
Телесистема MWD	Schlumberger	200	–
Цельнометаллический двигатель	Baker Hughes	300	Без эластомеров
Оборудование	Gunnar Energy Services	370	–
Оборудование	MB Century	350	–
Термоизолированные БТ	NOV / Sandia	–	Двухслойная конструкция
Титановые БТ	ALTISS Technologies	до 500	Низкая теплопроводность

Заключение. Проведённый анализ показал, что основной технологический барьер для освоения ресурсов сверхгорячих пород – ограниченная термостойкость скважинного оборудования (электроника, эластомеры) и породоразрушающего инструмента. Наиболее перспективными направлениями развития являются: 1) совершенствование PDC долот с термостойкими резцами (удаление кобальтового катализатора); 2) внедрение цельнометаллических забойных двигателей; 3) применение термоизолированных и титановых бурильных труб для терморегулирования; 4) разработка

высокотемпературных буровых растворов на водной основе и с использованием сверхкритического CO₂; 5) развитие технологий прямой энергии (плазменное и миллиметроволновое бурение) для снижения времени бурения. Адаптация опыта нефтегазовой отрасли и создание отечественных испытательных полигонов в условиях, приближенных к реальным, позволят реализовать значительный геотермальный потенциал России.

Список использованной литературы:

1. Holm, A. Geothermal Energy: International Market Update / A. Holm, L. Blodgett, D. Jennejohn, K. Gawell // Geothermal Energy Association. – May 2010. – 77 p.
2. Limberger, J. Geothermal energy in deep aquifers: a global assessment of the resource base for direct heat utilization / J. Limberger, T. Boxemb, M. Pluymaekers [et al.] // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2018. – № 82. – P. 961–975.
3. Поваров, О.А. Геотермальная промышленность и технологии в России / О.А. Поваров, Ю.Л. Лукашенко, Г.В. Томаров, С.Д. Циммерман // Тяжелое машиностроение. – 2001. – № 1. – С. 14–18.
4. Смыслов, А.А. Геотермическая карта России. Масштаб: 1:10000000 / ред. А.А. Смыслов // Геологический атлас России. – ФГУП «ВСЕГЕИ», 1995.
5. Dupriest, F. Drilling practices and workflows for geothermal operations / F. Dupriest, S. Noynaert // IADC/SPE International Drilling Conference and Exhibition. – 2022.
6. Oglesby, K. Deep geothermal drilling using millimeter wave technology (final technical research report) / K. Oglesby, P. Woskov, H. Einstein, B. Livesay. – Tulsa, OK: Impact Technologies LLC, 2014.
7. Khaled, M.S. Downhole heat management for drilling shallow and ultra-deep high enthalpy geothermal wells / M.S. Khaled, N. Wang, P. Ashok, E. van Oort // Geothermics. – 2023. – Vol. 107. – P. 102604.
8. Epplin, D. Drilling Motors for 300°C Geothermal Wells [Электронный ресурс] / D. Epplin // IADC Extreme Drilling Technology Forum. – 2015.
9. Houde, M. Rewriting the Limits for Deep Geothermal Drilling: Direct Energy Drilling Using Millimeter Wave Technology / M. Houde, C. Araque, K. Oglesby, P. Woskov // Proceedings World Geothermal Congress 2020+1. – Reykjavik, Iceland, 2021.

© Хайруллин И.А., 2026

УДК 621.438

Харченко Р.В.

канд. техн. наук, вед. инж.-констр. КО турбин, ПАО «ОДК-Сатурн»,
г. Рыбинск, РФ

Карпов Ф.В.

эксперт КО турбин, ПАО «ОДК-Сатурн»,
г. Рыбинск, РФ

Заваркин В.Н.

канд. техн. наук, зам. генерального констр. – гл. констр. морских ГТД и ГГТА, ПАО «ОДК-Сатурн»,
г. Рыбинск, РФ

**РАСЧЁТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЕЛИЧИНЫ РАДИАЛЬНОГО ЗАЗОРА ОДНОЗУБОГО
ЛАБИРИНТНОГО УПЛОТНЕНИЯ НА КОНЦЕНТРАЦИЮ ГАЗОВОЙ СРЕДЫ
В ПОЛОСТИ ПЕРЕД РАБОЧИМ КОЛЕСОМ ТУРБИНЫ**

Аннотация

Рассмотрены результаты 3D тепло-гидравлических расчетов наддува осевого зазора (ОЗ) в полости

перед рабочим колесом (РК) одноступенчатой высокоперепадной турбины высокого давления (ТВД) газотурбинного двигателя (ГТД), в зависимости от четырёх вариантов радиального зазора однозубого лабиринтного уплотнения (ЛУ). В результате численного моделирования получены данные о концентрации газовой среды в полости ОЗ перед РК в зависимости от радиального зазора однозубого ЛУ. Определён диапазон радиального зазора, обеспечивающий необходимую температуру среды в полости ОЗ перед РК.

Ключевые слова:

турбина, лабиринтное уплотнение, радиальный зазор, осевой зазор, рабочее колесо

В процессе проектирования ГТД конструктор назначает величины радиальных зазоров ЛУ в полостях осевых зазоров турбины исходя из целого комплекса факторов, к примеру, величина зазора является компромиссным значением между величиной зазора с минимальной утечкой охлаждающего воздуха при гарантированном наддуве ОЗ и обеспечении гарантированного отсутствия механического контакта ротора со статором на всех режимах работы ГТД. Радиальные зазоры в ЛУ турбины существенно влияют как на эффективность ГТД при штатной работе, так и на его работоспособность на нерасчётных режимах работы (изношенный двигатель или работа ГТД с превышением рекомендуемых режимов эксплуатации).

Целью настоящей работы является определение параметров среды в полости ОЗ перед РК в зависимости от значения радиального зазора однозубого лабиринта при условии, что все остальные конструктивные элементы системы охлаждения ротора ТВД остаются без изменений.

В данной работе в качестве объекта исследования выбрана одноступенчатая высокотемпературная высокоперепадная ТВД авиационного ГТД (рисунок 1).

Осевой зазор в полости перед РК ТВД наддувается в большей части воздухом из думисной полости (утечки за компрессором высокого давления) с незначительным подмешиванием воздуха из вторичной полости камеры сгорания (ВПКС) проходящего через аппарат предварительной закрутки на охлаждения РК ТВД (рисунок 1).

Результаты 3D тепло-гидравлического расчета ротора ТВД получены методом сопряжённого теплообмена в коммерческом комплексе ANSYS CFX 2019 R3. Построение сеточной модели выполнялось в ANSYS Meshing 2019 R3. Для твёрдого тела построена сетка на основе тетрагональных элементов, а для газовой среды – из тетрагональных элементов с призматическим подслоем. Суммарная размерность сеточной модели расчётной области составила 121 миллион узлов.

Расчет проводился в стационарной постановке, с условием периодичности по количеству РЛ. Расчет выполнен с трёхмерным течением вязкого сжимаемого теплопроводного турбулентного газа. Изменение теплофизических свойств газового потока в зависимости от температуры рассчитывалось по формуле Сазерленда [1]. Теплоёмкость использовалась как полином от температуры. Модель турбулентности принята SST [2].

Граничные условия приняты следующие: на входе в сопловой аппарат (СА) ТВД задано полное давление и полная температура газа за камерой сгорания (КС), на выходе с межлопаточного канала СА турбины низкого давления (ТНД) задано статическое давление, расчёты выполнялись на максимальном взлетном режиме работы двигателя. Граничные условия во вторичных полостях подвода воздуха к СА и РК ТВД приняты из 2D тепло-гидравлических расчётов.

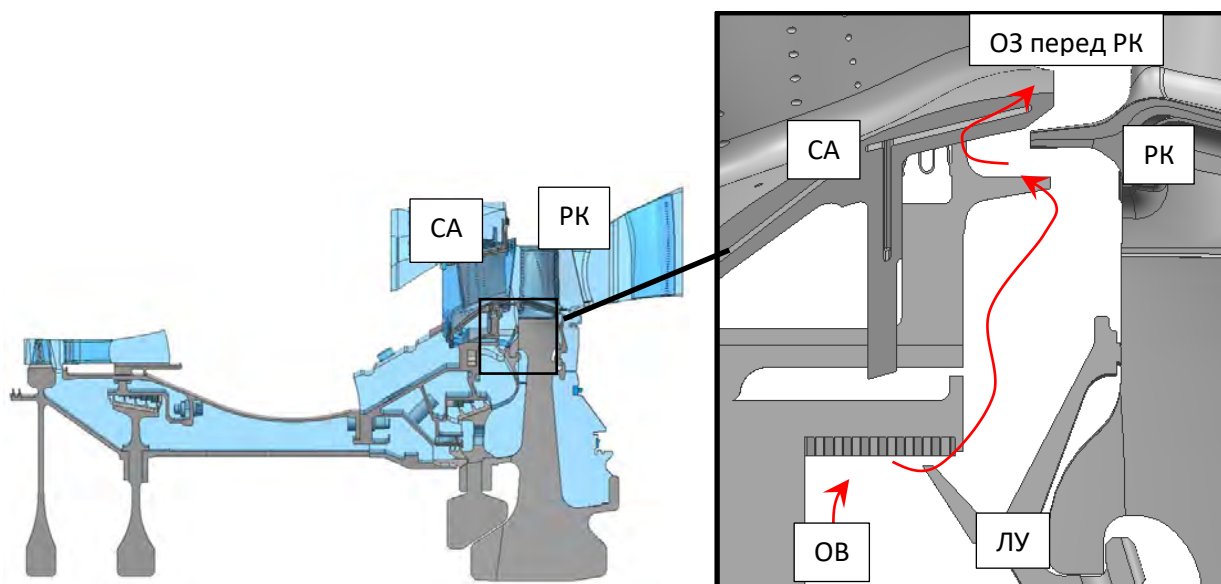


Рисунок 1 – Расчетная геометрия ротора ТВД и объект исследования – радиальный зазор однозубого ЛУ со схемой течения охлаждающего воздуха (ОВ)

В данной работе рассмотрены следующие варианты геометрии:

- Вариант №1 – радиальный зазор ЛУ составляет 0,1 мм (зазор можно считать закрытым);
- Вариант №2 – радиальный зазор ЛУ составляет 0,5 мм (зазор на нерасчётном режиме работы);
- Вариант №3 – радиальный зазор ЛУ составляет 0,9 мм (он же является горячим зазором на режиме «максимальный взлётный»);
- Вариант №4 – радиальный зазор ЛУ составляет 1,5 мм (зазор в холодном состоянии).

Рассмотренные варианты геометрии радиального зазора (dr , мм) ЛУ сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Варианты геометрии радиального зазора лабиринтного уплотнения в полости перед РК ТВД

Обозначение	№ варианта			
	1	2	3	4
dr , мм	0,1	0,5	0,9	1,5

Результаты численного исследования влияния радиального зазора ЛУ на распределение среды в полости ОЗ перед РК ТВД сведены в таблицу 2.

Таблица 2

Распределение параметров в характерных сечениях

Обозначение	№ варианта			
	1	2	3	4
Радиальный зазор ЛУ, $dr_{лу}$, мм	0.1	0.5	0.9	1.5
Расход воздуха через ЛУ, $G_{лу}$, %	0.19	0.86	1.25	1.22
Давление воздуха в ОЗ, $P_{оз}$, бар	10.979	11.131	11.155	11.165
Температура воздуха в ОЗ, $T^*_{w_{оз}}$, °C	930	713	686	685
Расход воздуха в РЛ, $G_{рл}$, %	4.86	4.27	4.06	4.01
Давление воздуха на входе в РЛ, $P_{рл}$, бар	12.887	12.494	12.401	12.337
Температура воздуха на входе в РЛ, $T^*_{w_{рл}}$, °C	561	542	537	538

Результаты расчетов показывают, что:

1) увеличение радиального зазора в ЛУ с 0,1 мм до 0,9 мм приводит к росту расхода охлаждающего воздуха от 0,19 % до 1,25 % от расхода на входе в компрессор (G_k), а далее происходит снижение расхода охлаждающего воздуха при зазоре 1,5 мм до 1,22 % от G_k . При увеличении разора до 1,5 мм незначительно увеличивается концентрация газовой среды в полости ОЗ перед РК ТВД. Дальнейшее

увеличение зазора ЛУ приведёт к росту контракции газовой среды в зоне ОЗ перед РК ТВД (рисунок 2);

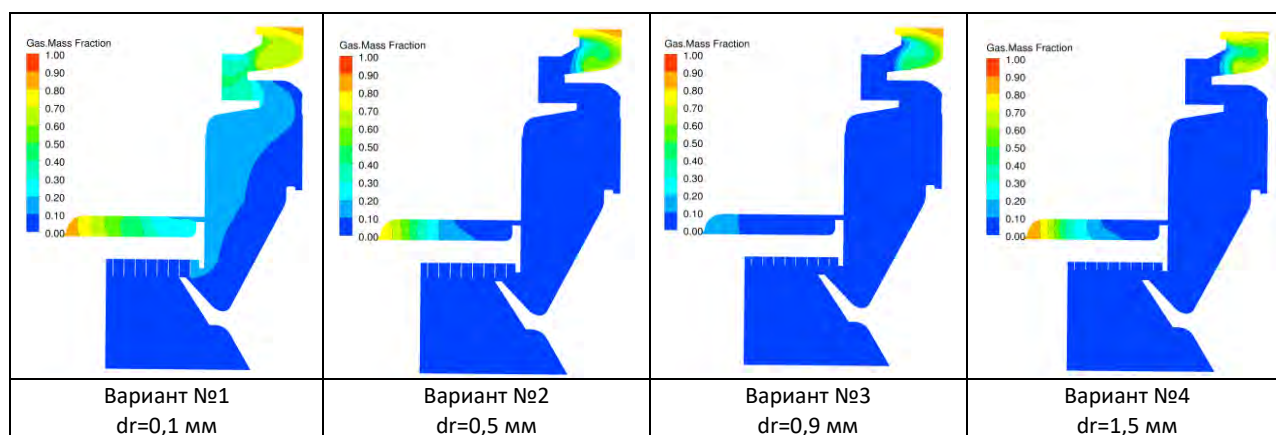


Рисунок 2 – Концентрация газовой среды в зоне ОЗ перед РК ТВД

2) раскрытие радиального зазора ЛУ с 0,1 мм до 1,5 приводит к росту статического давления в полости ОЗ с 10,979 бар (зазор ЛУ 0,1 мм) до 11,165 бар (зазор ЛУ 1,5 мм), что может свидетельствовать о том, что дальнейшее раскрытие ЛУ может привести к более существенному подмешиванию газовой среды в полость ОЗ;

3) с увеличением зазора ЛУ от 0,1 мм до 1,5 мм происходит снижение температуры воздуха в зоне ОЗ с 930 °С до 685 °С соответственно (рисунок 3) и как следствие снижение температуры хвостовика РЛ (рисунок 4);

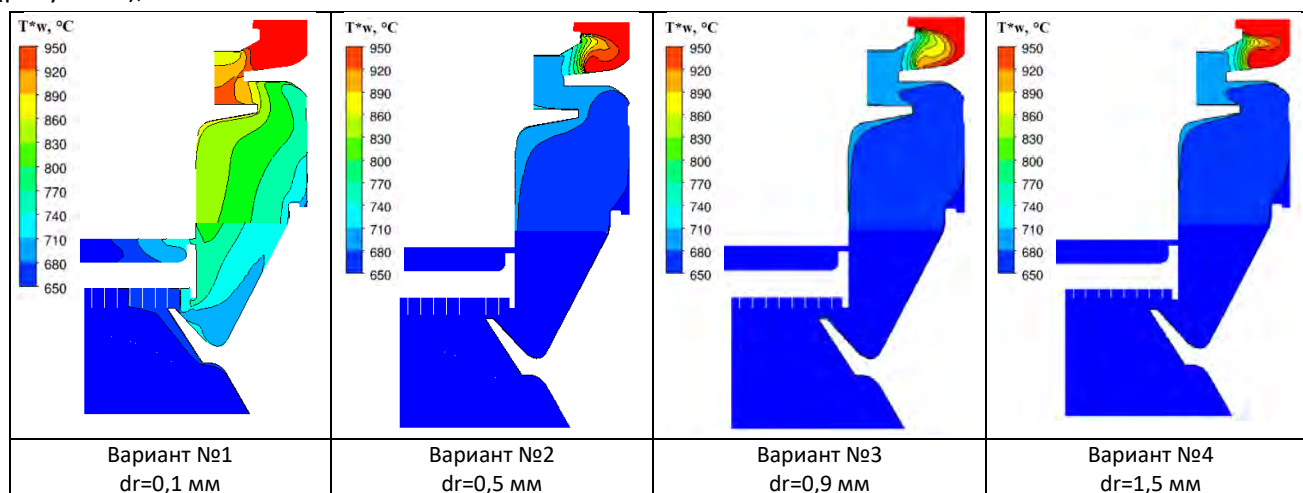


Рисунок 3 – Температура среды в зоне ОЗ перед РК ТВД

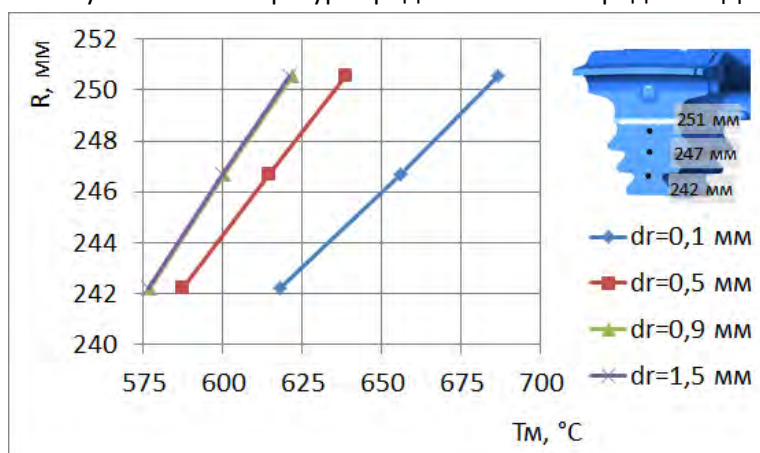


Рисунок 4 – Температура материала переднего торца хвостовика РЛ

4) ЛУ с закрытым радиальным зазором 0,1 мм обеспечивает более высокий уровень наддува РЛ ТВД. Для зазора 0,1 мм ЛУ ОЗ наддув РЛ ТВД составил 4,86 % от Гк, а при зазоре 1,5 мм ЛУ ОЗ наддув РЛ ТВД составил 4,01 % от Гк, что является минимальным значениям для гарантированного наддува отверстий перфорации входной кромки РЛ ТВД;

5) для радиального зазора 0,1 мм ЛУ ОЗ статическое давление под нижним торцем РЛ ТВД составляет 12,887 бар, а при зазоре 1,5 мм ЛУ ОЗ давление под нижним торцем РЛ ТВД составило 12,337 бар, что является минимальным значениям для гарантированного наддува отверстий перфорации входной кромки РЛ ТВД.

По результатам проведённых расчётов сделаны следующие выводы:

1) уменьшение радиального зазора ЛУ до 0,1 мм в зоне ОЗ перед РК приводит подмешиванию газа в полость ОЗ и росту температуры материала замкового соединения выше уровня рекомендуемых температур эксплуатации материалов. Так же при минимальном зазоре ЛУ ОЗ отмечен рост расхода охлаждающего воздуха в РЛ ТВД, что приводит к повышению эффективности охлаждения пера, особенно в части наддува перфорации входной кромки РЛ ТВД.

2) радиальный зазор в ЛУ в диапазоне от 0,5 мм до 1,5 мм обеспечивает схожее распределение концентрации газовой среды в полости ОЗ перед РК ТВД. Тепловое состояние замкового соединения находится в рабочем диапазоне температур рекомендуемых для эксплуатации выбранных материалов. Увеличение радиального зазора ЛУ свыше 1,5 приведёт к более значительному подмешиванию газовой среды в ОЗ и как следствие к росту температуры материала РК.

Список использованной литературы:

1. Sutheland W. The viscosity of gas and molecular force // Phil. Mag. – 1983. – № 5. – Pp. 507 – 531.
2. Menter F/ Two – equation eddy – viscosity turbulence models for engineering applications // AIAA Journal. – 1994. – Vol. 32. – № 8. – Pp. 1598 –1605.

© Харченко Р.В., Карпов Ф.В., Заваркин В.Н., 2026

УДК 621.382

Шатохин Р.А.

канд. физ.–мат. наук, учитель физики
МБОУ «Масловопристанская СОШ»,
п. Маслова Пристань, РФ

Зубкова Л.И.

учитель математики
МБОУ «Масловопристанская СОШ»,
п. Маслова Пристань, РФ

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ СЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО В МИКРОКОНТРОЛЛЕРНЫХ СИСТЕМАХ

Аннотация

В статье решается практическая проблема программно-аппаратной адаптации микроконтроллерных систем для решения ряда сложных математических задач в реальном времени.

Указаны преимущества и проблемы применения микроконтроллеров нижнего подсемейства для решения сложных математических задач.

Проводится анализ существующих на данный момент решений и сложность их реализаций.

Предлагается новый метод решения математических задач встраиваемыми системами в реальном времени на основе метода Монте-Карло и аппаратного формирования случайных чисел.

Особое внимание уделяется схемотехнической стороне вопроса и ее практической реализации. В частности, предлагается принципиальная схема генератора белого шума для формирования случайных чисел в реальном времени.

Ключевые слова:

микроконтроллер, генератор, белый шум, метод Монте-Карло, компаратор.

В настоящее время очень широкое распространение получили электронные устройства на основе микроконтроллеров [1, с. 48]. В мире существуют ряд промышленных компаний, которые выпускают микроконтроллеры различного уровня сложности. При своей не дорогой стоимости микроконтроллер способен решить ряд сложных задач по регулированию и управлению. На его основе возможно реализовать автоматизацию как бытовых приборов, так и небольших производственных комплексов. В основе беспилотных летательных систем и наземных роботов так же лежат микроконтроллерные схемы управления.

Основными достоинствами микроконтроллеров является возможность автономной работы и простота программной и схемотехнической реализации.

Однако при решении сложных математических задач проявляется недостаточность ресурсов внутренней памяти микроконтроллеров. И если поставить сложную задачу математического моделирования (например, вычисление многомерного интеграла) микроконтроллер с ней не справится. По крайней мере, на ее вычисление потребуется значительное время, что недопустимо при работе в реальном времени, где нужен быстрый результат на воздействие или поступающие с датчиков данные.

Анализ печатных и сетевых ресурсов по обозначенной проблеме выявил 2 типа решения:

1) Выбор микроконтроллера по ресурсам проекта. Т.е. для решения сложной математической задачи рекомендуется использовать микроконтроллер со значительными ресурсами памяти. Причем большая часть этой памяти будет использована для решения математической задачи, а не реализации алгоритма работы устройства.

2) Использование дополнительного математического сопроцессора (микроконтроллера), назначение которого будет решение математической задачи.

Очевидно, что оба варианта имеют явные недостатки. Первый связан с тем, что в предполагаемом устройстве достаточно применения недорогого простого микроконтроллера, с малым количеством входных и выходных сигналов. А сложная математическая задача является временной и должна быть выполнена в ограниченное время. Т.е. применение сложного и дорогого микроконтроллера не имеет никакого смысла. Второй тип решения связан кроме увеличения стоимости проекта, еще и со значительным усложнением программного кода и возрастанием потребления от источника питания.

В связи с недостатками существующих вышеизложенных решений, были предложены новые, более рациональные решения, которые заключаются в следующем:

1) при решении математических задач микроконтроллером отказаться от численных методов реализованных линейным программированием (метод трапеций, метод Симпсона и т.д.), т.к. данные метода значительно потребляют ресурс памяти.

2) использовать математические методы на основе случайных чисел (метод Монте-Карло). В этом случае появляется возможность решения не только стандартных математических задач, но также задач имитационного моделирования в других областях (физика, экономика, биология и т.д.), что значительно расширяет области применения микроконтроллерных систем.

3) т.к. генерация случайных чисел в вычислительных системах так же реализована программно, что

также использует ресурс памяти, следует отказаться от сугубо программного метода формирования случайного числа. Т.е. разгрузить программный алгоритм аппаратной частью.

4) в качестве задающего генератора случайного числа применить физический метод генерации случайного события на основе теплового шума в полупроводниковых приборах. Использование данного метода позволяет говорить о «истинно» случайном процессе генерации случайного числа. Применение данного метода генерации ранее встречалось в литературе, например, в статье зарубежных авторов [2].

5) случайное число формируется программным методом с применением встроенного компаратора. Считывается значение сигнала с генератора «белого» шума и сравнивается со значением опорного напряжения компаратора (в версии проекта 1.1 В). По условию $U_{\text{ген}} > U_{\text{оп}}$ формируется логическая «1», в ином случае формируется логический «0». Таким образом, циклически считывая значение с компаратора формируется n -разрядное двоичное слово (двоичное число), которое может быть преобразовано в десятичное по стандартным правилам перевода.

6) для сокращения времени и экономии памяти перевод числа осуществляется в реальном времени. После этого сформированное число разыгрывается методом Монте-Карло и далее память очищается для формирования нового числа. Т.е. процесс вычисления происходит в реальном времени, числа после розыгрыша удаляются, а результат вычисления сохраняется.

В результате работы была разработана структурная схема формирования случайного числа, которая показана на рисунке (рис. 1).



Рисунок 1 – Структурная схема программно-аппаратной генерации случайных чисел в микроконтроллере

Основой схемы является Аппаратный генератор «белого» шума, который формирует случайные флуктуации напряжения. В результате лабораторных исследований выяснилось, что аппаратный генератор «белого» шума для высокой плотности и амплитуды шумовых колебаний требует напряжения питания от 12 до 18 В. Учитывая, что стандартное напряжение работы микроконтроллера 3.3 В или 5 В в схему введен повышающий преобразователь напряжения (DC/DC преобразователь), что сохраняет автономность и однополярность питания. Питание на преобразователь поступает непосредственно с платы микроконтроллера. В экспериментах применялась отладочная плата ARDUINO UNO на основе микроконтроллера ATMEGA328P. Шумовой сигнал подается на вход компаратора микроконтроллера V_{in} . Опорное напряжение на компаратор подается программным методом по внутренним цепям микроконтроллера и в данной схеме оно равно 1.1 В. Следует отметить, что программно можно настроить компаратор микроконтроллера на внешнее опорное напряжение, и тогда оно может быть любой величины, однако понадобится внешний источник опорного напряжения.

Электрическая принципиальная схема генератора «белого» шума показана на рисунке (рис. 2).

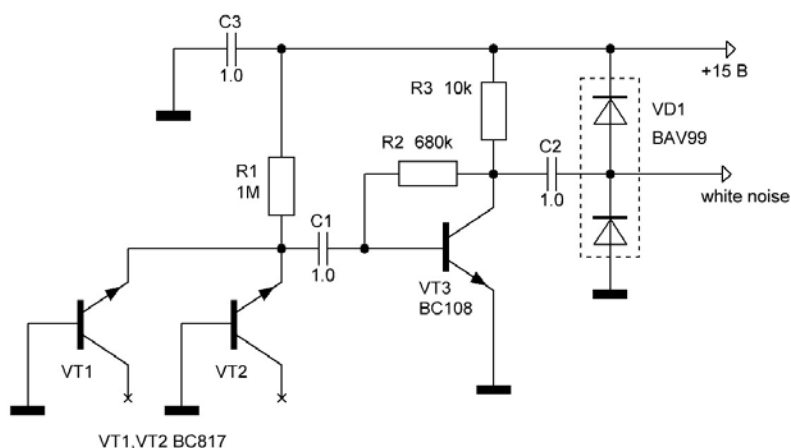


Рисунок 2 – Принципиальная электрическая схема генератора «белого» шума

Основу схемы составляют параллельно включенные транзисторы VT1, VT2. Более детально шумовые свойства биполярных транзисторов показаны в [3, с. 98]. Данные транзисторы включены в обратном направлении база-эмиттер, т.е. работают в режиме лавинного пробоя. Использование двух транзисторов необходимо для увеличения плотности генерируемого шума. Далее шумовой сигнал подается на усилитель на транзисторе VT3 в классическом включении с общим эмиттером. Выходные флуктуации шумового напряжения ограничиваются с помощью диодной сборки VD1, что позволяет защитить вход компаратора микроконтроллера от перегрузки.

Осциллограммы сигналов, полученные в результате испытаний генератора «белого» шума показаны на рисунке (рис. 3 а, б), (а, б – стоп-сигналы в разное, произвольное время).

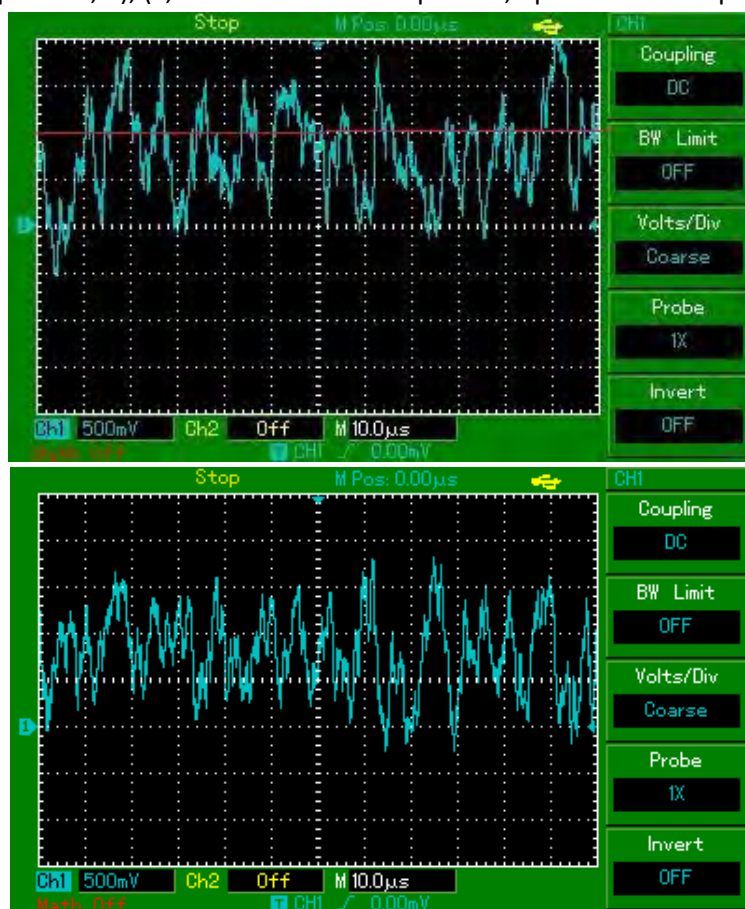


Рисунок 3 (а, б) – Осциллограммы сигналов в произвольное время стоп-сигнала

На данных осциллограммах цена одного деления по времени равна 10 мкс. Красная линия на осциллограмме 3 а показывает уровень опорного напряжения компаратора 1.1 В. Хорошо видно, что за время равное 10 мкс происходит многократное пересечение линии уровня компарации выходным шумовым сигналом, что говорит о хороших случайных характеристиках шумового сигнала.

На рис. 4 показан сигнал с уменьшением цены деления времени до 5 мкс.

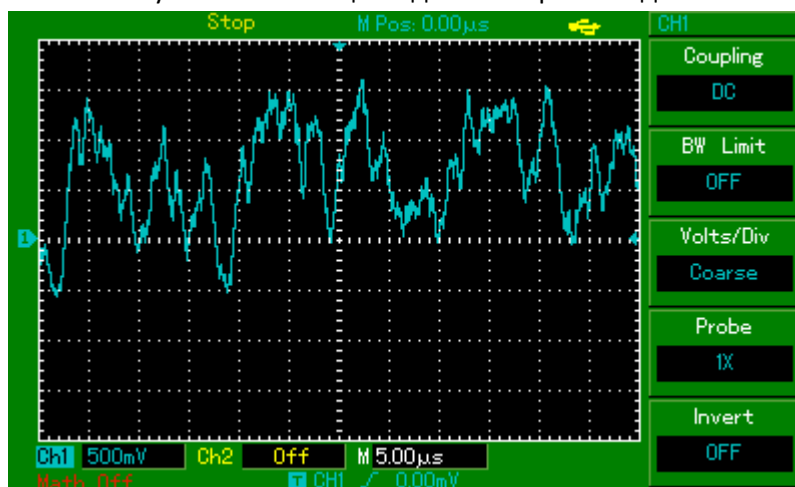


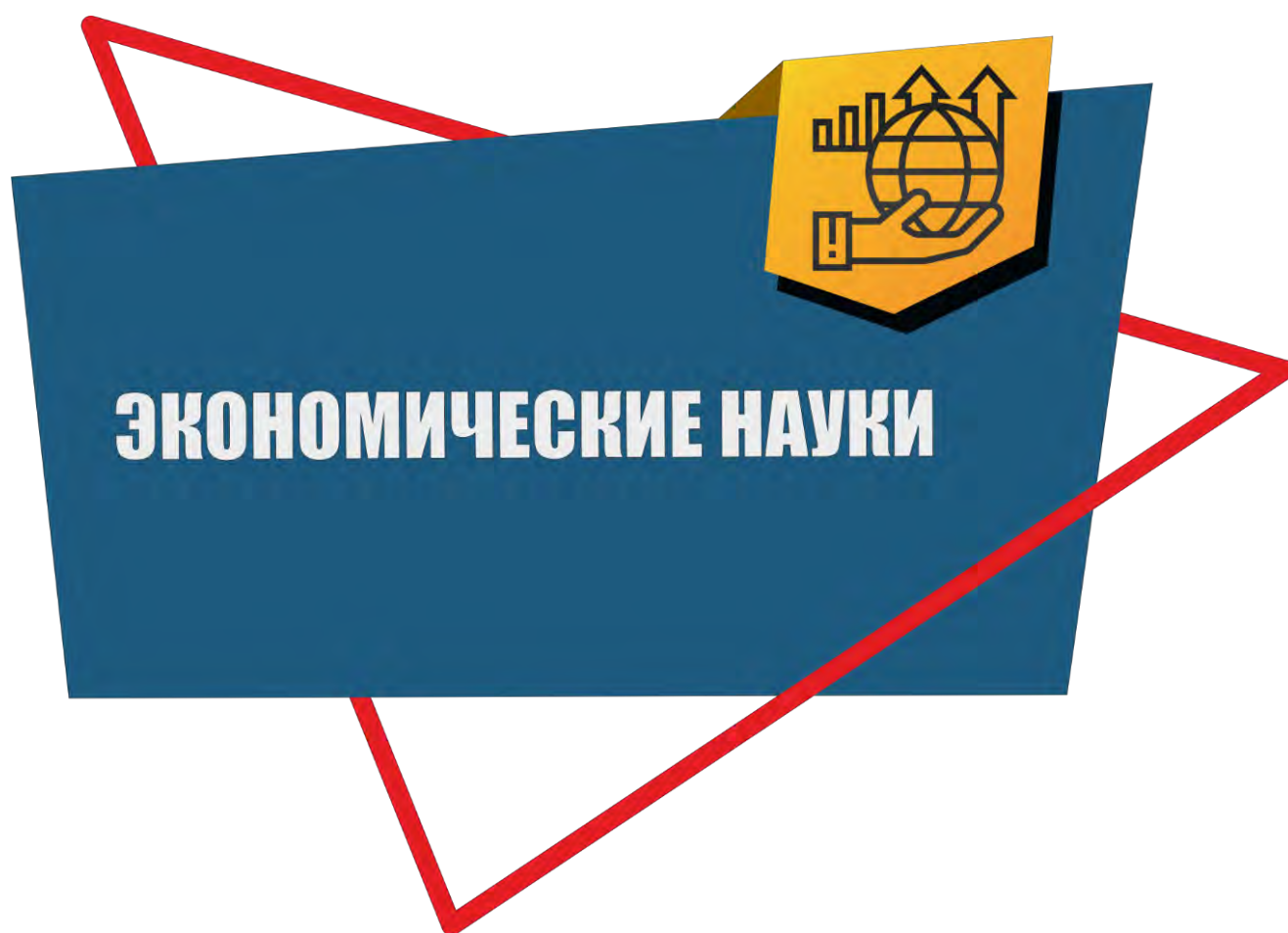
Рисунок 4 – Осциллограмма шумового сигнала при цене время/деление 5 мкс.

На данной осциллограмме видно, что даже за период времени 5 мкс сигнал неоднократно пересекает напряжение компарации в 1.1 В. Это позволяет сделать вывод, что даже при быстром опросе компаратора число (битовое слово) будет сформирован из истинно случайного сигнала.

Список использованной литературы:

1. Белов А.В. Разработка устройств на микроконтроллерах AVR: шагаем от «чайника» до профи. Книга+видеокурс. СПб.: Наука и техника, 2013. 528 с.
2. David B. Thomas // High quality uniform random number generation using LUT optimised state-transition matrices // Journal of VLSI Signal Processing 2007. №47. С. 77–92.
3. Букингом М. Шумы в электронных приборах и системах. М.: Мир, 1986. 399 с.

© Шатохин Р.А., Зубкова Л.И., 2026



УДК 338.242.2

Кормильцев А.С.,
магистрант 2 курса УрФУ,
г. Екатеринбург, РФ

Слабинский С.В.
канд. экон. наук, доцент УрФУ,
г. Екатеринбург, РФ

СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ

Аннотация

В статье изучена роль защиты информации в условиях цифровизации экономики страны. Показаны процессы управления информационной безопасностью в организации. Выделены основные аспекты современной системы защиты информации и управления информационной безопасностью. Определено влияние стимуляторов и дестимуляторов на уровень конкурентоспособности организации. Изучены основные этапы актуализации системы защиты информации и результаты адаптации данной системы.

Ключевые слова:

конкурентоспособность организации, информационная безопасность, защита информации, риск.

В условиях цифровизации финансово-хозяйственной деятельности и роста киберугроз конкурентоспособность организации все в большей степени зависит от уровня защищенности информации, устойчивости цифровых сервисов и способности менеджмента организации управлять информационными рисками. При этом существующие подходы к управлению информационной безопасностью не всегда обеспечивают необходимую адаптивность системы к изменяющимся условиям, что требует разработки новых управленческих моделей, ориентированных на повышение устойчивости и конкурентоспособности организаций [1].

