

Научно-исследовательский центр «Иннова»



**ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ НАУЧНО-
ПРАКТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ:
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ
АСПЕКТЫ**

Сборник научных трудов по материалам
II Международной научно-практической конференции,
31 августа 2026 года, г.-к. Анапа

Анапа
2026

УДК 00(082) + 001.18 + 001.89

ББК 94.3 + 72.4: 72.5

Ф94

Научный редактор:
Скорикова Екатерина Николаевна

Редакционная коллегия:

Бондаренко С. В., к.э.н., профессор (Россия, г. Краснодар), **Дегтярев Г. В.**, д.т.н., профессор (Россия, г. Краснодар), **Хилько Н. А.**, д.э.н., доцент (Россия, г. Анапа), **Ожерельева Н. Р.**, к.э.н., доцент (Россия, г. Анапа), **Жиянова Н. Э.**, к.э.н., профессор (Узбекистан, г. Ташкент), **Климов С. В.** к.п.н., доцент (Россия, г. Пермь), **Михайлов В. И.** к.ю.н., доцент (Россия, г. Москва).

Ф94 Фундаментальные научно-практические исследования: теоретические и практические аспекты. Сборник научных трудов по материалам II Международной научно-практической конференции (г.-к. Анапа, 31 августа 2026 г.). – Анапа: НИЦ ЭСП в ЮФО, 2026. - 93 с.

В настоящем издании представлены материалы II Международной научно-практической конференции: «Фундаментальные научно-практические исследования: теоретические и практические аспекты», состоявшейся 31 августа 2026 года в г.- к. Анапа. Материалы конференции посвящены актуальным проблемам науки, общества и образования. Рассматриваются теоретические и методологические вопросы в социальных, гуманитарных, естественных и других науках.

Издание предназначено для научных работников, преподавателей, аспирантов, всех, кто интересуется достижениями современной науки.

За содержание и достоверность статей, а также за соблюдение законов об интеллектуальной собственности ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов статей. При использовании и заимствовании материалов ссылка на издание обязательна.

Информация об опубликованных статьях размещена на платформе научной электронной библиотеки (eLIBRARY.ru). Договор № 2341-12/2017К от 27.12.2017 г.

Электронная версия сборника находится в свободном доступе на сайте:
www.innova-science.ru.

УДК 00(082) + 001.18 + 001.89
ББК 94.3 + 72.4: 72.5

© Коллектив авторов, 2026.

© ООО «НИЦ ЭСП» в ЮФО

(подразделение НИЦ «Иннова»), 2026.

ISBN 978-5-97873-096-8

СОДЕРЖАНИЕ

ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ

АБСЦЕССЫ У СОБАК И КОШЕК: ЭТИОЛОГИЯ, ДИАГНОСТИКА И ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ

Башкатова Ангелина Павловна 5

ПИОМЕТРА У СОБАК И КОШЕК: ПАТОГЕНЕЗ, ДИАГНОСТИКА И ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ

Башкатова Ангелина Павловна 10

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ МНОГОАГЕНТНЫХ СИСТЕМ: АРХИТЕКТУРЫ, ПРОТОКОЛЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ АГЕНТОВ

Веснин Артем Романович, Гарин Анатолий Александрович

Данилов Ростислав Александрович 16

КВАЛИМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВОДНОГО КРИТЕРИЯ

Демченко Александр Петрович

Понамаренко Валентина Яковлевна..... 22

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МАГНИТНО-ЛОПАСТНОГО ПЕРЕМЕШИВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ СИСТЕМЫ ИМИТАЦИИ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА СВИНЕЙ: ИНТЕГРАЦИЯ SPH-МОДЕЛИРОВАНИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТА

Портнова Елена Александровна 28

АРХИТЕКТУРА ГИБРИДНОЙ LOW-CODE ПЛАТФОРМЫ С МУЛЬТИАГЕНТНОЙ СИСТЕМОЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Толстиков Дмитрий Олегович 37

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕХНИЧЕСКОГО

ПЕРЕОСНАЩЕНИЯ АГРАРНОЙ ОТРАСЛИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

Водяников Владимир Тимофеевич 49

АРХИТЕКТУРА

АДАПТИВНАЯ АРХИТЕКТУРНАЯ СРЕДА ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ: ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ И МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ГИБКОСТИ

Маслова Алёна Олеговна 61

ИСКУССТВОВЕДЕНИЕ

ИНТЕГРАЦИЯ ГЕНЕРАТИВНЫХ НЕЙРОСЕТЕЙ В ПРОЦЕСС СОЗДАНИЯ КНИЖНОЙ ИЛЛЮСТРАЦИИ: ТРАНСФОРМАЦИЯ ХУДОЖЕСТВЕННОГО МЕТОДА

Невоструева Анастасия Константиновна

Рапиш Диана Сергеевна 76

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ У ДЕТЕЙ СТАРШЕГО ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Черкашин Виктор Александрович

Стожарова Марина Юрьевна 81

ИСТОРИЧЕСКИЕ НАУКИ

ПОЛИТИКА КОРЕНИЗАЦИИ В ЧУВАШСКОЙ АССР В 1920–1930-Е ГГ.: ИНСТИТУТЫ, ПРАКТИКИ, ДИСКУРС

Черкашин Виктор Александрович

Суетин Илья Николаевич 87

ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ

УДК 619:616-006.6:636.8

АБСЦЕССЫ У СОБАК И КОШЕК: ЭТИОЛОГИЯ, ДИАГНОСТИКА И ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ

Башкатова Ангелина Павловна

студентка

Научный руководитель: Клейменова Н. В.,

к.в.н., доцент, руководитель СНК «Патология животных»,

ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, Россия

Аннотация. Абсцессы являются распространённой хирургической патологией у собак и кошек, возникающей при инфицировании повреждённых тканей. Диагностика основывается на клиническом осмотре, ультразвуковом исследовании и лабораторных методах. Основным методом лечения является хирургическое вскрытие и санация гнойного очага, своевременное проведение которых позволяет предотвратить развитие осложнений.

Annotation. Abscesses are a common surgical pathology in dogs and cats that occurs when damaged tissues become infected. Diagnosis is based on clinical examination, ultrasound and laboratory methods. The main method of treatment is surgical opening and sanitation of the purulent focus, the timely implementation of which allows preventing the development of complications.

Ключевые слова: абсцесс, собаки, гнойное воспаление, этиология, диагностика, ультразвуковое исследование, хирургическое лечение, санация раны, флегмона

Keywords: abscess, dogs, purulent inflammation, etiology, diagnosis, ultrasound examination, surgical treatment, wound debridement, phlegmon

Введение. Абсцессы являются распространённой патологией в хирургической практике мелких домашних животных и возникают преимущественно

вследствие инфицирования повреждённых тканей. При отсутствии своевременного лечения воспалительный процесс может распространяться на окружающие структуры и приводить к развитию более тяжёлых осложнений. Поэтому раннее выявление гнойного очага и правильный выбор метода лечения имеют важное значение.

Цель работы. Рассмотреть основные причины возникновения абсцессов у собак, методы их диагностики и принципы хирургического лечения.

Абсцесс у собак чаще развивается после повреждения кожи и проникновения инфекции в более глубокие ткани. Наиболее распространёнными причинами являются укусы, колотые и рваные раны, через которые бактерии попадают в ткани и создают условия для развития воспаления. Гнойный процесс также может возникать при попадании инородного тела, инфицировании уже имеющегося повреждения или послеоперационной раны. Наиболее часто в развитии абсцессов участвуют условно-патогенные бактерии, которые в норме могут присутствовать на коже и слизистых оболочках, но при попадании в повреждённые ткани вызывают воспалительную реакцию [1,3].

После проникновения микроорганизмов в повреждённые ткани развивается местная воспалительная реакция. В очаг направляются клетки иммунной системы, повышается образование воспалительного экссудата, который постепенно накапливается и смешивается с повреждёнными тканями и микроорганизмами, формируя гной. По мере развития процесса вокруг очага образуется воспалительная стенка, ограничивающая инфекцию от окружающих тканей. Если естественное ограничение нарушается или лечение отсутствует, воспаление может распространяться в подкожную клетчатку и соседние ткани, приводя к развитию флегмоны [2,5].

При абсцессе в области поражения формируется болезненная припухлость с покраснением кожи и повышением местной температуры. На ранних этапах образование может иметь плотную консистенцию, а по мере накопления гноя становится мягким, с характерной флюктуацией. При выраженном воспалительном процессе возможно повышение температуры тела, угнетение и снижение

аппетита. После вскрытия абсцесса из его полости выделяется гной, количество и характер которого зависят от длительности и особенностей воспаления [1,4].

Диагноз обычно устанавливают по результатам осмотра и пальпации, оценивая локализацию и состояние образования. При глубоком расположении или неясных границах очага проводят УЗИ мягких тканей, позволяющее определить размеры и глубину гнойной полости. Для подтверждения её содержимого может выполняться пункция с последующим цитологическим или бактериологическим исследованием. Общий анализ крови используют для оценки выраженности воспалительной реакции. Полученные результаты позволяют определить распространённость процесса и выбрать соответствующую хирургическую тактику [4,5].

При сформированном абсцессе основным методом лечения является хирургическое вскрытие гнойной полости с последующей санацией. Оперативное вмешательство необходимо при выраженной болезненности, увеличении образования, наличии значительного количества гнойного содержимого и отсутствии его самостоятельного оттока. Целью лечения является полное устранение гнойного очага и создание условий для дальнейшего очищения и заживления тканей [2,5].

Перед вмешательством оценивают общее состояние собаки, размеры и расположение абсцесса, состояние окружающих тканей. При необходимости проводят общий анализ крови и дополнительные исследования. Выбор местного обезболивания или общей анестезии зависит от локализации и объёма вмешательства. Операционное поле освобождают от шерсти и подготавливают с соблюдением правил асептики и антисептики [2,5].

После обезболивания выполняют разрез кожи над наиболее доступной частью абсцесса, обеспечивая свободное опорожнение полости. Гнойное содержимое удаляют, после чего осматривают внутреннюю поверхность образования и окружающие ткани. При наличии некротизированных участков или инородного тела их удаляют, поскольку сохранение таких тканей может поддерживать воспалительный процесс. Полость тщательно очищают и saniруют, затем

обеспечивают достаточный отток оставшегося экссудата. При глубоком или значительном по размеру абсцессе устанавливают дренаж. Закрытие раны выбирают с учётом степени загрязнения и состояния тканей: при выраженном воспалении предпочтительно сохранить условия для дальнейшего оттока отделяемого [2,4].

Таким образом, хирургическое лечение направлено прежде всего на устранение источника инфекции, удаление нежизнеспособных тканей и предупреждение повторного накопления гнойного содержимого. Полноценная санация очага имеет решающее значение для последующего заживления раны [2,4].