Система защиты информации в современных подходах трактуется через совокупность управленческих, организационных и технологических мер, направленных на поддержание заданного состояния безопасности информационных активов и процессов обработки данных. Международная стандартизация закрепляет риск-ориентированную логику: информационная безопасность понимается через сохранение конфиденциальности, целостности и доступности информации при использовании процесса управления рисками и при обеспечении доверия заинтересованных сторон. Формулировка о сохранении конфиденциальности, целостности и доступности в рамках системы управления информационной безопасностью приводится в описании стандарта ISO и отражает принципиальную связь безопасности и доверия [3].

Управление информационной безопасностью на уровне организации предполагает переход от разрозненных технических мер к управленческой системе, в рамках которой задаются цели, роли, ответственность, процедуры оценки рисков, модели контроля, планы реагирования и восстановления. Современные рамочные документы подчеркивают необходимость единого языка для коммуникации о киберрисках между руководством, функциями внутреннего контроля и техническими подразделениями. Например, в версии NIST CSF 2.0 закреплена логика «таксономии» результатов киберзащиты, ориентированной на понятность для широкого круга управленческих ролей и на возможность использования независимо от сектора и уровня зрелости программы безопасности; рамка не предписывает конкретные способы достижения результатов и ориентирует организацию на настройку под собственный риск-профиль [3].

Рассмотрение системы защиты информации без отраслевой привязки целесообразно вести через функциональные контуры управления: управление и надзор, идентификация активов и рисков, профилактическая защита, обнаружение инцидентов, реагирование, восстановление и обучение на инцидентах. В NIST CSF 2.0 акцент усилен добавлением функции Govern, отражающей необходимость управления киберрисками через корпоративное управление и через согласование безопасности с целями организации и ожиданиями заинтересованных сторон [4].

Анализ специальной литературы позволяет выделить несколько ключевых аспектов структуры современной системы защиты информации и управления информационной безопасностью [5]. Во-первых, система управления информационной безопасностью выступает как управленческий механизм, объединяющий процессы планирования, распределения ответственности, оценки рисков и контроля исполнения. Эти функции направлены на то, чтобы обеспечить не просто наличие защитных средств, а их эффективное и согласованное применение в контексте целей и задач организации.

Во-вторых, технические средства защиты, такие как межсетевые экраны, антивирусные системы, криптографические протоколы или системы управления доступом являются компонентами оперативного уровня, но их эффективность определяется именно тем, насколько они интегрированы в управленческие процессы. В-третьих, зрелость системы управления информационной безопасностью (ИБ) оценивается через формализованные, повторяемые и измеримые процессы, а не через набор средств. Это соответствует тому, что ИБ рассматривается как процесс, включающий циклы планирования, исполнения, контроля и улучшения, что отражает классическую PDCA-логику.

Также адаптивность системы, то есть способность переоценивать риск, обновлять модели угроз, корректировать защитные меры и обеспечивать обратную связь на всех уровнях, обеспечивает сокращение времени экспозиции уязвимостей и повышает управляемость инцидентами. В российской научной среде такие подходы рассматриваются как способ повышения устойчивости организации перед лицом сложных цифровых угроз, интеграции ИБ в корпоративное управление и обеспечения непрерывности критических операций.

Для интерпретации влияния системы защиты информации на конкурентоспособность организации в настоящем исследовании необходимо выполнить количественную оценку [6]. Методика исходит из того, что конкурентоспособность организации в условиях неопределенности и риска носит многокомпонентный характер и не может быть адекватно описана единственным финансовым показателем. Предлагается использовать интегральный показатель конкурентоспособности организации как взвешенную сумму стандартизированных факторных оценок.

С методической точки зрения все исходные показатели подразделяются на два типа: стимуляторы и дестимуляторы. Стимуляторами являются показатели, увеличение которых означает улучшение конкурентной позиции организации, например, рост клиентской базы, увеличение доступности сервисов, повышение доли операций без ошибок или рост рыночной доли. Дестимуляторами являются показатели, рост которых, напротив, свидетельствует об ухудшении положения организации, например, увеличение количества киберинцидентов, числа жалоб клиентов, продолжительности восстановления после сбоя или количества операционных нарушений.

Предлагаемая методика дает возможность решить сразу несколько задач. Она позволяет количественно связать уровень развития и адаптивности системы защиты информации с итоговой конкурентной позицией организации и делает возможным сравнение между собой либо сопоставление одного предприятия в динамике.

План внедрения системы защиты информации в организации представляет собой укрупненную последовательность мероприятий, направленных на поэтапное изменение действующего контура информационной безопасности без нарушения устойчивости текущих процессов [2]. Первый этап связан с диагностикой текущего состояния системы защиты информации и идентификацией рисков. На данной

стадии формируется обновленная картина угроз, уязвимостей и слабых мест, а также определяется, какие элементы действующей системы требуют первоочередной корректировки. Этот этап является базовым, поскольку без него невозможно обоснованно определить направления последующих изменений.

Второй этап предполагает формирование целевой архитектуры системы защиты информации. Здесь определяется, как должна быть изменена система с учетом результатов анализа рисков, какие организационные и технические меры следует усилить, а какие процессы пересмотреть. Именно на этой стадии происходит переход от анализа к проектированию адаптации. Третий этап посвящен организационным изменениям. На практике именно организационные недостатки нередко снижают эффективность даже достаточно развитых технических решений. Поэтому уточнение ролей, полномочий, процедур согласования и порядка реагирования имеет принципиальное значение для устойчивости всей системы.

Четвертый этап связан с технической модернизацией. В его рамках усиливаются механизмы мониторинга, расширяется контроль цифрового периметра, уточняются правила защиты критичных сервисов, в том числе API и каналов дистанционного управления. Это позволяет сократить время обнаружения и реагирования на инциденты.

Пятый этап направлен на развитие аналитического контура. Его значение состоит в том, что система защиты информации должна не только фиксировать события, но и преобразовывать их в управленческие решения. Для этого необходимы регулярный анализ инцидентов, ранжирование рисков и формирование отчетности для руководства.

Шестой этап касается обучения персонала, поскольку человеческий фактор остается одним из наиболее значимых источников риска. Внедрение новых процедур без доведения их до работников снижает результативность всей системы адаптации. Седьмой этап завершает цикл внедрения и позволяет сопоставить фактические результаты с целевыми параметрами. Именно на этой стадии можно сделать вывод о том, насколько адаптация системы защиты информации действительно повысила устойчивость организации и снизила уровень неопределенности и риска.

Таким образом, адаптация системы защиты информации в организации должна осуществляться поэтапно, с четким распределением ответственности и последовательной проверкой результатов. Такой подход позволяет не разрушать существующую архитектуру информационной безопасности, а целенаправленно усиливать ее наиболее уязвимые элементы. В результате система защиты информации приобретает более высокий уровень управляемости, адаптивности и согласованности с требованиями внешней среды.

Список использованной литературы:

1. Куликова П.И. Комплекс целей фирмы как условие повышения ее конкурентоспособности / П.И. Куликова // Молодой ученый. – 2024. – № 51 (550). – С. 96–98.
2. Лосев В. С. Кибербезопасность как фактор конкурентоспособности организации в условиях киберугроз / В. С. Лосев, Т.А. Пашенко // Вестник Академии знаний. – 2026. – № 2(73). – С. 881-886.
3. Половникова, Н.А. Конкурентоспособность предприятия: сущность и оценка / Н.А. Половникова, М.С. Блохин // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2023. – № 7.
4. Промыслов, В.Г. Управление риском кибербезопасности на этапе проектирования для промышленных систем / В.Г. Промыслов, К.В. Семенов // Труды конференции по проблемам кибербезопасности промышленных систем. – 2021. – С. 112–119.
5. Сафаров Ф. Г. Процесс утечки конфиденциальных данных в информационных системах / Ф. Г. Сафаров, Ш. А. Дустов // Наука и инновация. Серия геологических и технических наук. – 2025. – № 2. – С. 65-73.
6. Сурова, Н. Ю. Методика оценки влияния цифровизации экономики на устойчивость развития компании по критериям рентабельности и ликвидности / Н.Ю. Сурова, В.С. Петров // Мировая экономика: проблемы безопасности. – 2020. – № 2. – С. 13-22.

© Кормильцев А.С., Слабинский С.В., 2026

УДК 332.143:353

Устюгов Ю.А.

доктор технических наук,

Почётный профессор

ЧОУ ВО «Сибирская академия финансов и банковского дела»,

г. Новосибирск, РФ

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТОДОЛОГИИ ОПТИМАЛЬНОГО ONLINE КВАНТОВОГО АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯМИ НА ТЕРРИТОРИИ. ЧАСТЬ 12: МЕТОД НАРАЩИВАНИЯ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СЭР В ХОДЕ ОРТ УПРАВЛЕНИЯ ПОДСИСТЕМОЙ СЭР_V ЗА СЧЁТ ОРТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В АГЛОМЕРАЦИЯХ $A_{V1} - A_{V5}$ НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОРТ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ В АГЛОМЕРАЦИЯХ $A_{V11} - A_{V15}$ И ОРТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СЭР МЕЖДУ ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИМИ ТЕРРИТОРИЯМИ С УЧЁТОМ ИХ МНОГОФАКТОРНЫХ ЗАПРОСОВ

Аннотация

В статье продолжено изложение математических основ разрабатываемой автором Методологии оптимального online квантового адаптивного управления социально-экономическими взаимодействиями (СЭВ) на территории [1-11] (далее – Методологии) в части метода оптимизации взаимодействий во множестве Агломераций оптимальных преобразований (далее – Агломераций) $A_{V1} - A_{V5}$ на основе результатов оптимальных преобразований в Агломерациях $A_{V11} - A_{V15}$; определения важных системных характеристик процедуры выработки оптимальных решений в подсистеме СЭР_V, основанных на использовании результатов оптимальных преобразований в Агломерациях $A_{V11} - A_{V15}$; определения оптимального распределения возможностей СЭР в подсистеме СЭР_V между территориями, взаимодействующими с анализируемой территорией с учётом многофакторных запросов указанных территорий. Последовательно раскрыт функционал указанных выше новых агломераций оптимизационных процедур. При изложении математических основ предлагаемого в статье метода сохранена и развита уникальная система обозначений, принятая в [1-11], широко используются разработанные автором итерационные оптимизационные процедуры. Излагаемое в статье является естественным продолжением опубликованного в [1-11]. Методология и её развитие в представленном методе – универсальны, их можно использовать при орт управлении процессами СЭВ на любой территории, они ориентированы на применение современных и перспективных достижений в области цифровых технологий и искусственного интеллекта, могут быть полезны органам публичной власти, аспирантам, докторантам, специалистам, исследующим проблемы оптимального online управления жизнедеятельностью на территории.

Ключевые слова:

методология, метод, парадигма, признаковое пространство, математические основы, система обозначений, индивидуальный шаг орт управления в каждом слое орт преобразований. Оптимальное социально-экономическое взаимодействие (СЭВ, СЭВ_V), развитие (СЭР, СЭР_V), действие (СЭД, СЭД_V), управление СЭР, СЭР_V, распределение и применение возможностей СЭР, СЭР_V. Оптимальная социально-экономическая задача (СЭЗ, СЭЗ_V), стратегическая цель СЭР (СЦ_V). Оптимальные локации СЭВ, СЭВ_V, исполнители СЭД, СЭД_V, весовые коэффициенты. Агломерации оптимизационных процедур, их оптимальная значимость, оптимальный вклад в наращивание возможностей СЭР и достигнутый оптимальный уровень возможностей СЭР в подсистеме СЭР_V. Оптимальное распределение возможностей СЭР в подсистеме СЭР_V между взаимодействующими территориями с учётом их многофакторных запросов. Многослойность и многофакторность квантового оптимального управления сложнейшими социально-экономическими взаимодействиями на территории.

Оптимизационные процедуры, реализующие метод оптимизации взаимодействий во множестве Агломераций оптимальных преобразований (далее – Агломераций) $A_{V1} - A_{V5}$ на основе результатов оптимальных преобразований в Агломерациях $A_{V11} - A_{V15}$ и определения на их основе важных системных характеристик процедуры выработки оптимальных решений в подсистеме СЭР_V

При изложении математических основ предлагаемого в статье метода в части его применения в подсистеме оптимального управления СЭР_V сохранена и развита уникальная система обозначений, принятая в [1-11], широко используются разработанные автором итерационные оптимизационные процедуры, в которых применяются следующие обозначения: $\check{\alpha}_{(.)}$, $\check{\alpha}_{(.)}^*$ и $\hat{\alpha}_{(.)}$, $\hat{\alpha}_{(.)}^*$ – оптимальные весовые коэффициенты (.) при опт. распределении и опт. объединении после 1-й и 2-й итерации $\varepsilon_{(.).1}$ и $\varepsilon_{(.).2}$ в слое оптимальных преобразований (.) соответственно; $\check{V}_{(.)}$, $\check{V}_{(.)}^{**}$ и $\hat{V}_{(.)}$, $\hat{V}_{(.)}^{**}$ – оптимальные квоты (уровни) возможностей (.) СЭР_V при опт. распределении и опт. объединении при $\varepsilon_{(.).1}$ и $\varepsilon_{(.).2}$ соответственно; $\hat{\alpha}_{(.)}^{**}$ – оптимальные весовые коэффициенты $\hat{\alpha}_{(.)}^*$ и $\hat{V}_{(.)}^{***}$ – оптимальные уровни возможностей СЭР_V $\hat{V}_{(.)}^{**}$ после дополнительной оптимизации с использованием новых данных.

Излагаемое ниже является продолжением опубликованного в [1-11]. Для связи с новым материалом напомним: на каждом шаге опт. управления СЭР_V осуществляется цепочка оптимизационных процедур (выражения (1)-(5)), в ходе которых:

→ в Агломерации оптимизационных процедур A_{V1} , реализующих оптимальные преобразования в слоях V1-V4, V34, V39, V44, среди множества стратегических целей (СЦ_V) СЭР_V $f = \overline{1, F}$ осуществляется оптимальный множественный выбор – определяется оптимальное подмножество СЦ_V СЭР_V $f^* = \overline{1, F^*}$, $F^* \subseteq F$; (1)

→ в Агломерации оптимизационных процедур A_{V2} , реализующих оптимальные преобразования в слоях V5-V8, V35, V40, V45, среди множества социально-экономических задач (СЭЗ_V) $l = \overline{1, L_{f^*}}$ по достижению оптимально выбранной СЦ_V СЭР_V f^* осуществляется оптимальный множественный выбор – определяется оптимальное подмножество СЭЗ_V $l^* = \overline{1, L_{f^*}^*}$, $f^* = \overline{1, F^*}$, $L_{f^*}^* \subseteq L_{f^*}$; (2)

→ в Агломерации оптимизационных процедур A_{V3} , реализующих оптимальные преобразования в слоях V9-V12, V36, V41, V46, среди множества локаций СЭВ_V $n = \overline{1, N_{f^*l^*}}$, в которых решается оптимально выбранная СЭЗ_V l^* по оптимально выбранной СЦ_V СЭР_V f^* , осуществляется оптимальный множественный выбор – определяется оптимальное подмножество локаций СЭВ_V $n^* = \overline{1, N_{f^*l^*}^*}$, $f^* = \overline{1, F^*}$, $l^* = \overline{1, L_{f^*}^*}$, $N_{f^*l^*}^* \subseteq N_{f^*l^*}$; (3)

→ в Агломерации оптимизационных процедур A_{V4} , реализующих оптимальные преобразования в слоях V13-V16, V37, V42, V47, среди множества социально-экономических действий (СЭД_V) $m = \overline{1, M_{f^*l^*n^*}}$, реализующих в оптимально выбранной локации СЭВ_V n^* решение оптимально выбранной СЭЗ_V l^* по оптимально выбранной СЦ_V СЭР_V f^* , осуществляется оптимальный множественный выбор – определяется оптимальное подмножество СЭД_V $m^* = \overline{1, M_{f^*l^*n^*}^*}$, $f^* = \overline{1, F^*}$, $l^* = \overline{1, L_{f^*}^*}$, $n^* = \overline{1, N_{f^*l^*}^*}$, $M_{f^*l^*n^*}^* \subseteq M_{f^*l^*n^*}$; (4)

→ в Агломерации оптимизационных процедур A_{V5} , реализующих оптимальные преобразования в слоях V17-V20, V38, V43, V48, среди множества исполнителей СЭД_V $i = \overline{1, I_{f^*l^*n^*m^*}}$, способных осуществить оптимально выбранное СЭД_V m^* в оптимально выбранной локации СЭВ_V n^* при решении оптимально выбранной СЭЗ_V l^* по оптимально выбранной СЦ_V СЭР_V f^* , осуществляется оптимальный множественный выбор – определяется оптимальное подмножество исполнителей СЭД_V $i^* = \overline{1, I_{f^*l^*n^*m^*}^*}$, $f^* = \overline{1, F^*}$, $l^* = \overline{1, L_{f^*}^*}$, $n^* = \overline{1, N_{f^*l^*}^*}$, $m^* = \overline{1, M_{f^*l^*n^*}^*}$, $I_{f^*l^*n^*m^*}^* \subseteq I_{f^*l^*n^*m^*}$. (5)

В Агломерации оптимизационных процедур (далее – Агломерации) A_{V11} в слоях опт. преобразований V73-V75 (формулы (6)-(21)) последовательно и послойно в online режиме в парадигме и признаковом пространстве Методологии [1-11] и представленного в статье метода осуществляется оптимизация взаимодействий на входе и выходе Агломерации A_{V1} , в ходе которой на основе данных, сформированных в слоях опт. преобразований V25 → $\hat{\alpha}_{25f^*}(k_{V25}, \varepsilon_{V25.2})$,

$V_{44} \rightarrow \hat{V}_{44f}^{**}(k_{V44}, \varepsilon_{V44.2})$, усреднённых на интервале наблюдения $\Delta k_{V73} = \overline{k_{V73H}}, \overline{k_{V73K}}$ (выражения (6) – (7)), и $V_{68} \rightarrow \hat{V}_{68}^{**}(k_{V68}, \varepsilon_{V68.2})$, определяют важные системные характеристики подсистемы оптимального управления СЭР_V, основанные на использовании результатов оптимальных преобразований в Агломерациях $A_{V11} - A_{V15}$: оптимальная значимость Агломерации A_{V1} $\hat{\alpha}_{AV1}^*(k_{V74}, \varepsilon_{V74.2})$ среди Агломераций $A_{V1} - A_{V5}$; оптимальный совокупный вклад $\Delta \hat{V}_{AV\Sigma}^{***}(k_{V74}, \varepsilon_{V74.2})$ Агломераций $A_{V1} - A_{V5}$ в наращивание возможностей СЭР в подсистеме СЭР_V; оптимальный уровень возможностей СЭР $\hat{V}_{AV1}^{***}(k_{V74}, \varepsilon_{V74.2})$ на выходе Агломерации A_{V1} ; оптимальный уровень возможностей $\tilde{V}_{75f}^{**}(k_{V75}, \varepsilon_{V75.2})$ на выходе подслоя f^* в Агломерации A_{V1} , $f^* = \overline{1}, \overline{F^*}$:

$$\overline{\hat{\alpha}_{25f}^*}(k_{V73}, \varepsilon_{V73.2}) = \sum_{k_{V73} = k_{V73H}}^{k_{V73K}} \hat{\alpha}_{25f}^*(k_{V73}, \varepsilon_{V73.2}) / \Delta k_{V73}, \quad (6)$$

$$\overline{\hat{V}_{44f}^{**}}(k_{V73}, \varepsilon_{V73.2}) = \sum_{k_{V73} = k_{V73H}}^{k_{V73K}} \hat{V}_{44f}^{**}(k_{V73}, \varepsilon_{V73.2}) / \Delta k_{V73}, \quad (7)$$

$$\hat{V}_{73\Sigma}^*(k_{V73}, \varepsilon_{V73.1}) = \sum_{f^*=1}^{F^*} [\overline{\hat{\alpha}_{25f}^*}(k_{V73}, \varepsilon_{V73.2}) \cdot \overline{\hat{V}_{44f}^{**}}(k_{V73}, \varepsilon_{V73.2})], \quad (8)$$

$$\hat{\alpha}_{25f}^{**}(k_{V73}, \varepsilon_{V73.2}) = [\overline{\hat{\alpha}_{25f}^*}(k_{V73}, \varepsilon_{V73.2}) \cdot \overline{\hat{V}_{44f}^{**}}(k_{V73}, \varepsilon_{V73.2})] / \hat{V}_{73\Sigma}^*(k_{V73}, \varepsilon_{V73.1}) \quad (9)$$

$$\hat{V}_{AV1}^{**}(k_{V73}, \varepsilon_{V73.2}) = \sum_{f^*=1}^{F^*} [\hat{\alpha}_{25f}^{**}(k_{V73}, \varepsilon_{V73.2}) \cdot \overline{\hat{V}_{44f}^{**}}(k_{V73}, \varepsilon_{V73.2})], \quad (10)$$

$$\Delta \hat{V}_{AV1}^{**}(k_{V73}, \varepsilon_{V73.2}) = \Delta \hat{V}_{AV1}^{**}(k_{V(\cdot)_1}, \varepsilon_{V(\cdot)_1.2}) = \hat{V}_{AV1}^{**}(k_{V73}, \varepsilon_{V73.2}) - \hat{V}_{68}^{**}(k_{V68}, \varepsilon_{V68.2}), \quad (11)$$

$$\alpha_{AV1}(k_{V73}, \varepsilon_{V73.1}) = \alpha_{AV1}(k_{V(\cdot)_1}, \varepsilon_{V(\cdot)_1.1}) = \Delta \hat{V}_{AV1}^{**}(k_{V73}, \varepsilon_{V73.2}) / \sum_{\pi=1}^5 \Delta \hat{V}_{AV\pi}^{**}(k_{V(\cdot)_\pi}, \varepsilon_{V(\cdot)_\pi.2}). \quad (12)$$

$$\begin{aligned} \Delta \hat{V}_{AV\Sigma}^{**}(k_{V74}, \varepsilon_{V74.2}) &= \\ &= \sum_{\pi=1}^5 [\alpha_{AV\pi}(k_{V(\cdot)_\pi}, \varepsilon_{V(\cdot)_\pi.2}) \cdot \Delta \hat{V}_{AV\pi}^{**}(k_{V(\cdot)_\pi}, \varepsilon_{V(\cdot)_\pi.2})], \end{aligned} \quad (13)$$

$$\begin{aligned} \hat{\alpha}_{AV1}^*(k_{V74}, \varepsilon_{V74.2}) &= \hat{\alpha}_{AV1}^*(k_{V(\cdot)_1}, \varepsilon_{V(\cdot)_1.2}) = [\alpha_{AV1}(k_{V73}, \varepsilon_{V73.1}) \cdot \\ &\Delta \hat{V}_{AV1}^{**}(k_{V73}, \varepsilon_{V73.2})] / \Delta \hat{V}_{AV\Sigma}^{**}(k_{V74}, \varepsilon_{V74.2}), \end{aligned} \quad (14)$$

$$\begin{aligned} \Delta \hat{V}_{AV\Sigma}^{***}(k_{V74}, \varepsilon_{V74.2}) &= \\ &= \sum_{\pi=1}^5 \hat{\alpha}_{AV\pi}^*(k_{V(\cdot)_\pi}, \varepsilon_{V(\cdot)_\pi.2}) \cdot \Delta \hat{V}_{AV\pi}^{**}(k_{V(\cdot)_\pi}, \varepsilon_{V(\cdot)_\pi.2}), \end{aligned} \quad (15)$$

$$\begin{aligned} \hat{V}_{AV1}^{***}(k_{V74}, \varepsilon_{V74.2}) &= \hat{\alpha}_{AV1}^*(k_{V74}, \varepsilon_{V74.2}) \cdot \Delta \hat{V}_{AV\Sigma}^{***}(k_{V74}, \varepsilon_{V74.2}) + \\ &+ \hat{V}_{68}^{**}(k_{V68}, \varepsilon_{V68.2}), \end{aligned} \quad (16)$$

$$\tilde{\alpha}_{75f}^*(k_{V75}, \varepsilon_{V75.1}) = \tilde{\alpha}_{75f}^*(k_{V75} - 1, \varepsilon_{V75.2}), \quad (17)$$

$$\tilde{V}_{75f}^*(k_{V75}, \varepsilon_{V75.1}) = \tilde{\alpha}_{75f}^*(k_{V75}, \varepsilon_{V75.1}) \cdot \hat{V}_{AV1}^{***}(k_{V74}, \varepsilon_{V74.2}), \quad (18)$$

$$\tilde{V}_{75\Sigma}(k_{V75}, \varepsilon_{V75.1}) = \sum_{f^*=1}^{F^*} [\tilde{\alpha}_{75f}^*(k_{V75}, \varepsilon_{V75.1}) \cdot \tilde{V}_{75f}^*(k_{V75}, \varepsilon_{V75.1})], \quad (19)$$

$$\tilde{\alpha}_{75f}^{**}(k_{V75}, \varepsilon_{V75.2}) = [\tilde{\alpha}_{75f}^*(k_{V75}, \varepsilon_{V75.1}) \cdot \tilde{V}_{75f}^*(k_{V75}, \varepsilon_{V75.1})] / \tilde{V}_{75\Sigma}(k_{V75}, \varepsilon_{V75.1}), \quad (20)$$

$$\tilde{V}_{75f}^{**}(k_{V75}, \varepsilon_{V75.2}) = \tilde{\alpha}_{75f}^{**}(k_{V75}, \varepsilon_{V75.2}) \cdot \hat{V}_{AV1}^{***}(k_{V74}, \varepsilon_{V74.2}). \quad (21)$$

В агломерации оптимизационных процедур A_{V12} в слоях орт преобразований $V_{76}-V_{79}$ (формулы (22)-(40)) последовательно и послойно в online режиме в парадигме и признаковом пространстве Методологии [1-11] и представленного в статье метода осуществляется оптимизация взаимодействий на входе и выходе Агломерации A_{V2} , в ходе которой на основе данных, сформированных в слоях орт преобразований $V_{24} \rightarrow \hat{\alpha}_{24f^*I^*}^*(k_{V24}, \varepsilon_{V24.2})$, $V_{45} \rightarrow \hat{V}_{45f^*I^*}^{***}(k_{V45}, \varepsilon_{V45.2})$, усреднённых на интервале наблюдения $\Delta k_{V76} = \overline{k_{V76H}}, \overline{k_{V76K}}$ (выражения (22) – (23)), и $V_{74} \rightarrow \hat{V}_{AV1}^{***}(k_{V74}, \varepsilon_{V74.2})$, определяются важные системные характеристики подсистемы оптимального управления СЭР_V, основанные на использовании результатов оптимальных преобразований в Агломерациях $A_{V11} - A_{V15}$: оптимальная значимость Агломерации $A_{V2} \rightarrow \hat{\alpha}_{AV2}^*(k_{V77}, \varepsilon_{V77.2})$ среди Агломераций $A_{V1} - A_{V5}$; оптимальный уровень возможностей СЭР $\hat{V}_{AV2}^{***}(k_{V77}, \varepsilon_{V77.2})$ на выходе Агломерации A_{V2} ; оптимальный уровень возможностей $\tilde{V}_{79f^*I^*}^{**}(k_{V79}, \varepsilon_{V79.2})$ на выходе подслоя f^*I^* в Агломерации A_{V2} , $f^* = \overline{1}, \overline{F^*}$, $I^* = \overline{1}, \overline{L_f^*}$:

$$\overline{\hat{\alpha}_{24f^*I^*}^*}(k_{V76}, \varepsilon_{V76.2}) = \sum_{k_{V76} = k_{V76H}}^{k_{V76K}} \hat{\alpha}_{24f^*I^*}^*(k_{V76}, \varepsilon_{V76.2}) / \Delta k_{V76}, \quad (22)$$

$$\overline{\hat{V}_{45f^*I^*}^{***}}(k_{V76}, \varepsilon_{V76.2}) = \sum_{k_{V76} = k_{V76H}}^{k_{V76K}} \hat{V}_{45f^*I^*}^{***}(k_{V76}, \varepsilon_{V76.2}) / \Delta k_{V76}, \quad (23)$$

$$\widehat{V}_{76f^* \Sigma}^*(k_{V76}, \varepsilon_{V76.1}) = \sum_{l^*=1}^{L_{f^*}^*} [\widehat{\alpha}_{24f^* l^*}^*(k_{V76}, \varepsilon_{V76.2}) \cdot \widehat{V}_{45f^* l^*}^{**}(k_{V76}, \varepsilon_{V76.2})], \quad (24)$$

$$\widehat{\alpha}_{24f^* l^*}^{**}(k_{V76}, \varepsilon_{V76.2}) = [\widehat{\alpha}_{24f^* l^*}^*(k_{V76}, \varepsilon_{V76.2}) \cdot \widehat{V}_{45f^* l^*}^{**}(k_{V76}, \varepsilon_{V76.2})] / \widehat{V}_{76f^* \Sigma}^*(k_{V76}, \varepsilon_{V76.1}), \quad (25)$$

$$\widehat{V}_{AV_2}^{**}(k_{V76}, \varepsilon_{V76.2}) = \sum_{f^*=1}^{F^*} \widehat{\alpha}_{25f^*}^{**}(k_{V73}, \varepsilon_{V73.2}) \left(\sum_{l^*=1}^{L_{f^*}^*} [\widehat{\alpha}_{24f^* l^*}^{**}(k_{V76}, \varepsilon_{V76.2}) \cdot \widehat{V}_{45f^* l^*}^{**}(k_{V76}, \varepsilon_{V76.2})] \right), \quad (26)$$

$$\begin{aligned} \Delta \widehat{V}_{AV_2}^{**}(k_{V76}, \varepsilon_{V76.2}) &= \Delta \widehat{V}_{AV_2}^{**}(k_{V(\cdot)_2}, \varepsilon_{V(\cdot)_2.2}) = \\ &= \widehat{V}_{AV_2}^{**}(k_{V76}, \varepsilon_{V76.2}) - \widehat{V}_{AV_1}^{***}(k_{V74}, \varepsilon_{V74.2}), \end{aligned} \quad (27)$$

$$\alpha_{AV_2}(k_{V76}, \varepsilon_{V76.1}) = \alpha_{AV_2}(k_{V(\cdot)_2}, \varepsilon_{V(\cdot)_2.1}) = \Delta \widehat{V}_{AV_2}^{**}(k_{V76}, \varepsilon_{V76.2}) / \sum_{\pi=1}^5 \Delta \widehat{V}_{AV_{\pi}}^{**}(k_{V(\cdot)_{\pi}}, \varepsilon_{V(\cdot)_{\pi}.2}). \quad (28)$$

$$\begin{aligned} \widehat{\alpha}_{AV_2}^*(k_{V77}, \varepsilon_{V77.2}) &= \widehat{\alpha}_{AV_2}^*(k_{V(\cdot)_2}, \varepsilon_{V(\cdot)_2.2}) = [\alpha_{AV_2}(k_{V76}, \varepsilon_{V76.1}) \cdot \\ &\Delta \widehat{V}_{AV_2}^{**}(k_{V76}, \varepsilon_{V76.2})] / \Delta \widehat{V}_{AV_{\Sigma}}^{**}(k_{V74}, \varepsilon_{V74.2}), \end{aligned} \quad (29)$$

$$\begin{aligned} \widehat{V}_{AV_2}^{***}(k_{V77}, \varepsilon_{V77.2}) &= \widehat{\alpha}_{AV_2}^*(k_{V77}, \varepsilon_{V77.2}) \cdot \Delta \widehat{V}_{AV_{\Sigma}}^{***}(k_{V74}, \varepsilon_{V74.2}) + \\ &+ \widehat{V}_{AV_1}^{***}(k_{V74}, \varepsilon_{V74.2}), \end{aligned} \quad (30)$$

$$\check{\alpha}_{78f^*}^*(k_{V78}, \varepsilon_{V78.1}) = \check{\alpha}_{78f^*}^*(k_{V78} - 1, \varepsilon_{V78.2}), \quad (31)$$

$$\check{V}_{78f^*}^*(k_{V78}, \varepsilon_{V78.1}) = \check{\alpha}_{78f^*}^*(k_{V78}, \varepsilon_{V78.1}) \cdot \widehat{V}_{AV_2}^{***}(k_{V77}, \varepsilon_{V77.2}), \quad (32)$$

$$\check{V}_{78\Sigma}(k_{V78}, \varepsilon_{V78.1}) = \sum_{f^*=1}^{F^*} [\check{\alpha}_{78f^*}^*(k_{V78}, \varepsilon_{V78.1}) \cdot \check{V}_{78f^*}^*(k_{V78}, \varepsilon_{V78.1})], \quad (33)$$

$$\check{\alpha}_{78f^*}^*(k_{V78}, \varepsilon_{V78.2}) = [\check{\alpha}_{78f^*}^*(k_{V78}, \varepsilon_{V78.1}) \cdot \check{V}_{78f^*}^*(k_{V78}, \varepsilon_{V78.1})] / \check{V}_{78\Sigma}(k_{V78}, \varepsilon_{V78.1}), \quad (34)$$

$$\check{V}_{78f^*}^{**}(k_{V78}, \varepsilon_{V78.2}) = \check{\alpha}_{78f^*}^*(k_{V78}, \varepsilon_{V78.2}) \cdot \widehat{V}_{AV_2}^{***}(k_{V77}, \varepsilon_{V77.2}), \quad (35)$$

$$\check{\alpha}_{79f^* l^*}^*(k_{V79}, \varepsilon_{V79.1}) = \check{\alpha}_{79f^* l^*}^*(k_{V79} - 1, \varepsilon_{V79.2}), \quad (36)$$

$$\check{V}_{79f^* l^*}^*(k_{V79}, \varepsilon_{V79.1}) = \check{\alpha}_{79f^* l^*}^*(k_{V79}, \varepsilon_{V79.1}) \cdot \check{V}_{78f^*}^{**}(k_{V78}, \varepsilon_{V78.2}), \quad (37)$$

$$\check{V}_{79f^* \Sigma}(k_{V79}, \varepsilon_{V79.1}) = \sum_{l^*=1}^{L_{f^*}^*} [\check{\alpha}_{79f^* l^*}^*(k_{V79}, \varepsilon_{V79.1}) \cdot \check{V}_{79f^* l^*}^*(k_{V79}, \varepsilon_{V79.1})], \quad (38)$$

$$\check{\alpha}_{79f^* l^*}^*(k_{V79}, \varepsilon_{V79.2}) = [\check{\alpha}_{79f^* l^*}^*(k_{V79}, \varepsilon_{V79.1}) \cdot \check{V}_{79f^* l^*}^*(k_{V79}, \varepsilon_{V79.1})] / \check{V}_{79f^* \Sigma}(k_{V79}, \varepsilon_{V79.1}), \quad (39)$$

$$\check{V}_{79f^* l^*}^{**}(k_{V79}, \varepsilon_{V79.2}) = \check{\alpha}_{79f^* l^*}^*(k_{V79}, \varepsilon_{V79.2}) \cdot \check{V}_{78f^*}^{**}(k_{V78}, \varepsilon_{V78.2}). \quad (40)$$