После операции контролируют состояние раны, характер и количество отделяемого, выраженность отёка и признаки продолжающегося воспаления. Проводят обезболивание, перевязки и обработку раны по показаниям, при наличии дренажа контролируют его работу и своевременно удаляют. Антибактериальная терапия требуется не во всех случаях и определяется распространённостью инфекции и общим состоянием животного, при необходимости выбор препарата может основываться на результатах бактериологического исследования [2,4].

При своевременном вскрытии и санации абсцесса прогноз у собак в большинстве случаев благоприятный. Он ухудшается при глубоком расположении очага, выраженном некрозе тканей, распространении инфекции и развитии флегмоны или септических осложнений. Профилактика заключается в своевременной обработке ран, предупреждении их загрязнения и контроле состояния повреждённых участков кожи до полного заживления [3].

Вывод. Абсцессы у собак относятся к распространённым хирургическим заболеваниям и чаще возникают при инфицировании повреждённых тканей. Основными клиническими признаками являются локальная припухлость, болезненность, повышение местной температуры и наличие гнойного содержимого. Диагностика основывается на клиническом обследовании и при необходимости дополняется пункцией, лабораторными и ультразвуковыми исследованиями. Основным методом лечения сформированного абсцесса является его хирургическое вскрытие, санация и обеспечение оттока содержимого. Своевременное устранение гнойного очага позволяет ограничить распространение инфекции и снизить

риск развития осложнений.

Список литературы

1. Бритун М. А. Лечение и профилактика абсцессов у свиней и собак / М. А. Бритун, О. Н. Шушакова /Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. – 2020. – № 4 (23). – С. 4.
2. Васильев В. К. Общая хирургия: учебное пособие для вузов/В. К. Васильев, А. П. Попов, А. Д. Цыбикжапов. -2-е изд., стер.-Санкт-Петербург: Лань, 2026.-272 с.
3. Нефедов А. И. Клинический случай: абсцесс у собаки/А. И. Нефедов / Лечение заболеваний и травм домашних животных:сборник клинических случаев студентов факультета ветеринарной медицины и экспертизы, обучающихся по специальности 36.05.01 «Ветеринария».-Екатеринбург, 2023.- С. 6–8.
4. Спиридонова А. К. Абсцессы у собак/А. К. Спиридонова В. А. Здоровинин//Цифровые технологии живых систем в сельском хозяйстве: сборник материалов Международной научно-практической конференции.-Пенза, 2022.-С. 146-149.
5. Шоркина, О. И. Общая и местная реакция организма животных на травму: учебное пособие/О. И. Шоркина, И. Г. Галимзянов, Н. В. Шамсутдинова. -Казань: КГАВМ им. Н.Э. Баумана, 2024.-113 с.

УДК 619:618.14-002.3:636.7/.8

ПИОМЕТРА У СОБАК И КОШЕК: ПАТОГЕНЕЗ, ДИАГНОСТИКА И ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ

Башкатова Ангелина Павловна

студентка

Научный руководитель: Клейменова Н. В.,

к.в.н., доцент, руководитель СНК «Патология животных»

ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, Россия

***Аннотация.** Пиометра является одним из наиболее распространённых и опасных заболеваний репродуктивной системы у собак и кошек, характеризующихся гнойным воспалением матки. В статье рассмотрены особенности патогенеза, клинические проявления открытой и закрытой форм заболевания, а также современные методы диагностики, включая лабораторные и ультразвуковое исследование. Описаны основные принципы хирургического лечения — овариогистерэктомия, а также предоперационная подготовка и послеоперационное ведение пациентов.*

***Annotation.** Pyometra is one of the most common and dangerous diseases of the reproductive system in dogs and cats, characterized by purulent inflammation of the uterus. The article discusses the features of pathogenesis, clinical manifestations of open and closed forms of the disease, as well as modern diagnostic methods, including laboratory tests and ultrasound examination. The main principles of surgical treatment — ovariohysterectomy, as well as preoperative preparation and postoperative management of patients are described.*

Ключевые слова: пиометра, собаки, кошки, гнойное воспаление матки, овариогистерэктомия, диагностика, ультразвуковое исследование, перитонит, сепсис

Keywords: *pyometra, dogs, cats, purulent inflammation of the uterus, ovariohysterectomy, diagnosis, ultrasound examination, peritonitis, sepsis*

Введение. Пиометра является одним из распространённых заболеваний репродуктивной системы у собак и кошек и представляет серьёзную опасность для здоровья животного. Заболевание сопровождается воспалением матки и накоплением гнойного содержимого, а при несвоевременной диагностике может приводить к выраженной интоксикации и тяжёлым системным нарушениям. В связи с этим своевременное выявление заболевания и выбор правильной лечебной тактики имеют важное значение.

Цель работы. Рассмотреть особенности патогенеза, современные методы диагностики и основные принципы хирургического лечения пиометры у собак и кошек.

Клиническая картина пиометры зависит от формы заболевания и общего состояния животного. Наиболее характерными признаками являются угнетение, слабость, снижение или отсутствие аппетита, повышение температуры тела, усиленная жажда и учащённое мочеиспускание. При прогрессировании заболевания могут наблюдаться увеличение объёма живота, рвота и диарея. При открытой форме пиометры отмечаются патологические выделения из половой петли, которые могут иметь слизистый, гнойный или кровянисто-гнойный характер. При закрытой форме отток содержимого из матки отсутствует, поэтому выделения могут полностью отсутствовать. В связи с этим отсутствие выделений из петли не исключает наличие пиометры и требует проведения дополнительной диагностики [2,3].

В общем анализе крови при пиометре могут выявляться лейкоцитоз и нейтрофилия, отражающие развитие воспалительного процесса. При тяжёлом течении возможны изменения других гематологических показателей, связанные с системной реакцией организма. Биохимический анализ крови проводят для оценки функционального состояния внутренних органов, прежде всего почек и печени. Также исследование позволяет выявить нарушения, связанные с обезвоживанием и системным воспалением, что имеет значение при оценке общего

состояния животного перед хирургическим лечением [2,6].

Основным инструментальным методом диагностики пиометры является ультразвуковое исследование органов брюшной полости. При УЗИ оценивают размеры матки, степень расширения её рогов, наличие жидкого содержимого, а также толщину и структуру маточной стенки. Рентгенография может применяться как дополнительный метод и позволяет выявить увеличение матки, однако не даёт возможности так подробно оценить характер её содержимого. Поэтому при подозрении на пиометру предпочтение обычно отдаётся ультразвуковому исследованию [2,7].

Хирургическое лечение является основным методом терапии пиометры у собак и кошек, особенно при выраженных клинических признаках, ухудшении общего состояния, закрытой форме заболевания и развитии системной воспалительной реакции. Стандартным оперативным вмешательством является овариогистерэктомия, при которой удаляют изменённую матку и яичники. Медикаментозное лечение может рассматриваться в отдельных случаях, преимущественно у животных, представляющих племенную ценность, однако требует строгого отбора пациентов и контроля состояния [2,5].

Перед операцией проводят клинический осмотр и оценивают общее состояние пациента, степень обезвоживания и выраженность воспалительного процесса. Выполняют общий и биохимический анализы крови, при необходимости дополняя обследование другими исследованиями. При наличии обезвоживания и электролитных нарушений проводят их коррекцию, а при тяжёлом состоянии животного — предварительную стабилизацию. После оценки анестезиологических рисков подбирают соответствующее анестезиологическое обеспечение. Операционное поле подготавливают с соблюдением правил асептики и антисептики [1,5].

Операцию начинают с доступа в брюшную полость и визуальной оценки матки, яичников и окружающих тканей. При пиометре матка обычно увеличена и заполнена патологическим содержимым, поэтому все манипуляции проводят максимально осторожно, избегая чрезмерного натяжения и сдавливания органа.

После мобилизации матки последовательно обрабатывают сосудистые структуры и связочный аппарат, после чего удаляют яичники и матку. Особое значение имеет надёжный гемостаз и контроль культи матки [1,5].

После удаления органов осматривают брюшную полость, оценивая наличие патологического содержимого, признаков воспаления или повреждения окружающих тканей. При необходимости проводят санацию брюшной полости. Затем операционную рану закрывают послойно с восстановлением целостности брюшной стенки, подкожной клетчатки и кожи. Главной особенностью операции при пиометре является необходимость предотвращения разрыва матки: попадание гнойного содержимого в брюшную полость может привести к развитию перитонита и значительно ухудшить прогноз [1,7].

После операции контролируют общее состояние животного, температуру тела, аппетит, мочеиспускание и состояние операционной раны. При необходимости продолжают инфузионную и обезболивающую терапию, корректируют выявленные нарушения и контролируют показатели крови. Животному ограничивают физическую активность и предотвращают вылизывание послеоперационной области. Антибактериальная терапия определяется тяжестью инфекции, наличием системных осложнений и результатами клинической оценки, поэтому её необходимость оценивается индивидуально [1,5].

Прогноз при пиометре зависит от своевременности постановки диагноза, тяжести заболевания и общего состояния животного. При раннем выявлении и своевременно проведённом хирургическом лечении прогноз чаще является благоприятным. При развитии септического состояния, выраженной интоксикации, перитонита и других осложнений прогноз ухудшается. Основным методом профилактики пиометры у животных, не предназначенных для разведения, является стерилизация. Важно также своевременно обращаться к ветеринарному врачу при появлении патологических выделений из половых путей, ухудшении общего состояния или изменении поведения животного после течки [3,4].

Вывод. Таким образом, пиометра является тяжёлым воспалительным заболеванием матки у собак и кошек, в основе развития которого лежат гормонально

обусловленные изменения и последующее бактериальное воспаление. Заболевание может протекать в открытой и закрытой формах, причём отсутствие оттока содержимого при закрытой форме повышает риск тяжёлых осложнений. Диагностика основывается на оценке клинических признаков, результатах лабораторных исследований и данных ультразвукового исследования. Основным методом лечения подтверждённой пиометры является овариогистерэктомия. Своевременная диагностика, стабилизация состояния животного и проведение хирургического лечения позволяют снизить риск осложнений и улучшить прогноз.

Список литературы

1. Барышева, О. Ю. Оперативный доступ при овариогистерэктомии у сук / О. Ю. Барышева / Горинские чтения. Инновационные решения для АПК: материалы Международной научной конференции. – 2023. – С. 6–7. – Текст: непосредственный.
2. Белугин, Н. В. Пиометра у кошек и собак / Н. В. Белугин, В. М. Михайлюк, П. И. Кузменко, Н. А. Писаренко / Актуальные вопросы зоотехнической науки и практики как основа улучшения продуктивных качеств и здоровья сельскохозяйственных животных: материалы I Международной научно-практической конференции. – Ставрополь: СтГАУ, 2001. – С. 495–498. – Текст: непосредственный.
3. Блинова, И. К. Особенности течения пиометры у собак и кошек / И. К. Блинова / Научные труды студентов Ижевской ГСХА: сборник статей. – Ижевск, 2024. – С. 211–213. – Текст: непосредственный.
4. Борисова, В. К. QLB-блокада под контролем узи как современный метод борьбы с болью при проведении оперативного вмешательства у животных / В. К. Борисова / Научный журнал молодых ученых. – 2024. – № 5 (40). – С. 7–13. – Текст: непосредственный.
5. Клейменова, Н. В. Нестероидные противовоспалительные препараты в практике ветеринарного врача / Н. В. Клейменова, В. В. Сазонова, И. С. Клейменов / Передовые научно-технические проекты в биотехнологии : материалы V

Всероссийской научно-практической конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии. – Орел: Орловский ГАУ, 2026. – С. 454. – Текст: непосредственный.

6. Пигарева, Г. П. Этиология, патогенез и клинические признаки пиометры у собак и кошек / Г. П. Пигарева, Н. М. Лозовой / Актуальные вопросы ветеринарной медицины и технологии животноводства: материалы научной и учебно-методической конференции. – 2019. – С. 166–170. – Текст: непосредственный.

7. Федотов, С. В. Ветеринарная гинекология : учебное пособие для вузов / С. В. Федотов, В. С. Авдеев, Н. В. Лебедев. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 248 с. – ISBN 978-5-8114-8240-5. – Текст: непосредственный.

8. Фомина, Л. Л. Общий клинический анализ крови у животных. Морфология и функция клеток. Патологические изменения морфологии клеток крови: учебное пособие / Л. Л. Фомина, Ю. Л. Ошуркова. – Вологда: ВГМХА им. Н.В. Верещагина, 2017. – 123 с. – ISBN 978-5-98076-221-6. – Текст: непосредственный.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 004.89

ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ МНОГОАГЕНТНЫХ СИСТЕМ: АРХИТЕКТУРЫ, ПРОТОКОЛЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ АГЕНТОВ

Веснин Артем Романович

Гарин Анатолий Александрович

Данилов Ростислав Александрович

магистранты

ФГБОУ ВО «МИРЭА — Российский технологический университет»,
город Москва

Аннотация. В статье рассмотрены теоретические основы построения многоагентных систем (МАС). Проведен анализ существующих архитектур МАС, включая централизованные, иерархические и децентрализованные подходы. Исследованы протоколы взаимодействия агентов, такие как FIPA ACL, а также предложена расширенная классификация агентов по различным признакам: автономности, реактивности, проактивности, социальным способностям и мобильности. Показано, что выбор архитектуры МАС зависит от требований к отказоустойчивости и масштабируемости системы.

Abstract. This article examines the theoretical foundations of multi-agent systems (MAS). It analyzes existing MAS architectures, including centralized, hierarchical, and decentralized approaches. Agent interaction protocols, such as FIPA ACL, are explored, and an expanded classification of agents based on various characteristics is proposed: autonomy, reactivity, proactivity, social capabilities, and mobility. It is shown that the choice of MAS architecture depends on the requirements for fault tolerance and system scalability.

Ключевые слова: многоагентные системы, архитектура МАС,

протоколы взаимодействия, классификация агентов, FIPA, распределенный искусственный интеллект

Keywords: *multi-agent systems, MAS architecture, interaction protocols, agent classification, FIPA, distributed artificial intelligence*

Введение

Многоагентные системы (МАС) представляют собой одно из наиболее перспективных направлений в области распределенного искусственного интеллекта. Основная идея МАС заключается в декомпозиции сложной задачи на множество относительно простых, автономных сущностей — агентов, которые взаимодействуют между собой для достижения глобальной цели. Интерес к МАС обусловлен их способностью решать проблемы, которые трудно или невозможно решить с помощью монолитных систем, включая задачи в области умного дома, управления роем дронов и авиационным оборудованием [1, с. 15].

Понятие агента и его свойства

Центральным понятием МАС является агент. В соответствии с определением, предложенным М. Вулдриджем, агент — это компьютерная система, находящаяся в некоторой среде, способная действовать автономно для достижения поставленных целей [2, с. 27]. К ключевым свойствам агента относятся:

- **Автономность:** способность функционировать без непосредственного вмешательства человека.
- **Реактивность:** способность воспринимать изменения в среде и своевременно на них реагировать.
- **Проактивность:** способность проявлять инициативу и действовать в соответствии с собственными целями, а не только реагировать на внешние стимулы.
- **Социальность:** способность взаимодействовать с другими агентами посредством коммуникативных протоколов.

Архитектуры многоагентных систем

Архитектура МАС определяет структуру системы и способы взаимодействия между агентами. Выделяют три основных типа архитектур:

Централизованная архитектура. В централизованной архитектуре присутствует один главный агент (мастер-агент), который принимает все ключевые решения и распределяет задачи между подчиненными агентами. Преимуществом такой архитектуры является простота координации и глобальная оптимизация. Однако она обладает низкой отказоустойчивостью — выход из строя центрального агента парализует работу всей системы.

Иерархическая архитектура. Иерархическая архитектура представляет собой компромисс между централизацией и децентрализацией. Агенты организованы в уровни, где агенты верхнего уровня координируют работу агентов нижнего уровня. Такая структура характерна для систем авиационного оборудования, где отдельные приборы (агенты) подчиняются бортовому компьютеру [3, с. 112].

Децентрализованная (распределённая) архитектура. В децентрализованной архитектуре все агенты равноправны. Решения принимаются на основе консенсуса или торгов. Данная архитектура наиболее устойчива к отказам и хорошо масштабируется, что делает ее предпочтительной для управления роем дронов, где каждый дрон действует как автономный агент.

Протоколы взаимодействия агентов

Взаимодействие агентов осуществляется посредством коммуникативных протоколов. Наиболее распространенным стандартом является FIPA ACL (Foundation for Intelligent Physical Agents — Agent Communication Language). Данный протокол определяет структуру сообщений, включающую:

- *performative* (перформатив) — тип коммуникативного акта (запрос, информирование, предложение, согласие, отказ);
- *sender* и *receiver* — отправитель и получатель;
- *content* — содержание сообщения;
- *ontology* — онтология, определяющая семантику терминов.

Для эффективного взаимодействия агентов в гетерогенных средах критически важным является использование онтологий, обеспечивающих семантическую совместимость. В контексте умного дома это позволяет согласовать данные

от датчиков различных производителей, а в авиационных системах — обеспечить корректный обмен данными между приборами разных поколений [4, с. 203].

Сравнительный анализ архитектур многоагентных систем

Выбор архитектуры МАС является ключевым этапом проектирования, поскольку он определяет такие характеристики системы, как отказоустойчивость, масштабируемость, скорость принятия решений и сложность реализации. Каждый из трех основных типов архитектур имеет свои сильные и слабые стороны, которые необходимо учитывать при решении прикладных задач.

Централизованная архитектура обеспечивает высокую скорость принятия решений и простоту координации, поскольку все управление сосредоточено в одном агенте-мастере. Однако ее главным недостатком является низкая отказоустойчивость — выход из строя центрального агента приводит к полной остановке системы. Кроме того, при увеличении числа агентов нагрузка на мастер-агент растет нелинейно, что ограничивает масштабируемость. Данный тип архитектуры целесообразно применять в системах, где надежность не является критическим фактором, а важны простота управления и глобальная оптимальность решений.

Иерархическая архитектура занимает промежуточное положение. Она сочетает управляемость централизованного подхода с частичной автономией агентов нижних уровней. Выход из строя отдельного агента не нарушает работу всей системы, а вышестоящие агенты могут компенсировать отказы нижестоящих. Такая архитектура широко используется в авиационных системах, где требуется баланс между надежностью и управляемостью. Однако иерархические системы сложнее в проектировании, так как требуют четкого определения уровней управления и распределения функций между ними.

Децентрализованная архитектура обеспечивает максимальную отказоустойчивость и масштабируемость, так как отсутствует единая точка отказа, а нагрузка распределена равномерно между всеми агентами. Это делает ее предпочтительной для систем управления роем дронов и другими распределенными объектами. Однако платой за это является сложность координации и

согласования решений, а также более низкая скорость принятия решений по сравнению с централизованным подходом. Кроме того, в децентрализованных системах сложнее достичь глобальной оптимальности, поскольку каждый агент обладает лишь локальной информацией.

Таким образом, выбор архитектуры МАС представляет собой компромисс между различными требованиями. Для систем с высокими требованиями к надежности предпочтительна децентрализованная архитектура. Для систем, где важна скорость принятия решений и глобальная оптимизация, лучше подходит централизованная или иерархическая архитектура. В некоторых случаях применяются гибридные подходы, сочетающие элементы разных архитектур для достижения наилучшего баланса

Области применения и перспективы

Теоретические основы МАС находят практическое применение в ряде областей. В системах умного дома многоагентный подход позволяет реализовать распределенное управление микроклиматом, освещением и безопасностью, где каждый датчик и исполнительное устройство выступают в роли агента. В управлении роем дронов МАС обеспечивают децентрализованную координацию, избежание столкновений и распределение задач между беспилотными летательными аппаратами. В авиационных приборах агентный подход позволяет создать отказоустойчивую систему, где выход из строя одного прибора компенсируется другими.

Заключение

В статье проведен анализ теоретических основ построения многоагентных систем. Рассмотрены ключевые архитектуры, предложена расширенная классификация агентов, исследованы протоколы взаимодействия. Показано, что выбор архитектуры МАС зависит от требований к отказоустойчивости, масштабируемости и степени автономности системы. Полученные результаты могут служить теоретической базой для разработки прикладных МАС в области умного дома, управления роем дронов и авиационными приборами.

Список литературы

1. Вулдридж М. Введение в многоагентные системы / М. Вулдридж. — М.: ДМК Пресс, 2018. — 456 с.
2. Тарасов В. Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика / В. Б. Тарасов. — М.: Эдиториал УРСС, 2019. — 352 с.
3. Городецкий В. И. Многоагентные системы: современное состояние и перспективы / В. И. Городецкий / Информационные технологии и вычислительные системы. — 2020. — № 2. — С. 108–121.
4. Рассел С. Искусственный интеллект: современный подход / С. Рассел, П. Норвиг. — М.: Вильямс, 2021. — 1408 с.
5. Wooldridge M. An Introduction to MultiAgent Systems / M. Wooldridge. — 2nd ed. — Chichester: Wiley, 2019. — 484 p.

УДК 004.054

КВАЛИМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВОДНОГО КРИТЕРИЯ

Демченко Александр Петрович

начальник лаборатории

Понамаренко Валентина Яковлевна

научный сотрудник

НИИУ, город Знаменск

***Аннотация.** Работа посвящена разработке метода оценки качества программных средств с целью выбора лучшего варианта для решения поставленных задач. Представлен алгоритм вычисления сводного критерия квалиметрической оценки программного обеспечения.*

***Ключевые слова:** качество, квалиметрическая оценка, критерии, программные средства*

На сегодняшний день создано большое количество международных стандартов, регламентирующих процессы и продукты жизненного цикла программного обеспечения (ПО). Применение этих стандартов может служить основой для систем обеспечения качества ПО, но в то же время требуется корректировка, приспособление некоторых положений стандартов относительно принципиальных особенностей технологий и характеристик этого вида продукции. При этом разработанные методы тестирования ПО показывают лишь уровень его качества и неприменимы для процедуры сравнения нескольких программных продуктов, имеющих одинаковые или родственные сферы применения. Проблема традиционной неопределенности применяемых понятий, требований и характеристик качества, а также многочисленные спекуляции разработчиков на их значениях приучили пользователей не доверять рекламируемым достоинствам программных

продуктов.