В агломерации оптимизационных процедур AV_{13} в слоях орт преобразований $V80-V84$ (формулы (41)-(64)) последовательно и послойно в online режиме в парадигме и признаковом пространстве Методологии [1-11] и представленного в статье метода осуществляется оптимизация взаимодействий на входе и выходе Агломерации AV_3 , в ходе которой на основе данных, сформированных в слоях орт преобразований $V23 \rightarrow \widehat{\alpha}_{23f^* l^* n^*}^*(k_{V23}, \varepsilon_{V23.2})$, $V46 \rightarrow \widehat{V}_{46f^* l^* n^*}^{**}(k_{V46}, \varepsilon_{V46.2})$, усреднённых на интервале $\Delta k_{V80} = \overline{k_{V80H}}, \overline{k_{V80K}}$ (выражения (41) – (42)), и $V77 \rightarrow \widehat{V}_{AV_2}^{***}(k_{V77}, \varepsilon_{V77.2})$, определяются важные системные характеристики подсистемы оптимального управления СЭР_V, основанные на использовании результатов оптимальных преобразований в Агломерациях $AV_{11} - AV_{15}$: оптимальная значимость Агломерации $AV_3 \rightarrow \widehat{\alpha}_{AV_3}^*(k_{V81}, \varepsilon_{V81.2})$ среди Агломераций $AV_1 - AV_5$; оптимальный уровень возможностей СЭР $\widehat{V}_{AV_3}^{***}(k_{V74}, \varepsilon_{V74.2})$ на выходе Агломерации AV_3 ; оптимальный уровень возможностей $\check{V}_{84f^* l^* n^*}^{**}(k_{V84}, \varepsilon_{V84.2})$ на выходе подслоя $f^* l^* n^*$ в Агломерации AV_3 , $f^* = \overline{1}, \overline{F^*}$, $l^* = \overline{1}, \overline{L_{f^*}^*}$, $n^* = \overline{1}, \overline{N_{f^* l^*}^*}$:

$$\widehat{\alpha}_{23f^* l^* n^*}^*(k_{V80}, \varepsilon_{V80.2}) = \sum_{k_{V80}=k_{V80H}}^{k_{V80K}} \widehat{\alpha}_{23f^* l^* n^*}^*(k_{V80}, \varepsilon_{V80.2}) / \Delta k_{V80}, \quad (41)$$

$$\widehat{V}_{46f^* l^* n^*}^{**}(k_{V80}, \varepsilon_{V80.2}) = \sum_{k_{V76}=k_{V76H}}^{k_{V76K}} \widehat{V}_{46f^* l^* n^*}^{**}(k_{V80}, \varepsilon_{V80.2}) / \Delta k_{V80}, \quad (42)$$

$$\widehat{V}_{80f^* l^* \Sigma}^*(k_{V80}, \varepsilon_{V80.1}) = \sum_{n^*=1}^{N_{f^* l^*}^*} [\widehat{\alpha}_{23f^* l^* n^*}^*(k_{V80}, \varepsilon_{V80.2}) \cdot \widehat{V}_{46f^* l^* n^*}^{**}(k_{V80}, \varepsilon_{V80.2})], \quad (43)$$

$$\widehat{\alpha}_{23f^* l^* n^*}^{**}(k_{V80}, \varepsilon_{V80.2}) = [\widehat{\alpha}_{23f^* l^* n^*}^*(k_{V80}, \varepsilon_{V80.2}) \cdot \widehat{V}_{46f^* l^* n^*}^{**}(k_{V80}, \varepsilon_{V80.2})] / \widehat{V}_{80f^* l^* \Sigma}^*(k_{V80}, \varepsilon_{V80.1}), \quad (44)$$

$$\begin{aligned} \widehat{V}_{AV_3}^{**}(k_{V80}, \varepsilon_{V80.2}) &= \sum_{f^*=1}^{F^*} \widehat{\alpha}_{25f^*}^{**}(k_{V73}, \varepsilon_{V73.2}) \left(\sum_{l^*=1}^{L_{f^*}^*} [\widehat{\alpha}_{24f^* l^*}^{**}(k_{V76}, \varepsilon_{V76.2}) \cdot \sum_{n^*=1}^{N_{f^* l^*}^*} [\widehat{\alpha}_{23f^* l^* n^*}^{**}(k_{V80}, \varepsilon_{V80.2}) \cdot \right. \\ &\left. \widehat{V}_{46f^* l^* n^*}^{**}(k_{V80}, \varepsilon_{V80.2})] \right), \end{aligned} \quad (45)$$

$$\Delta \widehat{V}_{AV_3}^{**}(k_{V80}, \varepsilon_{V80.2}) = \Delta \widehat{V}_{AV_3}^{**}(k_{V(\cdot)_3}, \varepsilon_{V(\cdot)_3.2}) = \widehat{V}_{AV_3}^{**}(k_{V80}, \varepsilon_{V80.2}) - \widehat{V}_{AV_2}^{***}(k_{V77}, \varepsilon_{V77.2}), \quad (46)$$

$$\alpha_{AV_3}(k_{V80}, \varepsilon_{V80.1}) = \alpha_{AV_3}(k_{V(\cdot)_3}, \varepsilon_{V(\cdot)_3.1}) = \Delta \widehat{V}_{AV_3}^{**}(k_{V80}, \varepsilon_{V80.2}) / \sum_{\pi=1}^5 \Delta \widehat{V}_{AV_{\pi}}^{**}(k_{V(\cdot)_{\pi}}, \varepsilon_{V(\cdot)_{\pi}.2}). \quad (47)$$

$$\hat{\alpha}_{AV_3}^*(k_{V81}, \varepsilon_{V81.2}) = \hat{\alpha}_{AV_3}^*(k_{V_{(\cdot)3}}, \varepsilon_{V_{(\cdot)3}.2}) = [\alpha_{AV_3}(k_{V80}, \varepsilon_{V80.1}) \cdot \Delta \hat{V}_{AV_3}^{**}(k_{V80}, \varepsilon_{V80.2})] / \Delta \hat{V}_{AV_3}^{**}(k_{V74}, \varepsilon_{V74.2}), \quad (48)$$

$$\hat{V}_{AV_3}^{***}(k_{V81}, \varepsilon_{V81.2}) = \hat{\alpha}_{AV_3}^*(k_{V81}, \varepsilon_{V81.2}) \cdot \Delta \hat{V}_{AV_3}^{***}(k_{V74}, \varepsilon_{V74.2}) + \hat{V}_{AV_2}^{***}(k_{V74}, \varepsilon_{V74.2}), \quad (49)$$

$$\check{\alpha}_{82f}^*(k_{V82}, \varepsilon_{V82.1}) = \check{\alpha}_{82f}^*(k_{V82} - 1, \varepsilon_{V82.2}), \quad (50)$$

$$\check{V}_{82f}^*(k_{V82}, \varepsilon_{V82.1}) = \check{\alpha}_{82f}^*(k_{V82}, \varepsilon_{V82.1}) \cdot \hat{V}_{AV_3}^{***}(k_{V81}, \varepsilon_{V81.2}), \quad (51)$$

$$\check{V}_{82\Sigma}(k_{V82}, \varepsilon_{V82.1}) = \sum_{f^*=1}^{F^*} [\check{\alpha}_{82f}^*(k_{V82}, \varepsilon_{V82.1}) \cdot \check{V}_{82f}^*(k_{V82}, \varepsilon_{V82.1})], \quad (52)$$

$$\check{\alpha}_{82f}^*(k_{V82}, \varepsilon_{V82.2}) = [\check{\alpha}_{82f}^*(k_{V82}, \varepsilon_{V82.1}) \cdot \check{V}_{82f}^*(k_{V82}, \varepsilon_{V82.1})] / \check{V}_{82\Sigma}(k_{V82}, \varepsilon_{V82.1}), \quad (53)$$

$$\check{V}_{82f}^{**}(k_{V82}, \varepsilon_{V82.2}) = \check{\alpha}_{82f}^{**}(k_{V82}, \varepsilon_{V82.2}) \cdot \hat{V}_{AV_3}^{***}(k_{V81}, \varepsilon_{V81.2}), \quad (54)$$

$$\check{\alpha}_{83f^*I^*}^*(k_{V83}, \varepsilon_{V83.1}) = \check{\alpha}_{83f^*I^*}^*(k_{V83} - 1, \varepsilon_{V83.2}), \quad (55)$$

$$\check{V}_{83f^*I^*}^*(k_{V83}, \varepsilon_{V83.1}) = \check{\alpha}_{83f^*I^*}^*(k_{V83}, \varepsilon_{V83.1}) \cdot \check{V}_{82f}^{**}(k_{V82}, \varepsilon_{V82.2}), \quad (56)$$

$$\check{V}_{83f^*\Sigma}(k_{V83}, \varepsilon_{V83.1}) = \sum_{I^*=1}^{I_f^*} [\check{\alpha}_{83f^*I^*}^*(k_{V83}, \varepsilon_{V83.1}) \cdot \check{V}_{83f^*I^*}^*(k_{V83}, \varepsilon_{V83.1})], \quad (57)$$

$$\check{\alpha}_{83f^*I^*}^*(k_{V83}, \varepsilon_{V83.2}) = [\check{\alpha}_{83f^*I^*}^*(k_{V83}, \varepsilon_{V83.1}) \cdot \check{V}_{83f^*I^*}^*(k_{V83}, \varepsilon_{V83.1})] / \check{V}_{83f^*\Sigma}(k_{V83}, \varepsilon_{V83.1}), \quad (58)$$

$$\check{V}_{83f^*I^*}^{**}(k_{V83}, \varepsilon_{V83.2}) = \check{\alpha}_{83f^*I^*}^{**}(k_{V83}, \varepsilon_{V83.2}) \cdot \check{V}_{82f}^{**}(k_{V82}, \varepsilon_{V82.2}), \quad (59)$$

$$\check{\alpha}_{84f^*I^*n^*}^*(k_{V84}, \varepsilon_{V84.1}) = \check{\alpha}_{84f^*I^*n^*}^*(k_{V84} - 1, \varepsilon_{V84.2}), \quad (60)$$

$$\check{V}_{84f^*I^*n^*}^*(k_{V84}, \varepsilon_{V84.1}) = \check{\alpha}_{84f^*I^*n^*}^*(k_{V84}, \varepsilon_{V84.1}) \cdot \check{V}_{83f^*I^*}^{**}(k_{V83}, \varepsilon_{V83.2}), \quad (61)$$

$$\check{V}_{84f^*I^*\Sigma}(k_{V84}, \varepsilon_{V84.1}) = \sum_{n^*=1}^{N_{f^*I^*}^*} [\check{\alpha}_{84f^*I^*n^*}^*(k_{V84}, \varepsilon_{V84.1}) \cdot \check{V}_{84f^*I^*n^*}^*(k_{V84}, \varepsilon_{V84.1})], \quad (62)$$

$$\check{\alpha}_{84f^*I^*n^*}^*(k_{V84}, \varepsilon_{V84.2}) = [\check{\alpha}_{84f^*I^*n^*}^*(k_{V84}, \varepsilon_{V84.1}) \cdot \check{V}_{84f^*I^*n^*}^*(k_{V84}, \varepsilon_{V84.1})] / \check{V}_{84f^*I^*\Sigma}(k_{V84}, \varepsilon_{V84.1}), \quad (63)$$

$$\check{V}_{84f^*I^*n^*}^{**}(k_{V84}, \varepsilon_{V84.2}) = \check{\alpha}_{84f^*I^*n^*}^{**}(k_{V84}, \varepsilon_{V84.2}) \cdot \check{V}_{83f^*I^*}^{**}(k_{V83}, \varepsilon_{V83.2}). \quad (64)$$

В агломерации оптимизационных процедур A_{V14} в слоях орт преобразований $V85-V90$ (формулы (65)-(93)) последовательно и послойно в online режиме в парадигме и признаковом пространстве Методологии [1-11] и представленного в статье метода осуществляется оптимизация взаимодействий на входе и выходе Агломерации A_{V4} , в ходе которой на основе данных, сформированных в слоях орт преобразований $V22 \rightarrow \hat{\alpha}_{22f^*I^*n^*m^*}^*(k_{V22}, \varepsilon_{V22.2})$, $V47 \rightarrow \hat{V}_{47f^*I^*n^*m^*}^{**}(k_{V47}, \varepsilon_{V47.2})$, усреднённых на интервале наблюдения $\Delta k_{V85} = \overline{k_{V85H}, k_{V85K}}$ (выражения (65) – (66)), и $V81 \rightarrow \hat{V}_{AV_3}^{***}(k_{V81}, \varepsilon_{V81.2})$, определяются важные системные характеристики подсистемы оптимального управления СЭР_V, основанные на использовании результатов оптимальных преобразований в Агломерациях $A_{V11} - A_{V15}$: оптимальная значимость Агломерации $A_{V4} \rightarrow \hat{\alpha}_{AV_4}^*(k_{V86}, \varepsilon_{V86.2})$ среди Агломераций $A_{V1} - A_{V5}$; оптимальный уровень возможностей СЭР $\hat{V}_{AV_4}^{***}(k_{V86}, \varepsilon_{V86.2})$ на выходе Агломерации A_{V4} ; оптимальный уровень возможностей $\check{V}_{90f^*I^*n^*m^*}^{**}(k_{V90}, \varepsilon_{V90.2})$ на выходе подслоя $f^*I^*n^*m^*$ в Агломерации A_{V4} (в слое оптимальных преобразований $V17$ и $V20$), $f^* = \overline{1, F^*}$, $I^* = \overline{1, L_f^*}$, $n^* = \overline{1, N_{f^*I^*}^*}$, $m^* = \overline{1, M_{f^*I^*n^*}^*}$:

$$\hat{\alpha}_{22f^*I^*n^*m^*}^*(k_{V85}, \varepsilon_{V85.2}) = \sum_{k_{V85}=k_{V85H}}^{k_{V85K}} \hat{\alpha}_{22f^*I^*n^*m^*}^*(k_{V85}, \varepsilon_{V85.2}) / \Delta k_{V85}, \quad (65)$$

$$\hat{V}_{47f^*I^*n^*m^*}^{**}(k_{V85}, \varepsilon_{V85.2}) = \sum_{k_{V76}=k_{V76H}}^{k_{V76K}} \hat{V}_{47f^*I^*n^*m^*}^{**}(k_{V85}, \varepsilon_{V85.2}) / \Delta k_{V85}, \quad (66)$$

$$\hat{V}_{85f^*I^*n^*\Sigma}^*(k_{V85}, \varepsilon_{V85.1}) = \sum_{m^*=1}^{M_{f^*I^*n^*}^*} [\hat{\alpha}_{22f^*I^*n^*m^*}^*(k_{V85}, \varepsilon_{V85.2}) \cdot \hat{V}_{47f^*I^*n^*m^*}^{**}(k_{V85}, \varepsilon_{V85.2})], \quad (67)$$

$$\hat{\alpha}_{22f^*I^*n^*m^*}^{**}(k_{V85}, \varepsilon_{V85.2}) = [\hat{\alpha}_{22f^*I^*n^*m^*}^*(k_{V85}, \varepsilon_{V85.2}) \cdot \hat{V}_{47f^*I^*n^*m^*}^{**}(k_{V85}, \varepsilon_{V85.2})] / \hat{V}_{85f^*I^*n^*\Sigma}^*(k_{V85}, \varepsilon_{V85.1}), \quad (68)$$

$$\hat{V}_{AV_4}^{**}(k_{V85}, \varepsilon_{V85.2}) = \sum_{f^*=1}^{F^*} \hat{\alpha}_{25f^*}^{**}(k_{V73}, \varepsilon_{V73.2}) \left(\sum_{I^*=1}^{I_f^*} [\hat{\alpha}_{24f^*I^*}^{**}(k_{V76}, \varepsilon_{V76.2}) \cdot \left(\sum_{n^*=1}^{N_{f^*I^*}^*} [\hat{\alpha}_{23f^*I^*n^*}^{**}(k_{V80}, \varepsilon_{V80.2}) \cdot \left(\sum_{m^*=1}^{M_{f^*I^*n^*}^*} [\hat{\alpha}_{22f^*I^*n^*m^*}^{**}(k_{V85}, \varepsilon_{V85.2}) \cdot \hat{V}_{47f^*I^*n^*m^*}^{**}(k_{V85}, \varepsilon_{V85.2})] \right) \right) \right] \right), \quad (69)$$

$$\Delta \hat{V}_{AV_4}^{**}(k_{V85}, \varepsilon_{V85.2}) = \Delta \hat{V}_{AV_4}^{**}(k_{V_{(\cdot)4}}, \varepsilon_{V_{(\cdot)4}.2}) = \hat{V}_{AV_4}^{**}(k_{V85}, \varepsilon_{V85.2}) - \hat{V}_{AV_3}^{***}(k_{V81}, \varepsilon_{V81.2}), \quad (70)$$

$$\alpha_{AV_4}(k_{V85}, \varepsilon_{V85.1}) = \alpha_{AV_4}(k_{V_{(\cdot)4}}, \varepsilon_{V_{(\cdot)4}.1}) = \Delta \hat{V}_{AV_4}^{**}(k_{V85}, \varepsilon_{V85.2}) / \sum_{\pi=1}^5 \Delta \hat{V}_{AV_{\pi}}^{**}(k_{V_{(\cdot)\pi}}, \varepsilon_{V_{(\cdot)\pi}.2}), \quad (71)$$

$$\hat{\alpha}_{AV_4}^*(k_{V86}, \varepsilon_{V86.2}) = \hat{\alpha}_{AV_4}^*(k_{V_{(\cdot)4}}, \varepsilon_{V_{(\cdot)4}.2}) = [\alpha_{AV_4}(k_{V85}, \varepsilon_{V85.1}) \cdot$$

$$\Delta \hat{V}_{A_{V4}}^{**}(k_{V85}, \varepsilon_{V85.2}) / \Delta \hat{V}_{A_{V\Sigma}}^{**}(k_{V74}, \varepsilon_{V74.2}), \quad (72)$$

$$\hat{V}_{A_{V4}}^{***}(k_{V86}, \varepsilon_{V86.2}) = \hat{a}_{A_{V4}}^{*}(k_{V86}, \varepsilon_{V86.2}) \cdot \Delta \hat{V}_{A_{V\Sigma}}^{***}(k_{V74}, \varepsilon_{V74.2}) + \hat{V}_{A_{V3}}^{***}(k_{V81}, \varepsilon_{V81.2}), \quad (73)$$

$$\check{\alpha}_{87f^{*}}(k_{V87}, \varepsilon_{V87.1}) = \check{\alpha}_{87f^{*}}^{*}(k_{V87} - 1, \varepsilon_{V87.2}), \quad (74)$$

$$\check{V}_{87f^{*}}^{*}(k_{V87}, \varepsilon_{V87.1}) = \check{\alpha}_{87f^{*}}^{*}(k_{V87}, \varepsilon_{V87.1}) \cdot \check{V}_{A_{V4}}^{***}(k_{V86}, \varepsilon_{V86.2}), \quad (75)$$

$$\check{V}_{87\Sigma}(k_{V87}, \varepsilon_{V87.1}) = \sum_{f^{*}=1}^{F^{*}} [\check{\alpha}_{87f^{*}}^{*}(k_{V87}, \varepsilon_{V87.1}) \cdot \check{V}_{87f^{*}}^{*}(k_{V87}, \varepsilon_{V87.1})], \quad (76)$$

$$\check{\alpha}_{87f^{*}}^{*}(k_{V87}, \varepsilon_{V87.2}) = [\check{\alpha}_{87f^{*}}^{*}(k_{V87}, \varepsilon_{V87.1}) \cdot \check{V}_{87f^{*}}^{*}(k_{V87}, \varepsilon_{V87.1})] / \check{V}_{87\Sigma}(k_{V87}, \varepsilon_{V87.1}), \quad (77)$$

$$\check{V}_{87f^{*}}^{**}(k_{V87}, \varepsilon_{V87.2}) = \check{\alpha}_{87f^{*}}^{*}(k_{V87}, \varepsilon_{V87.2}) \cdot \hat{V}_{A_{V4}}^{***}(k_{V86}, \varepsilon_{V86.2}), \quad (78)$$

$$\check{\alpha}_{88f^{*}l^{*}}(k_{V88}, \varepsilon_{V88.1}) = \check{\alpha}_{88f^{*}l^{*}}^{*}(k_{V88} - 1, \varepsilon_{V88.2}), \quad (79)$$

$$\check{V}_{88f^{*}l^{*}}^{*}(k_{V88}, \varepsilon_{V88.1}) = \check{\alpha}_{88f^{*}l^{*}}^{*}(k_{V88}, \varepsilon_{V88.1}) \cdot \check{V}_{87f^{*}}^{**}(k_{V87}, \varepsilon_{V87.2}), \quad (80)$$

$$\check{V}_{88f^{*}\Sigma}(k_{V88}, \varepsilon_{V88.1}) = \sum_{l^{*}=1}^{L^{*}} [\check{\alpha}_{88f^{*}l^{*}}^{*}(k_{V88}, \varepsilon_{V88.1}) \cdot \check{V}_{88f^{*}l^{*}}^{*}(k_{V88}, \varepsilon_{V88.1})], \quad (81)$$

$$\check{\alpha}_{88f^{*}l^{*}}^{*}(k_{V88}, \varepsilon_{V88.2}) = [\check{\alpha}_{88f^{*}l^{*}}^{*}(k_{V88}, \varepsilon_{V88.1}) \cdot \check{V}_{88f^{*}l^{*}}^{*}(k_{V88}, \varepsilon_{V88.1})] / \check{V}_{88f^{*}\Sigma}(k_{V88}, \varepsilon_{V88.1}), \quad (82)$$

$$\check{V}_{88f^{*}l^{*}}^{**}(k_{V88}, \varepsilon_{V88.2}) = \check{\alpha}_{88f^{*}l^{*}}^{*}(k_{V88}, \varepsilon_{V88.2}) \cdot \check{V}_{87f^{*}}^{**}(k_{V87}, \varepsilon_{V87.2}), \quad (83)$$

$$\check{\alpha}_{89f^{*}l^{*}n^{*}}(k_{V89}, \varepsilon_{V89.1}) = \check{\alpha}_{89f^{*}l^{*}n^{*}}^{*}(k_{V89} - 1, \varepsilon_{V89.2}), \quad (84)$$

$$\check{V}_{89f^{*}l^{*}n^{*}}^{*}(k_{V89}, \varepsilon_{V89.1}) = \check{\alpha}_{89f^{*}l^{*}n^{*}}^{*}(k_{V89}, \varepsilon_{V89.1}) \cdot \check{V}_{88f^{*}l^{*}}^{**}(k_{V88}, \varepsilon_{V88.2}), \quad (85)$$

$$\check{V}_{89f^{*}l^{*}\Sigma}(k_{V89}, \varepsilon_{V89.1}) = \sum_{n^{*}=1}^{N^{*}} [\check{\alpha}_{89f^{*}l^{*}n^{*}}^{*}(k_{V89}, \varepsilon_{V89.1}) \cdot \check{V}_{89f^{*}l^{*}n^{*}}^{*}(k_{V89}, \varepsilon_{V89.1})], \quad (86)$$

$$\check{\alpha}_{89f^{*}l^{*}n^{*}}^{*}(k_{V89}, \varepsilon_{V89.2}) = [\check{\alpha}_{89f^{*}l^{*}n^{*}}^{*}(k_{V89}, \varepsilon_{V89.1}) \cdot \check{V}_{89f^{*}l^{*}n^{*}}^{*}(k_{V89}, \varepsilon_{V89.1})] / \check{V}_{89f^{*}l^{*}\Sigma}(k_{V89}, \varepsilon_{V89.1}), \quad (87)$$

$$\check{V}_{89f^{*}l^{*}n^{*}}^{**}(k_{V89}, \varepsilon_{V89.2}) = \check{\alpha}_{89f^{*}l^{*}n^{*}}^{*}(k_{V89}, \varepsilon_{V89.2}) \cdot \check{V}_{88f^{*}l^{*}}^{**}(k_{V88}, \varepsilon_{V88.2}), \quad (88)$$

$$\check{\alpha}_{90f^{*}l^{*}n^{*}m^{*}}(k_{V90}, \varepsilon_{V90.1}) = \check{\alpha}_{90f^{*}l^{*}n^{*}m^{*}}^{*}(k_{V90} - 1, \varepsilon_{V90.2}), \quad (89)$$

$$\check{V}_{90f^{*}l^{*}n^{*}m^{*}}^{*}(k_{V90}, \varepsilon_{V90.1}) = \check{\alpha}_{90f^{*}l^{*}n^{*}m^{*}}^{*}(k_{V90}, \varepsilon_{V90.1}) \cdot \check{V}_{89f^{*}l^{*}n^{*}}^{**}(k_{V89}, \varepsilon_{V89.2}), \quad (90)$$

$$\check{V}_{90f^{*}l^{*}n^{*}\Sigma}(k_{V90}, \varepsilon_{V90.1}) = \sum_{m^{*}=1}^{M^{*}} [\check{\alpha}_{90f^{*}l^{*}n^{*}m^{*}}^{*}(k_{V90}, \varepsilon_{V90.1}) \cdot \check{V}_{90f^{*}l^{*}n^{*}m^{*}}^{*}(k_{V90}, \varepsilon_{V90.1})], \quad (91)$$

$$\check{\alpha}_{90f^{*}l^{*}n^{*}m^{*}}^{*}(k_{V90}, \varepsilon_{V90.2}) = [\check{\alpha}_{90f^{*}l^{*}n^{*}m^{*}}^{*}(k_{V90}, \varepsilon_{V90.1}) \cdot \check{V}_{90f^{*}l^{*}n^{*}m^{*}}^{*}(k_{V90}, \varepsilon_{V90.1})] / \check{V}_{90f^{*}l^{*}\Sigma}(k_{V90}, \varepsilon_{V90.1}), \quad (92)$$

$$\check{V}_{90f^{*}l^{*}n^{*}m^{*}}^{**}(k_{V90}, \varepsilon_{V90.2}) = \check{\alpha}_{90f^{*}l^{*}n^{*}m^{*}}^{*}(k_{V90}, \varepsilon_{V90.2}) \cdot \check{V}_{89f^{*}l^{*}n^{*}}^{**}(k_{V89}, \varepsilon_{V89.2}). \quad (93)$$

В агломерации оптимизационных процедур A_{V15} в слоях орт преобразований $V91-V97$ (формулы (94)-(127)) последовательно и послойно в online режиме в парадигме и признаковом пространстве Методологии [1-11] и представленного в статье метода осуществляется оптимизация взаимодействий на входе и выходе Агломерации A_{V5} , в ходе которой на основе данных, сформированных в слоях орт преобразований $V21 \rightarrow \hat{\alpha}_{21f^{*}l^{*}n^{*}m^{*}i^{*}}^{*}(k_{V21}, \varepsilon_{V21.2})$, $V48 \rightarrow \hat{V}_{48f^{*}l^{*}n^{*}m^{*}i^{*}}^{**}(k_{V48}, \varepsilon_{V48.2})$, усреднённых на интервале наблюдения $\Delta k_{V91} = \overline{k_{V91H}}, \overline{k_{V91K}}$ (выражения (94) – (95)), и $V86 \rightarrow \hat{V}_{A_{V4}}^{***}(k_{V86}, \varepsilon_{V86.2})$, определяются важные системные характеристики подсистемы оптимального управления СЭР_V, основанные на использовании результатов оптимальных преобразований в Агломерациях $A_{V11} - A_{V15}$: оптимальная значимость Агломерации $A_{V5} \rightarrow \hat{\alpha}_{A_{V5}}^{*}(k_{V91}, \varepsilon_{V91.2})$ среди Агломераций $A_{V1} - A_{V5}$; оптимальный уровень возможностей СЭР $\hat{V}_{A_{V5}}^{***}(k_{V91}, \varepsilon_{V91.2})$ на выходе Агломерации A_{V5} ; оптимальный уровень возможностей $\check{V}_{97f^{*}l^{*}n^{*}m^{*}i^{*}}^{**}(k_{V97}, \varepsilon_{V97.2})$ на выходе подслоя $f^{*}l^{*}n^{*}m^{*}i^{*}$ в Агломерации A_{V5} ,

$$f^{*} = \overline{1, F^{*}}, l^{*} = \overline{1, L^{*}}, n^{*} = \overline{1, N^{*}}, m^{*} = \overline{1, M^{*}}, i^{*} = \overline{1, I^{*}}:$$

$$\hat{\alpha}_{21f^{*}l^{*}n^{*}m^{*}i^{*}}^{*}(k_{V91}, \varepsilon_{V91.2}) = \sum_{k_{V91}=k_{V91H}}^{k_{V91K}} \hat{\alpha}_{21f^{*}l^{*}n^{*}m^{*}i^{*}}^{*}(k_{V91}, \varepsilon_{V91.2}) / \Delta k_{V91}, \quad (94)$$

$$\hat{V}_{48f^{*}l^{*}n^{*}m^{*}i^{*}}^{**}(k_{V91}, \varepsilon_{V91.2}) = \sum_{k_{V91}=k_{V91H}}^{k_{V91K}} \hat{V}_{48f^{*}l^{*}n^{*}m^{*}i^{*}}^{**}(k_{V91}, \varepsilon_{V91.2}) / \Delta k_{V91}, \quad (95)$$

$$\hat{V}_{91f^{*}l^{*}n^{*}m^{*}\Sigma}^{*}(k_{V91}, \varepsilon_{V91.1}) = \sum_{i^{*}=1}^{I^{*}} [\hat{\alpha}_{21f^{*}l^{*}n^{*}m^{*}i^{*}}^{*}(k_{V91}, \varepsilon_{V91.2}) \cdot \hat{V}_{48f^{*}l^{*}n^{*}m^{*}i^{*}}^{**}(k_{V91}, \varepsilon_{V91.2})], \quad (96)$$

$$\hat{\alpha}_{21f^{*}l^{*}n^{*}m^{*}i^{*}}^{*}(k_{V91}, \varepsilon_{V91.2}) = [\hat{\alpha}_{21f^{*}l^{*}n^{*}m^{*}i^{*}}^{*}(k_{V91}, \varepsilon_{V91.2}) \cdot \hat{V}_{48f^{*}l^{*}n^{*}m^{*}i^{*}}^{**}(k_{V91}, \varepsilon_{V91.2})] /$$

$$\hat{V}_{91f^*l^*n^*m^*\Sigma}(k_{V91}, \varepsilon_{V91.1}), \quad (97)$$

$$\hat{V}_{AV5}^{**}(k_{V91}, \varepsilon_{V91.2}) = \sum_{f^*=1}^{F^*} \hat{\alpha}_{25f^*}^{**}(k_{V73}, \varepsilon_{V73.2}) \left(\sum_{l^*=1}^{L_{f^*}^*} [\hat{\alpha}_{24f^*l^*}^{**}(k_{V76}, \varepsilon_{V76.2}) \cdot \left(\sum_{n^*=1}^{N_{f^*l^*}^*} [\hat{\alpha}_{23f^*l^*n^*}^{**}(k_{V80}, \varepsilon_{V80.2}) \cdot \left(\sum_{m^*=1}^{M_{f^*l^*n^*}^*} [\hat{\alpha}_{22f^*l^*n^*m^*}^{**}(k_{V85}, \varepsilon_{V85.2}) \cdot \left(\sum_{i^*=1}^{I_{f^*l^*n^*m^*}^*} [\hat{\alpha}_{21f^*l^*n^*m^*i^*}^{**}(k_{V91}, \varepsilon_{V91.2}) \cdot \overline{\hat{V}_{48f^*l^*n^*m^*i^*}^{**}(k_{V91}, \varepsilon_{V91.2})} \right) \right) \right] \right) \right) \right), \quad (98)$$

$$\Delta \hat{V}_{AV5}^{**}(k_{V91}, \varepsilon_{V91.2}) = \Delta \hat{V}_{AV5}^{**}(k_{V(\cdot)_5}, \varepsilon_{V(\cdot)_5.2}) = \hat{V}_{AV5}^{**}(k_{V91}, \varepsilon_{V91.2}) - \hat{V}_{AV4}^{***}(k_{V86}, \varepsilon_{V86.2}), \quad (99)$$

$$\alpha_{AV5}(k_{V91}, \varepsilon_{V91.1}) = \alpha_{AV5}(k_{V(\cdot)_5}, \varepsilon_{V(\cdot)_5.1}) = \Delta \hat{V}_{AV5}^{**}(k_{V91}, \varepsilon_{V91.2}) / \sum_{\pi=1}^5 \Delta \hat{V}_{AV\pi}^{**}(k_{V(\cdot)_\pi}, \varepsilon_{V(\cdot)_\pi.2}), \quad (100)$$

$$\hat{\alpha}_{AV5}^*(k_{V92}, \varepsilon_{V92.2}) = \hat{\alpha}_{AV5}^*(k_{V(\cdot)_5}, \varepsilon_{V(\cdot)_5.2}) = [\alpha_{AV5}(k_{V91}, \varepsilon_{V91.1}) \cdot \Delta \hat{V}_{AV5}^{**}(k_{V91}, \varepsilon_{V91.2})] / \Delta \hat{V}_{AV\Sigma}^{**}(k_{V74}, \varepsilon_{V74.2}), \quad (101)$$

$$\hat{V}_{AV5}^{***}(k_{V92}, \varepsilon_{V92.2}) = \hat{\alpha}_{AV5}^*(k_{V92}, \varepsilon_{V92.2}) \cdot \Delta \hat{V}_{AV\Sigma}^{***}(k_{V74}, \varepsilon_{V74.2}) + \hat{V}_{AV4}^{***}(k_{V86}, \varepsilon_{V86.2}), \quad (102)$$

$$\check{\alpha}_{93f^*}(k_{V93}, \varepsilon_{V93.1}) = \check{\alpha}_{93f^*}^*(k_{V93} - 1, \varepsilon_{V93.2}), \quad (103)$$

$$\check{V}_{93f^*}(k_{V93}, \varepsilon_{V93.1}) = \check{\alpha}_{93f^*}(k_{V93}, \varepsilon_{V93.1}) \cdot \hat{V}_{AV5}^{***}(k_{V92}, \varepsilon_{V92.2}), \quad (104)$$

$$\check{V}_{93\Sigma}(k_{V93}, \varepsilon_{V93.1}) = \sum_{f^*=1}^{F^*} [\check{\alpha}_{93f^*}(k_{V93}, \varepsilon_{V93.1}) \cdot \check{V}_{93f^*}(k_{V93}, \varepsilon_{V93.1})], \quad (105)$$

$$\check{\alpha}_{93f^*}^*(k_{V93}, \varepsilon_{V93.2}) = [\check{\alpha}_{93f^*}(k_{V93}, \varepsilon_{V93.1}) \cdot \check{V}_{93f^*}(k_{V93}, \varepsilon_{V93.1})] / \check{V}_{93\Sigma}(k_{V93}, \varepsilon_{V93.1}), \quad (106)$$

$$\check{V}_{93f^*}^{**}(k_{V93}, \varepsilon_{V93.2}) = \check{\alpha}_{93f^*}^*(k_{V93}, \varepsilon_{V93.2}) \cdot \hat{V}_{AV5}^{***}(k_{V92}, \varepsilon_{V92.2}), \quad (107)$$

$$\check{\alpha}_{94f^*l^*}(k_{V94}, \varepsilon_{V94.1}) = \check{\alpha}_{94f^*l^*}^*(k_{V94} - 1, \varepsilon_{V94.2}), \quad (108)$$

$$\check{V}_{94f^*l^*}(k_{V94}, \varepsilon_{V94.1}) = \check{\alpha}_{94f^*l^*}(k_{V94}, \varepsilon_{V94.1}) \cdot \check{V}_{93f^*}(k_{V93}, \varepsilon_{V93.2}), \quad (109)$$

$$\check{V}_{94f^*\Sigma}(k_{V94}, \varepsilon_{V94.1}) = \sum_{l^*=1}^{L_{f^*}^*} [\check{\alpha}_{94f^*l^*}(k_{V94}, \varepsilon_{V94.1}) \cdot \check{V}_{94f^*l^*}(k_{V94}, \varepsilon_{V94.1})], \quad (110)$$

$$\check{\alpha}_{94f^*l^*}^*(k_{V94}, \varepsilon_{V94.2}) = [\check{\alpha}_{94f^*l^*}(k_{V94}, \varepsilon_{V94.1}) \cdot \check{V}_{94f^*l^*}(k_{V94}, \varepsilon_{V94.1})] / \check{V}_{94f^*\Sigma}(k_{V94}, \varepsilon_{V94.1}), \quad (111)$$

$$\check{V}_{94f^*l^*}^{**}(k_{V94}, \varepsilon_{V94.2}) = \check{\alpha}_{94f^*l^*}^*(k_{V94}, \varepsilon_{V94.2}) \cdot \check{V}_{93f^*}(k_{V93}, \varepsilon_{V93.2}), \quad (112)$$

$$\check{\alpha}_{95f^*l^*n^*}(k_{V95}, \varepsilon_{V95.1}) = \check{\alpha}_{95f^*l^*n^*}^*(k_{V95} - 1, \varepsilon_{V95.2}), \quad (113)$$

$$\check{V}_{95f^*l^*n^*}(k_{V95}, \varepsilon_{V95.1}) = \check{\alpha}_{95f^*l^*n^*}(k_{V95}, \varepsilon_{V95.1}) \cdot \check{V}_{94f^*l^*}(k_{V94}, \varepsilon_{V94.2}), \quad (114)$$

$$\check{V}_{95f^*l^*\Sigma}(k_{V95}, \varepsilon_{V95.1}) = \sum_{n^*=1}^{N_{f^*l^*}^*} [\check{\alpha}_{95f^*l^*n^*}(k_{V95}, \varepsilon_{V95.1}) \cdot \check{V}_{95f^*l^*n^*}(k_{V95}, \varepsilon_{V95.1})], \quad (115)$$

$$\check{\alpha}_{95f^*l^*n^*}^*(k_{V95}, \varepsilon_{V95.2}) = [\check{\alpha}_{95f^*l^*n^*}(k_{V95}, \varepsilon_{V95.1}) \cdot \check{V}_{95f^*l^*n^*}(k_{V95}, \varepsilon_{V95.1})] / \check{V}_{95f^*l^*\Sigma}(k_{V95}, \varepsilon_{V95.1}), \quad (116)$$

$$\check{V}_{95f^*l^*n^*}^{**}(k_{V95}, \varepsilon_{V95.2}) = \check{\alpha}_{95f^*l^*n^*}^*(k_{V95}, \varepsilon_{V95.2}) \cdot \check{V}_{94f^*l^*}(k_{V94}, \varepsilon_{V94.2}), \quad (117)$$

$$\check{\alpha}_{96f^*l^*n^*m^*}(k_{V96}, \varepsilon_{V96.1}) = \check{\alpha}_{96f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V96} - 1, \varepsilon_{V96.2}), \quad (118)$$

$$\check{V}_{96f^*l^*n^*m^*}(k_{V96}, \varepsilon_{V96.1}) = \check{\alpha}_{96f^*l^*n^*m^*}(k_{V96}, \varepsilon_{V96.1}) \cdot \check{V}_{95f^*l^*n^*}(k_{V95}, \varepsilon_{V95.2}), \quad (119)$$

$$\check{V}_{96f^*l^*n^*\Sigma}(k_{V96}, \varepsilon_{V96.1}) = \sum_{m^*=1}^{M_{f^*l^*n^*}^*} [\check{\alpha}_{96f^*l^*n^*m^*}(k_{V96}, \varepsilon_{V96.1}) \cdot \check{V}_{96f^*l^*n^*m^*}(k_{V96}, \varepsilon_{V96.1})], \quad (120)$$

$$\check{\alpha}_{96f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V96}, \varepsilon_{V96.2}) = [\check{\alpha}_{96f^*l^*n^*m^*}(k_{V96}, \varepsilon_{V96.1}) \cdot \check{V}_{96f^*l^*n^*m^*}(k_{V96}, \varepsilon_{V96.1})] / \check{V}_{96f^*l^*n^*\Sigma}(k_{V96}, \varepsilon_{V96.1}), \quad (121)$$

$$\check{V}_{96f^*l^*n^*m^*}^{**}(k_{V96}, \varepsilon_{V96.2}) = \check{\alpha}_{96f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V96}, \varepsilon_{V96.2}) \cdot \check{V}_{95f^*l^*n^*}(k_{V95}, \varepsilon_{V95.2}), \quad (122)$$

$$\check{\alpha}_{97f^*l^*n^*m^*i^*}(k_{V97}, \varepsilon_{V97.1}) = \check{\alpha}_{97f^*l^*n^*m^*i^*}^*(k_{V97} - 1, \varepsilon_{V97.2}), \quad (123)$$

$$\check{V}_{97f^*l^*n^*m^*i^*}(k_{V97}, \varepsilon_{V97.1}) = \check{\alpha}_{97f^*l^*n^*m^*i^*}(k_{V97}, \varepsilon_{V97.1}) \cdot \check{V}_{96f^*l^*n^*m^*}(k_{V96}, \varepsilon_{V96.2}), \quad (124)$$

$$\check{V}_{97f^*l^*n^*m^*\Sigma}(k_{V97}, \varepsilon_{V97.1}) = \sum_{i^*=1}^{I_{f^*l^*n^*m^*}^*} [\check{\alpha}_{97f^*l^*n^*m^*i^*}(k_{V97}, \varepsilon_{V97.1}) \cdot \check{V}_{97f^*l^*n^*m^*i^*}(k_{V97}, \varepsilon_{V97.1})], \quad (125)$$

$$\check{\alpha}_{97f^*l^*n^*m^*i^*}^*(k_{V97}, \varepsilon_{V97.2}) = [\check{\alpha}_{97f^*l^*n^*m^*i^*}(k_{V97}, \varepsilon_{V97.1}) \cdot \check{V}_{97f^*l^*n^*m^*i^*}(k_{V97}, \varepsilon_{V97.1})] / \check{V}_{97f^*l^*n^*m^*\Sigma}(k_{V97}, \varepsilon_{V97.1}), \quad (126)$$

$$\check{V}_{97f^*l^*n^*m^*i^*}^{**}(k_{V97}, \varepsilon_{V97.2}) = \check{\alpha}_{97f^*l^*n^*m^*i^*}^*(k_{V97}, \varepsilon_{V97.2}) \cdot \check{V}_{96f^*l^*n^*m^*}(k_{V96}, \varepsilon_{V96.2}). \quad (127)$$

Оптимизационные процедуры, реализующие в Агломерации оптимизационных процедур

A_{V16} метод оптимального распределения возможностей социально-экономического развития в подсистеме $CЭP_V$ между территориями, взаимодействующими с анализируемой территорией, с учётом их многофакторного спроса на возможности $CЭP_V$

В агломерации оптимизационных процедур A_{V16} в слоях орт преобразований $V98 - V100$ в online режиме в парадигме и признаковом пространстве Методологии [1-11] и представленного в статье метода в подсистеме оптимального управления $CЭP_V$ определяется оптимальное распределение возможностей $CЭP \check{V}_{52.2}^*(k_{V52}, \varepsilon_{V52.2})$ между T_{V99} территориями, взаимодействующими с анализируемой территорией, с учётом многофакторных запросов указанных территорий.