В этой связи становится актуальной разработка унифицированной качественной оценки ПО, не зависящей как от типа исследуемого программного средства (ПС) и его архитектуры, так и от используемой для его функционирования среды выполнения. Перед тем, как приступить к определению параметров сводного критерия оценки качества ПС, необходимо определить, что понимается под принципиальными различиями ПО. В данной работе два отдельно взятых продукта будут считаться принципиально различными в том случае, если они работают под управлением различных операционных систем и, как следствие, имеют различные методы обработки оперируемой информации и алгоритмы обработки машинных инструкций. Использование структуры, согласно технологии, клиент-сервер предполагает отдельное тестирование клиентской и серверной части ПО, при этом существенное различие методологии функционирования серверной или клиентской части отдельно взятых программных продуктов тоже относится к принципиальным различиям.

Из применяемых к качеству ПО критериев, согласно стандарту ISO/IEC 9126, можно выделить ряд показателей, значение которых не может быть установлено количественно с использованием автоматических средств тестирования ПО. К таким показателям можно отнести «понимаемость», «изучаемость» и т.д. [1]. Значения этих показателей можно получить серией тестов с привлечением конечных пользователей и экспертов на основе опроса и анкетирования. Количественные показатели вычисляются применением специально разработанного для каждого критерия тестирующего средства. Кроме вышеперечисленного определение принципиальных отличий ПО в контексте данной работы предполагается проводить в первую очередь с позиции использования его конечными пользователями. Это обстоятельство не повлияет на значение сводного критерия, тем не менее, при тестировании ПО с интерфейсом пользователя обеспечит приоритет качественных показателей.

Если для тестирования выбрать информационные системы, принципиальные различия которых почти незначительны, то вес отдельно взятого теста на

качественный показатель будет существенно ниже, чем при тестировании ПО с существенными различиями в архитектуре и среде выполнения. Так любому пользователю намного удобнее работать с продуктом, который отвечает его навыкам, привычкам, и изучение которого не потребует большого количества времени даже в том случае, если конкурирующий продукт функционально обладает несколько большим рейтингом по количественным показателям.

В связи с этим сводный критерий не должен зависеть от алгоритма и механизма проведения отдельно взятого теста. Для обеспечения независимости итогового значения сводного критерия от вышеуказанных характеристик набора тестирующих средств предлагается в качестве параметров функции вычисления сводного критерия передавать количественные выражения результатов тестирования отдельных характеристик ПО. Кроме того, область значений результатов промежуточных тестов необходимо привести к единой для всех используемых тестов путем добавления корректирующих коэффициентов в алгоритм работы каждого из них на стадии формирования количественного результата.

В этом случае значение сводного критерия будет вычисляться независимо от природы составляющих метод тестов. Тогда сводный критерий оценки качества ПС можно представить в виде следующего функционала:

$$F(\bar{T}) = F(t_1, t_2, \dots, t_n) \quad (1)$$

где $F(\bar{T})$ – значение сводного критерия;

$\bar{T}$ – вектор параметров функции F ;

t_i – значение теста τ_i .

При этом $\hat{T} = \{\tau_{ij}\}$, где τ_{ij} – j-й тест для i-го критерия, представляет собой набор тестов, используемых при оценке качества ПО, а $\hat{T}_k = \{\tau_{kj}\}$ – набор тестов оценки k-го критерия.

Поскольку среди используемых тестов для различных критериев оценки качества ПО некоторые из них повторяются, то в этом случае часть τ_{ij} можно

исключить из обработки, как только результат первого испытания получен.

Таким образом, необходимый набор тестов примет вид $\hat{T}_o = \{\tau_k\}$, где τ_{ij} из набора тестов оценки i -го критерия также входит в набор тестов оценки одного или нескольких из остальных.

Если для одного из критериев в результате данного преобразования набором тестов окажется пустое множество, то этот критерий рекомендуется удалить из рассмотрения, как лишний при оценке качества ПО. Тем не менее, его оценку возможно получить, используя промежуточные вычисления оценки остальных критериев. При этом для корректности производимых вычислений вводятся весовые коэффициенты ω_g для каждого из используемых тестов τ_g :

$$\omega_g = \sum_{k=1}^{\|\hat{T}\|} \frac{1}{\|\hat{T}_k\|}, \text{ если } \tau_g \in \hat{T}_k. \quad (2)$$

Таким образом, формулу вычисления сводного критерия для k -й исследуемой системы можно представить в виде:

$$F(T)_k = \left(\frac{\sum_{i=1}^{\|\hat{T}_o\|} \omega_i t_i}{\|\hat{T}\|} \right)_k, \quad (3)$$

где $\|\hat{T}\|$ – мощность множества $\hat{T}$;

$\|\hat{T}_o\|$ – мощность множества $\hat{T}_o$;

t_i – результат теста τ_i .

Поскольку сводный критерий является унифицированной характеристикой для систем, работающих под управлением различных операционных систем, его значение не должно зависеть от выбора какой-либо из них. Все используемые тесты имеют спецификацию и стандартизованный алгоритм, не привязанный к конкретному типу среды выполнения исследуемых систем, тем не менее, одни и те же тесты на различных платформах будут давать различный результат. При

этом модифицированный, согласно вышеуказанным требованиям, алгоритм отдельно взятого теста на различных платформах будет показывать результат в пределах единой области значений. Это означает, что независимо от выбора какой-либо среды выполнения исследуемой системы, значение сводного критерия будет всегда одним и тем же при условии одних и тех же параметров аппаратной части испытательного стенда [2].

Поскольку результат комплексной оценки качества ПО может использоваться для выбора в пользу одной из исследуемых систем для внедрения на предприятии, то необходима уверенность в единой сфере применения и целевой составляющей каждой из них. В связи с этим, при тестировании ПО с целью выбора наилучшего для решения поставленных задач, необходима система показателей, характеризующих область применения этого ПО. В этом случае исключается возможность выбора ПО с более высокой оценкой, но менее отвечающего требованиям технического задания.

Поскольку значения результатов применяемых тестов предлагается ограничить единой для всех фиксированной областью значений, то приведение результата отдельного тестирования к требуемому можно осуществить с использованием значения тестирования «идеальной системы», отвечающей всем требованиям отдельно взятого теста в полном объеме. Это значение возможно получить математическим путем на основе анализа алгоритма отдельно взятого теста, предположив, что все операции исследуемого ПО совершаются мгновенно и скорость их проведения на испытательном стенде зависит только от аппаратной составляющей. При этом результат тестирования качественных показателей будет зависеть от количества предъявляемых требований каждого критерия и выполнения или не выполнения их исследуемым ПО, а при использовании шкалы метрик – в зависимости от наибольшего значения этой шкалы.

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93. Информационная технология. Оценка программного продукта. Характеристики качества и руководство по их

применению. [Текст]. - Введ. 1994-07-01. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 9 с.

2. Белик, А. Г. Качество и надежность программных систем: учебное пособие [Текст] / А. Г. Белик, В. Н. Цыганенко. - Омск: Издательство ОмГТУ, 2018. - 80 с.

УДК 631.22:66.063.6

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МАГНИТНО-ЛОПАСТНОГО
ПЕРЕМЕШИВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ СИСТЕМЫ
ИМИТАЦИИ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА СВИНЕЙ:
ИНТЕГРАЦИЯ SRH-МОДЕЛИРОВАНИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТА**

Портнова Елена Александровна

аспирант

Научный руководитель: Рудой Дмитрий Владимирович,

д.т.н., профессор, профессор РАН

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»,

город Ростов-на-Дону

***Аннотация.** В статье представлены результаты теоретического, численного и экспериментального обоснования параметров магнитно-лопастного перемешивающего устройства для автоматизированной системы имитации желудочно-кишечного тракта свиней. Актуальность разработки обусловлена необходимостью замещения дорогостоящих и длительных испытаний кормов in vivo лабораторными исследованиями in vitro. Рассмотрено перемешивание высоковязкого неньютоновского химуса в герметичном реакторе с использованием бесконтактного магнитного привода. Реологические свойства модельной среды описаны степенным законом Оствальда – де Вилля и моделью Гершеля – Балкли. Проведено многофакторное моделирование методом сглаженных частиц с варьированием высоты лопастей и частоты вращения ротора. По результатам оптимизации определены рациональные параметры устройства: высота лопастей 46,6 мм и частота вращения 176,8 об/мин. Пиковый крутящий момент составил 0,0453 Н·м, а расчётный коэффициент запаса магнитной связи — 3,53. Лабораторные испытания подтвердили высокую однородность распределения*

твёрдой фазы и устойчивость магнитного зацепления. Себестоимость одного испытания при использовании системы in vitro снижается с 375 000 до 35 000 руб.

The article presents the results of theoretical, numerical and experimental substantiation of the parameters of a magnetic-blade mixing device for an automated simulator of the gastrointestinal tract of pigs. The relevance of the development is determined by the need to replace expensive and time-consuming feed trials in vivo with laboratory in vitro studies. The mixing of a highly viscous non-Newtonian chyme in a sealed reactor using a contactless magnetic drive is considered. The rheological properties of the model medium are described by the Ostwald–de Waele power-law model and the Herschel–Bulkley model. A multifactorial smoothed particle hydrodynamics simulation was performed by varying the blade height and rotor speed. The optimization results determined the rational device parameters: a blade height of 46.6 mm and a rotational speed of 176.8 rpm. The peak torque was 0.0453 N·m, and the calculated magnetic coupling safety factor was 3.53. Laboratory tests confirmed a high uniformity of the solid-phase distribution and stable magnetic engagement. The cost of one test using the in vitro system is reduced from 375,000 to 35,000 rubles.

Ключевые слова: *искусственный желудочно-кишечный тракт, свиноводство, магнитно-лопастной перемешиватель, неньютоновская жидкость, SPH-моделирование, in vitro, переваримость кормов, магнитная муфта*

Keywords: *artificial gastrointestinal tract, pig production, magnetic-blade mixer, non-Newtonian fluid, SPH modelling, in vitro, feed digestibility, magnetic coupling*

Современные системы имитации желудочно-кишечного тракта позволяют проводить исследования процессов пищеварения и переваримости кормов без непосредственного использования лабораторных животных. Применение моделей *in vitro* способствует снижению стоимости исследований, сокращению их продолжительности и реализации принципов гуманного обращения с животными [1, 2].