В слое оптимальных преобразований $V98$ (выражения (128) – (131)) на шаге оптимального управления k_{V98} в парадигме и признаковом пространстве Методологии [1-11] и представленного в статье метода в подсистеме $CЭP_V$ определяется оптимальный вес д-го фактора $\check{\alpha}_{98д}^*(k_{V98}, \varepsilon_{V98.2})$ запросов взаимодействующих территорий $д = \overline{1, D_{V98}}$:

$$\check{\alpha}_{98д}(k_{V98}, \varepsilon_{V98.1}) = \check{\alpha}_{98д}^*(k_{V98} - 1, \varepsilon_{V98.2}), \quad (128)$$

$$\check{V}_{98д}^*(k_{V98}, \varepsilon_{V98.1}) = \check{\alpha}_{98д}(k_{V98}, \varepsilon_{V98.1}) \cdot \check{V}_{52.2}^*(k_{V52}, \varepsilon_{V52.2}), \quad (129)$$

$$\check{V}_{98\Sigma}(k_{V98}, \varepsilon_{V98.1}) = \sum_{д=1}^{D_{V98}} [\check{\alpha}_{98д}(k_{V98}, \varepsilon_{V98.1}) \cdot \check{V}_{98д}^*(k_{V98}, \varepsilon_{V98.1})], \quad (130)$$

$$\check{\alpha}_{98д}^*(k_{V98}, \varepsilon_{V98.2}) = [\check{\alpha}_{98д}(k_{V98}, \varepsilon_{V98.1}) \cdot \check{V}_{98д}^*(k_{V98}, \varepsilon_{V98.1})] / \check{V}_{98\Sigma}(k_{V98}, \varepsilon_{V98.1}). \quad (131)$$

В слое оптимальных преобразований $V99$ (выражения (132) – (136)) на шаге оптимального управления k_{V99} в парадигме и признаковом пространстве Методологии [1-11] и представленного в статье метода в подсистеме $CЭP_V$ определяется оптимальная квота возможностей $CЭP \hat{V}_{99тд}^*(k_{V99}, \varepsilon_{V99.2})$ д-го фактора т-ой взаимодействующей территории в потоке запросов $V_{99т}(k_{V99}, \varepsilon_{V99.1})$ при $д = \overline{1, D_{V98}}$, $т = \overline{1, T_{V99}}$:

$$\check{\alpha}_{99тд}(k_{V99}, \varepsilon_{V99.1}) = \check{\alpha}_{99тд}^*(k_{V99} - 1, \varepsilon_{V99.2}), \quad (132)$$

$$\check{V}_{99тд}^*(k_{V99}, \varepsilon_{V99.1}) = \check{\alpha}_{99тд}(k_{V99}, \varepsilon_{V99.1}) \cdot V_{99т}(k_{V99}, \varepsilon_{V99.1}), \quad (133)$$

$$\check{V}_{99т\Sigma}(k_{V99}, \varepsilon_{V99.1}) = \sum_{д=1}^{D_{V98}} [\check{\alpha}_{99тд}(k_{V99}, \varepsilon_{V99.1}) \cdot \check{V}_{99тд}^*(k_{V99}, \varepsilon_{V99.1})], \quad (134)$$

$$\check{\alpha}_{99тд}^*(k_{V99}, \varepsilon_{V99.2}) = [\check{\alpha}_{99тд}(k_{V99}, \varepsilon_{V99.1}) \cdot \check{V}_{99тд}^*(k_{V99}, \varepsilon_{V99.1})] / \check{V}_{99т\Sigma}(k_{V99}, \varepsilon_{V99.1}), \quad (135)$$

$$\check{V}_{99тд}^*(k_{V99}, \varepsilon_{V99.2}) = \check{\alpha}_{99тд}^*(k_{V99}, \varepsilon_{V99.2}) \cdot V_{99т}(k_{V99}, \varepsilon_{V99.1}). \quad (136)$$

В слое оптимальных преобразований $V100$ (выражения (137) – (139)) на шаге оптимального управления k_{V100} в парадигме и признаковом пространстве Методологии [1-11] и представленного в статье метода в подсистеме $CЭP_V$ определяется оптимальная квота возможностей $\hat{V}_{100т}^*(k_{V100}, \varepsilon_{V100.2})$, выделяемая т-ой взаимодействующей территории в результате оптимального распределения возможностей $CЭP \hat{V}_{52.2}^*(k_{V52}, \varepsilon_{V52.2})$ в подсистеме $CЭP_V$ между T_{V99} взаимодействующими территориями с учётом их многофакторных запросов в подсистему оптимального управления $CЭP_V$ на использование возможностей $CЭP$ анализируемой территории, $д = \overline{1, D_{V98}}$, $т = \overline{1, T_{V99}}$:

$$\check{V}_{100т\Sigma}(k_{V100}, \varepsilon_{V100.1}) = \sum_{д=1}^{D_{V98}} [\check{\alpha}_{98д}^*(k_{V98}, \varepsilon_{V98.2}) \cdot \check{V}_{99тд}^*(k_{V99}, \varepsilon_{V99.2})], \quad (137)$$

$$\check{\alpha}_{98д}^*(k_{V100}, \varepsilon_{V100.2}) = [\check{\alpha}_{98д}^*(k_{V98}, \varepsilon_{V98.2}) \cdot \check{V}_{99тд}^*(k_{V99}, \varepsilon_{V99.2})] / \check{V}_{100т\Sigma}(k_{V100}, \varepsilon_{V100.1}), \quad (138)$$

$$\hat{V}_{100т}^*(k_{V100}, \varepsilon_{V100.2}) = \sum_{д=1}^{D_{V98}} [\check{\alpha}_{98д}^*(k_{V100}, \varepsilon_{V100.2}) \cdot \check{V}_{99тд}^*(k_{V99}, \varepsilon_{V99.2})]. \quad (139)$$

Заключение

Приведенные в статье математические основы презентуемого метода являются логическим продолжением представленных в статьях [1-11] математических основ оптимального управления всеми процессами в подсистеме $CЭP_V$ и развивают разрабатываемую автором Методологию оптимального online квантового адаптивного управления СЭВ на территории в части разработки и изложения метода:

→ оптимизации взаимодействий во множестве Агломераций оптимальных преобразований (далее – Агломераций) $A_{V1} - A_{V5}$ на основе результатов оптимальных преобразований в Агломерациях $A_{V11} - A_{V15}$;

- определения оптимальной значимости каждой Агломерации во множестве Агломераций $A_{V1} - A_{V5}$;
- определения оптимального совокупного вклада Агломераций $A_{V1} - A_{V5}$ в наращивание возможностей СЭР в подсистеме СЭР_V;
- определения оптимального уровня возможностей СЭР на выходе каждой Агломераций $A_{V1} - A_{V5}$;
- оптимального распределения в Агломерации оптимизационных процедур A_{V16} возможностей СЭР в подсистеме СЭР_V между взаимодействующими территориями с учётом их многофакторного спроса на возможности СЭР_V.

Последовательно раскрыт функционал новых Агломераций оптимизационных процедур $A_{V11} - A_{V16}$ ((слои оптимальных преобразований V73-V100). При изложении математических основ представленного в статье метода сохранена и развита уникальная система обозначений, принятая в [1-11].

Представленные в [1-11] и в настоящей статье математические основы Методологии включают 266 слоёв различных оптимальных преобразований, описанных в 1373 взаимосвязанных математических выражениях, и составляют единую математическую платформу для исследования всего комплекса вопросов оптимального управления СЭВ на территории в парадигме и признаковом пространстве Методологии, ориентированной на применение современных и перспективных достижений в области цифровых технологий и искусственного интеллекта.

Развитие и изложение математических основ авторской Методологии опт управления социально-экономическими взаимодействиями на территории будут продолжены в последующих статьях цикла.

Список использованной литературы:

1. Устюгов Ю.А. Математические основы методологии оптимального online квантового адаптивного управления социально-экономическими взаимодействиями на территории. Часть 1: Авторские методы и математические модели оптимального управления, лежащие в фундаменте создания и развития методологии [Текст] // Международный научный журнал Инновационная наука. 2025. №8-1/2025. С. 51-64.
2. Устюгов Ю.А. Математические основы методологии оптимального online квантового адаптивного управления социально-экономическими взаимодействиями на территории. Часть 2: Метод многослойной online оптимизации квантового управления социально-экономическими взаимодействиями на основе многофакторного анализа распределённых данных о возможностях социально-экономического развития территории и способностях их нарастить [Текст] //Международный научный журнал Инновационная наука. 2026. № 2-2-1/2026. С. 136-148.
3. Устюгов Ю.А. Математические основы методологии оптимального online квантового адаптивного управления социально-экономическими взаимодействиями на территории. Часть 3: Метод многослойной многофакторной системной online оптимизации управления социально-экономическим развитием различных сфер жизнедеятельности на территории (СЭР_H) на основе оптимального множественного выбора победителей и распределения между ними квантов возможностей СЭР_H [Текст] // Международный научный журнал Инновационная наука. 2026. № 3-1/2026. С. 97-111.
4. Устюгов Ю.А. Математические основы методологии оптимального online квантового адаптивного управления социально-экономическими взаимодействиями на территории. Часть 4: Метод многослойного и многофакторного online квантового оптимального управления процессами распределения интегральных и дифференциальных возможностей социально-экономического развития между субъектами социально-экономических взаимодействий на территории в ходе удовлетворения их социально-экономических потребностей [Текст] // Международный научный журнал Инновационная наука. 2026. № 3-2/2026. С. 131-146.
5. Устюгов Ю.А. Математические основы методологии оптимального online квантового адаптивного

управления социально-экономическими взаимодействиями на территории. Часть 5: Метод многослойного online opt распределения возможностей социально-экономического развития в комплексе “СЭР_V[2] + СЭР_H[3] + СЭР_W[4]” и opt объединения результатов выполнения принятых решений при оценке эффективности opt управления социально-экономическими взаимодействиями на территории [Текст] // Международный научный журнал Инновационная наука. 2026. № 4 - 1/2026. С. 99 - 112.

6. Устюгов Ю.А. Математические основы методологии оптимального online квантового адаптивного управления социально-экономическими взаимодействиями на территории. Часть 6: Метод расширения признакового пространства методологии [1-5] при opt многослойном учёте спроса субъектов СЭВ на возможности социально-экономического развития на территории и opt формировании многофакторных способностей субъектов СЭВ наращивать указанные возможности при их использовании [Текст] // Международный научный журнал Инновационная наука. 2026. № 4 - 2/2026. С. 147 - 160.

7. Устюгов Ю.А. Математические основы методологии оптимального online квантового адаптивного управления социально-экономическими взаимодействиями на территории. Часть 7: Метод opt распределения общего ресурса развития территории, определения системных характеристик, возможностей и признакового пространства исследований, охватываемых методологией, opt уровня возможностей для удовлетворения социально-экономических потребностей в комплексе “СЭР_V + СЭР_H + СЭР_W” [Текст] // Международный научный журнал Инновационная наука. 2026. № 5 - 2 - 1/2026. С. 107 - 120.

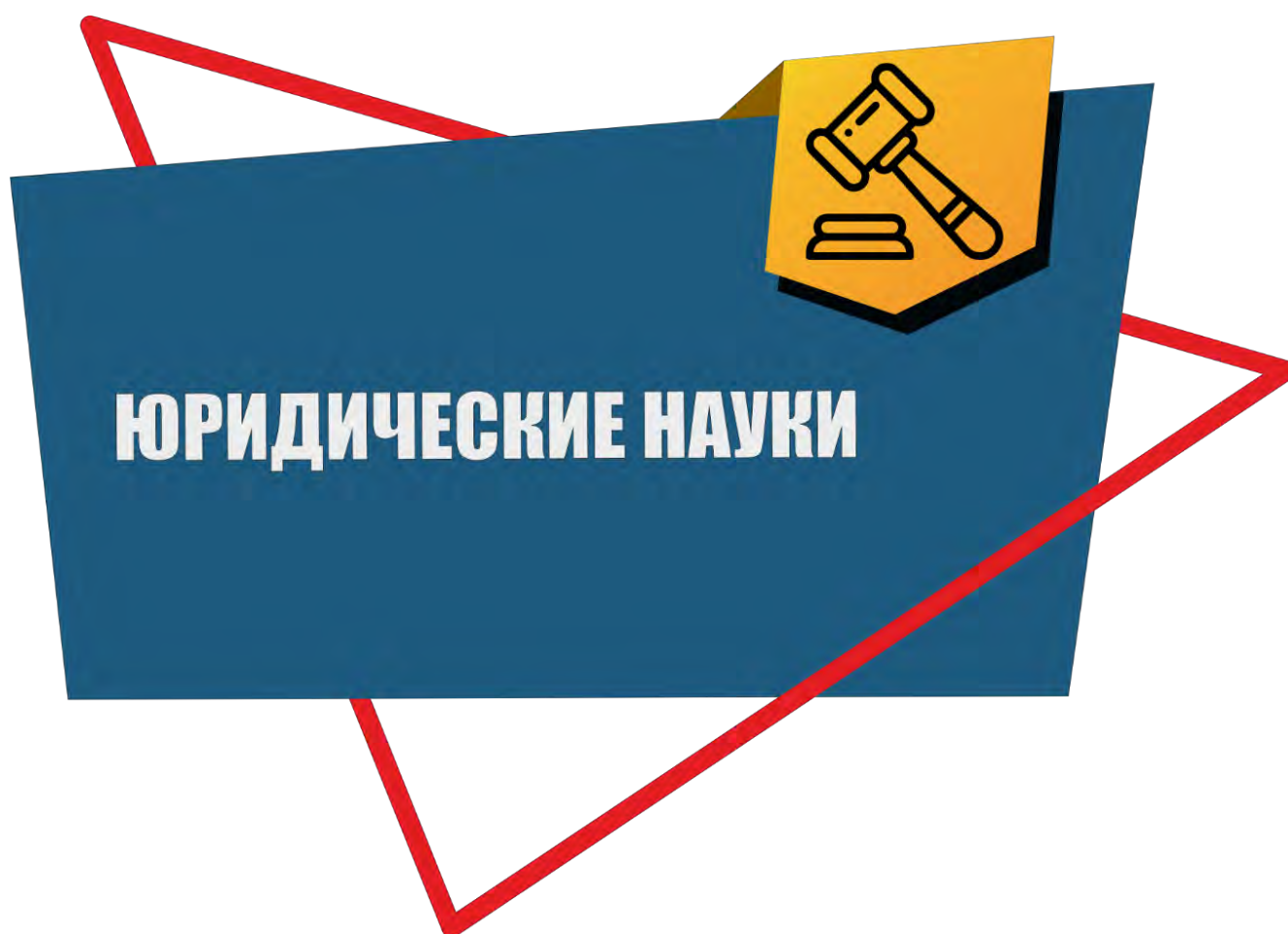
8. Устюгов Ю.А. Математические основы методологии оптимального online квантового адаптивного управления социально-экономическими взаимодействиями на территории. Часть 8: Метод оценки эффективности и opt распределения инвестиций в СЭР территории, opt учёта ценности каждого кванта возможностей СЭР при opt управлении СЭВ на территории, обеспечивающем тах уровень качества жизни её населения [Текст] // Международный научный журнал Инновационная наука. 2026. № 6 - 1 - 2/2026. С. 90 - 104.

9. Устюгов Ю.А. Математические основы методологии оптимального online квантового адаптивного управления социально-экономическими взаимодействиями на территории. Часть 9: Метод opt управления процессами формирования и распределения возможностей СЭР в комплексе “СЭР_V + СЭР_H + СЭР_W” на территории с учётом opt СЭВ с другими территориями и оптимального восполнения утраченных возможностей сэр при их многофакторном сокращении в ходе применения [Текст] // Международный научный журнал Инновационная наука. 2026. № 6 – 2 /2026. С. 141- 154.

10. Устюгов Ю.А. Математические основы методологии оптимального online квантового адаптивного управления социально-экономическими взаимодействиями на территории. Часть 10: Метод определения и оптимизации вкладов и значимости агломераций оптимизационных процедур $A_{V1} - A_{V5}, A_{H1} - A_{H6}, A_{W1} - A_{W6}$, реализующих многослойный оптимальный множественный выбор в оптимальном online квантовом управлении в подсистемах СЭР_V, СЭР_H, СЭР_W [Текст] // Международный научный журнал Инновационная наука. 2026. № 7 - 1 /2026. С. 90 - 109.

11. Устюгов Ю.А. Математические основы методологии оптимального online квантового адаптивного управления социально-экономическими взаимодействиями на территории. Часть 11: Метод оптимального учёта результатов контроля выполнения принимаемых решений и оптимального распределения возможностей СЭР с учётом многофакторного спроса со стороны источников утраты возможностей СЭР в ходе оптимального управления подсистемами СЭР_V, СЭР_H, СЭР_W [Текст] // Международный научный журнал Инновационная наука. 2026. № 7 - 2 /2026. С. 54 - 67.

© Устюгов Ю.А., 2026



УДК 340.1

Сацкевич Н.А.,

студент Московского финансово-юридического университета МФЮА,

г. Москва, РФ

ВОСПОЛНЕНИЕ ПРОБЕЛОВ В ПРАВЕ В ПРАВОПРИМЕНИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**Аннотация**

В статье рассматривается судебное нормотворчество как способ восполнения пробелов в праве в правоприменительной деятельности. Эта тема актуальна в связи с тем, что в случае наличия нормативно-правовых пробелов вследствие нарушения логики и последовательности тех или иных процессов по защите законных прав граждан, суды вынуждены выступать не только в роли правоприменителя, но и «законодателя» по своим личным субъективным убеждениям, чтобы разрешить спорные дела и обеспечить справедливость. Авторы статьи проводят анализ правовых норм российского законодательства с примерами из судебной практики.

Ключевые слова:

пробел, законодательство, судебная практика, толкование, аналогия, нормативно-правовой акт.

Satskevich N.A.,

student of the Moscow Financial and Law University (MFUA),

Moscow

FILLING GAPS IN LAW IN LAW ENFORCEMENT PRACTICE**Annotation**

This article discusses judicial rule-making as a means of filling gaps in the law in enforcement activity. This topic is relevant because, in the cases where there are normative-legal gaps in protecting the legal rights of citizens, courts must act not only as law enforcers, but also as «legislators», using their personal subjective beliefs to solve disputable cases and ensure justice. The author analyzes legal norms in Russian legislation using examples from court practice.

Keywords:

gap, legislation, judicial practice, interpretation, analogy, normative legal act.

Пробельность законодательства возникает по вине законотворческих органов, поскольку их задачей является издание нормативно-правовых актов, и в случае возникновения пробелов они должны устранить их посредством издания недостающей нормы, так как реально устранить существующий правовой пробел может только закон или подзаконный нормативный акт. Вместе с тем, на сегодня ответственность за восполнение пробелов в праве возложена непосредственно на судей, которые создают судебную практику, самостоятельно принимая решение о толковании и применении в каждом деле наиболее подходящей нормы права. Судья при этом руководствуется своим внутренним убеждением, согласно ст. 67 ГПК РФ, и действует в соответствии с законодательством и сложившейся судебной практикой. При этом суды вправе признавать данные нормы неконституционными, но сами пробелы восполнить не вправе.

Для предупреждения возникновения пробелов в праве на этапе издания нормативно-правового акта есть необходимость усовершенствования существующей процедуры правотворчества. Автор согласен с мнением О. С. Панасюка, который предлагает сделать это посредством разработки и издания специального нормативно-правового акта о порядке устранения и преодоления пробелов в праве при привлечении органов судебной власти для согласования нормативно-правового акта [1]. Главное в этом

то, что судебная власть является основным правоприменителем, способным напрямую выявлять пробелы в праве, находить способы их преодоления на примерах практики, формулировать предложения по их эффективному устранению. Опять же достоинства и недостатки каждого кодифицированного документа можно оценить только после применения его норм в судебной практике. К тому же органы судебной власти являются единственным институтом, призванным осуществлять анализ существующего законодательства и делать обобщение судебной практики. При этом высшие судебные инстанции наделены правом законодательной инициативы, которое они должны использовать для устранения пробелов в действующем законодательстве (положения ст.104 Конституции РФ).

Пример реагирования Конституционного суда на обнаруженный пробел – определение истинного конституционно-правового смысла нормы, который используется судом и для предотвращения появления пробелов в законодательстве по причине признания нормы неконституционной. Тем самым суды сохраняют норму в системе правового регулирования, уходя в отдельных случаях от признания нормы неконституционной для того, чтобы не создавать пробел в правовом регулировании. Отметим, что после признания нормы неопределенной и несоответствующей действующей Конституции РФ она не подлежит применению и не снимает неопределенности, которая вызвана пробелом в правовом регулировании.

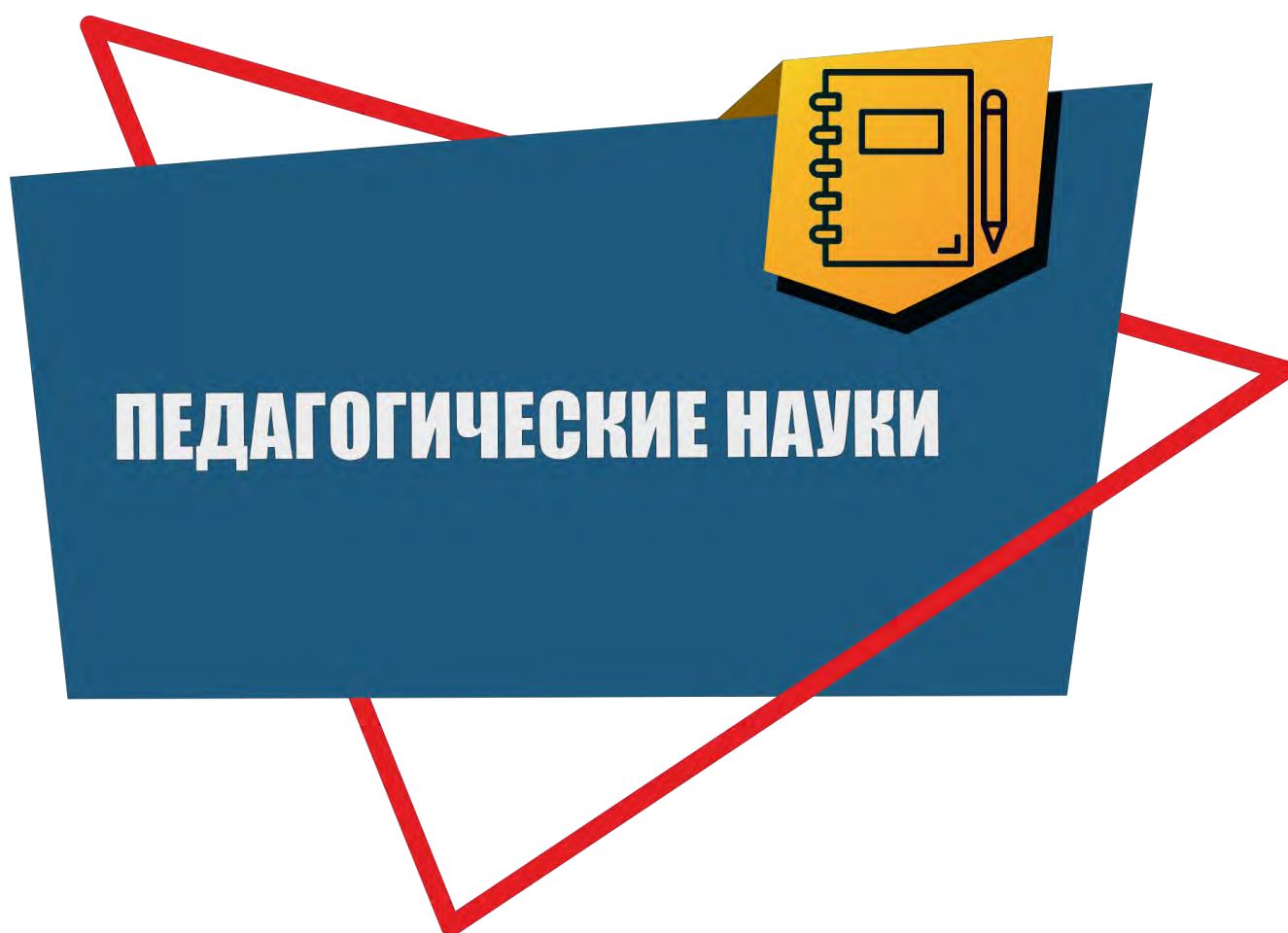
К примеру, в Постановлении КС РФ от 24.11.2022 №51-П, суд признал, что ст. 12.8 КоАП РФ не соответствует Конституции РФ и в ней существует «правовая лакуна». Из материалов этого дела следует, что нарушение сознания и координации движений у водителя были вследствие приема лекарственных препаратов, внешние проявления воздействия которых ничем не отличаются от признаков опьянения [2, с. 62]. Этот прецедент демонстрирует опасность противоречивого применения и двусмысленного толкования указанного примечания в производстве по делам об административных правонарушениях в области дорожного движения. На текущий момент законодатель еще работает над включением поправок в ст. 12.8 КоАП РФ.

Но применение судами аналогии закона или права создают «норму» для однократного применения и не заполняют лакуну, при этом потребность в правовом регулировании сохраняется. В случае, если аналогия применяется органом Конституционной юстиции, наступают иные последствия. Предписание такого суда приобретает характер нормы, рассчитанной на неоднократное применение (по причине общеобязательности решений конституционных судов). В таком случае можно говорить об устранении законодательных пробелов посредством аналогии. Еще одним вариантом реакции судебного органа на несоответствие пробельной нормы Конституции РФ является возможность приостановить производство по рассматриваемому делу и обратиться в КС РФ [3, с. 58-59]. Оставшиеся способы – установление порядка реализации существующих правовых норм и определение правового регулирования до принятия соответствующего нормативно-правового акта законодателем, а также выявление истинного конституционно-правового смысла нормы – присущи только практике органов конституционной юстиции. Таким образом, можем констатировать, что, применяя аналогию закона, суд выполняет в таком случае правотворческую функцию. Наряду с этим суд создает предпосылки для законодательного регулирования в форме применения аналогии закона в последующих судебных процессах.

Список использованной литературы:

1. Бошно, С.В., Теория государства и права.: учебник / С.В. Бошно. – Москва: Юстиция, 2018. – с. 121 – ISBN: 978-5-4365-1875-6. – URL: <https://book.ru/book/926420> (дата обращения: 23.06.2026). – Текст: электронный.
2. Дубинец, Е.А. Пробелы в праве в контексте различных концепций современного понимания права / Е. А. Дубинец // Eromen. Global. – 2023. – № 37. – С. 62.
- Антипов, А.Н. Предваряя решение Конституционного Суда / А.Н. Антипов, Ю.Н. Строгович // Ius Publicum et Privatum. – 2021. – № 2(12). – С. 58-59.

© Сацкевич Н.А., 2026



УДК 372.851

Волков В.В.

учитель MAOY COH № 67

с углубленным изучением отдельных предметов,

педагог дополнительного образования

ГБУ CO «ЦППМСП «Ресурс»

г. Екатеринбург, РФ

**УСТНЫЙ СЧЁТ КАК ФУНДАМЕНТ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ:
ОТ ИСТОРИЧЕСКИХ ТРАДИЦИЙ К СОВРЕМЕННЫМ МЕТОДИКАМ
РАЗВИТИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ НАВЫКОВ**

Аннотация

В статье рассматривается роль устного счёта как фундамента математического образования, анализируются исторические традиции и современные методики развития вычислительных навыков. Особое внимание уделяется практическим аспектам внедрения устных упражнений в образовательный процесс.

Ключевые слова:

устный счёт, математическое образование, вычислительные навыки, методика преподавания, когнитивные процессы, инженерное мышление.

Keywords:

mental arithmetic, mathematical education, computational skills, teaching methodology, cognitive processes, engineering thinking.

Устный счёт — не просто этап урока, а особый ритуал включения в математическое мышление. Он задаёт ритм занятию, пробуждает внимание, возвращает ученикам чувство числа и уверенность в собственных силах. В эпоху цифровых помощников навык считать «в уме» нередко считают устаревшим, но именно он остаётся тем самым фундаментом, на котором строится не только математическая грамотность, но и способность к быстрому анализу, проверке результата и принятию решений.

Исторически устный счёт занимал центральное место в отечественной педагогической традиции. В трудах Сергея Александровича Рачинского, чьё имя прочно связано с развитием сельской школы, арифметика выступала не как сухая дисциплина, а как инструмент воспитания ума. Его сборник «1001 задача для умственного счёта» был задуман как система тренировки мысли: через решение задач в уме школьники учились не только выполнять действия, но и видеть закономерности, оценивать порядок результата, замечать ошибки. Подход Рачинского строился на идее, что счёт — это не механическая операция, а интеллектуальная работа, требующая сосредоточенности и самоконтроля [1, с. 13-18]. Не менее значимым был вклад А.Ф. Малинина, который систематизировал задачи для умственных вычислений и показал, как разнообразие примеров помогает формировать гибкость мышления. Его «Задачи для умственных вычислений» охватывали широкий спектр числовых ситуаций, приучая учеников к вариативности и поиску рациональных путей решения. По данным Жарова, пособия Малинина и Рачинского дополняют друг друга: если первый делал упор на систематизацию задач по сложности, то второй — на связь арифметики с жизненными ситуациями [4, с. 43–44]. Эти методики, созданные задолго до появления нейропсихологии, на деле опирались на глубокое понимание того, как развивается ум ребёнка.

В советское время наследие Рачинского и Малинина получило дальнейшее развитие. В книге Я. И. Перельмана «Занимательная арифметика», впервые изданной в 1926 году, математические принципы

раскрываются через увлекательные задачи, фокусы и парадоксы. Практическую линию в развитии приемов счета продолжила книга Г. Н. Бермана «Приёмы счёта», где систематизированы эффективные алгоритмы вычислений, сохраняющие актуальность и сегодня. В.А. Игнатъев, в свою очередь, преобразовал классические методики устного счёта в практико-ориентированную систему упражнений: он дополнил их новыми типами задач и методическими рекомендациями, разработанная им система получила широкое распространение в школьной практике.

В настоящее время педагоги располагают рядом современных пособий по устному счёту, систематизирующих и развивающих накопленный методический опыт. Так, например, методические разработки Н. Н. Хлевнюка и М. В. Ивановой предлагают системно выстроенные комплексы упражнений для 5–11 классов, а пособия С. С. Минаевой серии «Алгебра. Устные упражнения» для 7–9 классов ориентированы на развитие вычислительных навыков и алгебраического мышления.

При всём разнообразии современных пособий по устному счёту педагогам следует с осторожностью подходить к их выбору. Крайне важно, чтобы материал соответствовал ключевым методическим принципам: системности (постепенное усложнение заданий), последовательности (логичная структура упражнений) и целесообразности (соответствие возрасту учащихся и целям урока).

Современные научные данные подтверждают интуитивные находки педагогов прошлого. Исследования когнитивных процессов показывают, что регулярные упражнения на устный счёт укрепляют рабочую память, развивают способность удерживать в сознании промежуточные результаты и одновременно отслеживать несколько логических шагов. При этом важно понимать, что речь идёт не о «тренировке скорости любой ценой», а о формировании культуры вычислений: умении выбрать подходящий приём, оценить правдоподобие результата и вовремя заметить ошибку. С точки зрения нейropsychологии, устный счёт — это нагрузка, которая тренирует исполнительные функции мозга: планирование, переключение внимания, контроль импульсов. Именно поэтому даже короткие пяти-семиминутные серии упражнений на уроке дают заметный эффект: ученики быстрее включаются в тему, меньше допускают «глупых» ошибок и увереннее справляются с многоходовыми задачами.

В практике школьного урока устный счёт выполняет сразу несколько функций. Во-первых, он служит своеобразным «переключателем» между разными типами мышления. Нередко бывает, что после урока литературы или истории, где активно работает образное восприятие, ученикам требуется время, чтобы настроиться на аналитическую работу. Пятиминутная серия устных заданий помогает мягко активировать нужные когнитивные механизмы и подготовить класс к восприятию нового материала. Во-вторых, устный счёт становится инструментом диагностики: по тому, как ученики решают примеры, можно быстро увидеть типичные пробелы — например, путаницу в порядке действий, ошибки при работе с отрицательными числами или неуверенность в действиях с дробями. В-третьих, он формирует культуру математической речи: проговаривая шаги решения вслух, школьники учатся формулировать мысли точно и лаконично.

Особенно важен устный счёт в начальной школе, где закладываются базовые представления о числе и операциях. Здесь он не столько про скорость, сколько про понимание: ребёнок должен не просто «выдать ответ», а почувствовать, как устроено число, как оно раскладывается и собирается обратно. Здесь критически важно освоение таблицы умножения наизусть, что становится фундаментом для дальнейшего развития вычислительных навыков. Прочные знания таблицы умножения необходимы для успешного освоения более сложных математических операций.

По мере перехода в 5–6 классы устный счёт усложняется и становится более предметным. На этом этапе он тесно связан с освоением рациональных чисел, процентов, пропорций и первых алгебраических представлений. По моему опыту систематическое включение устных упражнений в структуру урока способствует формированию прочных вычислительных навыков и развитию математического мышления [2, с. 236–237].

В 7–11 классах устный счёт выходит за рамки арифметических операций и становится компонентом формирования не только алгебраического, но еще и геометрического мышления. В рамках методической разработки, автором к каждому уроку созданы интерактивные презентации, выполняющие функцию цифрового конспекта и структурирующие все этапы занятия: от постановки целей и теоретической части до практической работы, рефлексии и домашнего задания. Важным элементом структуры урока выступает блок устного счёта, размещённый в начале занятия.

Особую эффективность продемонстрировали устные задания на готовых чертежах по геометрии. Их включение в презентации позволило наглядно представить геометрические объекты и их свойства, активизировать пространственное мышление учащихся, а также сократить время на оформление условий задач — благодаря чему внимание школьников сосредоточивается непосредственно на поиске решения. Для наполнения данного раздела были отобраны задания из методических пособий Э. Н. Балаяна «Лучшие задачи на готовых чертежах для подготовки к ГИА и ЕГЭ» (7–11 классы) и Н. Ф. Гавриловой «Поурочные разработки по геометрии» (7–9 классы).

Практика применения данных материалов показала, что использование готовых чертежей в устных упражнениях существенно повышает эффективность работы на уроке: учащиеся быстрее анализируют геометрические конфигурации, увереннее оперируют пространственными образами и точнее формулируют обоснования решений. Такой подход органично дополняет общую логику методической разработки и способствует комплексному формированию математического мышления у школьников.

Таким образом, устный счет помогает тренировать оценку порядка величин, проверку подстановкой, работу с формулами и свойствами функций. Особую роль он играет при подготовке к итоговой аттестации, где использование калькулятора запрещено: навык быстро и точно выполнять вычисления становится не просто полезным, а необходимым [3, с. 43].

Важной особенностью современного подхода к устному счёту является его связь с формированием инженерного мышления. Речь идёт не о том, чтобы все школьники стали инженерами, а о развитии тех качеств, которые ценятся в технических профессиях: умение быстро анализировать ситуацию, выбирать оптимальный путь решения, проверять результат и не бояться сложных задач. Регулярные упражнения на устный счёт тренируют именно эти компоненты: способность к быстрой оценке, поиск рациональных приёмов, алгоритмическое мышление и вычислительную культуру. В этом смысле устный счёт — это не изолированная тема, а сквозной элемент урока, который поддерживает освоение любой математической темы.

Опыт преподавания показывает, что успех устного счёта зависит не от количества примеров, а от их продуманной последовательности и связи с темой урока. Эффективнее всего работают короткие серии заданий (5–10 минут), которые решают конкретные методические задачи: актуализируют опорные знания, готовят к новой теме или закрепляют пройденное. Систематическое включение устных вычислений в структуру каждого урока в течение года обеспечивает устойчивую положительную динамику развития вычислительных навыков. Регулярная практика приводит к заметному улучшению результатов: к концу учебного года фиксируется снижение количества ошибок, а также увеличение скорости вычислений.