К числу известных моделей пищеварительного тракта относятся SHIME,

TiM и RUSITEC. Система SHIME предназначена преимущественно для моделирования микробиологических процессов в кишечнике человека, TiM представляет собой динамическую многокамерную модель желудочно-кишечного тракта, а RUSITEC используется главным образом для исследования ферментации в рубце жвачных животных [3–5]. Поэтому непосредственное использование перечисленных систем для моделирования пищеварения у свиней и переработки концентрированных полидисперсных кормовых суспензий требует дополнительной адаптации.

Одной из основных инженерных проблем является перемешивание высоковязкого неньютоновского химуса в условиях герметичного реактора. Использование традиционного механического вала требует установки уплотнений, которые могут стать источником нарушения герметичности и поступления кислорода в рабочий объём. Применение внутреннего магнитного якоря, в свою очередь, может сопровождаться срывом вращения при увеличении вязкости среды. В связи с этим перспективным решением является магнитно-лопастной перемешиватель с бесконтактной передачей крутящего момента, аналогично решениям, описанным в патентной литературе для биореакторов с магнитным приводом [11].

Целью исследования являлось обоснование конструктивных и режимных параметров магнитно-лопастного перемешивающего устройства для системы имитации желудочно-кишечного тракта свиней на основе интеграции аналитического расчёта, SPH-моделирования и экспериментальной проверки.

Теоретическое описание течения химуса осуществлялось с использованием моделей неньютоновских жидкостей. Для сред, не имеющих предела текучести, применялся степенной закон Оствальда-де Виля:

$$\tau = K\dot{\gamma}^n, \quad (1)$$

где τ – касательное напряжение, Па; K – коэффициент консистенции, Па·с ^{n} ; $\dot{\gamma}$ – скорость сдвига, с^{–1}; n — индекс течения.

Для описания структурированных сред с выраженным пределом текучести применялась модель Гершеля-Балкли:

$$\tau = \tau_0 + K\dot{\gamma}^n, \quad (2)$$

где τ_0 – предел текучести, Па.

В расчётах использовались следующие диапазоны реологических параметров: $\tau_0 = 3,9 \dots 109,3$ Па; $K = 0,8 \dots 3,4$ Па·сⁿ; $n = 0,28 \dots 0,55$. Такие модели широко применяются для описания вязкопластичных и псевдопластичных пищевых суспензий [6–8].

Полный момент гидродинамического сопротивления перемешиванию определялся выражением:

$$M_{comp} = z(A_g\omega^2 + B_g\omega^n), \quad (3)$$

где z – число лопастей; A_g и B_g – эмпирические коэффициенты; ω – угловая скорость вращения ротора.

Численное исследование течения выполнялось методом сглаженных частиц — SPH. Данный метод позволяет моделировать свободные поверхности, сложную геометрию рабочего объёма и движение высоковязких неоднородных сред. В качестве расчётной схемы использовался вариант II SPH. Объём реактора составлял 0,8 л. Выбор SPH-подхода обусловлен его успешным применением для моделирования перистальтики и перемешивания в желудке, что показано в работах по биофизике пищеварения [9].

Многофакторный вычислительный эксперимент проводился по плану 3^2 . В качестве факторов были выбраны высота лопастей и частота вращения ротора.

Критериями оценки являлись коэффициент вариации скоростного поля CV_v и максимальный крутящий момент M_{max} . При расчёте коэффициента вариации использовалось отношение среднеквадратичного отклонения локальных скоростей к средней скорости потока.

Таблица 1 — Факторы численного эксперимента

Фактор	Обозначение	Нижний уровень	Центральный уровень	Верхний уровень
Высота лопастей, мм	h	10	30	50
Частота вращения, об/мин	n	50	150	250

Калибровка параметров SPH-модели проводилась по результатам ротационной вискозиметрии. Погрешность воспроизведения крутящего момента составила 1,3%, что позволило использовать модель для последующего поиска рациональных параметров устройства.

В результате моделирования установлено, что при частоте вращения менее 100 об/мин в нижней части реактора формируются застойные зоны. Увеличение частоты вращения до диапазона 150...250 об/мин обеспечивает более интенсивное вовлечение донных слоёв среды в циркуляционное движение. Полученные результаты согласуются с данными по перемешиванию неньютоновских жидкостей в реакторах с мешалками, где увеличение частоты вращения также приводит к ликвидации застойных зон [10].

Регрессионная модель для коэффициента вариации скоростного поля характеризовалась коэффициентом детерминации $R^2=0,9685$. Для максимального крутящего момента значение коэффициента детерминации составило $R^2=0,9288$. Это свидетельствует о достаточной адекватности полученных моделей и возможности их использования при оптимизации параметров перемешивания.

Аналитическое решение оптимизационной задачи позволило определить рациональные значения факторов: высота лопастей $h=46,6$ мм и частота вращения $n=176,8$ об/мин. При указанных параметрах коэффициент вариации скоростного поля составил $CV_v = 40,2\%$, а максимальный крутящий момент – $0,0453$ Н·м.

Таблица 2 — Результаты оптимизации параметров перемешивателя

Показатель	Значение
Рациональная высота лопастей, мм	46,6
Рациональная частота вращения, об/мин	176,8
Коэффициент вариации скоростного поля CV_v , %	40,2
Максимальный крутящий момент, Н·м	0,0453
Число пар магнитов NdFeB	20
Коэффициент запаса магнитной связи	3,53

Для проверки устойчивости магнитной передачи был выполнен расчёт коэффициента запаса магнитной связи. Для базовой конфигурации, включающей 20 пар постоянных магнитов NdFeB, значение коэффициента составило $k_s=3,53$. Полученный результат превышает принятое минимальное значение 2,0 и свидетельствует о достаточной устойчивости магнитного зацепления при расчётной нагрузке. Расчёт магнитной муфты выполнен с использованием методик, изложенных в справочной литературе по проектированию магнитных механизмов [12].

Экспериментальная проверка выполнена на опытном образце трёхсекционной системы имитации желудочно-кишечного тракта. Исследования проводились на двух типах модельного корма с концентрацией добавленной твёрдой фазы 200 г/л. После 30 мин перемешивания пробы отбирались с трёх уровней по высоте реактора.

По результатам микроморфометрического анализа коэффициент вариации концентрации частиц составил 4,2% для Корма 1 и 5,6% для высоковязкого Корма 2. Полученные значения не превышают установленный технологический допуск 15%. В течение эксперимента срывов магнитного зацепления не наблюдалось.

Дополнительная 21-дневная апробация подтвердила возможность непрерывной работы системы с культивированием микробиоты. При этом герметичность рабочего объёма и условия, необходимые для поддержания анаэробной среды, сохранялись.

Экономическая оценка показала существенное снижение затрат на одно испытание. При использовании традиционного подхода *in vivo* себестоимость исследования составляет 375 000 руб. Применение разработанной системы *in vitro* позволяет снизить данный показатель до 35 000 руб. Расчёт экономической эффективности выполнен в соответствии с методикой определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ [13].

Таблица 3 — Сравнение затрат на проведение испытания

Показатель	Испытание in vivo	Испытание in vitro
Себестоимость одного испытания, руб.	375 000	35 000
Снижение затрат, руб.	–	340 000
Снижение затрат, раз	–	10,7
Капитальные вложения, руб.	–	485 000
Расчётный срок окупаемости	–	26 дней

Таким образом, применение магнитно-лопастного перемешивателя обеспечивает сочетание герметичности, бесконтактной передачи крутящего момента и необходимой однородности перемешивания. Интеграция SPH-моделирования с экспериментальной проверкой позволила обосновать параметры конструкции до её полномасштабного изготовления и снизить риск возникновения срывов магнитной связи.

Разработанная автоматизированная система имитации желудочно-кишечного тракта свиней обеспечивает эффективное перемешивание высоковязкого химуса в герметичном рабочем объёме. Рациональными параметрами магнитно-лопастного перемешивателя являются высота лопастей 46,6 мм и частота вращения 176,8 об/мин. При данных параметрах максимальный крутящий момент составляет 0,0453 Н·м, а коэффициент запаса магнитной связи — 3,53.

Экспериментальные исследования подтвердили высокую однородность распределения твёрдой фазы: коэффициент вариации концентрации составил 4,2...5,6%. Отсутствие срывов магнитного зацепления и сохранение герметичности в течение 21-дневной апробации подтверждают работоспособность предложенной конструкции.

Экономический эффект выражается в снижении себестоимости одного испытания с 375 000 до 35 000 руб. Расчётный срок окупаемости капитальных вложений составляет 26 дней. Полученные результаты позволяют рассматривать разработанную систему как перспективный инструмент для оценки переваримости кормов и изучения микробиологических процессов в условиях, приближенных к желудочно-кишечному тракту свиней.

Благодарности. Работа выполнена в рамках государственного задания

по проекту «Молекулярные механизмы взаимодействия сообществ кишечных микроорганизмов in vivo и in vitro на базе автоматизированной системы имитации ЖКТ свиньи» (номер ЕГИСУ НИОКР 124111200008-4).

Список литературы

1. Kiani, A. K. Ethical considerations regarding animal experimentation / A. K. Kiani, D. Pheby, G. Henahan [et al.] / Journal of Preventive Medicine and Hygiene. — 2022. — Vol. 63, no. 2 Suppl. 3. — P. E255–E266. — DOI: 10.15167/2421-4248/jpmh2022.63.2S3.2768.
2. Bohn, T. Correlation between in vitro and in vivo data on food digestion. What can we predict with static in vitro digestion models? / T. Bohn, F. Carriere, L. Day [et al.] / Critical Reviews in Food Science and Nutrition. — 2018. — Vol. 58, no. 13. — P. 2239–2261. — DOI: 10.1080/10408398.2017.1315362.
3. Molly, K., Vande Woestyne, M., Verstraete, W. Development of a 5-step multi-chamber reactor as a simulation of the human intestinal microbial ecosystem. Applied Microbiology and Biotechnology. 1993. Vol. 39. P. 254–258. DOI: 10.1007/BF00228615.
4. Minekus, M. A multicompartmental dynamic computer-controlled model simulating the stomach and small intestine / M. Minekus, P. Marteau, R. Havenaar, J. H. J. Huis in 't Veld / ATLA. — 1995. — Vol. 23, no. 2. — P. 197–209.
5. Czerkawski, J. W. Design and development of a long-term rumen simulation technique (RUSITEC) / J. W. Czerkawski, G. Breckenridge / British Journal of Nutrition. — 1977. — Vol. 38, no. 3. — P. 371–384. — DOI: 10.1079/BJN19770102.
6. Уилкинсон, У. Л. Неньютоновские жидкости / У. Л. Уилкинсон; пер. с англ. под ред. А. В. Лыкова. — М.: Мир, 1964. — 216 с.
7. Малкин, А. Я. Реология: концепции, методы, приложения / А. Я. Малкин, А. И. Исаев; пер. с англ. — СПб.: Профессия, 2007. — 560 с.
8. Мачихин, Ю. А. Инженерная реология пищевых материалов / Ю. А. Мачихин, С. А. Мачихин. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. — 216 с.

9. Harrison, S. M. Investigating mixing and emptying for aqueous liquid content from the stomach using a coupled biomechanical-SPH model / S. M. Harrison, P. W. Cleary, M. D. Sinnott / *Food & Function*. — 2018. — Vol. 9, no. 6. — P. 3202–3219. — DOI: 10.1039/C7FO01226H.
10. Pakzad, L. Characterisation of the mixing of non-Newtonian fluids with a Scaba 6SRGT impeller through ERT and CFD / L. Pakzad, F. Ein-Mozaffari, S. R. Upreti, A. Lohi / *The Canadian Journal of Chemical Engineering*. — 2013. — Vol. 91, no. 1. — P. 90–100. — DOI: 10.1002/cjce.21616.
11. Smith, J. Media preparation apparatus with magnetic drive ring: patent 10668439 B2 USA / J. Smith, R. Johnson. — 2020.
12. Ганзбург, Л. Б. Проектирование электромагнитных и магнитных механизмов: справочник / Л. Б. Ганзбург, А. И. Федотов. — Ленинград: Машиностроение, 1980. — 288 с.
13. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. — Москва: Колос, 1980. — 112 с.

УДК 004.4

АРХИТЕКТУРА ГИБРИДНОЙ LOW-CODE ПЛАТФОРМЫ С МУЛЬТИАГЕНТНОЙ СИСТЕМОЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Толстиков Дмитрий Олегович

магистрант

Научный руководитель: Офицеров Владимир Петрович,

к.т.н., доцент

ФГАОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный
исследовательский университет)», город Москва

***Аннотация.** Работа посвящена исследованию и разработке архитектуры гибридной low-code платформы с интеграцией мультиагентной системы искусственного интеллекта для сквозной автоматизации жизненного цикла информационных систем. Практическая значимость заключается в сокращении времени разработки и повышении качества программного обеспечения. Проанализированы существующие подходы к разработке ИС, выявлены три архитектурных разрыва: между ИИ и визуальной средой, между генерацией и редактированием, между фазами жизненного цикла. Предложена парадигма AI-augmented visual development, архитектура двойного представления артефактов и мультиагентная модель жизненного цикла с пятью специализированными агентами. Экспериментально подтверждено сокращение времени разработки на 66,9 % при точности генераций 89,1 % и показателе SUS 78,5. Проведено сопоставление с существующими платформами и мультиагентными системами разработки ПО, показавшее отсутствие решений, сочетающих визуальные конструкторы, мультиагентную генерацию и двойное представление артефактов.*

Abstract. The paper is devoted to the research and development of the

architecture of a hybrid low-code platform with an integrated multi-agent artificial intelligence system for end-to-end automation of the information system lifecycle. The practical significance lies in reducing development time and improving software quality. Existing approaches to IS development are analyzed and three architectural gaps are identified: between AI and the visual environment, between generation and editing, and between lifecycle phases. The paradigm of AI-augmented visual development, a dual artifact representation architecture, and a multi-agent lifecycle model with five specialized agents are proposed. Experiments confirm a 66.9 % reduction in development time with 89.1 % generation accuracy and a SUS score of 78.5. A comparison with existing platforms and multi-agent software development systems shows the absence of solutions combining visual designers, multi-agent generation, and dual artifact representation.

Ключевые слова: low-code платформа, искусственный интеллект, мультиагентная система, жизненный цикл ИС, визуальные конструкторы, метамодельное пространство, контроль галлюцинаций, human-in-the-loop

Keywords: low-code platform, artificial intelligence, multi-agent system, IS lifecycle, visual designers, metamodel space, hallucination control, human-in-the-loop

Введение

Рынок low-code платформ демонстрирует устойчивый рост: совокупный годовой темп роста (CAGR) превышает 25 %, а к 2028 году объём рынка оценивается в 45 млрд долларов США [1]. Параллельно происходит эволюция генеративного искусственного интеллекта: от автодополнения кода (GitHub Copilot, CodeWhisperer) к agentic engineering, где ИИ-агенты декомпозируют задачи, планируют шаги и используют внешние инструменты [2].

Анализ существующих платформ (Mendix, OutSystems, Power Platform, Re-tool, Appsmith, Bubble, FlutterFlow) выявляет три архитектурных разрыва [2]. Первый — между ИИ и визуальной средой: ИИ-функции точечны, не интегрированы в конвейер, изменения не синхронизируются с контекстом агента. Второй — между генерацией и редактированием: отсутствуют сравнение версий, разрешение конфликтов и частичное принятие изменений. Третий — между

фазами жизненного цикла: ИИ ограничен отдельными фазами, сквозная автоматизация и human-in-the-loop реализованы слабо [4].

Цель исследования — разработка архитектуры и программного прототипа гибридной low-code платформы с мультиагентным ИИ для сквозной автоматизации жизненного цикла ИС при сохранении человеческого контроля на критических этапах.

Обзор связанных работ

Low-code платформы являются объектом активных исследований: в [11] предложено концептуальное определение low-code платформы и выполнено сравнительное исследование десяти систем; в [12] представлена таксономия моделей low-code программирования (формоориентированные модели, workflow, электронные таблицы); удобству использования платформ посвящён систематический обзор [13]; сравнительный анализ восьми платформ по набору признаков выполнен в [2]. Указанные работы систематизируют ландшафт платформ, однако не рассматривают интеграцию генеративного ИИ как архитектурный принцип.

На стыке model-driven engineering и генеративного ИИ наиболее близкой к настоящей работе является [15], где LLM генерирует модели, соответствующие грамматике предметно-ориентированного языка (Xtext/EMF), а цикл обратной связи позволяет пользователю уточнять или вручную редактировать сгенерированные модели. В [14] ИИ-ассистент интегрирован в low-code платформу для построения конвейеров машинного обучения. Оценка качества генеративного ИИ в задачах моделирования (UML) с таксономией синтаксических, семантических и прагматических ошибок выполнена в [16]. Проблеме единого представления моделей посвящена работа [17], предлагающая pivot-представление для миграции моделей между платформами. В отличие от перечисленных работ, настоящее исследование охватывает сквозной жизненный цикл ИС и вводит двойное представление артефактов с трёхсторонним слиянием.

Мультиагентные системы разработки ПО представлены работами ChatDev [18] (ролевая организация агентов по водопадной модели), MetaGPT [19]

(кодирование стандартных операционных процедур в координацию агентов), AgentCoder [20] (итеративная генерация кода с тестовой обратной связью) и SWE-agent [21] (интерфейс агент–компьютер как самостоятельный объект проектирования); систематический обзор таких систем приведён в [22]. Указанные системы оперируют текстовым кодом в репозитории и не интегрированы с визуальными конструкторами, что воспроизводит первый и второй архитектурные разрывы, устраняемые в настоящей работе.

Вопросы надёжности координации агентов формализованы в SagaLLM [23], где паттерн Saga с компенсирующими транзакциями адаптирован для планирования мультиагентных LLM-систем. Таксономия галлюцинаций LLM при генерации кода и стратегий их смягчения представлена в [24]; общий обзор применения LLM в программной инженерии дан в [25]. Сопоставление возможностей существующих подходов и предлагаемой платформы приведено в табл. 1.

Таблица 1 — Сравнение подходов к автоматизации разработки

Подход / платформа	Генерация из ЕЯ	Визуальные конструкторы	Мультиагентность	Двойное представление артефактов	Human-in-the-loop	Сквозной жизненный цикл
Mendix, OutSystems [1]	±	+	—	—	±	—
Power Platform (Copilot) [3]	±	+	—	—	±	—
Hagel et al. [15]	+	±	—	±	+	—
ChatDev [18]	+	—	+	—	—	—
MetaGPT [19]	+	—	+	—	—	—
SWE-agent [21]	—	—	+	—	—	—
Предлагаемая платформа	+	+	+	+	+	+

Методы и принципы исследования

Исследование основано на комплексной методологии, включающей системный анализ, объектно-ориентированное проектирование и

экспериментальную верификацию. Архитектура платформы строится на принципах многоуровневой организации и глубокой интеграции ИИ-агентов.

Предложена новая парадигма AI-augmented visual development, при которой визуальные конструкторы выступают первичным интерфейсом разработки, а ИИ-агенты функционируют как интеллектуальный слой, оперирующий семантическими примитивами платформы. Двусторонняя интеграция обеспечивает отображение результатов ИИ-генерации в визуальных конструкторах и синхронизацию изменений с контекстом агента. Данный подход принципиально отличается от доминирующего подхода текстового ассистирования в классических IDE.

Ключевым элементом архитектуры является единое метамодельное пространство — формальное описание структуры, семантики и отношений всех артефактов жизненного цикла ИС. Оно выполняет функцию семантического моста между естественно-языковыми возможностями ИИ и формальными представлениями ИС. Метамодель обеспечивает каноническое представление, которое используется для интерпретации текстовых промптов и визуальных действий в конструкторах. Реализованы три аспекта: модель данных (сущности, поля, связи), модель интерфейса (страницы, компоненты, элементы) и модель бизнес-логики (процессы, правила, триггеры). Архитектура метамодельного пространства соответствует четырёхуровневой иерархии, принятой в model-driven engineering (M0 — экземпляры, M1 — модели прикладного уровня, M2 — метамодель платформы, M3 — мета-метамодель) [15, 17].

Предложен архитектурный принцип двойного представления артефактов, при котором каждый артефакт существует в двух состояниях: AI-сгенерированная версия (ai_version) и текущая версия после ручных правок (current_version). Оба состояния синхронизированы, версионированы и поддерживают сравнение, трёхстороннее слияние и откат. Конечный автомат состояний: ai_generated → editing → validated; при конфликте — состояние conflict. По умолчанию применяется стратегия приоритета ручных правок.

ИИ-подсистема реализована в виде мультиагентной архитектуры из пяти

специализированных агентов, адаптирующих архитектуру Agentic SDLC Microsoft для визуальной low-code среды [7]. Агент требований (Requirement Agent) отвечает за сбор и формализацию требований через диалоговое уточнение. Агент проектирования (Design Agent) транслирует утверждённые требования в архитектурные решения. Агент разработки (Development Agent) генерирует исполняемый код с использованием constrained decoding и техники multi-shot generation. Агент тестирования (Testing Agent) генерирует тестовые сценарии и выполняет тесты. Агент развёртывания (Deployment Agent) формирует конфигурацию инфраструктуры и выполняет развёртывание с автоматическим откатом при аномалиях. Координация агентов осуществляется Agent Orchestrator, реализующим паттерн Saga: если агент в цепочке не проходит ворота оценки, инициируются компенсирующие операции [23].

Для предотвращения галлюцинаций ИИ реализованы пять механизмов контроля: границы агентов (чёткое определение области разрешений на уровнях инструментов, данных и операционном), ворота оценки (четырёхуровневая проверка: валидация схемы, ссылочной целостности, семантическая и пользовательская), human-in-the-loop (обязательные точки контроля на границах фаз), версионирование (три уровня: model, generation, project), визуальное представление различий (цветовая кодировка и интерактивное слияние) [24].