Особенно важно отметить диагностическую функцию устного счёта при работе с новым классом. Устные упражнения в начале урока становятся эффективным инструментом первичного знакомства с ученическим коллективом. Через наблюдения за тем, как учащиеся справляются с вычислительными задачами, как быстро находят решения и какие ошибки допускают, педагог может достаточно точно определить уровень математической подготовки каждого ученика. Такой подход не только способствует формированию вычислительных навыков, но и создаёт основу для построения эффективного педагогического взаимодействия с новым классом.

Следовательно, устный счёт остаётся важнейшим инструментом математического образования. Он

соединяет в себе историческую традицию, современные научные представления о когнитивных процессах и проверенные методические подходы. Опыт педагогов прошлого показывает, что систематическая работа с числами формирует не только вычислительные навыки, но и важные когнитивные способности: внимание, память, самоконтроль и критическое мышление. Современная педагогика не должна изобретать новые подходы с нуля, а творчески переосмысливать и адаптировать лучшие практики отечественной школы, наполняя их новыми смыслами и современными форматами. Устный счёт — это тот самый фундамент, который делает математику не набором правил, а живым инструментом мышления, полезным как в образовательном процессе, так и в дальнейшей жизни.

Список использованной литературы:

1. Баврин И.И. Сельский учитель С.А. Рачинский и его задачи для умственного счёта. — М.: Физматлит, 2003. — 112 с.
2. Волков В.В. Концепция изучения арифметики в Русской классической школе: опыт преподавания арифметики в 3-6 классах по методике РКШ / Актуальные вопросы современного образования: сборник статей X Международной научно-практической конференции (25 августа 2025 г.). — Петрозаводск : МЦНП «НОВАЯ НАУКА», 2025, С. 230–239.
3. Дорохина А. С. Особенности использования заданий на устный счёт на уроках математики в старших классах средней школы // Наука глазами молодых : сборник научных трудов / Липецкий государственный педагогический университет имени П. П. Семёнова-Тян-Шанского. — Липецк: ЛГПУ им. П.П. Семёнова-Тян-Шанского, 2024. — С. 42–45.
4. Жаров С. В. Особенности применения арифметических задач для устного счёта в пособиях педагогов С. А. Рачинского и А. Ф. Малинина // Журнал педагогических исследований. — 2025. — № X. — С. 40–46.

© Волков В.В., 2026

УДК 37

Деминова Е.Ю.

логопед, МБДОУ детский сад № 67 г. Белгород, РФ

Лахай А.П.

тьютор, МБДОУ детский сад № 67 г. Белгород, РФ

ФОРМИРОВАНИЕ КОММУНИКАТИВНЫХ НАВЫКОВ У ДЕТЕЙ С ЗПР: ИНТЕГРАЦИЯ ЛОГОПЕДИЧЕСКИХ ПРИЁМОВ И ТЬЮТОРСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ В РЕЖИМНЫХ МОМЕНТАХ

Аннотация

Статья посвящена анализу особенностей формирования коммуникативных навыков у детей с задержкой психического развития (ЗПР). Рассматриваются характерные трудности, возникающие у данной категории детей в процессе общения, такие как сниженная речевая активность, ограниченный словарный запас, сложности в понимании инструкций и поддержании диалога, а также высокий уровень тревожности.

Основное внимание уделяется комплексному подходу к развитию коммуникативных компетенций, включающему интеграцию логопедических методов и тьюторского сопровождения. Демонстрируется, как логопедические техники (упрощённые инструкции, создание ситуаций с недостаточной информацией, комментирование действий и т. д.) могут быть эффективно интегрированы в повседневные режимные мероприятия. Особое внимание уделяется роли тьютора в создании благоприятной коммуникативной

среды, постепенном вовлечении ребёнка в взаимодействие, адаптации учебных заданий и работе с детским коллективом.

В статье представлены конкретные примеры синергии усилий логопеда и тьютора в рамках типичных режимных моментов (одевание, приём пищи, прогулки), а также описаны механизмы координации взаимодействия специалистов, включая регулярные рабочие встречи и вовлечение других участников образовательного процесса.

Данная работа представляет интерес для логопедов, тьюторов, воспитателей, психологов и других специалистов, занимающихся вопросами обучения и воспитания детей с ЗПР, а также для родителей данной категории детей.

Ключевые слова:

дети с ЗПР, коммуникативные навыки, логопедические приёмы, тьюторское сопровождение, режимные моменты, интеграция специалистов.

Введение

Развитие коммуникативных навыков у детей с задержкой психического развития (ЗПР) является ключевой задачей коррекционно-развивающей работы. У данной категории детей часто наблюдается снижение потребности в общении, трудности в понимании обращённой речи, удержании внимания в диалоге, подборе слов и построении связных высказываний. Для достижения эффективных результатов необходимо не только изолированное вмешательство специалистов, но и системная интеграция логопедических методик и тьюторского сопровождения, которое должно быть интегрировано не только в рамках учебных занятий, но и в повседневной жизни ребёнка, включая приёмы пищи, одевание, прогулки, подготовку ко сну и другие режимные моменты. В этих естественных контекстах ребёнок учится использовать речь для решения практических задач.

Особенности коммуникативного развития детей с ЗПР

Для детей с ЗПР характерны следующие коммуникативные особенности:

1. **Сниженная речевая инициативность:** дети редко самостоятельно инициируют диалог, чаще ограничиваясь ответами на прямые вопросы.
2. **Трудности понимания инструкций:** особенно сложных или содержащих абстрактные формулировки.
3. **Ограниченный словарный запас и частые грамматические ошибки:** это затрудняет точное выражение мыслей.
4. **Проблемы с поддержанием диалога:** ребёнок может быстро терять нить разговора, переключаться на посторонние темы или уклоняться от взаимодействия.
5. **Высокий уровень тревожности в новых коммуникативных ситуациях:** это может приводить к речевому негативизму — нежеланию вступать в коммуникацию.

Эти особенности требуют не только коррекции речевых навыков, но и создания условий, стимулирующих мотивацию к общению, а также поддержки в преодолении эмоциональных и когнитивных барьеров.

Логопедические методы в режимных моментах

Логопед подбирает методики, которые можно органично интегрировать в повседневную жизнь ребёнка. Основное требование к таким методам — их функциональность, то есть способность помогать ребёнку в решении практических задач, таких как получение желаемого, договорённость, просьба о помощи и выражение эмоций.

Примеры логопедических приёмов:

1. **Упрощённые инструкции с использованием наглядности:** вместо длинных и сложных инструкций используются короткие, подкреплённые жестами или показом. Например, вместо «Собери

игрушки и положи их в коробку» — «Возьми машинку и положи её в коробку».

2. **Создание коммуникативных ситуаций с дефицитом информации:** ребёнку предоставляется неполный набор предметов для выполнения задания, и его просят выразить потребность в недостающих предметах. Например, «Не хватает кисточки. Что нужно сказать?»

3. **«Закрытая картинка»:** ребёнок не видит изображения и должен угадать его, задавая вопросы взрослому. Это способствует развитию навыков формулирования вопросов и понимания ответов.

4. **Комментирование действий:** взрослый проговаривает свои действия и действия ребёнка, что способствует усвоению лексики в контексте. Например, «Я надеваю куртку. Сначала — левую руку, затем — правую. Теперь застёгиваем молнию».

5. **Работа с невербальными средствами:** обучение ребёнка сопровождать речь жестами, мимикой и указаниями на предметы. Это помогает выразить мысль, даже если вербальные навыки ещё не развиты.

6. **Моделирование диалога:** взрослый задаёт вопрос и предоставляет образец ответа, затем предлагает ребёнку повторить. Например, «Хочешь яблоко? Скажи: „Да, хочу“».

Важно, чтобы эти методы применялись не только в рамках логопедических занятий, но и всеми взрослыми, взаимодействующими с ребёнком, включая воспитателей, тьюторов и родителей.

Роль тьютора в развитии коммуникативных навыков у детей

Тьютор выполняет функции коррекции и социализации, способствуя адаптации коммуникативных навыков детей к реальным ситуациям, преодолению коммуникативных барьеров и повышению уверенности в общении.

Основные задачи тьютора:

1. **Создание поддерживающей среды:** адаптация физического пространства и расписания для облегчения участия ребёнка в образовательной деятельности. Это включает уменьшение отвлекающих факторов, введение пауз и использование визуальных подсказок.

2. **Стимулирование коммуникативной активности:** при отсутствии инициативы со стороны ребёнка, тьютор инициирует ситуации, требующие коммуникативных навыков. Например, просьбы к воспитателю или сверстникам.

3. **Разрешение конфликтов:** обучение ребёнка конструктивному выражению недовольства через вербальные средства.

4. **Адаптация учебных заданий:** помощь в переформулировании задач, разбиении их на этапы и использовании визуальных опор при непонимании инструкций.

5. **Работа с коллективом:** содействие сверстникам в понимании особенностей ребёнка и развитии навыков корректного взаимодействия, подчёркивая его сильные стороны.

Взаимодействие логопеда и тьютора

Для достижения синергии между логопедом и тьютором необходима регулярная координация. Рекомендуется проводить еженедельные встречи для обсуждения:

- **Текущих целей:** определение актуальных коммуникативных навыков (например, умение задавать вопросы, формулировать просьбы, поддерживать диалог).

- **Трудных ситуаций:** выявление проблем, вызывающих наибольшие трудности у ребёнка (например, переход между видами деятельности, общение со сверстниками).

- **Эффективных методов:** анализ успешных стратегий и полезных подсказок.

- **Плана на неделю:** распределение ответственных за отработку навыков и определение конкретных ситуаций для их применения.

Для повышения эффективности работы важно привлекать других участников образовательного процесса, таких как воспитатели, психологи и родители. Единая стратегия в образовательной среде и дома способствует достижению наилучших результатов.

Заключение

Интеграция логопедических методик и тьюторской поддержки в повседневную деятельность детей с задержкой психического развития (ЗПР) способствует формированию у них устойчивой коммуникативной компетенции. Ребёнок обучается применять речевые навыки для решения бытовых задач, а тьютор выполняет функцию посредника, способствующего успешной социализации. Ключевыми факторами успеха являются координация усилий специалистов и родителей, а также использование значимых для ребёнка естественных ситуаций.

Список использованной литературы:

1. Бойков Д. И., Бойкова С. В. Общение детей с проблемами в развитии: учебное пособие для вузов. — 2-е изд. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 288 с. urait.ru +1
 2. Локтева Е. В. Формирование социально-коммуникативных навыков у детей старшего дошкольного возраста с задержкой психического развития // Воспитание и обучение детей с нарушениями развития. — 2007. — № 3. — С. 27. maam.ru +1
- Кузнецова И. А., Петрова Е. В., Дроздова В. М. Формирование коммуникативной компетенции у детей с задержкой психического развития. — Москва: Школьная книга, 2013.

© Деминова Е.Ю., Лахай А.П., 2026

УДК 37

Деминова Е.Ю.

логопед, МБДОУ детский сад № 67 г. Белгород, РФ

Лахай А.П.

тьютор, МБДОУ детский сад № 67 г. Белгород, РФ

**ПРЕОДОЛЕНИЕ ТРУДНОСТЕЙ ЗВУКОПРОИЗНОШЕНИЯ И ФОНЕМАТИЧЕСКОГО ВОСПРИЯТИЯ У ДЕТЕЙ
С ЗПР: АЛГОРИТМЫ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ ЛОГОПЕДА И ТЬЮТОРА**

Аннотация

В статье анализируются речевые нарушения у детей с задержкой психического развития (ЗПР), включая сложности в произношении звуков и восприятии фонематических структур, что затрудняет коммуникацию и препятствует овладению навыками чтения и письма. Представлен структурированный алгоритм взаимодействия логопеда и тьютора, включающий три ключевых этапа: диагностику и планирование, реализацию коррекционной программы, контроль и коррекцию результатов. Определены функциональные обязанности каждого специалиста, приведены примеры совместных методов работы, в том числе игровых, и сформулированы основные принципы эффективного сотрудничества: согласованность подходов, регулярная коммуникация, учёт индивидуальных особенностей ребёнка и привлечение родителей к процессу коррекции. Материалы предназначены для практикующих специалистов (логопедов, тьюторов, педагогов) и могут быть использованы для разработки комплексной программы коррекции речевых нарушений у детей с ЗПР.

Ключевые слова:

задержка психического развития (ЗПР), звукопроизношение, фонематическое восприятие, логопед, тьютор, коррекционная работа, индивидуальный образовательный маршрут.

Введение

У детей с задержкой психического развития (ЗПР) часто наблюдаются комплексные нарушения речевого развития. Наиболее распространены дефекты звукопроизношения и трудности с фонематическим восприятием, что включает способность различать и анализировать звуки речи. Такие нарушения препятствуют эффективному общению и затрудняют овладение навыками письма, так как дети могут путать схожие звуки, искажать слова и испытывать сложности с фонетико-графическим анализом.

Для успешной коррекции речевых нарушений необходим системный подход и взаимодействие специалистов. Логопед играет ключевую роль в постановке и автоматизации звуков, а тьютор помогает ребёнку интегрировать полученные навыки в повседневную жизнь и учебную деятельность. В данной статье рассматриваются алгоритмы их совместной работы для достижения устойчивых результатов.

Специфика речевых нарушений у детей с ЗПР

Для разработки эффективной коррекционной программы важно учитывать особенности речевых нарушений у детей с ЗПР, которые часто связаны с общими характеристиками их развития:

1. **Недостаточность слухового внимания и памяти:** детям сложно удерживать последовательность звуков, они быстро отвлекаются при выполнении заданий на дифференциацию фонем.
2. **Трудности переключения и удержания программы действий:** даже при знании, какой звук нужно выделить в слове, ребёнок может запутаться из-за сложности инструкции.
3. **Быстрая утомляемость:** коррекционные упражнения, требующие концентрации, быстро приводят к истощению ребёнка, что снижает продуктивность.
4. **Нарушения артикуляционной моторики:** проблемы с тонусом мышц речевого аппарата могут препятствовать правильному произношению звуков.

Эти особенности требуют создания специальных условий для обучения, учитывающих когнитивные и эмоциональные ресурсы ребёнка.

Алгоритм совместной работы логопеда и тьютора

Этап 1. Диагностический и планировочный этап

На данном этапе формируется фундамент для последующего коррекционного воздействия.

Задачи логопеда:

- Проведение детального исследования звукопроизношения, фонематического восприятия и звукового анализа.
- Оценка состояния артикуляционного аппарата и выявление потенциальных причин речевых нарушений.
- Определение ключевых направлений коррекционной работы и формулировка конкретных целей (например, «автоматизация звука [с] в слоговых структурах и словах», «развитие навыков выделения первого звука в слове»).

Задачи тьютора:

- Наблюдение за поведением и речевой активностью ребёнка в естественных условиях (учебная деятельность, игровая активность, повседневные ситуации).
- Фиксация реакции ребёнка на речевые задания, выявление отвлекающих факторов и эффективных методов повышения концентрации внимания.
- Сбор данных о ситуациях, в которых ребёнок демонстрирует наибольшую успешность, и о факторах, вызывающих наибольшие затруднения.

Совместная работа: На основе результатов диагностики логопеда и наблюдений тьютора разрабатывается индивидуальный образовательный маршрут (ИОМ), который включает:

- Цели и задачи коррекционной работы.
- Методики и техники, применяемые каждым специалистом.
- Критерии оценки эффективности коррекционного воздействия.

- Механизмы взаимодействия специалистов и родителей.

Этап 2. Реализация коррекционной программы

На данном этапе осуществляется непосредственная работа с ребёнком.

Роль логопеда:

- Проведение индивидуальных и групповых занятий по коррекции звукопроизношения и автоматизации звуков.
- Развитие навыков фонематического анализа и синтеза через специализированные упражнения и игровые методики.
- Подбор визуальных и наглядных материалов (схематические изображения, карточки, иллюстрации), адаптированных к индивидуальным особенностям ребёнка.
- Мониторинг динамики коррекционного процесса и внесение необходимых корректировок в программу.

Роль тьютора:

- Адаптация логопедических заданий к повседневной жизни ребёнка, используя знакомые предметы и интересы.
- Оказание дозированной помощи: декомпозиция сложных задач на более простые этапы, применение визуальных подсказок, поддержка в удержании инструкции.
- Создание условий для практического применения речевых навыков: например, во время прогулки просить ребёнка идентифицировать предметы с отрабатываемым звуком, на уроке — помогать в анализе звуковой структуры слов.
- Фиксация успехов и затруднений ребёнка в естественных условиях и предоставление этой информации логопеду.

Примеры совместных методов:

- Игра «Поймай звук». Логопед обучает ребёнка реагировать на определённый звук. Тьютор интегрирует эту игру в режим дня, например, во время чтения.
- Работа с графическими схемами слов. Логопед демонстрирует процесс составления звуковой схемы слова. Тьютор применяет этот навык на уроке письма.

Этап 3. Контрольно-коррекционный этап

Регулярная оценка результатов необходима для своевременной коррекции программы.

- Специалисты проводят совместные встречи для обсуждения динамики развития ребёнка, анализа возникающих трудностей и корректировки методик.
- Логопед может изменить сложность заданий или внедрить новые техники, если текущие методы не дают ожидаемого эффекта.

Тьютор адаптирует методы поддержки в зависимости от текущих потребностей ребёнка.

Принципы эффективного взаимодействия

Для повышения эффективности совместной деятельности логопеда и тьютора необходимо соблюдать следующие принципы:

1. **Унификация терминологии и методик.** Использование единой терминологии, инструкций и критериев оценки предотвращает путаницу у ребёнка и способствует более точному пониманию целей и задач коррекционной работы.
2. **Регулярный мониторинг прогресса.** Постоянный обмен информацией о достижениях и проблемах ребёнка позволяет своевременно вносить коррективы в программу обучения.
3. **Индивидуализация образовательного процесса.** Задания и методы поддержки должны учитывать когнитивные и эмоциональные особенности ребёнка, обеспечивая максимальную адаптацию образовательного процесса к его потребностям.
4. **Активное вовлечение родителей.** Родители должны быть информированы о методах и целях

коррекционной работы, а также получать рекомендации по закреплению полученных ребёнком навыков в домашних условиях.

Заключение

Коррекция звукопроизношения и фонематического восприятия у детей с задержкой психического развития (ЗПР) представляет собой сложный и продолжительный процесс, требующий скоординированных усилий команды специалистов. Взаимодействие логопеда и тьютора не только способствует устранению речевых нарушений, но и помогает ребёнку интегрировать приобретённые навыки в повседневную жизнь. Такой комплексный подход обеспечивает более устойчивые результаты и повышает уверенность ребёнка в собственных силах.

При необходимости статья может быть дополнена конкретными примерами упражнений, шаблонами для фиксации наблюдений тьютора и рекомендациями для родителей.

Список использованной литературы:

1. Лалаева Р.И., Цыбульский С.А. Нарушения речи и их коррекция у детей с задержкой психического развития. — М.: ВЛАДОС, 2003. — В книге подробно разбираются механизмы речевых нарушений у детей с ЗПР, в том числе трудности звукопроизношения и фонематического восприятия, а также принципы коррекционной работы.
 2. Волкова Г.А. Логопедия. Методическое наследие: В 5 кн. Кн. IV: Нарушения темпа речи. Заикание. Нарушения речи при задержке психического развития. — М.: ВЛАДОС, 2003. — Содержит практические методики и упражнения для коррекции речевых нарушений, включая работу над фонематическим восприятием.
- Шушнова О.В. Формирование фонематических представлений у детей старшего дошкольного возраста с ЗПР в процессе коррекционных занятий // solncesvet.ru. — 2024. — Статья посвящена конкретным методам и дидактическим играм для развития фонематического восприятия у детей с ЗПР.

© Деминова Е.Ю., Лахай А.П., 2026

УДК 37

Котова О.А.

воспитатель, МБДОУ детский сад № 25
г. Белгород, Россия

РАЗВИТИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОСТИ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА, ПОСРЕДСТВОМ ДИДАКТИЧЕСКИХ ИГР

Аннотация

Глубокие изменения в материальной и духовной сферах развития общества обусловили широкий интерес и социальную значимость проблемы воспитания активности и самостоятельности у подрастающего поколения. В новых социальных условиях проявление самостоятельности выступает не только как требование общества, но и как насущная необходимость каждого его члена, возрастающая по мере расширения возможности выбора жизненных целей.

Ключевые слова:

самостоятельность, игра, педагогические условия, приемы и методы, системность, образовательная деятельность, дидактическая игра.

В настоящее время общество ставит перед дошкольными образовательными учреждениями высокие требования. На первый план выдвигаются задачи по созданию условий для развития самостоятельной, творчески активной, любознательной, целеустремленной личности, т.е. на создание целостной системы развития и воспитания дошкольников.

Формирование самостоятельности, по мнению Л.С. Выготского, во многом зависит от уровня сформированности памяти, мышления, развития внимания, речи. Благодаря этому, ребенок умеет подчинять свои действия той или иной задаче, добиваться цели, преодолевая возникшие трудности. Именно в дидактической игре ребенок имеет возможность конструировать свое поведение и действия, что способствует развитию у дошкольников самостоятельности. Всем известно, что игровая деятельность является ведущей в дошкольном возрасте, но и впоследствии ее значимость не снижается. Л.С. Выготский отмечал, что в дошкольном возрасте игра и занятия, игра и труд образуют два основных русла, по которым протекает деятельность дошкольников.

Самостоятельность детей проявляется во многом и, прежде всего, в играх и творчестве. Дошкольный возраст является важным, сензитивным периодом для развития самостоятельности. Поэтому работа в дошкольных образовательных учреждениях должна строиться не просто на передаче ребенку определенных знаний и формировании умений, но и на развитии самостоятельной деятельности, осознанной постановки цели, принятии решений и реализации их в своих действиях. В решении этих вопросов педагогу детского сада помогает дидактическая игра. Именно она способствует становлению целостной картины мира ребенка дошкольного возраста и основ самостоятельного познания окружающего мира.

Дидактическая игра дает возможность развивать самые разнообразные способности ребенка, его восприятие, речь, внимание, самостоятельность. Дидактическая игра – доступный, полезный, эффективный метод воспитания самостоятельности у детей. В дидактической игре создаются такие условия, в которых каждый ребенок получает возможность самостоятельно действовать в определенной ситуации или с определенными предметами, приобретая собственный действенный и чувственный опыт.

Главная особенность дидактической игры в том, что задание предлагается детям в игровой форме, которая состоит из познавательного и воспитательного содержания, а также - игровых заданий, игровых действий и организационных отношений. Познавательное и воспитательное содержание формулируются как цель, т.е. развитие самостоятельности дошкольников то, ради чего воспитатель организует игру. Эта цель конкретизируется в доступной для ребенка форме, в игровом задании, порождая вопрос «Как это сделать?». Педагог же, организуя и направляя игру, выступает в роли исполнителя игрового задания, советчика, помощника в правильном выборе, поддержке и активизации положительного влияния детей друг на друга.

Существует необходимость пополнения содержания и возрастной адаптации известных дидактических игр, упражнений, разработки новых заданий, направленных на не только самостоятельности, но и ее компонентов - активности, инициативы. На этапе практической работы в качестве главного средства развития самостоятельности детей воспитатели выбирают дидактические игры различного содержания, объединенные в единую систему работы.

Возможность включать игры в различные виды деятельности и в течение всего времени пребывания детей в детском саду необходима для того, чтобы воспитанники могли воспользоваться известными им способами поиска решений, систематически и целенаправленно упражнялись в этом процессе.

Список использованной литературы:

1. Образовательная среда и организация самостоятельной деятельности старшего дошкольного возраста: методические рекомендации /под ред. О. В. Дыбиной - М.: Центр педагогического образования, 2008г.

2. Нищева, Н. В. Предметно-пространственная развивающая среда в детском саду: принципы построения, советы, рекомендации / Н.В. Нищева. - СПб: ДЕТСТВО-ПРЕСС, 2009г.
3. Козлова, С.А., Куликова, Т.А. Дошкольная педагогика / С.А. Козлова, Т.А. Куликова. – М.: Издательский центр «Академия», 2000. – 416с.
4. Выготский, Л.С. Педагогическая психология / Л.С. Выготский. – Москва: ПЕДАГОГИКА-ПРЕСС – 1999 – 536 с.
5. ПРИКАЗ МИНИСТЕРСТВА ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ «Об утверждении Федерального государственного образовательного стандарта дошкольного образования». №1155 от 17.10.2013г.

© Котова О.А., 2026

УДК 373.5.016:[745/749]

Макарова Е.А.,

педагог дополнительного образования, МБУДО «Ровесник»,
г. Белгород, РФ

ХУДОЖЕСТВЕННО-ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ДЕКОРАТИВНО-ПРИКЛАДНОМ ИСКУССТВЕ: РОЛЬ, ЗНАЧЕНИЕ И ВЛИЯНИЕ В ШКОЛЬНОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Аннотация

Статья посвящена роли художественно-проектной деятельности в школьном образовании на уроках декоративно-прикладного искусства (ДПИ). Рассматривается влияние метода проектов на всестороннее развитие личности учащегося, формирование креативного мышления и профессиональных интересов. Описываются конкретные формы реализации проектной деятельности в школе, исторические предпосылки внедрения данного метода в России, а также трансформация роли современного педагога от простого передатчика знаний до наставника-партнера.

Ключевые слова:

проектная деятельность, развитие, универсальные учебные действия.

Одной из важных частей изобразительного искусства является декоративно-прикладное творчество. В современном образовательном процессе декоративно-прикладное творчество способствует всестороннему развитию личности, при этом, занятие развивает творческие способности, креативность, фантазию детей. Задача педагога состоит в том, чтобы привлечь молодое поколение к прекрасному, привить хороший вкус, умение владеть техниками и различными видами декоративно-прикладного творчества на практике. Чтобы создать дополнительный интерес к творчеству, педагоги используют художественно-проектную деятельность, которая учит школьников не только создавать красивые вещи, но и мыслить системно, анализировать, планировать и воплощать свои идеи в реальные объекты.

Если говорить о важности проектной деятельности в постоянно меняющемся и усовершенствованном образовательном процесс, то можно отметить, что использование данного модного педагогического приема гарантирует базу в образовании детей. Современный ритм жизни задает человеку подстраиваться под определенные умения и навыки: гибкость, желание и умение работать в команде, принимать разного уровня решения, перерабатывать большие объемы информации. Именно поэтому проектная деятельность так важна сейчас в образовательном процессе; она поможет

подготовить в подрастающем поколении ключевые показатели, так необходимые в жизни. Проектная деятельность имеет ряд огромных плюсов в обучающей среде. Активно вовлекая учащихся в процессе обучения, развиваются исследовательские навыки, повышается интерес, увеличивается мотивация. Улучшаются межпредметные связи в процессе обучения, а в дальнейшем к самоопределению в профессии.

В школах проектная деятельность по декоративно-прикладному искусству реализуется через разнообразные формы. Например, в проекте «Создание собственного словаря», ученики выбирают тему («Орнаменты народов России»), собирают визуальные и текстовые материалы, создают итоговый продукт — альбом или презентацию с объяснением символики и техник исполнения. А в проекте направленном на исследование «Экологических материалов», школьники изучают свойства природных материалов, экспериментируют с их обработкой и создают изделия (например, посуду из глины или украшения из бересты), анализируют преимущества и недостатки каждого материала

Роль учителя в системе художественно-проектной деятельности особенно важна. Роль педагога постоянно трансформируется, от передатчика знаний, до организатора, а также партнера по творчеству, и, конечно, консультанта. Каким же должен быть современный педагог, работающий с художественно-проектной деятельностью в декоративно-прикладном искусстве и умеющий идти в ногу со временем? Во-первых, это конечно, профессионал своего дела, обладающий большими знаниями в области декоративно-прикладного искусства, владеющий многими техниками, а та же, понимающий историю и современные тенденции. Но каким мы не был педагог начитанным и талантливым, этого будет мало для успешной деятельности. Поэтому, во-вторых, педагог должен обладать педагогическим тактом. Именно педагог сможет разглядеть в ребенке его изюминку, раскрыть индивидуальность, помочь ребенку самому выразить себя, при этом не навязывая свой опыт и свое видение. Для дальнейшего совместной работе в проектной деятельности, нужно педагогу и ученику выстроить строгие этапы работы. Вот поэтому отмечу тут, в-третьих, организаторские способности педагога. Конечно путь от начала задумки проекта до конца его осуществления – это большой срок, в котором придется педагогу и ученику быть командой, вместе выходить из спорных и конфликтных ситуаций, мотивировать к лучшему и поддерживать в процессе работы. Поэтому, в-четвертых, педагог должен обладать коммуникативными навыками. В процессе работы педагогу необходимо экспериментировать, находить нестандартные решения вместе с учеником, именно поэтому, в-пятых, он должен обладать креативностью. В ходе проектной деятельности важно анализировать вместе с детьми, видеть точки роста, помочь сделать вывод, поэтому, в-шестых, педагог отвечает и за рефлексивность. Учитель выступает как наставник: помогает определить проблему, подобрать литературу, составить план, выбрать лучшее решение из предложенных вариантов. Художественно-проектная деятельность влияет на будущее, то есть, на выбор дальнейшей деятельности учеников

Хочется отметить в своей статье, тех, благодаря кому, мы сейчас можем свободно пользоваться в образовательной среде таким методом, как проектная деятельность. Рассмотрим историческую часть, в которой зародилась проектная деятельность и как она появилась в нашей стране. Разработки в сфере проектной деятельности появилась в России в начале XX века. Параллельно с идеями американских педагогов в этой же сфере, наш выдающийся новатор С. Т. Шацкий. Он стал внедрять метод проектной деятельности на практике в 1905 году, организовав группу сотрудников, активно использовавших проектные методы в преподавании. Однако в советский период этот метод был признан чуждым и не использовался до конца 1980-х годов. За рубежом огромную роль сыграл американский философ и педагог Джон Дьюи, который обосновал метод проектов как способ соединения теории с практикой для решения реальных проблем. Возвращение проектной деятельности в широкое использование в российских школах произошло в момент модернизации образования, когда было необходимо внедрение Федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС), где проектная деятельность стала

обязательным элементом формирования универсальных учебных действий

Применение на практике данного метода, конкретно в декоративно-прикладном искусстве, дает колоссальные результаты. Ученики учатся создавать красоту своими руками, видеть результат своего труда и понимать, что искусство — это неотъемлемая часть жизни каждого человека. Такой подход помогает воспитать творческую, мыслящую и умелую личность. А также, благодаря таким урокам, ученики быстрее понимают важность выбираемой ими в будущем профессии. В творческой среде легче и проще прокачать свои качества, умения и навыки.

Список использованной литературы:

1. Щербакова С.Г. Организация проектной деятельности в школе. — Волгоград: Учитель, 2009.
2. Пахомова Н.Ю. Метод учебного проекта в образовательном учреждении. — М.: Аркти, 2003.
3. Рубакова Н.В. Организация проектной деятельности в образовательных учреждениях СПО // Молодой учёный. — 2021. — № 49 (391). — С. 416–418

© Макарова Е.А., 2026

УДК 373.5.016: [745/749],

Макарова Е.А.,

педагог дополнительного образования, МБУДО «Ровесник»,
г. Белгород, РФ

**ВЗАИМОСВЯЗЬ ТАКТИЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ ФОРМЫ И ОБРАЗНОЙ ПАМЯТИ У ОБУЧАЮЩИХСЯ
В СИСТЕМЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Аннотация

В статье рассматривается проблема развития ассоциативного мышления учащихся на занятиях скульптурной лепкой в системе дополнительного образования. Обосновывается, что знание пластических свойств материалов и работа с объемной формой способствуют активизации воображения и созданию новых художественных образов.

Ключевые слова:

ассоциативное мышление, скульптура, пластика материала, дополнительное образование,
художественное воспитание, развитие воображения.

Любая учебная деятельность всегда неотрывно связана с мышлением. Мышление — одна из основополагающих функций человеческой жизни, и его развитие — главная задача образования во все времена. Одной из составляющих мышления является ассоциативное мышление. Развитие и первого, и второго напрямую взаимосвязаны друг с другом. Ассоциативное мышление формирует воображение, память, дети вовлекаются в творческий процесс и у них появляется возможность создавать новый для них продукт, им легче адаптироваться к окружающему миру, раскрыть свой потенциал. Ассоциацию как процесс активного воображения рассматривал в своих трудах Т. Рибо. Предложенный ещё Дж. Локком термин “ассоциация” стал главным в целом ряде концепций и школ, объединивших труды философов (Т. Гоббс, Р. Декарт) и психологов (А. Бен, Г. Спенсер, З. Фрейд, Г. Эббингауз) [1]. Р. С. Немов описывает ассоциацию как основу памяти и рассматривает приёмы запоминания, которые основаны на ассоциациях [6]. При ассоциативном мышлении в памяти человека возникают различные образы, каждый из которых в какой-то мере индивидуален: он порожден подсознанием и опытом. Именно поэтому образы влекут за

с собой друг друга, и цепочка из них получается неповторимая для каждого человека, даже если вначале присутствует несколько стандартных стереотипных ассоциаций [8].

Анализ общеобразовательных программ показал, что ассоциативное мышление на уроках изобразительного искусства развивается недостаточно. На уроках, цели которых развитие данного вида мышления, работают только слуховые и зрительные анализаторы. Мы считаем, что этого недостаточно и важно развивать данное мышление еще и благодаря сенсорной моторики рук, что, мало того, возможно на уроках лепки, но и необходимо. Известно, что предмета «Скульптура» в общеобразовательной программе не существует, и настолько узкая изобразительная деятельность возможна только на дополнительных занятиях. Занятия скульптурной лепкой помогают школьникам познать объём и пространственную пластику формы. В скульптуре в полной мере реализуется эстетическое и художественное воспитание учащихся, а также их общее развитие. Занятия скульптурной лепкой развивают чувство материала и пластической формы, совершенствуют глазомер и тренируют моторику рук [3,4].

Ассоциативное мышление на занятиях скульптурной лепкой развивается благодаря знаниям свойств материалов. Каждый из них, будь то пластилин, глина, дерево, камень и т.д. имеет свои пластические качества, способы обработки, характер формы, цвета. Все это, безусловно, влияет на конечный образ скульптуры, и именно на этих качествах данного вида изобразительной деятельности может быть построено развитие ассоциативного мышления учеников [2].

До сих пор нет методики по формированию ассоциативного мышления школьников, более того, нет научно обоснованной системы методов преподавания скульптуры с переводом ее в пластические материалы. Существующие пособия по технике перевода лепных изделий в пластические материалы Н.В. Одноралова, Н.В. Крестовского, И.М. Чайкова и др. касаются только вопросов технологии обработки материалов скульптуры. В исследованиях Н.С. Боголюбова хотя и затрагиваются многие рассматриваемые нами вопросы, но только применительно к кружковой работе и с учащимися младшего, среднего и старшего школьного возраста [5,7,9].

Проведя эксперимент на дополнительных занятиях по развитию ассоциативного мышления у учащихся, можно сделать вывод, что все ребята проявили больший интерес и желание к работе с лепкой. После полученных знаний о скульптурных материалах ребятам было легче справиться с заданием.

Список использованной литературы:

1. Аксенов Ю. Г. Образ и материал / Ю.Г. Аксенов – М.: Сов. Рос., 1977. – 111 с.
2. Банщиков В. М. Эмоции и воображение / В. М. Банщиков, Ц.П. Короленко. – М.: Академический Проект, Екатеринбург: Деловая книга, 1999. – 250 с.
3. Боголюбов Н. С. Лепка на занятиях в школьном кружке / Н. С. Боголюбов – М.: Просвещение, 1979. – 144 с.
4. Боголюбов Н. С. Место и роль скульптуры в художественном воспитании детей / Н. С. Боголюбов. – М.: Просвещение, 1973. – 83 с.
5. Боголюбов Н. С. Различные материалы скульптуры применительно к художественным образам / Н. С. Боголюбов. – М., Ученые записки, 1968. – 249 с.
6. Занков Л. В. Обучение и развитие / Л. В. Занков. – М.: Просвещение, 1975. – 440 с.
7. Кузин В. С. Изобразительное искусство и методика его преподавания в школе / В. С. Кузин. – М.: АГАР, 1998. – 336 с.
8. Немов Р. С. Психология: Учеб. для студ. высш. пед. учеб. заведений: В 3 кн. — 4-е изд. / Р. С. Немов. — М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2003. — Кн. 1. Общие основы психологии. — 688 с.
9. Суворов Н. Н. Пути создания художественного образа: роль воображения в художественном творчестве / Н. Н. Суворов. – М.: Знание, 1984. – 63 с.

© Макарова Е.А., 2026

УДК 377

Некрасова Н.А.

преподаватель

ОГАПУ «Старооскольский педагогический колледж»,

г. Старый Оскол, РФ

ЦИФРОВОЙ НАСТАВНИК: ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ПОДГОТОВКЕ ПЕДАГОГОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ (В УСЛОВИЯХ ПРОФЕССИОНАЛИТЕТА)

Аннотация

В статье рассматриваются возможности и проблемы внедрения технологий искусственного интеллекта в систему среднего педагогического образования в рамках федерального проекта «Профессионалитет».

Ключевые слова:

искусственный интеллект, Профессионалитет, среднее профессиональное педагогическое образование, цифровой наставник, проблемы цифровизации.

Развитие системы среднего педагогического образования в последние годы происходит в условиях масштабной модернизации, инициированной федеральным проектом «Профессионалитет». Основная идея проекта заключается не только в обновлении организационной модели подготовки специалистов, но и в изменении содержания образовательного процесса в соответствии с современными запросами общества и рынка труда. В педагогических колледжах создаются образовательно-производственные кластеры, объединяющие образовательные организации и работодателей, что обеспечивает практико-ориентированный характер подготовки будущих профессионалов. Благодаря постоянному взаимодействию с общеобразовательными школами и дошкольными учреждениями студенты получают возможность включаться в профессиональную деятельность уже на ранних этапах обучения, знакомясь с современными образовательными технологиями непосредственно в условиях их практического применения.

Одним из наиболее заметных факторов трансформации педагогического образования становится активное распространение технологий искусственного интеллекта. Если ранее цифровая компетентность рассматривалась преимущественно как владение информационными технологиями, то сегодня будущий педагог должен уверенно использовать интеллектуальные цифровые сервисы, понимать особенности их функционирования и уметь применять их для решения профессиональных задач. Современный выпускник педагогического колледжа обязан не только самостоятельно работать с подобными технологиями, но и формировать у школьников навыки их грамотного, безопасного и ответственного использования.

Новые условия предъявляют иные требования к деятельности преподавателей педагогических колледжей. Наставник перестает быть исключительно источником знаний и все чаще выступает организатором образовательной среды, в которой цифровые инструменты становятся частью профессиональной подготовки студентов. Именно поэтому преподаватель сам должен обладать высоким уровнем цифровой грамотности, ориентироваться в возможностях искусственного интеллекта и демонстрировать примеры его педагогически обоснованного использования.

Особенность подготовки кадров в рамках проекта «Профессионалитет» определяется двойственной позицией студентов. В процессе обучения они осваивают технологии искусственного интеллекта как пользователи, одновременно приобретая опыт, который впоследствии потребуется им уже в качестве учителей. Такая специфика предполагает формирование комплекса взаимосвязанных компетенций.

Прежде всего будущие специалисты должны понимать принципы функционирования интеллектуальных алгоритмов и оценивать их образовательный потенциал. Не менее важным является приобретение практических навыков работы с генеративными нейросетями, интеллектуальными помощниками, адаптивными образовательными платформами и сервисами автоматизированной разработки учебных материалов. Одновременно необходимо развивать способность обучать школьников критически оценивать результаты работы искусственного интеллекта, соблюдать нормы информационной безопасности, требования авторского права и принципы академической добросовестности. Существенное значение приобретает также умение использовать аналитические данные образовательных платформ при проектировании индивидуальных образовательных маршрутов обучающихся.

Практическая направленность педагогического «Профессионалитета» позволяет интегрировать технологии искусственного интеллекта непосредственно в профессиональную подготовку студентов. Во время производственной практики будущие педагоги применяют генеративные модели для подготовки конспектов занятий, разработки презентаций, создания наглядных материалов, игровых упражнений и иных дидактических ресурсов. Кроме того, они знакомятся с работой интеллектуальных систем мониторинга учебных достижений, анализируют возможности адаптивных образовательных платформ и оценивают эффективность различных цифровых инструментов в условиях реального образовательного процесса. При этом искусственный интеллект рассматривается как средство поддержки профессиональной деятельности педагога, а не как его альтернатива. Автоматизация однотипных операций позволяет преподавателю сосредоточиться на организации общения с обучающимися, индивидуальном сопровождении и решении сложных педагогических задач.

Список использованной литературы:

1. Федеральный проект «Профессионалитет»: основные направления и результаты реализации. — Министерство просвещения Российской Федерации, 2025. — Режим доступа: <https://edu.gov.ru>
2. Тотонова Л.А. Цифровой педагог СПО: Новые компетенции в эпоху технологических изменений. — Инфоурок, 2025. — Режим доступа: <https://infourok.ru>

© Некрасова Н.А., 2026

УДК 376

Севостьянова А.А.

учитель-логопед

МОУ «Начальная школа с. Репное»

Изотова Е.Н.

учитель-логопед

МДОУ «Детский сад №7 комбинированного вида»,

г. Валуйки

Ольхина Е.В.

учитель-логопед

МДОУ «Детский сад №7 комбинированного вида»,

г. Валуйки

РАЗВИТИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГРАМОТНОСТИ У ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА С ОВЗ

Аннотация

В данной статье представлены методы развития функциональной грамотности у дошкольников с ОВЗ.

Ключевые слова:

ограниченные возможности здоровья, функциональная грамотность, нейropsychологический подход.

Современные образовательные тенденции всё чаще обращаются к понятию «функциональная грамотность», которое ещё недавно ассоциировалось преимущественно со школьным обучением. Однако именно в дошкольном возрасте закладываются те базовые механизмы, которые позволяют ребёнку в будущем успешно применять полученные знания в различных жизненных ситуациях. По определению А.А. Леонтьева, функционально грамотная личность — это человек, способный использовать постоянно приобретаемые знания, умения и навыки для решения максимально широкого диапазона жизненных задач в различных сферах деятельности и общения. Для детей с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) этот вопрос приобретает особую остроту, так как их адаптационные ресурсы изначально снижены.

Особенности развития детей с ОВЗ накладывают специфический отпечаток на процесс формирования функциональной грамотности. Исследователи отмечают, что у таких детей наблюдается недостаточная наблюдательность к языковым явлениям, снижение слуховой и зрительной памяти, незрелость словесно-логического мышления, трудности в установлении причинно-следственных связей и низкая познавательная активность. Именно поэтому работа по развитию функциональной грамотности у дошкольников с ОВЗ не может быть сведена к простой трансляции знаний, а требует глубокой коррекционной направленности.

Содержание работы по формированию функциональной грамотности в дошкольном возрасте включает несколько взаимосвязанных направлений. Во-первых, это формирование коммуникативной грамотности, которая предполагает не только наличие речевых навыков, но и умение использовать их для общения со сверстниками и взрослыми. Для детей с речевой патологией важно создавать условия для вербализации собственных действий и переживаний, активного участия в диалоге. Во-вторых, закладываются основы читательской грамотности — не столько навыка чтения как такового, сколько умения понимать смысл текстов, прогнозировать события, отвечать на вопросы "между строк". В работе с дошкольниками с ОВЗ это достигается через комментированное чтение, пересказ и использование приёма прогнозирования ("Что будет дальше?"). В-третьих, важной составляющей является естественно-научная грамотность — формирование способности наблюдать за явлениями природы, устанавливать связи и делать простейшие выводы в ходе элементарного экспериментирования.

Одним из наиболее эффективных подходов в работе с детьми с ОВЗ является нейropsychологический подход. Он предполагает построение коррекционно-развивающей работы с учётом индивидуальных нейropsychологических особенностей ребёнка. Практика показывает, что использование нейropsychологических игр и упражнений (на развитие межполушарного взаимодействия, сенсорной интеграции, крупной и мелкой моторики) позволяет значительно улучшить когнитивные функции, внимание и память — ту базу, на которой строится функциональная грамотность. Например, двигательные упражнения с речевым сопровождением, пальчиковая гимнастика, работа с балансирами и сенсорными материалами активируют мозговую деятельность и способствуют лучшему усвоению учебного материала.

Подводя итог, можно утверждать, что формирование функциональной грамотности у дошкольников с ОВЗ — это сложный, комплексный процесс, требующий интеграции усилий логопедов, дефектологов, психологов и воспитателей. Основная цель этого процесса — не просто дать ребёнку конкретные знания, а научить его применять эти знания в повседневной жизни, социализировать его и подготовить к успешному обучению в школе.

Список использованной литературы:

1. Мельникова С.В. Формирование функциональной грамотности дошкольников с ОВЗ / С.В. Мельникова // Инфоурок. — 2024. [Электронный ресурс].

2. Закалюжная Т.В., Дорофеева А.В., Бутенко Е.Н. и др. Развитие креативного мышления как компонента функциональной грамотности у детей дошкольного возраста, в том числе с ОВЗ / Т.В. Закалюжная, А.В. Дорофеева, Е.Н. Бутенко [и др.] // Молодой ученый. — 2023. — №3 (450). — С. 251-253.
3. Пащенко И.В. Применение современных образовательных технологий для формирования предпосылок естественно-научной грамотности в работе с дошкольниками с ОВЗ / И.В. Пащенко // Инфоурок. — 2025. [Электронный ресурс].
4. Салмина А.Ю. Формирование предпосылок коммуникативной грамотности дошкольников с нарушением слуха / А.Ю. Салмина // Вопросы дошкольной педагогики. — 2023. — №11 (70). — С. 42-44.

© Севостьянова А.А., Изотова Е.Н., Ольхина Е.В., 2026

УДК 376

Черных А.В.

учитель-дефектолог, педагог-психолог
МДОУ «Детский сад
№27 пгт. Разумное»

Коровина А.А.

учитель-логопед
МДОУ «Детский сад
№27 пгт. Разумное»

ПАЛЬЧИКОВАЯ НЕЙРОГИМНАСТИКА В СИСТЕМЕ РАЗВИТИЯ КОГНИТИВНЫХ ФУНКЦИЙ ДЕТЕЙ СТАРШЕГО ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Аннотация

В статье рассматриваются возможности использования пальчиковой нейрогимнастики как эффективного средства активизации познавательной деятельности детей 6–7 лет. Представленный практический опыт внедрения кинезиологических упражнений в режимные моменты дошкольного учреждения, описывает структуру комплекса, дает методические рекомендации по организации занятий. Обосновывается значение тонкой моторики для развития произвольного внимания, памяти и межполушарного взаимодействия. Материал адресован педагогам-психологам, воспитателям и специалистам служб ранней помощи.

Ключевые слова:

Пальчиковая нейрогимнастика, когнитивное развитие, старшие дошкольники, межполушарное взаимодействие, произвольное внимание, подготовка к школе, кинезиологические упражнения.

Переход ребенка из детского сада в школу – важнейший этап, требующий от него не только определенного запаса знаний, но и зрелости познавательных процессов. Именно в старшем дошкольном возрасте интенсивно формируются произвольное внимание, слухоречевая память, способность к самоконтролю. Педагог-психолог ДОУ призван создавать условия для естественного созревания этих функций, используя методы, органично вписывающиеся в жизнь ребенка.

Одним из таких методов является пальчиковая нейрогимнастика – система специальных движений кистей и пальцев рук, построенных на принципах образовательной кинезиологии. Как известно, анатомически речевая и двигательная зоны коры головного мозга расположены по соседству, и

стимуляция мелкой моторики рефлекторно активирует соседние участки, отвечающие за внимание, планирование действий и запоминание. Этот факт давно используется в логопедии, однако потенциал пальчиковых упражнений для общего когнитивного развития не всегда реализуется в полной мере. В своей практике я стремлюсь восполнить этот пробел, рассматривая нейрогимнастику не как вспомогательную технику, а как полноценный развивающий инструмент.

Теоретические основания метода.

Основой для изучения послужила концепция «Гимнастики мозга» (Brain Gym), разработанная супругами Полом и Гейл Деннисон. Она базируется на утверждении, что любое движение активизирует различные участки мозга и способствует установлению новых нейронных связей. Для дошкольного возраста эта идея особенно ценна, поскольку детский мозг пластичен, а двигательный опыт является ведущим каналом познания.

Адаптированные классические кинезиологические упражнения к возможностям и интересам старших дошкольников, акцентируют внимание именно на пальчиковых движениях – тонких, дифференцированных, требующие зрительно-моторной координации. Такие упражнения не только развивают ловкость рук (что важно для подготовки к письму), но и тренируют концентрацию, переключаемость, умение удерживать инструкцию и выполнять последовательные действия.

Структура авторского комплекса упражнений.

В работе используется комплекс, разделенный на три логические части. Каждая часть решает свою задачу, но все вместе они создают синергетический эффект.

Первая часть – синхронизация. Это упражнения на одновременное выполнение разных движений правой и левой рукой. Наиболее показательное из них – «Кулак-ребро-ладонь». Дети последовательно выкладывают на стол кулак, затем ребро ладони, затем ладонь, сначала правой рукой, потом левой, а затем одновременно разноименными руками. Такая работа тренирует межполушарные связи и учит ребенка распределять внимание между обеими руками.

Вторая часть – перекрестные движения. Здесь важны упражнения, где правая часть тела пересекает среднюю линию с левой. Например, сидя на стуле, ребенок поднимает колено и касается его локтем противоположной руки. Это активизирует мозолистое тело, улучшая обмен информацией между полушариями. Такие упражнения я провожу под ритмичную музыку – это повышает эмоциональный тонус и помогает удерживать темп.

Третья часть – работа с мелкими предметами. Дети выполняют манипуляции с массажными мячиками, прищепками, каштанами или бусинами. Важно, чтобы каждое движение имело алгоритм: катание по спирали, перекладывание по цвету, сжатие определенными пальцами. Это развивает не только силу и ловкость, но и произвольность – ребенок вынужден контролировать свои действия по инструкции.

Организация занятий в режиме ДОУ.

Главное преимущество пальчиковой нейрогимнастики – её доступность. Она не требует специальных пособий или сложного оборудования. Комплекс включён как в утренний отрезок времени, так и после зарядки или перед непосредственно образовательной деятельностью. Длительность – не более 5–7 минут, чтобы сохранить интерес и не переутомить детей.

Важный принцип – регулярность. Положительный эффект накапливается только при ежедневном повторении. Поэтому, рекомендую воспитателям включать 2–3 упражнения в любой режимный момент: перед занятием, после прогулки или во время пальчиковых пауз на непосредственно образовательной деятельности. Упражнения должны постепенно усложняться: от простых сжиманий-разжиманий к синхронным и перекрестным движениям.

Чтобы поддерживать мотивацию, рекомендовано поддерживать соревновательный элемент («у кого получится быстрее») и сказочные сюжеты («поможем пальчикам построить домик»). Речевое

сопровождение усиливает эффект – проговаривание действий помогает удерживать последовательность.

Практические наблюдения и выводы.

На основе личного опыта можно с уверенностью сказать: систематическое применение пальчиковой нейрогимнастики способствует заметному улучшению концентрации внимания, снижению отвлекаемости, увеличению объема запоминаемого материала. У детей развивается пространственная ориентация, они легче усваивают графические навыки, быстрее переключаются с одного задания на другое.

Особенно ценно, что упражнения воспринимаются детьми как игра, а не как обязательное обучение. Игровая форма снимает напряжение, которое часто возникает в подготовительной группе в связи с предстоящей школой. Кроме того, включение родителей в выполнение некоторых упражнений дома укрепляет сотрудничество семьи и детского сада.

Заключение.

Пальчиковая нейрогимнастика – это простой, доступный и физиологичный способ стимуляции когнитивных функций у старших дошкольников. Систематическое применение комплекса позволяет мягко подготовить познавательную сферу ребенка к школьным нагрузкам, развить саморегуляцию и координацию движений.

Список использованной литературы:

2. Беленчук Е.А. Нейрогимнастика для развития межполушарного взаимодействия у детей дошкольного возраста / Е.А. Беленчук, Н.Н. Щеплыкина, Л.И. Макаренко // Общество и наука: векторы развития. — 2023. — С. 1–3.
3. Камышников Н.М. Нейрогимнастика — ключ к развитию способностей ребенка / Н.М. Камышников // Научные исследования молодых учёных: сб. ст. VIII Междунар. науч.-практ. конф. (Пенза, 17 декабря 2020 г.). — Пенза: Наука и Просвещение, 2020. — С. 136–140
4. Кувшинова И. А. Развитие межполушарного взаимодействия у детей дошкольного возраста с расстройствами аутистического спектра / И.А. Кувшинова, Д.А. Новожилова, В.А. Чернобровкин // Научно-педагогическое обозрение. — 2022. — № 2. — С. 179–187.

© Черных А.В., Коровина А.А., 2026

УДК 376

Черных А.В.

учитель-дефектолог, педагог-психолог
МДОУ «Детский сад
№27 пгт. Разумное»

Коровина А.А.

учитель-логопед
МДОУ «Детский сад
№27 пгт. Разумное»

РАЗВИТИЕ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ У ДЕТЕЙ СТАРШЕГО ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА КАК ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ НАВЫКОВ БЕЗОПАСНОГО ПОВЕДЕНИЯ

Аннотация

В статье рассматривается актуальная проблема формирования у старших дошкольников навыков

безопасного поведения через развитие критического мышления. Автор анализирует психолого-педагогические аспекты критического мышления как интегративного качества личности, обосновывает его роль в обеспечении личной безопасности ребенка. В работе представлены практические методы и приемы развития критического мышления в условиях дошкольной образовательной организации, описаны конкретные упражнения и игровые технологии, апробированные в работе с детьми старшего дошкольного возраста.

Ключевые слова:

критическое мышление, старший дошкольный возраст, безопасное поведение, основы безопасности жизнедеятельности, проблемные ситуации, познавательное развитие, ФОП ДО.

Современный ребенок с ранних лет сталкивается с множеством вызовов и рисков. Информационная среда, городское пространство, бытовые опасности требуют от него не просто знания правил, но и умения самостоятельно оценивать ситуацию, прогнозировать последствия своих действий и принимать ответственные решения.

Исследователи отмечают, что решение проблемы обеспечения безопасности ребенка в условиях дома, детского сада и улицы возможно при формировании у него основ критического мышления. Ребёнок, способный анализировать, сравнивать и сомневаться, оказывается более защищённым в нестандартных ситуациях, чем тот, кто просто заучил правила без их осмысления.

В условиях реализации Федеральной образовательной программы дошкольного образования (ФОП ДО) умение решать адекватные возрасту интеллектуальные, творческие и личностные задачи, применять накопленный опыт для осуществления различных видов деятельности, принимать собственные решения и проявлять инициативу становится ключевым. Развитие критического мышления выступает не просто педагогической инновацией, а необходимым условием подготовки ребенка к самостоятельной жизни в современном мире.

Теоретические аспекты развития критического мышления у дошкольников

Критическое мышление в психолого-педагогической литературе определяется как способность человека анализировать информацию, оценивать ее достоверность, выделять причинно-следственные связи, строить собственные суждения на основе логического анализа и рефлексии. Для детей старшего дошкольного возраста речь идет не о полноценном критическом мышлении в его взрослом варианте, а о развитии его основ — тех предпосылок, которые в дальнейшем лягут в основу этой сложной когнитивной способности.

Характерными особенностями критического мышления дошкольников старшего возраста являются: оценочность суждений, открытость новым идеям, способность к рефлексии собственных высказываний. В возрасте 6–7 лет дети уже способны не просто воспроизводить услышанное, но и выражать собственное мнение, аргументировать его, задавать уточняющие вопросы. Именно этот возрастной период является сензитивным для формирования основ критического мышления.

Важно понимать: критическое мышление у дошкольника — это не отрицание авторитета взрослого, а способность осмысленно относиться к поступающей информации. Это умение становится фундаментом безопасного поведения: ребенок, способный усомниться в словах незнакомца или оценить рискованность предложения, с большей вероятностью избежит опасности.

Связь критического мышления и безопасности жизнедеятельности заключается в способности ребенка:

- выделять потенциально опасные объекты и ситуации;

- прогнозировать возможные последствия своих действий;
- анализировать информацию, поступающую от окружающих;
- принимать самостоятельные решения в нестандартных обстоятельствах;
- рефлексировать собственный опыт, делать выводы из ошибок.

Практические методы и приемы развития критического мышления в ДОУ

В своей работе я использую комплекс методов и приемов, направленных на развитие основ критического мышления у старших дошкольников. Все они органично вписываются в образовательный процесс и могут применяться как в организованной образовательной деятельности, так и в режимных моментах.

1. Технология проблемного обучения

Основной принцип этого метода — создание ситуаций интеллектуального затруднения, которые дети должны разрешить самостоятельно. Например, при обсуждении темы «Опасные предметы в быту» я предлагаю детям не просто перечислить предметы, которые нельзя трогать, а проанализировать ситуацию: «Мама оставила на столе таблетки и вышла на кухню. Что делать, если маленький брат хочет их попробовать? Как объяснить ему, что это опасно?».

2. Прием «Кубик Блума»

Этот популярный прием технологии развития критического мышления, разработанный американским психологом Бенджамин Блумом, помогает в активной и занимательной форме проверять знания и умения дошкольников. На гранях кубика написаны слова-подсказки: «Назови», «Почему», «Объясни», «Предложи», «Придумай», «Поделись». Бросая кубик, ребенок отвечает на вопрос соответствующей категории.

В контексте безопасности это работает следующим образом:

«Назови»: перечисли правила поведения на дороге.	«Почему»: почему нельзя открывать дверь незнакомцам?	«Объясни»: объясни младшему брату, почему опасно играть со спичками.
«Предложи»: что бы ты предложил сделать, чтобы в группе было безопасно?	«Придумай»: придумай знак, который предупреждает об опасности.	«Поделись»: расскажи, как ты однажды поступил правильно в опасной ситуации.

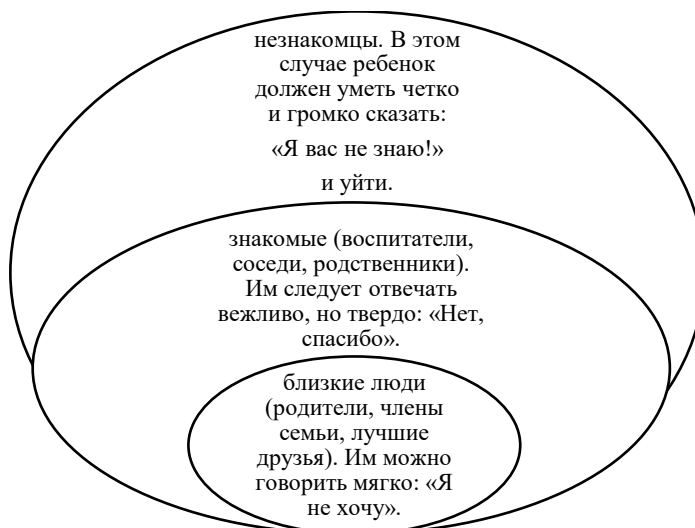
Этот прием развивает умение формулировать вопросы, аргументировать ответы и смотреть на ситуацию с разных сторон.

3. Прием «Тонкие и толстые вопросы»

Данный метод, активно применяемый в практике развития критического мышления, учит детей различать вопросы, требующие односложного ответа («тонкие»), и вопросы, предполагающие развернутое рассуждение («толстые»). Например, обсуждая тему «Безопасность на улице», «тонкий» вопрос может звучать так: «Где нужно переходить дорогу?», а «толстый»: «Почему важно смотреть по сторонам перед переходом, даже если горит зеленый свет?».

4. Упражнение «Круги доверия»

Это упражнение, рекомендованное психологами для детей дошкольного возраста, помогает ребенку понять, кому и как можно говорить «нет» в разных ситуациях. Мы рисуем три круга:



Это простое, но эффективное упражнение развивает у ребенка способность дифференцировать социальные ситуации и выбирать адекватную стратегию поведения — важнейший навык личной безопасности.

Связь критического мышления с формированием безопасного поведения

Почему развитие критического мышления становится основой формирования навыков безопасного поведения? Ответ заключается в самой природе безопасности. Безопасность — это не отсутствие угроз, а способность человека адекватно на них реагировать. А для этого недостаточно знать правила — нужно уметь применять их в изменяющихся обстоятельствах.

Ребенок с развитыми основами критического мышления:

не поддается на уловки незнакомцев, потому что умеет задавать вопросы и сомневаться; оценивает риски своих действий, потому что способен прогнозировать последствия; не паникует в нестандартной ситуации, потому что умеет анализировать и искать варианты решения; обращается за помощью к правильным людям, потому что способен оценить, кому можно доверять; усваивает правила осмысленно, а не механически, и поэтому лучше их запоминает и применяет.

Развитие критического мышления у старших дошкольников является насущной необходимостью современного образования: в условиях информационной перегрузки ребёнок должен становиться активным, анализирующим субъектом собственной безопасности. Описанные в статье методы (проблемное обучение, «Кубик Блума», «Тонкие и толстые вопросы», «Круги доверия») доказали свою эффективность на практике, не требуют специального оснащения, органично встраиваются в образовательный процесс и воспринимаются детьми как увлекательная игра.

Список использованной литературы:

1. Левченко Т.А., Иминова Ю.Б. Развитие критического мышления у детей старшего дошкольного возраста как основа формирования навыков безопасного поведения // Научно-педагогический журнал. – 2024. – № 3. – С. 45–52.
2. Улзытуева А.И., Афанасьева Т.А. К проблеме развития основ критического мышления детей старшего дошкольного возраста в условиях дошкольной образовательной организации // Современное дошкольное образование. – 2023. – № 2. – С. 18–25.
3. Скитневская Л.Ю. Технологии развития критического мышления у старших дошкольников // Институт повышения квалификации. – 2025. – 14 с.

© Черных А.В., Коровина А.А., 2026

УДК 377

Шрамко Р.С.

преподаватель иностранного языка
ГБПОУ КК «Крымский технический колледж»
г. Крымск, РФ

КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД К ПРЕПОДАВАНИЮ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА В СИСТЕМЕ СПО: ОТ ТЕОРИИ К ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОММУНИКАЦИИ

Аннотация

В статье рассматриваются особенности преподавания английского языка в учреждениях среднего профессионального образования. Анализируется переход от общеобразовательных стандартов к профильно-ориентированному обучению. Предлагаются эффективные методы формирования коммуникативной и профессиональной иноязычной компетенций у студентов колледжей. Приводятся практические примеры внедрения интерактивных технологий, кейс-метода и проектной деятельности на основе отраслевых запросов (технический, экономический, медицинский профили).

Ключевые слова:

профессиональная компетенция, коммуникативный подход, междисциплинарные связи, педагогическая технология.

Актуальность исследования

Одной из ключевых задач современного среднего профессионального образования является подготовка конкурентоспособного выпускника, способного к работе с зарубежным оборудованием, технической документацией и международной терминологией [1, с. 12–15]. Английский язык в колледже перестал быть просто общеобразовательной дисциплиной: он превратился в инструмент освоения профессии [2, с. 47]. Однако практика показывает, что стандартные уроки по УМК общеобразовательной школы часто не учитывают специфику будущей специальности (сварщик, повар, медсестра, программист, продавец и др.), что приводит к снижению мотивации студентов [7, с. 33–36].

Целевые установки ФГОС СПО

Согласно ФГОС СПО четвертого поколения, выпускник должен обладать общими компетенциями (ОК), включающими «осуществление поиска, анализа и интерпретации информации на иностранном языке», а также профессиональными компетенциями (ПК), требующими использования иностранного языка в ситуациях делового общения [8, п. 5.2]. Исходя из этого, цель преподавателя — не научить «всему английскому», а сформировать функциональную иноязычную грамотность в конкретной профессиональной сфере [6, с. 19–23].

Методические решения для системы СПО

В ходе работы над проблемой на базе ГБПОУ КК «Крымского технического колледжа» были апробированы следующие подходы:

1. Профессионально-ориентированное чтение.

Вместо художественных текстов используются аутентичные инструкции, прайс-листы, технические паспорта, этикетки, рецептуры, бланки заказов и международные формы отчетности [3, с. 198–202]. Задания: «Переведи руководство по эксплуатации станка с ЧПУ», «Составь меню на английском с учетом пищевых аллергенов».

2. Кейс-метод (ситуационные задачи).

Студенты решают реальные рабочие задачи [4, с. 62–66]:

- ✓ Для будущих логистов: Your client from Germany has lost a shipment. Write an email to the

transport company.

✓ Для будущих бухгалтеров: Calculate Gross Profit and Net Profit to the chosen company.

3. Технология «Language for specific purposes» (LSP).

Разработка мини-словарей (глоссариев) по 50–70 терминов [8, р. 85–89]. Акцент — на произношении и правильном употреблении термина в контексте (не просто перевод, а фраза).

4. Проектная деятельность с выходом на практику.

Создание студентами билингвальных инструкций по технике безопасности, видеовизиток предприятия («Визитная карточка колледжа для зарубежных партнеров») или инструкций для иностранных стажеров [5, с. 44–50].

Результаты эксперимента и критерии оценки

В группах, где применялся профессионально-ориентированный подход, зафиксировано:

- Повышение мотивации на 47% (по данным анкетирования);
- Рост активного терминологического запаса в 2,3 раза (срезы);
- Снижение языкового барьера при общении с носителями на производственной практике.

Важно пересмотреть систему оценивания: студент СПО должен получать «зачет» не за знание времен группы Perfect, а за умение запросить информацию по email, заполнить бланк или понять устную инструкцию.

Рекомендации для преподавателей английского языка в СПО

1. Тесное взаимодействие с мастерами производственного обучения. Совместно отбирать лексику, которая реально встречается на рабочих местах.

2. Использование отраслевых онлайн-ресурсов: международные форумы поваров, англоязычные CAD-блоги [1, с. 28–32].

3. Переход от перевода к действию. Учить не переводить текст, а сразу использовать речевой образец в профессиональном диалоге (ролевая игра «Мастер-иностранец», «Клиент-оператор call-центра»).

Заключение

Преподавание английского языка в системе СПО требует отказа от академической избыточности в пользу функциональности. Главный принцип — «Язык через профессию, профессия через язык» [2, с. 9]. Такой подход не только повышает качество освоения ОК, но и напрямую влияет на трудоустраиваемость выпускника, его мобильность на международном рынке труда. Для успешной реализации данной модели необходимо пересмотреть рабочие программы дисциплин и повышать квалификацию самих преподавателей в области профессиональной коммуникации.

Список использованной литературы:

1. Беляева Т.М. Цифровые ресурсы для профильного обучения английскому языку // Иностранные языки в школе. — 2024. — № 1. — С. 26–34.
2. Бим И.Л. Личностно-ориентированный подход в обучении иностранным языкам // Вестник МГЛУ. — 2022. — Вып. 12. — С. 5–15.
3. Гальскова Н.Д., Гез Н.И. Теория обучения иностранным языкам. — 6-е изд. — М.: Дрофа, 2021. — 368 с.
4. Дубинина Г.А. Кейс-технологии в преподавании иностранных языков в СПО // Профессиональное образование и рынок труда. — 2023. — № 4. — С. 60–68.
5. Зимняя И.А. Проектная деятельность как средство формирования профессиональной компетентности // Педагогика. — 2022. — № 3. — С. 42–52.
6. Поляков О.Г. Профильно-ориентированное обучение английскому языку в неязыковом вузе // Иностранные языки в школе. — 2022. — № 8. — С. 18–25.
7. Смирнова Е.В. Мотивация студентов СПО при изучении иностранного языка // Среднее профессиональное образование. — 2023. — № 5. — С. 32–38.

8. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего профессионального образования (актуальная редакция). — М., 2023. — 96 с.

© Шрамко Р.С., 2026

УДК 378

Эмиров Р.С.

учитель истории МБОУ СОШ-ДС № 6
комбинированного вида
г. Симферополь, РФ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ КАК СТРАТЕГИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ ПРЕПОДАВАНИЯ ИСТОРИИ

Аннотация

В статье рассматриваются современные интерактивные технологии преподавания истории. На основе проведённого анализа выявлено, что наиболее эффективными интерактивными технологиями и средствами в преподавании исторических дисциплин являются интерактивные ленты времени, виртуальные экскурсии и кейс технологии. Каждая технология обладает специфическими дидактическими возможностями, позволяющими решать различные образовательные задачи.

Ключевые слова:

история, преподавание, обучение, интерактивные технологии.

В условиях масштабной цифровизации перед образовательной системой встаёт задача пересмотра подходов к преподаванию гуманитарных дисциплин. Это в полной мере касается истории, где традиционное хронологическое изложение фактов уступает место инновационным стратегиям, нацеленным на развитие критического мышления, цифровой грамотности и гражданской ответственности учащихся. В этом контексте особое значение приобретают интерактивные технологии обучения, которые позволяют выйти за рамки репродуктивной модели передачи знаний и создать условия для активного вовлечения обучающихся в образовательный процесс [1]. Интерактивные методы – дискуссии, ролевые игры, проектная деятельность, виртуальные экскурсии, работа с интерактивными лентами времени и цифровыми источниками – трансформируют историческое знание из простого перечня дат и событий в продуктивный дидактический инструмент, что позволяет обучающимся не только анализировать достоверность исторических источников, но и осмысливать сложные процессы современности, выстраивая причинно-следственные связи между прошлым и настоящим.

Особую значимость применение интерактивных технологий приобретает в контексте преподавания истории, где работа с источниками и формирование навыков их критической оценки составляют основу профессиональной компетенции педагога и образовательного результата обучающегося. Интерактивные форматы создают условия для развития у школьников и студентов способности к самостоятельному поиску информации, её интерпретации, аргументации собственной позиции и участию в диалоге, что является необходимым компонентом гражданского образования в современном обществе.

Теоретико-методологические основы применения интерактивных технологий в образовательном процессе нашли отражение в трудах отечественных учёных, в частности, В.В. Шогана [2]; Е.Е. Вяземского и О.Ю. Стрелова [3]; В.В. Барабанова [4], А.В. Дубровского [5] и др.

Однако следует отметить, что несмотря на значительное количество публикаций по данной проблематике, комплексное исследование эффективности применения интерактивных технологий в преподавании истории с учётом специфики предметного содержания остаётся недостаточно разработанным. В большинстве работ рассматриваются отдельные аспекты использования интерактивных методов, однако отсутствует целостное представление о том, какие именно технологии (ленты времени, виртуальные экскурсии, игровые форматы, интерактивные доски) наиболее эффективны на разных этапах изучения исторического материала. Кроме того, недостаточно изучены условия интеграции интерактивных технологий в традиционную систему уроков, критерии их выбора в зависимости от содержания темы и возрастных особенностей обучающихся, а также методические механизмы оценки их дидактической результативности. Всё это создаёт противоречие между потребностью педагогической практики в научно обоснованных рекомендациях и фрагментарностью существующих теоретических разработок, что и определяет актуальность настоящего исследования. В связи с этим цель настоящей статьи заключается в анализе и систематизации современных подходов к применению интерактивных технологий в преподавании истории и в определении их дидактического потенциала с учётом специфики предметного содержания.

В современной педагогической науке понятие «интерактивные технологии обучения» трактуется как совокупность методов и приёмов, основанных на активном взаимодействии всех участников образовательного процесса, включая взаимодействие обучающихся между собой, с преподавателем и с учебным контентом. Интерактивные технологии представляют собой способ и характер взаимодействия (диалог, обратная связь, обмен действиями) между субъектами образовательного процесса, обеспечивающий их вовлечённость и совместную деятельность [1]. Принципиальное отличие интерактивных технологий от традиционных методов обучения заключается в смене ролевой позиции обучающегося: он перестаёт быть пассивным получателем информации и становится активным участником образовательного процесса, субъектом познавательной деятельности.

В ходе теоретического анализа и на основе практического опыта применения были выделены интерактивные технологии, обладающие наибольшим дидактическим потенциалом применительно к преподаванию истории.

Интерактивная лента времени является одним из наиболее эффективных инструментов визуализации исторического процесса. Инструмент Timeline хронологическая шкала [6] позволяет размещать изучаемые объекты в хронологической последовательности, что способствует установлению обучающимися ассоциативных связей между историческим прошлым и современностью. Визуальное ранжирование событий на шкале облегчает осмысление логики их взаимовлияния и соподчинения. Например, при изучении темы «Великая Отечественная война» учащиеся могут создать интерактивную ленту времени, на которой последовательно размещаются ключевые сражения (Сталинградская битва, Курская дуга) с привязкой к карте, фотографиями военных корреспондентов и фрагментами фронтовых сводок. Такой формат позволяет не просто запомнить даты, а проследить динамику событий и установить причинно-следственные связи между ними.

Мультимедийные инструменты, такие как интерактивные карты и видеоархивы, также рекомендуются к использованию в процессе обучения истории.

Интерактивные доски значительно расширяют дидактические возможности урока истории. Их технические возможности позволяют не только демонстрировать презентации и представлять проекты, но и проводить виртуальные экскурсии, осуществлять онлайн-взаимодействие, а также демонстрировать кинофильмы, являющиеся частью целенаправленного учебного процесса современного урока истории [7]. В частности, на уроке по теме «Древний Рим» педагог с помощью интерактивной доски может организовать коллективную работу по заполнению сравнительной таблицы «Республика и Империя», используя выпадающие списки и перетаскивание элементов. Одновременно на доске проецируется карта

Римской империи с гиперссылками на изображения архитектурных памятников, что позволяет учащимся визуально соотносить политические изменения с культурными достижениями.

Виртуальные экскурсии представляют собой особый вид интерактивных технологий, позволяющих осуществить «погружение» в историческую среду без пространственного перемещения. Использование панорамных изображений, трёхмерных моделей исторических объектов и мультимедийного сопровождения создаёт эффект присутствия, что особенно важно при изучении памятников архитектуры, мест исторических событий, музейных экспозиций. При изучении темы «Французская революция» учащиеся могут совершить виртуальную экскурсию по Версальскому дворцу, используя подготовленную преподавателем презентацию или видео ролик. Они получают возможность рассмотреть интерьеры, в которых происходили исторические события, познакомиться с архивными документами и портретами исторических личностей. После прохождения виртуальной экскурсии ученикам предлагается выполнить творческое задание: «Представьте, что вы являетесь участником событий 1789 года. Опишите свои впечатления от увиденного и предложите альтернативный сценарий развития событий».

Игровые технологии трансформируют уроки в интерактивные приключения, что существенно повышает интерес обучающихся к изучению истории и способствует лучшему восприятию и усвоению материала [8]. Игровые форматы могут включать исторические квесты, ролевые игры, дебаты, имитационные игры и цифровые исторические симуляторы. Так, при изучении темы «Реформы Петра I» можно организовать ролевую игру «Заседание Сената», где учащиеся распределяют роли сторонников и противников реформ. Каждая группа получает заранее подготовленный педагогом фактологический материал и исторические документы, на основе которых должна аргументировать свою позицию. В ходе обсуждения, учащиеся не только усваивают и запоминают содержание реформ, но и развивают историческое мышление и эмпатию.

Кейс-технология (метод анализа конкретных ситуаций) представляет собой метод активного обучения, основанный на решении проблемных задач, моделирующих не только реальные, но и гипотетические исторические ситуации [1]. В отличие от традиционных заданий, предполагающих воспроизведение знаний, кейс требует от обучающихся анализа совокупности фактов, оценки альтернатив и принятия аргументированного решения. Кейс-технология особенно эффективна на этапах обобщения и систематизации знаний, а также при изучении дискуссионных вопросов истории, где возможны разные интерпретации событий. Например, при изучении темы «Русско-японская война 1904–1905 гг.» учащимся предлагается кейс: «Вы – военный министр Российской империи накануне войны. На основе анализа документов (донесения разведки, состояние флота, международная обстановка) необходимо принять решение: вступать ли в войну с Японией? Какие риски и альтернативы вы видите?». Учащиеся работают в группах, изучают исторические документы, анализируют позиции сторон, после чего каждая группа представляет свой проект решения и аргументирует его. В ходе обсуждения выявляются причины военных неудач России, что позволяет учащимся глубже понять логику исторического выбора и ответственность за принятые решения.