Основные результаты

Прототип платформы реализован на технологическом стеке ASP.NET Core 8, React 18, PostgreSQL 16, интеграция с LLM через OpenAI/Anthropic API. Функциональное тестирование покрыло 34 тестовых сценария: 94,1 % пройдены без дефектов, 5,9 % — с замечаниями низкой степени серьёзности. Критических дефектов не выявлено.

Экспериментальная оценка проводилась на выборке из 50 типовых задач разработки. Среднее время генерации одного артефакта ИИ-агентом составило 10,8 с (медиана 9,4 с), ручной разработки — 309 с. Ускорение в среднем — 28,6 раз. Наибольшее ускорение зафиксировано при генерации workflow (42,5 раз), наименьшее — при генерации моделей данных (22,6 раз).

Средняя точность генераций (без корректировок) — 71,1 %, с минимальными корректировками (≤ 10 %) — 89,1 % (см. табл. 2). Среднее количество итераций корректировки — 1,6, медиана — 1. Эксперимент с участием 8 разработчиков (4 Middle, 4 Senior) показал сокращение общего времени разработки на 66,9 % (с 14 ч 35 мин до 4 ч 50 мин). Количество дефектов снизилось на 41,7 % (12 $\rightarrow$ 7), критические дефекты отсутствовали.

Покрывание кода тестами (Coverlet + xUnit): backend — 84,5 %, frontend — 71,3 %, общее — 78,2 %. Статический анализ SonarQube показал: цикломатическая сложность — 5,0 в среднем на метод (порог ≤ 10), когнитивная — 6,8 (порог ≤ 15), технический долг — 5,1 %. Сканирование зависимостей (Trivy) 183 компонента: 0 критических уязвимостей.

Нагрузочные испытания (k6) показали: при 50 VU среднее время отклика 380 мс (p95 = 520 мс), ошибки 0 %; при 100 VU — 680 мс (p95 = 1120 мс), ошибки 0,3 %; при 250 VU — 1450 мс (p95 = 2800 мс), ошибки 2,1 %. Платформа устойчиво выдерживает нагрузку до 100 одновременных пользователей.

Оценка по шкале SUS (N = 12): средний балл 78,5 (порог приемлемости 68). По категориям: разработчики — 74,5, бизнес-аналитики — 82,0, citizen developers — 79,0 [13].

Таблица 2 — Точность генерации артефактов ИИ-агентом

Тип артефакта	Без корр., %	Мин. корр., %	Сущ. корр., %	Точность, %
Модель данных (Entity)	78	16	6	94
Форма ввода данных	62	22	16	84
Форма списка / таблица	68	20	12	88
Workflow	52	26	22	78
Backend-контроллер (C#)	82	12	6	94
React-компонент	66	20	14	86
Среднее	71,1	18,0	10,9	89,1

Обсуждение

Полученные результаты подтверждают гипотезу о синергическом характере взаимодействия визуальных конструкторов и ИИ-агентов: ускорение в среднем в 28,6 раз (с 309 с до 10,8 с на одну задачу) достигается не простой заменой

инструментов, а плотной интеграцией. 80 % времени ручной разработки приходится на 20 % рутинных операций, что согласуется с принципом Парето.

Архитектура двойного представления артефактов решает фундаментальную проблему современных AI-инструментов: потерю контекста генерации при ручном редактировании. Экспериментально подтверждена высокая точность генерации отдельных артефактов — до 94 % (см. табл. 2). Приём для бизнес-аналитиков (82,0) выше, чем для разработчиков (74,5), что указывает на расширение целевой аудитории за счёт визуализации сложных операций.

Платформа позиционируется на уровне AI-powered благодаря сквозной интеграции LLM с контрольными точками, использованию визуальных конструкторов как первичного интерфейса и непрерывному ручному редактированию. Полученные метрики согласуются с исследованиями в области повышения производительности разработчиков [5]. Визуальные конструкторы выступают мостом между AI-генерацией и production-ready кодом: сгенерированные артефакты — промежуточные метаданные (JSON-конфигурации), редактируемые экспертом. Данный подход преодолевает дихотомию скорости и контроля.

Ограничения и угрозы валидности

Полученные результаты следует интерпретировать с учётом ряда ограничений. Внутренняя валидность: выборка из 50 задач и участие 8 разработчиков не позволяют выполнить статистическую проверку значимости различий, поэтому метрики ускорения (28,6 раза) и сокращения времени разработки (66,9 %) являются предварительными оценками. Валидность конструкции: показатель «точность генерации» определён через долю корректировок и в дальнейшей работе будет дополнен таксономией ошибок генеративных моделей [16, 24]. Внешняя валидность: задачи относятся к классу типовых корпоративных CRUD-приложений, переносимость результатов на системы со сложной предметной логикой требует отдельной проверки; эксперименты выполнены на моделях одного семейства LLM. Направлениями дальнейшей работы являются сравнение с базовыми решениями (одноагентная генерация, ChatDev, MetaGPT) на воспроизводимых бенчмарках, абляционное исследование вклада метамодельного сервиса

и ворот оценки, а также статистический анализ на расширенной выборке [18, 19, 21].

Заключение

Предложенная архитектура гибридной AI-augmented low-code платформы решает три архитектурных разрыва существующих решений и вносит научный вклад в следующих направлениях.

Во-первых, парадигма AI-augmented visual development изменяет модель взаимодействия разработчика с ИИ: вместо текстового ассистента используются визуальные конструкторы, сохраняющие семантический контекст. Двусторонняя синхронизация обеспечивает целостность артефактов.

Во-вторых, архитектура двойного представления с трёхуровневой валидацией позволяет сочетать скорость AI-генерации с контролем человека. Экспериментально подтверждена высокая точность генерации отдельных артефактов — до 94 % (см. табл. 2).

В-третьих, мультиагентная модель жизненного цикла с пятью специализированными агентами обеспечивает сквозную автоматизацию с сохранением полной прослеживаемости.

Результаты тестирования: сокращение времени разработки 66,9 %, точность генераций при минимальных корректировках — 89,1 %, SUS 78,5. Механизмы контроля галлюцинаций и двойного представления адаптируемы для систем автоматизированного проектирования (CAD), управления контентом (CMS) и бизнес-процессами (BPM).

Перспективы: мультимодальные интерфейсы (голосовое кодирование, скетчинг), расширение экосистемы до двенадцати агентов, управление соответствием нормативным требованиям (governance) для регулируемых отраслей (PCI DSS, HIPAA, GDPR).

Список литературы

1. Gartner Magic Quadrant for Enterprise Low-Code Application Platforms, 2024 / Gartner Research. — 2024. — URL: <https://www.gartner.com> (дата

обращения: 15.03.2026).

2. Sahay A., Indamutsa A., Di Ruscio D., Pierantonio A. Supporting the understanding and comparison of low-code development platforms / Proceedings of the 46th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA). — 2020. — P. 171–178. — DOI: 10.1109/SEAA51224.2020.00036.

3. The Forrester Wave: Low-Code Platforms For Professional Developers, Q2 2025 / Forrester Research. — 2025. — URL: <https://www.forrester.com> (дата обращения: 15.03.2026).

4. DORA Accelerate State of DevOps Report, 2024 / Google Cloud. — 2024. — URL: <https://dora.dev> (дата обращения: 15.03.2026).

5. Demirer M., Lau V. T. The Impact of AI on Developer Productivity: Evidence from GitHub Copilot / arXiv preprint. — 2023. — arXiv:2302.06590. — 14 p.

6. Davenport T. H., Barkin I., Tomak K. We're All Programmers Now // Harvard Business Review. — 2023. — September-October. — URL: <https://hbr.org> (дата обращения: 15.03.2026).

7. An AI-led SDLC: Building an End-to-End Agentic Software Development Lifecycle with Azure and GitHub [Электронный ресурс] / Microsoft Corporation. — 2026. — URL: <https://techcommunity.microsoft.com> (дата обращения: 15.03.2026).

8. Octoverse: The State of Open Source on GitHub, 2025 / GitHub, Inc. — 2025. — URL: <https://github.blog/news-insights/octoverse> (дата обращения: 15.03.2026).

9. Clean Architecture: A Craftsman's Guide to Software Structure and Design / R. C. Martin. — Upper Saddle River: Prentice Hall, 2017. — 432 p.

10. Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software / E. Gamma, R. Helm, R. Johnson, J. Vlissides. — Boston: Addison-Wesley, 1994. — 395 p.

11. Bock A. C., Frank U. Low-Code Platform / Business & Information Systems Engineering. — 2021. — Vol. 63. — P. 733–740. — DOI: 10.1007/s12599-021-00726-8.

12. Hirzel M. Low-Code Programming Models / Communications of the ACM. — 2023. — Vol. 66, № 10. — P. 76–85. — DOI: 10.1145/3587691.

13. Pinho D., Aguiar A., Amaral V. What about the usability in low-code platforms? A systematic literature review / *Journal of Computer Languages*. — 2023. — Vol. 74. — Art. № 101185. — DOI: 10.1016/j.cola.2022.101185.
14. Rao N., Tsay J., Kate K., Hellendoorn V. J., Hirzel M. AI for Low-Code for AI // *Proceedings of the 29th International Conference on Intelligent User Interfaces (IUI'24)*. — New York: ACM, 2024. — P. 837–852. — DOI: 10.1145/3640543.3645196.
15. Hagel N., Hili N., Schwab D. Turning Low-Code Development Platforms into True No-Code with LLMs / *Companion Proceedings of the ACM/IEEE 27th International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems (MODELS'24)*. — 2024. — DOI: 10.1145/3652620.3688334.
16. Cámara J., Troya J., Burgueño L., Vallecillo A. On the assessment of generative AI in modeling tasks: an experience report with ChatGPT and UML // *Software and Systems Modeling*. — 2023. — Vol. 22, № 3. — P. 781–793. — DOI: 10.1007/s10270-023-01105-5.
17. Alfonso I., Conrardy A., Cabot J. Towards the interoperability of low-code platforms / *Advanced Information Systems Engineering (CAiSE 2025), Lecture Notes in Business Information Processing*. — Springer, 2025. — DOI: 10.1007/978-3-031-94590-8_1.
18. Qian C., Liu W., Liu H. et al. ChatDev: Communicative Agents for Software Development / *Proceedings of the 62nd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (ACL 2024)*. — 2024. — arXiv:2307.07924.
19. Hong S., Zhuge M., Chen J. et al. MetaGPT: Meta Programming for a Multi-Agent Collaborative Framework / *International Conference on Learning Representations (ICLR 2024)*. — 2024. — arXiv:2308.00352.
20. Huang D., Bu Q., Zhang J. M., Luck M., Cui H. AgentCoder: Multi-Agent-based Code Generation with Iterative Testing and Optimisation / *arXiv preprint*. — 2023. — arXiv:2312.13010.
21. Yang J., Jimenez C. E., Wettig A. et al. SWE-agent: Agent-Computer Interfaces Enable Automated Software Engineering / *Advances in Neural Information*

Processing Systems 37 (NeurIPS 2024). — 2024. — arXiv:2405.15793.