Проведённое исследование позволяет сделать следующие выводы:

1. Интерактивные технологии в преподавании истории представляют собой совокупность методов и средств, обеспечивающих активное взаимодействие всех участников образовательного процесса. Их применение способствует формированию не только предметных знаний, но и ключевых компетенций, включая критическое мышление, навыки работы с информацией и коммуникативные способности.

2. Наиболее эффективными интерактивными технологиями применительно к преподаванию истории являются интерактивные ленты времени, ролевые игры, виртуальные экскурсии, кейсы. Каждая из этих технологий обладает специфическими дидактическими возможностями, позволяющими решать различные образовательные задачи.

Список использованной литературы:

1. Савинова О.В. Кейс-технология в преподавании истории. Методическое пособие. М: Изд-во Планета, 2016. 304 с
2. Шоган В.В. Перспективы образования третьего тысячелетия. М.: Вузовская книга, 2013. 312 с.
3. Вяземский Е.Е., Стелов О.Ю. Теория и методика преподавания истории. М.: Владос, 2003. 384 с.
4. Барабанов В.В. Методика обучения истории: учебник для студентов учреждений высшего образования. М.: Академия, 2014. 256 с.
5. Дубровский А.В. Современные педагогические технологии в преподавании истории. М.: Новая школа, 2010. 176 с.
6. Приборович А.А. Разработка электронных лент времени в среде Timeline JS // Информационный бюллетень ассоциации История и компьютер. – 2018. №. 47. С. 171–172.
7. Молотов К.С. Использование кинофильмов на уроках истории разных форм // Наука и школа. 2012. №. 6. 2012. С. 96–100.
8. Канцеров Э.А., Насырова Л.Г. Игровая деятельность на уроках истории как средство повышения эффективности преподавания на примере ролевой игры // Форум молодых ученых. 2019. № 6 (34). С. 559–562.

© Эмиров Р.С., 2026



УДК 628.87

Бережная М.-М.В.,

Студентка

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет

имени И.Т. Трубилина»

г. Краснодар, Россия

ГЕНДЕРНЫЙ ДИСБАЛАНС СИСТЕМ НОРМИРОВАНИЯ МИКРОКЛИМАТА В ПРОЕКТИРУЕМЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Аннотация

В статье рассматривается проблема гендерного дисбаланса в системах нормирования микроклимата. Приводятся физиологические различия между полами, влияющие на тепловосприятие, и обсуждается необходимость пересмотра нормативной базы. Особое внимание уделяется действующему ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях» как примеру устаревшего подхода к комфортной среде.

Ключевые слова:

тепловой комфорт, гендерные различия, основной обмен веществ, ГОСТ 30494-2011, нормирование микроклимата, терморегуляция.

Berezhnaya M.-M.V.,

Student

«Kuban State Agrarian University»

Krasnodar, Russia

GENDER DISBALANCE OF MICROCLIMATE REGULATION SYSTEMS IN DESIGNED ROOMS

Abstract

The article discusses the problem of gender imbalance in the systems of microclimate regulation. The article presents physiological differences between the sexes that affect heat perception and discusses the need for a revision of the regulatory framework. Special attention is given to the current GOST 30494-2011 "Residential and Public Buildings. Indoor Microclimate Parameters" as an example of an outdated approach to a comfortable environment.

Key words:

thermal comfort, gender differences, basal metabolism, GOST 30494-2011, microclimate regulation, and thermoregulation.

Современные офисные здания, жилые помещения и общественные пространства регулируются едиными стандартами температуры воздуха. Эти стандарты устанавливают диапазон от 20 до 22 градусов Цельсия для холодного периода года согласно ГОСТ 30494-2011. Указанные значения признаются оптимальными для большинства людей. Однако реальные ощущения людей в этих условиях демонстрируют устойчивую закономерность. Женщины значительно чаще сообщают о дискомфорте, вызванном холодом, тогда как мужчины оценивают ту же среду как комфортную или даже излишне теплую.

Корень этой проблемы лежит в истории формирования нормативной базы. Современные температурные стандарты опираются на модель теплового комфорта, разработанную в 1960 годах.

Фундаментальные исследования проводились на основе данных о метаболизме, характерном для мужчины весом 70 килограммов и возрастом около 40 лет. Женский организм с его особенностями терморегуляции не учитывался в базовых расчетах. В результате стандарты, призванные обеспечивать комфорт, оказались закреплены на уровне, комфортном для мужской физиологии.

Основной обмен веществ у женщин в среднем на 10% ниже, чем у мужчин. Более низкий метаболизм означает меньшее внутреннее теплопроизводство. Женское тело имеет иное соотношение мышечной и жировой ткани. Мышцы активно генерируют тепло. Жировая прослойка выполняет роль изоляции, но сама тепла не производит. При понижении температуры у женщин быстрее сужаются периферические сосуды, что снижает кровоснабжение конечностей и усиливает ощущение холода. Эти механизмы приводят к тому, что комфортная температура для женщины приближается к 24 градусам, тогда как мужчина чувствует себя хорошо при 21-22 градусах.

Данные современной науки подтверждают необходимость пересмотра устаревших стандартов. Исследования показывают, что женщины на 50% чаще недовольны температурой воздуха в помещениях по сравнению с мужчинами. В офисных условиях до 40% женщин регулярно испытывают дискомфорт от холода.

ГОСТ 30494-2011 устанавливает единые параметры для всех категорий граждан, игнорируя физиологические различия. Допустимый диапазон в 18-24 градуса формально учитывает обе группы, однако оптимальное значение смещено в сторону мужских предпочтений. Пересмотр этих норм с учетом гендерной физиологии становится актуальной задачей для разработчиков строительных стандартов.

Список использованной литературы:

1. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.
2. Karjalainen, S. Gender differences in thermal comfort and use of thermostats in everyday thermal environments / S. Karjalainen // Building and Environment, Volume 42. Issue 4, 2007. - P. 1594-1603.
3. Kingma, B. Energy consumption in buildings and female thermal demand / B. Kingma, W. van Marken Lichtenbelt // Nature Climate Change, Volume 5, 2015. - P. 1054-1056.

© Бережная М.-М.В., 2026

УДК 528.3:528.02:528.01/.06

Скрябин Р.М.

студент кафедры «Путь и железнодорожное строительство»

г. Екатеринбург, Российская Федерация

Научный руководитель: Щепин К.М.

ст. преподаватель кафедры «Путь и железнодорожное строительство»

Уральский государственный университет путей сообщения (УрГУПС)

г. Екатеринбург, Российская Федерация

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ

Аннотация

В статье проанализированы имеющиеся материалы и методы применения технология лазерного сканирования, как современного метода получения высокоточных геопространственных данных. Лазерное сканирование в настоящее время является одним из динамично развивающихся методов

проведения инженерно-геодезических изысканий, позволяющий получить высокоточные трёхмерные данные об объектах и рельефе местности. Рост требований к точности и детальности получаемых данных делает необходимой систематизацию информации о возможностях, видах и методах совершенствования лазерного сканирования. Целью работы является анализ технологии лазерной съемки, классификации ее основных видов, изучение методов повышения точности геодезической съемки, а также описание получаемых результатов.

Ключевые слова:

лазерное сканирование, геодезическая съемка, транспортная инфраструктура, облако точек, цифровая модель местности.

Проектирование объектов транспортной инфраструктуры представляет собой ключевой этап технического и организационного процесса, призванный обеспечить создание функциональной, надежной и безопасной среды для постоянной работы объекта. Начальным этапом проектирования является проведение инженерных изысканий, которые послужат фундаментом для принятия верных проектных решений в будущем.

Основная цель инженерных изысканий – подробное изучение условий строительства и эксплуатации будущего инженерного сооружения для получения достоверных материалов, необходимых для принятия проектных решений и разработки проектной документации в соответствии с действующими общегосударственными нормативными документами.

Инженерно-геодезические изыскания позволяют определить точные координаты границ участка работ, особенности рельефа местности и другие характеристики для создания картографической основы проекта [1].

Для сбора, получения и обработки геодезических данных в единой системе координат используются результаты лазерного сканирования, материалы аэрофотосъемки, космические снимки, картографические данные, результаты осмотров, вводимые с использованием мобильных устройств, оснащенных системой GPS/ГЛОНАСС, а также прочие данные, имеющие пространственную составляющую [2].

В последние годы в разных странах мира было опробовано и внедрено несколько технологических решений для получения точных пространственных данных, необходимых в проектировании объектов инфраструктуры. Несмотря на это разнообразие, двумя основополагающими методами геодезической съемки остаются лазерное сканирование и тахеометрическая съемка [3].

Лазерное сканирование с каждым днем набирает большую популярность у специалистов в данной сфере. Современное оборудование и инновационные технологии позволяют решать разнообразные задачи с высокой детальностью данных об объекте проектирования, необходимой для получения полного представления о его характеристиках, поведении в различных условиях и потенциальных рисках на всех этапах жизненного цикла. Данный метод съемки позволяет создать цифровую модель участка, которая состоит из набора точек с пространственными координатами. Однако возможности лазерного сканирования в проектировании пока не реализованы в полной мере, что связано с недостатком практического опыта работы с этой технологией.

Применение технологии лазерного сканирования в геодезической сфере заключается в получении трехмерной модели поверхности Земли и элементов инфраструктуры для определения объемов земляных работ и проведения оценки деформаций и перемещений земли, зданий и сооружений.

Принцип действия основан на испускании множества лазерных импульсов и приеме их отраженного сигнала (рис.1). В этот момент устройство фиксирует время возврата каждого луча, которое позволяет

вычислить расстояние до объекта. На основании этих данных создается трехмерное облако точек [4].

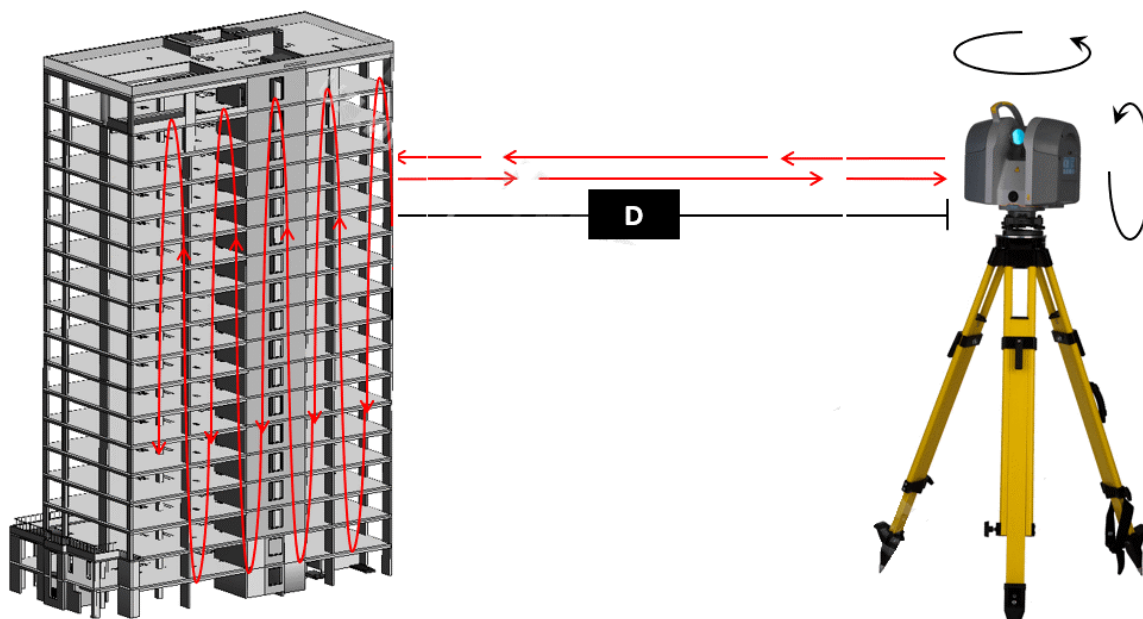


Рисунок 1 – Принцип работы лазерного сканирования

В последнее время во многих странах получила распространение технология трехмерного лазерного сканирования.

Преимущества данного метода [5]:

1. Высокая точность съемки, которая не уступает точности наземной геодезии и гораздо выше точности аэрофотосъемки.
2. Координаты точек поверхности объекта измеряются с очень высокой скоростью, при этом сразу формируется обработанный результат данных.
3. Способность работать с объектами различных размеров и форм. Благодаря широкому выбору лазерных сканеров можно сканировать как небольшие предметы, так и большие территории, что делает эту технологию универсальной и многофункциональной.
4. Сканирование может быть выполнено различными методами.
5. Съемка и моделирование объектов отличаются более низкой стоимостью в сравнении с другими методами, а точность определения объемов работ и измерений объектов значительно сокращает издержки при строительстве.

Несмотря на преимущества и большой эксплуатационный опыт в России и зарубежных странах, технология имеет свои минусы [6]: оператор съемки должен иметь высокую квалификацию; невозможно сканировать объекты, отражающие лазерные лучи; нужен специальный прибор для определения координат контрольных точек.

В зависимости от сложности и технических характеристик объекта изысканий различают несколько видов лазерного сканирования.

1. Наземное лазерное сканирование

Осуществляется с помощью стационарного сканера, который состоит из полевого компьютера и лазерного сканера (рис. 2). Принцип съемки заключается в наведении на цель и определении местонахождения точек на поверхности сканирования с малой плотностью облака точек. Лазерный сканер создает прерывное представление сканируемого объекта и фиксирует время прохождения луча и его

нахождение на объекте. Основное положение сканера определяется с помощью GPS и ГЛОНАСС-приемников. Точное положение каждой точки в пространстве находится расчетным путем при помощи известных углов поворота и относительных смещений компонентов системы.



Рисунок 2 – Наземный лазерный сканер

Наземная съемка значительно обходит все типы съемок по скорости получения данных в полевых условиях и камеральной обработки этих данных. Главная отличительная особенность прибора – возможность производить съемку с высокой скоростью сбора данных в различное время и получение данных сразу в цифровом виде. Сканеру нужна только возможность прямой видимости объекта, но для сложных конструкций сканирования съемку производят с нескольких станций, после чего результаты сводят в единое облако точек.

2. Мобильное лазерное сканирование

Особенно актуально для получения обновления и большого объема высокоточных данных в сжатые сроки. Предполагает свободное перемещение во время сканирования на движущихся платформах без потери точности. Преимущество сбора данных таким способом – возможность непрерывного прохождения в труднодоступных местах.

Мобильное лазерное сканирование используется для инженерно-геодезических изысканий объектов транспортной инфраструктуры и в других областях, где требуется точное пространственное представление местности. Оно обеспечивает возможность сбора детализированных пространственных данных с точностью до нескольких миллиметров.

Сканирование выполняется в движении (рис. 3, 4), что существенно ускоряет процесс съемки по сравнению со стационарными методами. Кроме того, собираемые данные содержат как геометрическую информацию, так и сведения о рельефе и объектах, позволяя создавать высокоточные цифровые модели местности [7].



Рисунок 3 – Мобильный ручной лазерный сканер RS10



Рисунок 4 – Мобильный лазерный сканер, установленный на автомобиле

3. Воздушное лазерное сканирование (ВЛС)

Это система, состоящая из летательного аппарата, на который устанавливается лазерный сканер для проведения дискретного сканирования местности и объектов территории (рис. 5). Данные фиксируются с помощью высокоточного GPS/ГЛОНАСС-приемника, работающего в дифференциальном режиме [8]. Абсолютные координаты каждой точки определяются при помощи углов поворота и координат лазерного сканера. С помощью воздушного лазерного сканирования можно снимать не только рельеф местности и объекты, но и рельеф дна водоемов при условии незначительной их глубины.

Метод предполагает применение лазерных сканеров, размещенных на самолетах или дронах, что позволяет получить топографические данные на обширных территориях. Данная технология сканирования востребована для съемки линейных объектов, а также широко применяется в картографии, лесоправлении и при создании ортофотопланов. Благодаря данному методу сканирования появилась возможность оперативной и бюджетной съемки больших по площади участков изысканий.



Рисунок 5 – Сканирование местности с помощью воздушного лазерного сканера

Лазерное сканирование: методы к повышению качества съёмки

Лазерное сканирование – один из современных методов по сбору геопространственных данных для построения цифровой модели с возможностью получения высокой детализации. Следует отметить, что производители лазерных сканеров гарантируют точность итогового облака точек в пределах 1-5 сантиметров, что вполне достаточно для построения топографических данных в крупных масштабах [9]. Полученная точность не всегда может быть достигнута в связи с инструментальными и методическими погрешностями, а также погрешностями идентификации и геопривязки к опорным точкам.

Методика повышения точности мобильного лазерного сканирования

При работе с мобильным лазерным сканером необходимо учитывать тип сканирующей системы, условия съёмки объекта и работы навигационной системы (GNSS), так как несоблюдение данных условий может привести к дальнейшим погрешностям в результатах при постобработке данных. А. А. Ковров в своей работе [9] приводит способ по устранению проблемы понижения точности лазерной съёмки, основанный на видеофиксации легкоразличимых реперных точек с их последующим совмещением на этапе уравнивания. Видеофиксация обычно проводится параллельно с мобильным сканированием. После этого на этапе обработки съёмки фиксируют плановые координаты на видеокадрах реперных точек. Реперные точки не координируются ни одним из традиционных способов. На этапе обработки оператор вводит в программу команду «зафиксировать координаты реперных точек и использовать значения этих координат как неизменные». Погрешность данного метода составляет около 1 см, благодаря чему он укладывается в рамки среднеквадратичной ошибки. Однако на открытых пространствах способ труднореализуем из-за затруднённой установки реперных точек.

Кроме установки реперных точек, для компенсации потери точности используют метод совместного применения мобильного и наземного лазерного сканирования на участках с резкими поворотами, с последующим слиянием облаков точек в единый массив цифровой модели. В этом случае на повороте трассы появится дополнительный контроль точности по независимым измерениям, который позволит получить подробную информацию об объекте с резким поворотом.

Следующей проблемой при сканировании объектов транспортной инфраструктуры является полная или частичная потеря сигнала GNSS. Для решения данной проблемы была разработана технология Slam-сканирования, однако ее применение имеет принципиальный недостаток, который может препятствовать снижению контроля точности с использованием независимых измерений. В связи с этим актуальной становится проблема уравнивания траектории по реперным точкам. Суть метода заключается в уменьшении количества опорных точек и повышении точности съёмки в условиях слабого сигнала. Затем

на этапе обработки выполняется привязка облака точек к опознанным реперным меткам, вычисляются невязки и уравнивание траектории съемки.

Несмотря на рассмотренные методы повышения точности мобильного лазерного сканирования и успешный эксплуатационный опыт в России и зарубежных странах, данный метод обладает своими принципиальными ограничениями, которые не всегда позволяют использовать его для проведения изысканий. В таких случаях специалисты отдают свое предпочтение наземному лазерному сканированию.

Методика повышения точности наземного лазерного сканирования

Данный тип позволяет получить плотное облако точек и подробные исходные данные об участке проектирования. На сегодняшний день отсутствуют нормативные документы, которые позволяют регулировать и гарантировать определенную точность измерений, поскольку полевой и камеральный этап взаимосвязаны между собой, и упущения в одном из них могут повлиять на качество итоговой продукции.

Одним из методов повышения точности съемки является проведение рекогносцировочных работ с целью закрепления марок по периметру участка обследования, потому что положение станции определяется так, чтобы в зоне видимости прибора было не менее трех марок. Это условие позволит обеспечить стабильность результатов, потому что полученные данные с разных станций будут иметь общую связь через марки.

Взаимная ориентация облаков точек лазерного отражения в данном методе полностью автоматизирована. Преимущество заключается в том, что данный метод позволяет заметить, было ли сканирование выполнено качественно или в процессе проведения съемки прибор потерял устойчивое положение. По результатам регистрации создается таблица уравнивания, в которой можно увидеть ошибки взаимного ориентирования по каждой опорной точке [10].

Второй метод повышения точности основан на возможности позиционирования станции сканирования, при котором положение выбирается исходя из физической доступности и необходимости охвата наибольшей площади сканирования [10]. Важным условием при выборе станции является соблюдение перекрытия между двумя смежными станциями, поскольку именно этот фактор влияет на дальнейшую обработку данных.

Сканирование осуществляется оператором, поскольку взаимная привязка облака точек выполняется по характерным контурам. На моменте обработки данных ориентация станций осуществляется как можно точнее, методом последовательных приближений.

Методика повышения точности воздушного лазерного сканирования

Технология наземного сканирования обеспечивает высочайшее качество получения исходных данных, но не подходит для создания целостной цифровой модели местности протяженных участков изысканий с труднодоступной местностью, поэтому необходим переход к воздушному лазерному сканированию.

Одним из практических методов оценки точности и возможностей технологии воздушной лазерной съемки является использование и сравнение данных, полученных с помощью наземной тахеометрической съемки. Для улучшения качества сканирования требуется последовательное выполнение указанных ниже технологических этапов воздушной съемки:

- определение плана и высоты полета с учетом перекрытия снимков;
- постоянный контроль полета на наземной станции;
- обработка материалов ВЛС;
- построение облака точек с использованием точных данных траектории полета и измерений лидара;
- построение цифровой модели местности по классифицированным точкам рельефа.

В ходе обработки данных ВЛС были получены классифицированные облака точек и цифровая модель местности (ЦММ).

Полученные материалы ВЛС используются в качестве исходных данных для сравнения плановой точности отклонений координат характерных точек с материалами, полученными при тахеометрической съемке контрольных точек.

Результаты лазерного сканирования

Результатом лазерного сканирования является – облако точек, которое служит основой для построения 3D-модели. Облака точек лазерного сканирования обычно содержат десятки и сотни миллионов точек.

Для железнодорожного строительства обязательно получение трехмерных структурных линий дороги (оси, кромки, бровки, подошвы), элементов инженерного обустройства (рис. 6).

На рис. 7 представлено облако точек, полученное с помощью технологии лазерного сканирования. Эти данные в дальнейшем послужат основой для создания топографических планов, продольных и поперечных профилей об объекте, а также помогут определить значение объема досыпки грунта.

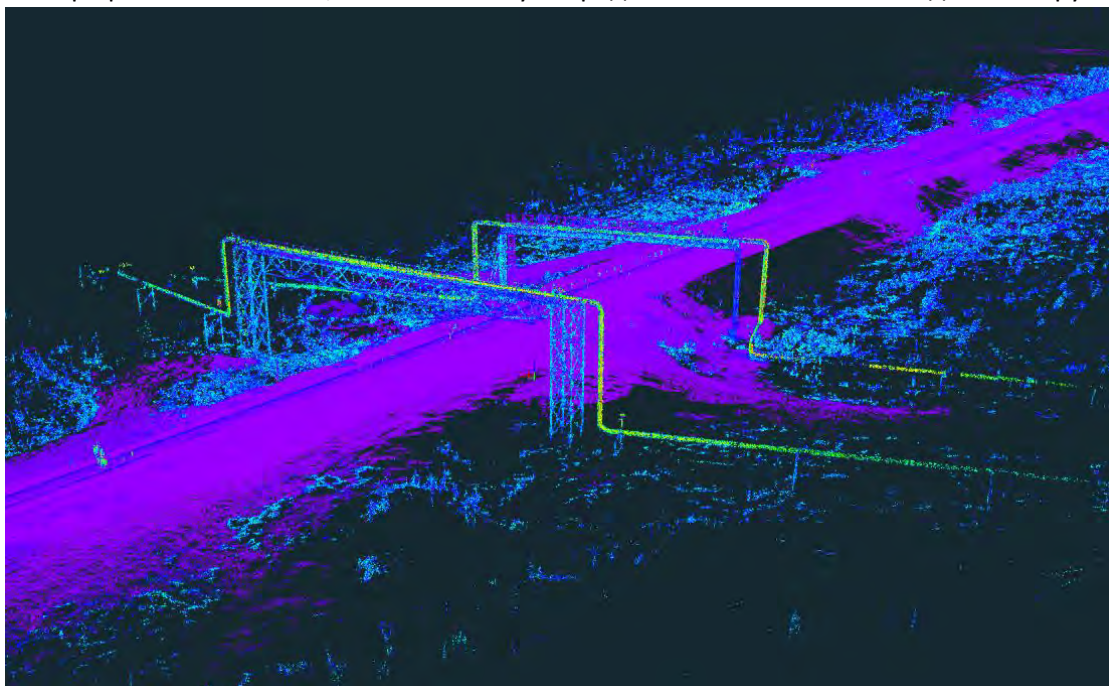


Рисунок 6 – Облако точек, полученное с помощью лазерного сканирования железнодорожного пути

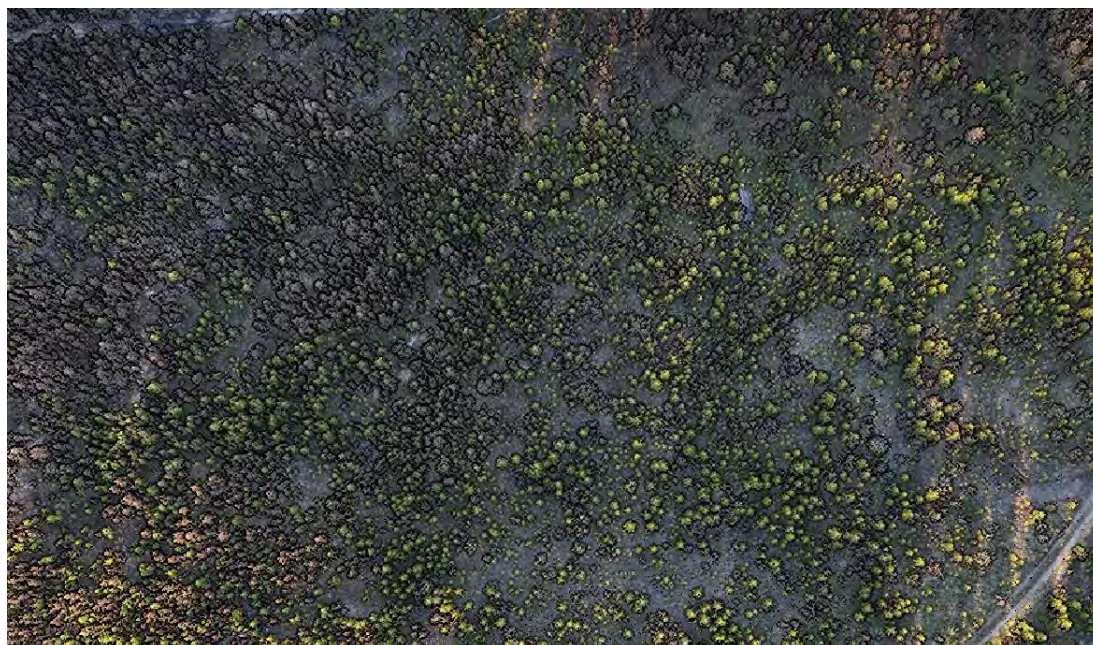


Рисунок 7 – Облако точек поверхности Земли

На этапе проектирования элементов транспортной инфраструктуры с помощью лазерного сканирования можно получить цифровую модель местности, которая в дальнейшем станет основой для построения и определения будущего местонахождения объекта проектирования. Кроме этого, лазерное сканирование позволяет получить информацию об объекте на момент обследования, что служит основой для создания чертежей. В качестве примера можно привести съемку фасадов объектов инфраструктуры. На рис. 8 представлено облако точек фасада здания университета, на основе этих данных в специализированных программах был выполнен чертеж фасада здания и составлен технический план каждого этажа (рис. 9, 10).

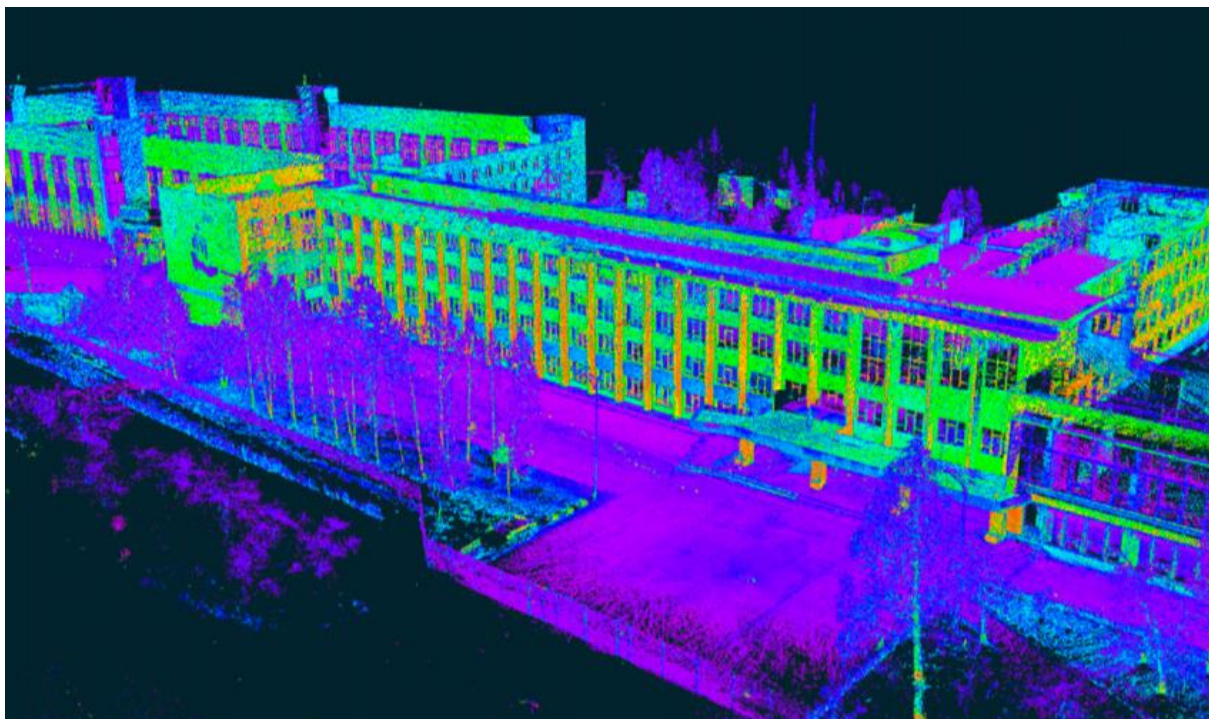


Рисунок 8 – Результат лазерного сканирования фасада университета



Рисунок 9 – Чертеж фасада здания на основе облака точек



Рисунок 10 – Обмерный план по результатам лазерного сканирования

В современном мире технология лазерного сканирования набирает огромную популярность и является технологическим прорывом, который необходим для улучшения качества инженерных изысканий, потому что традиционные методы съемки не обеспечивают той детализации и полноты информации, которая необходима для получения подробной информации об объекте исследования.

В ходе рассмотрения данной темы были подробно проанализированы три основных аспекта применения лазерного сканирования в проектировании:

1. Виды лазерного сканирования. Анализирование типов лазерных сканеров показывает, что каждый из них оптимален для решения определенных задач. Основными факторами, влияющими на выбор сканера, являются пространственные размеры объекта и особенности съемки.

2. Методики повышения качества геодезической съемки. Были рассмотрены, основные подходы к повышению качества исходных данных.

3. Результаты лазерного сканирования. Итоговый продукт лазерного сканирования – облако точек, на основе которого строят цифровые модели рельефа, ортофотопланы и трехмерные модели объектов инфраструктуры. Это позволяет инженеру не только иметь точки с координатами, а полноценную трёхмерную модель местности.

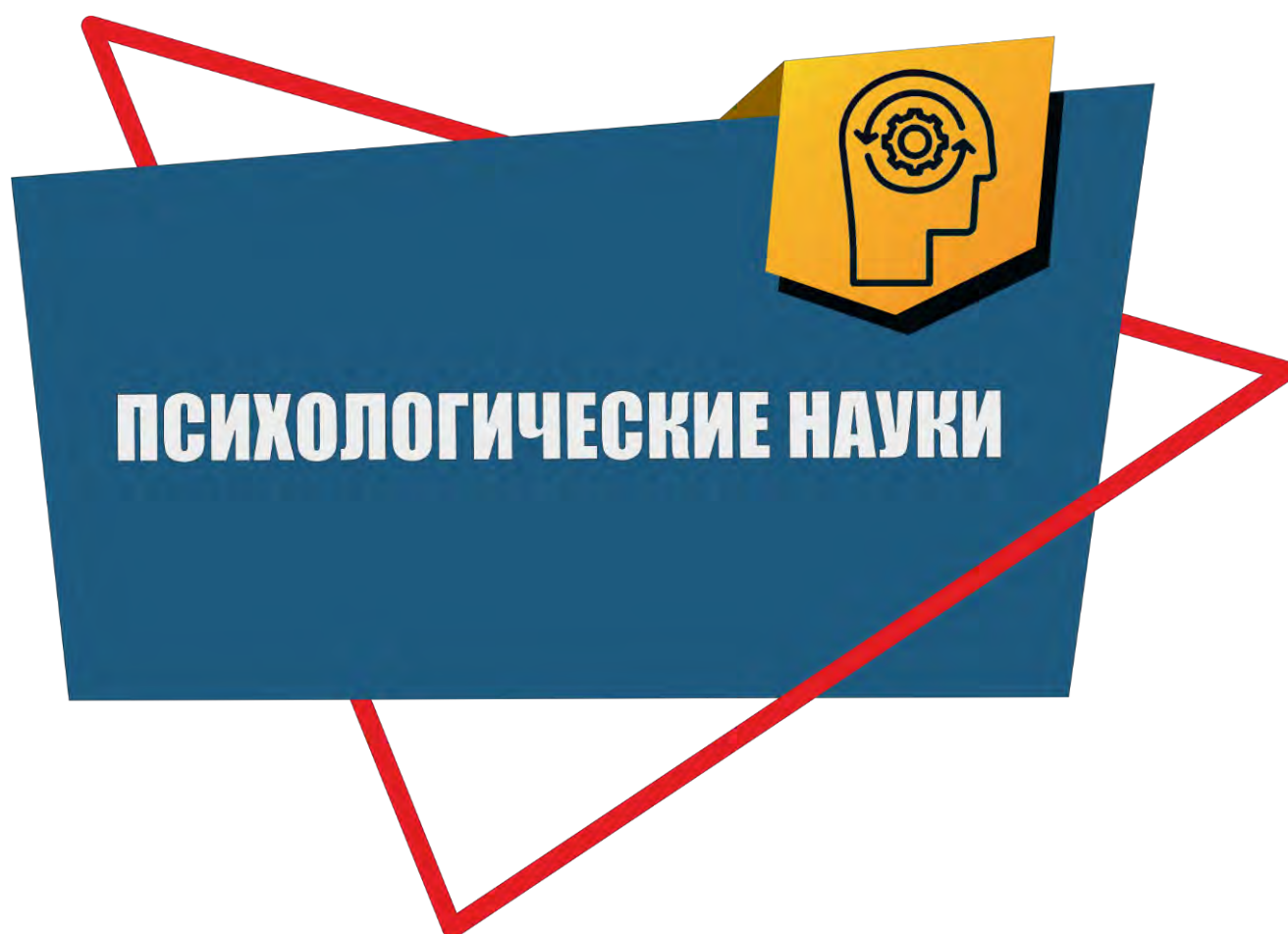
Таким образом, геопространственные данные лазерного сканирования являются прорывной технологией, которые позволяют создавать высокоточные модели местности и объектов инфраструктуры с минимальными погрешностями. Применение данного типа геодезической съемки существенно ускоряет процессы проектирования и изысканий, обеспечивая точность подсчета объема строительных работ.

Список использованной литературы:

1. Ягшыев, А. Инженерные изыскания для строительства: основные этапы, методы и задачи / А. Ягшыев, Б. Атаев, Ш. Хакбердиева // Мировая наука. – 2024. – № 11(92). – С. 113-116.
2. Куштин, В.И. Геоинформационные технологии для проектирования, строительства, мониторинга

- объектов инфраструктуры и путевого хозяйства ОАО РЖД / В.И. Куштин, А.А. Ревякин, П.Н. Щербак // Инженерный вестник Дона. – 2023. – № 11(107). – С. 686-694.
3. Телегина, Ю.П. Применение современных технологий при проектировании железных дорог / Ю.П. Телегина // Инновационное развитие транспортного и строительного комплексов: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию БелИИЖТа - БелГУТа. В 2-х частях, Гомель, 16–17 ноября 2023 года. – Гомель: Белорусский государственный университет транспорта, 2023. – С. 421-422.
4. Дамрин, А.Г. Преимущества лазерного сканирования при инженерно-геодезических изысканиях / А.Г. Дамрин // Геодезия и кадастры: производство и образование : Сборник докладов Международной научно-практической конференции, Белгород, 23–24 декабря 2021 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2021. – С. 16-20.
5. Савченко, Ю.М. Современные возможности лазерного сканирования / Ю. М. Савченко, Г. Г. Турк // Московский экономический журнал. – 2024. – Т. 9, № 6. – С. 632-642. – DOI 0.55186/2413046X_2024_9_6_311.
6. Сукманюк, А.С. Сканирующие технологии. Трехмерное лазерное сканирование / А.С. Сукманюк, З.А. Малый, Д. А. Дражецкий // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2021. – № 4. – С. 183-187.
7. Турк, Г.Г. Использование лазерного сканирования при инженерно-геодезических изысканиях / Г. Г. Турк, Н. К. Карачев // Вектор ГеоНаук. – 2023. – Т. 6, № 4. – С. 25-29. – DOI 10.24412/2619-0761-2023-4-25-29.
8. Левада, Ю.С. Применение высокоточных методов 3D сканирования / Ю. С. Левада, Д. С. Зеленков // Студенческие научные работы землеустроительного факультета: Сборник статей по материалам Международной студенческой научно-практической конференции, Краснодар, 19 февраля 2020 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2020. – С. 115-118.
9. Ковров, А.А. О путях повышения точности результатов мобильного лазерного сканирования / А.А. Ковров // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. Серия: Науки о Земле. – 2022. – № 1(25). – С. 10-18. – DOI 10.25587/SVFU.2022.25.1.009.
10. Жидяев С.С. Комплексное исследование точности и надежности различных методов наземного лазерного сканирования и обработки полученных данных / С.С. Жидяев, П.В. Молоков // Вестник МИИГАиК: Сборник научных статей 79-ой научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых в рамках Международной Студенческой Недели Науки СНН-2024, Москва, 08–12 апреля 2024 года. – Москва: Московский государственный университет геодезии и картографии, 2024. – С. 115-127.

© Скрыбин Р.М., 2026



УДК 1

Рыжкова Ю.Е.,

курсант юридического факультета

Университет ФСИН России

г. Санкт-Петербург

Научный руководитель: Коблашева А. М.

старший преподаватель кафедры гуманитарных

и социально-экономических дисциплин

инженерно-технического факультета

Университета ФСИН России

г. Санкт-Петербург

ПРОБЛЕМЫ УГОЛОВНО-ПРАВОВОЙ КВАЛИФИКАЦИИ ДОВЕДЕНИЯ ДО САМОУБИЙСТВА И СКЛОНЕНИЯ К СУИЦИДУ В ЭПОХУ ЦИФРОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ

Аннотация

Исследование посвящено уголовно-правовой оценке доведения до самоубийства и склонения к суициду, совершенных с использованием интернета. Выявлены противоречия между оценочными категориями закона («угрозы», «жесткое обращение») и новыми формами онлайн-воздействия. Проанализирована судебная практика, предложены критерии отграничения статей Уголовного кодекса Российской Федерации, а также рекомендации по унификации подхода к установлению вины в цифровой среде.

Ключевые слова:

доведение до самоубийства, склонение
к самоубийству, цифровые коммуникации, кибербуллинг.

Актуальность исследования заключается в том, современное общество переживает глубокую трансформацию коммуникативных практик: цифровая среда из инструмента связи превратилась в ключевое пространство социализации, формирования идентичности и мировоззрения, особенно для молодого поколения. Параллельно с этим наблюдается тревожный рост суицидальных рисков, генерируемых и усиливающихся именно в онлайн-среде. Законодатель, а именно в ст. 110 («Доведение до самоубийства») и ст. 110.1 («Склонение к самоубийству») Уголовного кодекса РФ [1], пытается противостоять этим угрозам. Однако классические конструкции данных составов, сформированные в аналоговую эпоху, демонстрируют свою недостаточную эффективность перед лицом новых цифровых реалий (например, отсутствие разъяснений по квалификации кибербуллинга).

Исторический и сравнительный анализ статей 110 и 110.1 УК РФ показывает глубокую эволюцию объекта и объективной стороны этих составов. Объект охраны трансформировался от защиты семейных устоев

и чести в дореволюционном праве к жизни человека в советский период. Сегодня в доктрине признается сложный, двуединый объект: не только жизнь, но и психическое здоровье личности, поскольку преступное воздействие целенаправленно разрушает волю и инстинкт самосохранения жертвы.

Ключевая практическая сложность заключается в отграничении доведения до самоубийства (ст. 110) от склонения к суициду (ст. 110.1). Если при доведении виновный создает такую психотравмирующую ситуацию, которая лишает жертву способности сопротивляться и толкает ее на самоубийство как вынужденный выход, то склонение предполагает активные действия, направленные на формирование у потерпевшего намерения покончить с собой (советы, просьбы, инструкции) [2].

Классическая объективная сторона, сформированная для оффлайн-реальности (угрозы, жестокое обращение, унижение), в цифровой среде сталкивается с принципиально новыми формами воздействия. Угрозы принимают вид шантажа компрометирующими материалами, жестокое обращение – масштабного кибербуллинга, а систематическое унижение – организованной травли в социальных сетях. Законодательные подходы

за рубежом разделились: одни страны (как ряд штатов США) создали специальные составы для кибербуллинга, другие пытаются подвести онлайн-преследование под традиционные составы (оскорбление, угрозы).

Российский законодатель сохранил консервативную, но универсальную конструкцию, что создает проблему квалификации.

Консервативная, но универсальная конструкция российского законодательства заключается в том, что законодатель, формулируя составы ст. 110 и 110.1 УК РФ, сознательно отказался от чрезмерной детализации

и привязки к конкретным технологическим или поведенческим реалиям своего времени. Вместо этого были использованы абстрактные, оценочные, но фундаментальные правовые категории, призванные охватить любые возможные проявления общественно опасного поведения, независимо от формы и средства его осуществления.

Консервативность этой конструкции проявляется в следующем:

1. Закон использует термины, которые складывались веками в доктрине и судебной практике: «угрозы», «жестокое обращение», «унижение человеческого достоинства», «обман». Эти категории не содержат отсылки

к соцсетям, чат-ботам или алгоритмам, что делает закон внешне «несовременным». Они рассчитаны на интерпретацию правоприменителем (следователем, судом) в каждой конкретной ситуации.

2. Закон задает цель – защитить жизнь и психику от посягательств – и описывает сущностные характеристики запрещенного поведения (принуждение, давление, обман), а не его техническое исполнение. В теории это позволяет применять норму к любым новым способам воздействия, если их суть соответствует заданным критериям.

3. Отсутствие «модных» специальных составов. В отличие от законодательства некоторых штатов США, где есть отдельные законы о «кибербуллинге» или «киберсталкинге» (например, Аризона квалифицирует кибербуллинг как незаконную форму преследования) [3]. Это правонарушение включает в себя контакты или любые виды домогательств с использованием устных, письменных, электронных, механических, телеграфных или телефонных средств. УК РФ не создает новых «именных» преступлений для цифровой среды. Это консервативный выбор в пользу единого правового пространства, где одно и то же деяние (например, систематическое унижение) наказывается одинаково, совершено ли оно на улице или в интернете.

Универсальность же является обратной стороной этой консервативности заключается в следующем:

1. Поскольку нормы не привязаны к конкретному каналу коммуникации (письмо, телефон, интернет), они, в принципе, применимы к любому способу взаимодействия, который появится в будущем. Угроза, отправленная через интернет, или жестокое обращение в сети теоретически могут быть подведены под действующие формулировки.

2. Универсальность достигается не через перечисление всех возможных случаев, а через гибкое судебное толкование оценочных понятий. В идеале суд, сталкиваясь с кибербуллингом, должен признать его «систематическим унижением человеческого достоинства», а шантаж интимными фото – формой «жестокое обращение». Закон дает для этого правовую рамку.

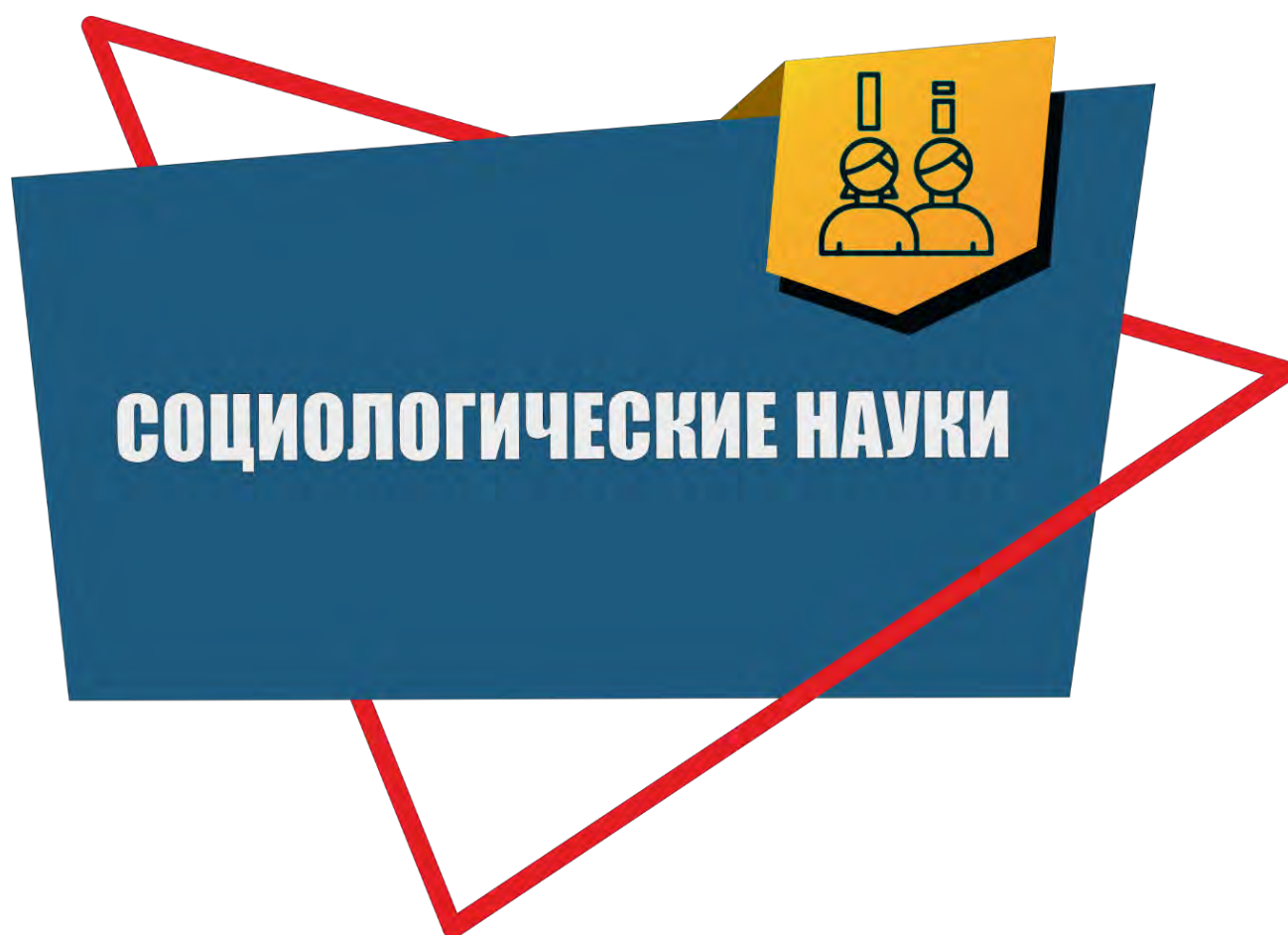
Проведенное исследование подтверждает, что проблема уголовно-правовой квалификации

доведения до самоубийства и склонения к суициду в цифровую эпоху сохраняет высокую актуальность. Российский законодатель избрал консервативный путь, сохранив универсальные, но оценочные категории («угрозы», «жестокое обращение», «систематическое унижение»), что, с одной стороны, позволяет охватить любые формы общественно опасного поведения независимо от канала коммуникации, а с другой – порождает сложности правоприменения ввиду отсутствия четких критериев квалификации кибербуллинга, онлайн-шантажа и иных цифровых форм воздействия.

Список использованной литературы:

1. Уголовный кодекс Российской Федерации от 13.06.1996 г. №-63ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. – 1996 г. – № 25. – ст. 2954.
2. Борков В.Н., Дизер О.А. Уголовно-правовые и психологические аспекты побуждения к самоубийству // Психопедагогика в правоохранительных органах. Режим доступа // <https://cyberleninka.ru/article/n/ugolovno-pravovye-i-psiologicheskie-aspekty-pobuzhdeniya-k-samoubiystvu> (дата обращения: 01.07.2026).
3. Уголовный кодекс Аризоны // Arizona State Legislature. – Режим доступа // azleg.gov (дата обращения: 05.07.2026).

© Рыжкова Ю.Е., 2026



УДК 36

Федулов З.А.,

курсант юридического факультета

Университета ФСИН России

г. Санкт-Петербург

Научный руководитель: Коблашева А. М.

старший преподаватель кафедры гуманитарных

и социально-экономических дисциплин

инженерно-технического факультета

Университета ФСИН России

г. Санкт-Петербург

ИНСТИТУТ НАСТАВНИЧЕСТВА КАК ГЛАВНЫЙ МЕХАНИЗМ ПАТРИОТИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ В ОРГАНАХ ГОСУДАРСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация

В статье рассматривается и анализируется роль института наставничества в формировании патриотической идентичности сотрудников органов государственной безопасности. Говорится о том, что именно наставник выступает ключевым источником передачи патриотического воспитания: служению Родине, верности присяге, готовности к самопожертвованию. Раскрываются механизмы, результаты и риски внедрения наставничества, излагаются практические рекомендации для руководителей подразделений.

Ключевые слова:

наставничество, патриотическое воспитание, органы государственной безопасности, профессиональная идентичность, преемственность поколений, служебный долг.

Патриотизм в органах государственной безопасности – это не просто идеологическая конструкция, а основной механизм для вновь пришедших на службу сотрудников. Это конкретное условие, при котором гарантируется нормальное функционирование государства и необходимое качество сотрудника, который в своей деятельности вынужден принимать серьезные решения, связанные с риском для жизни. Сохранением безопасности себя и окружающих.

Проблема современного воспитания очевидна-посещение музеев, просмотр фильмов не столь глубоко формируют глубокое понимание и ценность патриотизма в современном мире. Поэтому так важно передавать подобное через живого человека, посредством беседы с ним. Таким живым носителем патриотических ценностей в органах государственной безопасности выступает наставник-опытный сотрудник, который личным примером, совместной деятельностью и неформальным общением внедряет на подкорку головного мозга нового сотрудника те самые ключевые ориентиры: «Служение выше себя, Родина – это то, чем должен дорожить каждый из нас»

Патриотизм сотрудника органов государственной безопасности имеет некоторые отличия от патриотизма гражданского человека. Стоит объяснить почему. Сотрудник всегда проживает свою жизнь и ведет свою деятельность в условиях повышенного риска именно поэтому он должен быть готов жертвовать жизнью, здоровьем, личным временем-и делать это не в целях некоего героизма, а как рутинную работу. Еще одной ключевой особенностью является повышенная субординация в диалогах и соблюдение государственной тайны. Патриотизм здесь проявляется, как дисциплина ума и языка: выработка умения молчать, не обсуждать служебные вопросы, строго выполнять приказы и распоряжения, которые могут противоречить личным принципам или симпатиям.

Когда у сотрудника патриотическая идентичность не сформирована или вовсе разрушена он превращается в угрозу. Все это выливается в цинизм, появляется шанс вербовки-сотрудник без внутренних ценностей легче будет идти на компромисс будь то деньги, шантаж или идеологические сомнения. Исполнение обязанностей станет пустой клеткой, где можно будет поставить галочку, что в критической ситуации приведет к поспешному сбою.

Различное привитие патриотизма экскурсии в музеи, обширные лекции – это необходимый, но недостаточный фундамент для формирования понимания ценности этого фактора. Все это лишь создает поверхностный слой, но не формируют эмоциональный, нравственный и духовный слов. Ключевым аспектом является личный контакт с носителем патриотических ценностей-ветераном, наставником, который на себе перенес риски, потери и сложный выбор. Без живого наставника патриотическое воспитание превращается в ритуал без души.

В текущие годы институт наставничества получил системное закрепление на различных уровнях. Так Указ Президента «О национальных целях развития Российской Федерации» [1] прямо заявил о необходимости развития наставничества как механизм передачи ключевых ценностей. В различных ведомственных силовых структурах закреплено введение института наставничества, основной целью которого является не только профессиональное обучение, но и воспитательная функция. В должностных обязанностях наставника закреплена ответственность его за морально-психологическое состояние нового сотрудника тем самым и за уровень его патриотической идентичности [2]. Институт наставничества активное развитие получил в Советские времена 1960-1980-е года, когда наставника прикрепляли к молодому рабочему на производстве, которое в последующем было адаптировано силовыми структурам. И уже в последующие года наставничество стало осознанной государственной кадровой политикой.

Наставником может стать не любой опытный сотрудник, существуют некоторые критерии. Отсутствие дисциплинарных взысканий, высокая репутация. Развитость морально-волевых качеств: принципиальности, стрессоустойчивости. Наличие не формального, а реального авторитета в коллективе. Компетенция в педагогических и коммуникативных областях. Статус наставника может быть, как добровольной нагрузкой на сотрудника, так и закрепленная обязанность с доплатой. Наставничество в госбезопасности носит характер не простого обучения ремеслу, а является формой духовной и идеологической связи поколений, которая закреплена нормативно и имущая глубокие исторические корни.

Для привития у молодого сотрудника патриотических ценностей у наставника должен существовать определённый инструментальный кейс. Первым из которых является личный пример. Это демонстрация своими поступками значимых элементов. Неукоснительное соблюдение присяги, регламентов, законодательства и иных нормативно-правовых актов. Отказ от компромиссов, которые могут привести к совершению преступления (получение взятки, утечка информации и иные). Готовность наставника к риску и самопожертвованию в тяжелой ситуации. Молодой сотрудник является чистым листом бумаги, которому вовремя нужно подать пример и тогда он начнет бессознательно копировать поведение старшего поколения, сработает подсознание и патриотизм передастся через поступки, а не через слова.

Вторым инструментом станет передача «кодекса чести» через неформальное общение. Совместное решение служебных задач, рассказы из службы истории о реальных операциях, потерях, подвигах сослуживцев. Все это больше будет пронизывать духовную составляющую, тем самым повысится уровень осознанности и нравственности сотрудника.

Еще один инструмент это формирование эмоциональной связи с Родиной через конкретно направленные действия. Эмоциональное воздействие вот основной ключ к успеху. Посещение мемориалов, вовлечение в различные ритуалы памяти: возложение цветов, «Бессмертный полк», помощь ветеранам.

И основным инструментом становится воспитание через преодоление себя. Патриотизм – это качество, которое является выработанной привычкой вести себя и поступать определенным образом. Поэтому наставнику важно будет создавать ситуации, при которых молодой сотрудник будет вынужден проявить патриотизм в действиях. Повышение нагрузки, поручение трудных заданий, постановка в ситуацию морального выбора с последующим анализом принятых решений.

Наставник становится определенным путеводителем и энциклопедией в мире патриотизма, который незаметно, через совместную деятельность, личный пример и эмоциональную связь, внедряет в сознание новичка патриотические ценности.

Институт наставничества функционирует не как автоматизированная система, поэтому существуют некие проблемы.

Формальное наставничество – наставник назначен, но не коммуницирует с подопечным, не проводит беседы не участвует в его становлении. Исключить подобное можно строгими требованиями, ведением журнала в котором будет указываться количество мероприятий, проведенных с молодым сотрудником, будет отчетность, по которой руководитель мог бы все контролировать.

Выгорание наставников, происходит из-за непонимание наставником его задач, накладывается дополнительная нагрузка без мотивации. Устранить данную проблему можно посредством материальных и нематериальных поощрений.

Конфликт поколений, наставник не понимает молодого сотрудника, различные ценности и ориентиры сложившиеся из-за развития инфраструктуры, технологий и человечества в целом. Способом решения станет создание некой школы или сообщества наставников, где бы их обучали коммуникативным техникам.

Имитация патриотизма, наставник может сам формально относиться к ценностям и нравственно не быть предрасположен к правильной политике воспитания. Следует проводить жесткие отборы наставников по морально-волевым качествам.

Тем самым необходимо сказать о том, что институт наставничества в органах государственной безопасности – это не просто один из аспектов кадровой работы. Это главный, системообразующий механизм патриотического воспитания, без которого достичь глубинной профессиональной идентичности невозможно [3]. Патриотизм для сотрудников госбезопасности является не просто любовью к Родине – это конкретное, ежедневное действие в условиях риска, готовность жертвовать собой, соблюдать государственную тайну и выполнять приказы. Этот сложный кодекс поведения и чести не может быть передан через инструкции или пособия-он передается через жизненный опыт человека, через личный пример, неформальное общение и совместное преодоление трудных ситуаций. Следовательно, для органов государственной безопасности, где профессиональная некомпетентность или предательство измеряется человеческими жизнями и безопасностью страны, так важен сотрудник, который обучит молодое поколение.

Список использованной литературы:

1. Указ Президента РФ от 07.05.2024 г. № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации» // Электронный ресурс // Справочно-правовая система «Гарант».
2. Караяни А. Г. Военная психология: учебник и практикум для вузов / А. Г. Караяни. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2026. – 655 с.
3. Щербакова Т.Н. Наставничество как технология формирования профессиональной идентичности сотрудников силовых структур // Вестник ведомственной педагогики. – 2023. – № 2. – С. 45-52.

© Федулов З.А., 2026



УДК 004.85.55

Гамаюнова Е.О.

студентка 5 курса факультета математики и естественнонаучного образования

«НИУ БелГУ»

г. Белгород, Россия

ГЕНЕРАТИВНЫЕ НЕЙРОСЕТИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СИНТЕТИЧЕСКИХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРИ НЕДОСТАТКЕ ДАННЫХ

Аннотация

В статье рассматриваются современные подходы к созданию синтетических геологических моделей с использованием генеративных нейросетей в условиях ограниченного объёма исходных данных. Анализируются основные типы генеративных моделей — генеративно-состязательные сети (GAN), вариационные автоэнкодеры (VAE) и диффузионные модели. Представлены ключевые методы повышения эффективности обучения генеративных сетей при малом объёме выборки, включая регуляризацию дискриминатора и адаптивную аугментацию данных. Обоснована перспективность применения синтетических моделей для восполнения дефицита полевых данных, оценки геологической неопределённости и решения задач интеграции данных.

Ключевые слова:

генеративные нейросети, синтетические геологические модели, недостаток данных, генеративно-состязательные сети, диффузионные модели, геологическое моделирование, глубокое обучение.

Построение геологических моделей (геомоделей) является фундаментальной задачей при оценке ресурсов полезных ископаемых, в нефтегазовой отрасли, а также при решении широкого круга инженерно-геологических задач. Геомодель представляет собой пространственное представление геометрических элементов — границ горных пород, разломов, горизонтов и интрузий. Однако процесс геологического моделирования сопряжён с рядом существенных трудностей. Полевые данные, используемые для построения моделей, зачастую являются разреженными, поступают из различных источников и характеризуются неоднородным качеством. Исследования в горнодобывающей промышленности показывают, что значительная часть неудач в минеральных проектах обусловлена именно проблемами геологического моделирования, причём в большинстве случаев отсутствует адекватная оценка неопределённостей.

В последние годы наблюдается стремительный рост интереса к применению глубоких генеративных моделей (Deep Generative Models, DGM) для решения задачи генерации геологических моделей. В отличие от традиционных геостатистических методов, генеративные нейросети способны изучать и воспроизводить сложные пространственные закономерности, присущие геологическим объектам, без явного задания статистических моделей. Однако ключевым ограничением на пути широкого внедрения этих методов остаётся потребность в больших объёмах обучающих данных, сбор которых в геологии является чрезвычайно дорогостоящим, а в ряде случаев — технически невозможным. Настоящая статья посвящена анализу современных подходов к созданию синтетических геологических моделей с использованием генеративных нейросетей в условиях дефицита исходных данных.

Основные типы генеративных нейросетей в геологическом моделировании

На сегодняшний день в геологических приложениях наибольшее распространение получили три класса генеративных моделей — генеративно-состязательные сети (GAN), вариационные автоэнкодеры (VAE) и диффузионные модели.

Генеративно-состязательные сети (GAN), предложенные Гудфеллоу и соавторами в 2014 году,

реализуют концепцию состязательного обучения с использованием двух нейросетей — генератора и дискриминатора. Генератор создаёт данные из вектора скрытого пространства и стремится обмануть дискриминатор, тогда как дискриминатор пытается отличить реальные образцы от сгенерированных. В геологических приложениях GAN успешно применяются для генерации фациальных моделей, моделирования нестационарных русловых систем, создания трёхмерных цифровых моделей горных пород, а также для реконструкции геологических тел по разреженным данным. Как показано в работе Гулиева Р.З., GAN демонстрируют эффективность в качестве метода генерации фаций для воссоздания геологической неоднородности пласта, а также способность интегрировать данные скважин в синтетическую модель.

Вариационные автоэнкодеры (VAE) представляют собой вероятностный подход к генеративному моделированию, при котором данные отображаются в латентное распределение (обычно многомерное гауссовское), из которого затем могут быть сгенерированы новые образцы. VAE находят применение для выделения доменов горных пород на основе данных буровзрывных работ, сжатия и реконструкции трёхмерных геологических моделей, а также для параметризации геологических представлений в латентном пространстве пониженной размерности с возможностью количественной оценки неопределённости.

Диффузионные модели представляют собой наиболее новое поколение генеративных алгоритмов, которые обучаются «удалять шум», что позволяет им генерировать новые геологические реализации из полей, характеризуемых случайным шумом. Лагентные диффузионные модели обеспечивают дополнительное снижение размерности через использование низкоразмерной латентной переменной. В ряде исследований показано, что диффузионные модели превосходят GAN по качеству генерируемых изображений. В геологических приложениях они применяются для параметризации фациальных геомodelей, синтеза трёхмерных геологических объёмов и генерации моделей по неполным данным.

Методы повышения эффективности обучения при ограниченных данных

Ключевая проблема применения генеративных нейросетей в геологии — необходимость большого числа обучающих образцов для обеспечения высокого качества генерации. В условиях, когда сбор данных ограничен, исследователи предлагают следующие подходы.

Регуляризация дискриминатора. В работе Ранацци и соавторов (2024) исследована эффективность техники регуляризации с нулевым центрированием для улучшения обучения GAN при ограниченных данных. Показано, что применение данного метода позволяет достичь результатов, сравнимых с обучением на значительно большем наборе данных.

Адаптивная аугментация данных. Данный подход заключается в динамическом применении различных преобразований к имеющимся обучающим образцам (повороты, масштабирование, сдвиги) в процессе обучения, что позволяет эффективно увеличить разнообразие тренировочной выборки без привлечения дополнительных полевых данных. В работе Кочуевой О.Н. и Сивцова А.А. (2026) для синтеза петрографических изображений использована архитектура StyleGAN2 с ADA (adaptive discriminator augmentation), что позволило повысить устойчивость моделей при ограниченных данных.

Физически обоснованное моделирование. Альтернативный подход предполагает создание обучающего корпуса данных на основе физически обоснованного прямого моделирования — построения структурных геологических моделей и расчёта их параметров по заданным характеристикам недр. Это позволяет генерировать синтетические обучающие данные в объёмах, достаточных для обучения нейросетей, без необходимости проведения дорогостоящих полевых работ.

Обучение по неполным данным. В ряде работ предложены методы генерации моделей с использованием диффузионных моделей, обучаемых непосредственно на неполных данных (сейсмические изображения и ограниченное число скважин). Такой подход позволяет синтезировать реалистичные модели без доступа к полностью семплированным обучающим наборам.

Практические результаты и перспективы применения

Результаты экспериментальных исследований демонстрируют высокую эффективность генеративных подходов. Так, при использовании GAN с регуляризацией дискриминатора и адаптивной аугментацией данных удаётся генерировать геологически достоверные реализации моделей углеводородных резервуаров даже при ограниченном размере обучающей выборки. В работе по стохастическому структурному геомоделированию показано, что GAN, обученные на синтетическом наборе данных, способны генерировать множество геомodelей, согласующихся с полевыми данными.

В российской практике также ведутся активные исследования в данном направлении. В работах, опубликованных в журнале «Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений», представлены результаты применения генеративно-состязательных сетей для генерации фаций и воссоздания геологической неоднородности пласта, а также рассмотрена возможность создания связи «GAN — ансамблевый сглаживатель» для улучшения замкнутого цикла управления разработкой нефтяных месторождений. В журнале «Автоматизация и информатизация ТЭК» представлен интегрированный подход к автоматизации классификации горных пород и генерации синтетических петрографических изображений с использованием свёрточных нейросетей и генеративных состязательных сетей. В работе Золотовского А.Б. (2026) построена генеративная модель полного трёхмерного многоканального геологического куба, воспроизводящая реалистичную пространственную морфологию геологических тел и поддерживающая условную генерацию по типу осадконакопления и по разреженной информации из скважин. Предложен двухстадийный подход: на первой стадии обучается автоэнкодер, переводящий исходные геологические кубы в компактное дискретное латентное представление; на второй стадии в этом сжатом латентном пространстве обучается дискретная диффузионная модель.

Перспективными направлениями дальнейших исследований являются:

- разработка методов контролируемой генерации (conditional generation) с учётом конкретных геологических ограничений;
- создание гибридных моделей, сочетающих генеративные нейросети с физико-математическим моделированием;
- применение синтетических данных для улучшения работы нейросетей в задачах сейсмической инверсии, где нехватка размеченных данных является критическим ограничением;
- развитие методов количественной оценки неопределённости сгенерированных моделей;
- изучение методов и обучения для улучшения качества синтеза и адаптации моделей к новым модальностям данных.

Генеративные нейросети представляют собой перспективный инструмент для создания синтетических геологических моделей в условиях недостатка полевых данных. Современные методы регуляризации дискриминатора, адаптивной аугментации данных и физически обоснованного моделирования позволяют эффективно обучать генеративные модели даже при ограниченном объёме исходной информации. Синтетические модели, генерируемые с помощью GAN, VAE и диффузионных моделей, могут служить надёжным источником данных для решения широкого круга геологических задач — от оценки ресурсов до сейсмической инверсии. Дальнейшее развитие методов контролируемой генерации и количественной оценки неопределённости откроет новые возможности для практического применения генеративных нейросетей в науках о Земле.

Список использованной литературы:

1. Гулиев Р.З. Использование генеративно-состязательных сетей в качестве метода генерации фаций для воссоздания геологической неоднородности пласта // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. — 2023. — № 4(376). — С. 27–35.
2. Кочуева О.Н., Сивцов А.А. Применение глубокого обучения для анализа и генерации геологических данных // Автоматизация и информатизация ТЭК. — 2026. — № 2(631). — С. 55–61.

3. 3Latent diffusion models for parameterization of facies-based geomodels and their use in data assimilation // Computers & Geosciences. — 2024.

© Гамаюнова Е.О., 2026

УДК 551.506

Суюнчева М.Р.

Центр лабораторного анализа
и технических измерений
г. Ставрополь

ФАЗОВЫЙ СОСТАВ ОСАДКОВ НА КУРОРТЕ ЖЕЛЕЗНОВОДСК В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО КЛИМАТА

Работа посвящена анализу повторяемости выпадения жидких (ЖО – дождь, морось), твердых (ТО – снег) и смешанных (ТОМ – мокрый снег, дождь со снегом) осадков в Железноводске, одном из курортов Кавминводской группы. На основе данных метеонаблюдений за 2016-2025 годы рассчитаны средние многолетние значения числа дней с осадками различного фазового состава за год, за теплый (ТП) и холодный (ХП) периоды года, за все времена года, а также выбраны их экстремальные значения (см. таблицу).

Число дней с жидкими, твердыми и смешанными осадками

Период	Всего дней с осадками	Дней с ЖО			Дней с ТО			Дней с ТОМ		
		ср.	макс.	мин.	ср.	макс.	мин.	ср.	макс.	мин.
Год	166	135	155	116	37	50	21	18	25	9
ТП	91	91	107	79	1	4	0	2	6	0
ХП	75	44	68	36	36	50	21	16	25	8
Зима	43	20	38	10	26	38	10	9	15	2
Весна	49	43	54	32	6	17	2	5	9	3
Лето	38	38	43	34	0	0	0	0	0	0
Осень	36	34	45	24	5	10	1	4	7	0

В Железноводске в среднем за год отмечается 166 дней с осадками. Наибольшее годовое число дней с осадками – 189 – зафиксировано в 2016 году, наименьшее – 151 – в 2020 году. Чаще всего осадки выпадают в марте (19 дней), несколько реже - в мае (18 дней). Меньше всего дней с осадками в августе - в среднем лишь 10 дней. Наибольшее месячное число дней с осадками – это 23 дня (зафиксировано в мае 2017 и в декабре 2018). Наименьшее месячное число дней с осадками – это 4 дня (август 2019).

Наиболее частый вид осадков – жидкие, на дожди и морось приходится 81 % дней с осадками. Дождь в среднем за год фиксируется каждые три дня. На ТП приходится 67 % среднего годового числа дней с дождем, на ХП – 33 %. Дожди выпадают во все месяцы года, в среднем за год отмечается от 18 дней в июне до 5 дней в январе. По временам года годовое число дней с дождем распределение таково: весна – 32 %, лето 28 %, осень – 25 %, зима – 15 %. Примерно третья часть дождей сопровождается грозой [7].

Годовое число дней с дождем варьировало от 86 до 115 % от среднего значения. В ТП число дней с жидкими осадками также достаточно стабильно, оставаясь в пределах от 87 до 118 %. В ХП отклонения

числа дней с дождем от среднего значения изменяются от 82 до 155 %. Это свидетельствует о стабильном годовом режиме осадков на данной территории, более стабильном, чем в остальных городах региона. Отсутствие дождя в течение календарного месяца зафиксировано только в январе 2017 г.

Снегопады в Железноводске отмечаются почти в четыре раза реже, чем дожди. Изменчивость годового числа дней со снегопадами втрое выше, чем у числа дней с дождями: годовые значения варьируют от 57 до 135 % от среднего значения. Снег выпадает почти исключительно в ХП. В ТП выделяется лишь октябрь 2016 года с четырьмя днями снегопада. В 72 % лет снегопадов в период с апреля по октябрь не отмечено.

Смешанные осадки – самые редкие. Почти 90 % дней со смешанными осадками отмечается в холодный период года.

В климатических справочниках нет данных о числе дней с твердыми, жидкими и смешанными осадками в Железноводске, поэтому оценить долговременные изменения в повторяемости осадков разного фазового состава не представляется возможным. Однако даже проведение расчетов аналогичных характеристик режима осадков за 2001-2015 гг. и сравнение их с полученными выше характеристиками показывает следующее:

- за год в среднем стало на 16 дней с осадками меньше и это уменьшение полностью приходится на теплый период года;
- среднее годовое число дней с жидкими осадками уменьшилось на 11, в теплом периоде их стало меньше на 14, а в холодном – больше на 3 дня;
- среднее годовое число дней с твердыми осадками уменьшилось на 7 (это 16 %), в теплом периоде их практически не стало;
- среднее годовое число дней со смешанными осадками уменьшилось на 4, но в холодном периоде оно увеличилось на 4 дня.

Такое изменение повторяемости дней с осадками разного фазового состава обусловлено общим потеплением климата, в особенности возрастанием осенних и зимних температур воздуха [1]. На этом фоне зафиксировано также уменьшение числа дней со снежным покровом, дальнейшее снижение повторяемости случаев формирования устойчивого снежного покрова. Но в летний период уменьшение повторяемости осадков на фоне значительного возрастания температурного фона приводит к снижению увлажнения, возникновению засушливых периодов и суховейных явлений даже в регионе Кавказских Минеральных Вод, хотя, конечно, не столь частых и интенсивных как на равнинной части территории края [2, 6, 8]. Полученные результаты согласуются как с результатами исследования повторяемости различного вида осадков на других курортах Кавминвод [9, 10, 11], так и с зафиксированными изменениями режима других климатических характеристик в регионе [3,4,5].

Список использованной литературы:

1. Бадахова Г.Х., Волкова В.И., Каплан Г.Л. Основные климатические характеристики холодного периода года в Центральном Предкавказье// Международная научно-практ. конференция "Интеграция проблем изменения климата в образование Узбекистана". Ташкент, 2024. С. 22-25.
2. Бадахова Г.Х., Каплан Г.Л. Синоптические условия возникновения и повторяемость суховея в Ставропольском крае//Мат. регион. научно-практ. конф. «Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Южного Федерального округа». Ставрополь, 2007. С. 297-300.
3. Бадахова Г.Х., Каплан Г.Л., Кравченко Н.А. Изменение климата и экологические риски в Центральном Предкавказье//IV Международная научно-практическая конференция «Проблемы и перспективы современной науки». М.: ISI-journal, 2016. С. 123-128.
4. Бадахова Г.Х., Каплан Г.Л. Режим атмосферной циркуляции и экология воздушного бассейна курортного региона Кавказских Минеральных Вод// Мат. VII межд. конференции «Наука и образование». Белово, 2008. С. 523-527.

5. Каплан Г.Л., Бадахова Г.Х., Каплан Л.Г. Проблема изменения климата: астрофизические и геофизические аспекты// Материалы II Межд. конференции. «Проблемы экологической безопасности и сохранения природно-ресурсного потенциала». 2005. С. 179-182.
6. Каплан Г.Л., Бадахова Г.Х., Барекова М.В., Кравченко Н.А. Условия формирования засух как опасного явления в Ставропольском крае// Доклады Всероссийской открытой конф. по физике облаков и активным воздействиям на гидромет. процессы. Нальчик: Принт-Центр, 2021. С. 173-178.
7. Каплан Г.Л., Бадахова Г.Х., Барекова М.В., Лашманов Ю.К. Особенности грозоградовой активности над Центральным Предкавказьем в 21 веке// Докл. Всероссийской открытой конф. по физике облаков и активным воздействиям на гидромет. процессы. Нальчик: Принт-Центр, 2021. С. 251-256.
8. Каплан Г.Л., Бадахова Г.Х., Кравченко Н.А. Влияние изменения климата на характеристики летнего периода в ландшафтах Ставрополя// Гидрометеорология, изменение климата, и мониторинг окружающей среды: актуальные проблемы и пути их решения. Материалы международной научно-практической конференции. Ташкент, 2021. С. 47-50.
9. Мусоев Ш.Ю., Самодинов М.А., Шарипов Х.З. Повторяемость осадков разного фазового состава на курорте Пятигорск в переходные периоды года// Инновационная наука. № 4-2/2024. С.194-195.
10. Суюнчева М.Р. Повторяемость осадков разного фазового состава на курорте Кисловодск //Инновационная наука. № 10-1/2024. С. 249-251.
11. Суюнчева М.Р. Повторяемость осадков разного фазового состава на курорте Ессентуки//Академическая публицистика. № 5-2/2026. С. 839-841.

© Суюнчева М.Р., 2026