22. He J., Treude C., Lo D. LLM-Based Multi-Agent Systems for Software Engineering: Literature Review, Vision, and the Road Ahead / ACM Transactions on Software Engineering and Methodology. — 2025. — Vol. 34, № 5. — DOI: 10.1145/3712003.

23. Chang E. Y., Geng L. SagaLLM: Context Management, Validation, and Transaction Guarantees for Multi-Agent LLM Planning / Proceedings of the VLDB Endowment. — 2025. — Vol. 18. — arXiv:2503.11951.

24. Lee Y., Song J. Y., Kim D., Kim J., Kim M., Nam J. Hallucination by Code Generation LLMs: Taxonomy, Benchmarks, Mitigation, and Challenges / arXiv preprint. — 2025. — arXiv:2504.20799.

25. Hou X., Zhao Y., Liu Y. et al. Large Language Models for Software Engineering: A Systematic Literature Review / ACM Transactions on Software Engineering and Methodology. — 2024. — Vol. 33, № 8. — DOI: 10.1145/3699988.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 330

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРЕОСНАЩЕНИЯ АГРАРНОЙ ОТРАСЛИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

Водяников Владимир Тимофеевич

доктор экономических наук, профессор

ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева»

***Аннотация.** В настоящей статье приводится специфика совершенствования технического ресурса и реализации цифровых технологий в аграрном секторе экономики страны, сегодня находящейся в стадии цифровой трансформации. Представлены периоды наращивания упомянутого ресурса сельского сегмента экономики, становления процесса цифровизации сельскохозяйственного производства, призванной повысить эффективность последнего, снизить единичные издержки, приумножить урожайность, придав процессам аграрного производства устойчивость и экологическую безопасность. Ключевыми приоритетами цифровизации сельского хозяйства следует назвать совершенствование методов управления и прослеживаемости, повышение качества и безопасности пищевых продуктов, увеличение производительности труда и экономической эффективности производства, исключение негативного влияния на окружающую среду. На предлагаемый алгоритм технического переоснащения аграрного сектора экономики посредством реализации цифровых технологий влияют различные факторы: нестандартность предлагаемых технологий, способность специалистов предприятия реализовывать инновации и др. В статье изложено авторское видение этапов совершенствования технического потенциала, а предлагаемый алгоритм технического переоснащения аграрной отрасли призван представить процесс цифровой трансформации технического ресурса*

отрасли поэтапно.

Ключевые слова: сельское хозяйство, техническое переоснащение, цифровизация производства, цифровые технологии, прибавочная стоимость, износ техники, техническое переоснащение

Annotation. This article provides a specification of the improvement of technical resources and the implementation of digital technologies in the agricultural sector of the country's economy, which is currently in the stage of digital transformation. The periods of increasing the aforementioned resource in the rural segment of the economy and the formation of the digitalization process in agricultural production are presented; this process is designed to increase the efficiency of agricultural production, reduce unit costs, increase yields, and ensure the sustainability and environmental safety of agricultural production processes. The key priorities for the digitalization of agriculture should include improving management and traceability methods, enhancing the quality and safety of food products, increasing labor productivity and the economic efficiency of production, and eliminating the negative impact on the environment. Various factors influence the proposed algorithm for the technical re-equipment of the agricultural sector of the economy through the implementation of digital technologies.

Keywords: agriculture, technical re-equipment, digitalization of production, digital technologies, surplus value, equipment wear and tear, technical re-equipment

Введение. Техническое переоснащение аграрного сектора предусматривает осуществление комплекса мероприятий с целью повышения технико-экономического уровня сельскохозяйственных предприятий на базе реализации инновационных технологий и технических средств. Цель настоящего исследования – выявление этапов и направлений технического перевооружения сельского хозяйства на основе цифровой трансформации. Следует иметь в виду, что труд, овеществленный в орудиях труда, представляет собой результат прошлого труда. В процессе труда человек изменяется и живой труд «обгоняет» овеществленный, что обуславливает необходимость «подтянуть» прошлый труд, развивая технологии и технические средства [1], что, в свою очередь, служит основой

экономического наполнения и необходимости технического переоснащения отрасли на иной основе. При этом деятельность человека воздействует соответствующим образом на технические средства с целью их совершенствования, обеспечивая технический прогресс и последующий этап приумножения технико-технологического потенциала. В современных условиях тенденции совершенствования технического потенциала - реализация цифровой трансформации производства, сопряженная с повышением качественных параметров производственного процесса и снижением единичных затрат, привлечением компьютерных технологий в управление, привлечение IT-технологий для улучшения показателей результативности производства.

Основа современного технического перевооружения аграрной отрасли – инновационные технологии и технические средства производства, обеспечивающие повышение результативности аграрных предприятий и отдельных производств продукции растениеводства и животноводства с целью снижения единичных материальных, трудовых и иных ресурсов. Современный технический ресурс отрасли признается частью материально-технической основы сельского хозяйства и представляет собой оригинальное индустриальное производство, аккумулирующее в себе совокупность живого и овеществленного труда. При этом технические средства производства – это продукт труда, количество и качество которого характеризует степень овладения человеком сил природы. Функционирование технических средств любого совершенства предусматривает участие человека – живой силы, результативность усиливается с применением совершенных средств труда. Находясь в постоянном совершенствовании и взаимодействуя друг с другом, каждая из сторон «пытается» вытеснить другую из производственного процесса. [2, 3]. Отметим, что К. Маркс установил диалектику развития упомянутых составных элементов производительной силы и указывал, что причину совершенствования технических средств следует искать во взаимодействии и противоречии между прошлым (овеществленным) и живым (непосредственным) трудом. Труд овеществлен в орудиях труда, а в процессе трудовой деятельности человек приобретает новые компетенции, поэтому живой труд

становится более продуктивным и опережает овеществленный, что, в свою очередь, предопределяет необходимость совершенствовать прошлый труд, т. е. изменяя технические средства [4].

Materials and methods

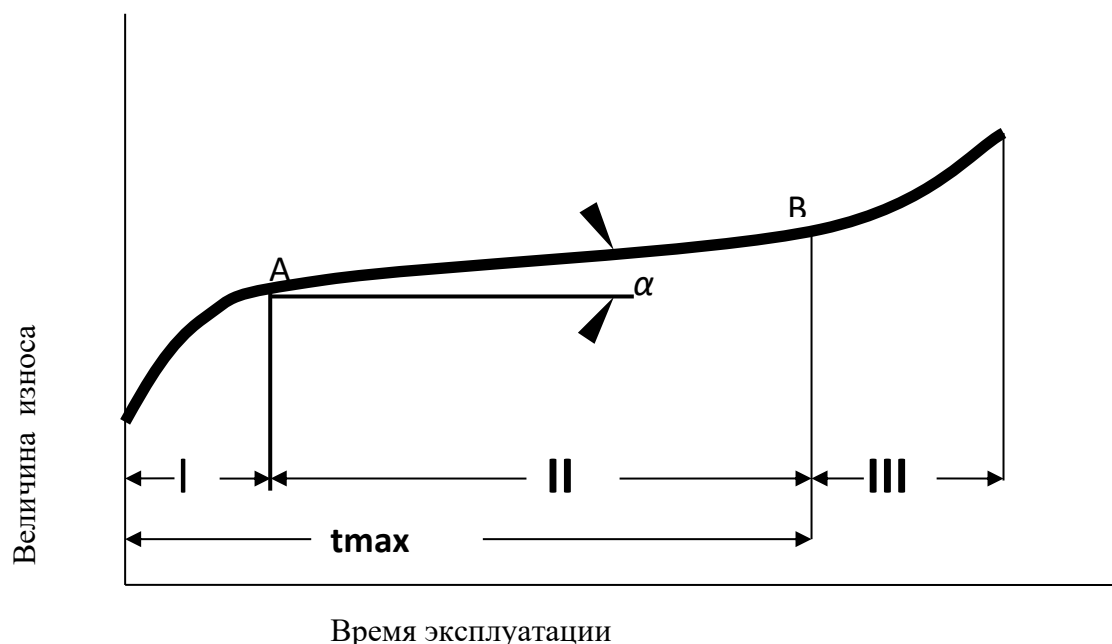
Технические средства развиваются непрерывно, что обусловлено производственными отношениями, которые, в зависимости от темпов совершенствования последних, способны замедлять или ускорять развитие техники и технологии производства. При этом настоящий процесс целесообразен и результативен, когда совокупный труд, затраченный на изготовление технических средств, меньше труда, замещающего его применение. К. Маркс указывал, что средства труда постоянно совершенствуются, и вложенный капитал должен функционировать определенное время прежде, чем появятся новые, наиболее совершенные технические средства реализуются постепенно по мере окупаемости ранее задействованной техники, но конкурентная борьба предопределяет «преждевременное обновление оборудования предприятий» [4]. Поэтому целесообразно проанализировать формирование прибавочной стоимости, которая формируется в процессе производства и не способна возникнуть без процесса обращения, который предполагает реализацию товара, а вырученная денежная масса образует начальный и конечный пункт движения капитала. По окончании кругооборота деньги возвращаются с прибавочной стоимостью. К. Маркс писал: «Капитал есть движение, процесс кругооборота». Участники кругооборота трех форм капитала: денежно-ссудного, производительного и товарного капиталов, получают каждый свою долю прибавочной стоимости пропорционально объему их капиталов. При этом владелец капитала стремится к приумножению прибавочной стоимости или нормы прибавочной стоимости, что обеспечивается либо за счет увеличения объема производимой продукции при неизменном необходимой численности работников и росте интенсивности их труда, либо посредством реализации достижений научно-технического прогресса и последующим ростом производительности труда и, в связи с этим, величиной нормы прибавочной стоимости за счет сокращения необходимого рабочего времени [4].

Обновление средств труда по мере их износа проявляется в виде физического и морального износа технических средств, наделенных некими первоначальными технико-экономическими показателями, определяющими стоимость последних. По мере износа технических средств их стоимость сокращается вследствие морального и физического износа. Степень морального износа зависит от темпов развития научно-технического прогресса, влияющих на стоимость технических средств и результативность применения последних, определяя технико-экономические показатели. В современных условиях на крупных аграрных предприятиях упомянутое проявляется в реализации высокотехнологичных тракторов и иной инновационной техники, наиболее производительной, обеспечивающей снижение себестоимости единицы механизированных работ по отношению к морально устаревшей используемой техники.

В современных условиях значительная часть технических средств сельхозпроизводителей эксплуатируется со значительным физическим износом как вследствие выполнения технологических процессов, так и под воздействием окружающей среды. При этом износ отдельных узлов и деталей способствует общему износу техники, что представлено графически (рис. 1), где кривая износа, в зависимости от длительности использования детали (узла, машины), имеет ярко выраженные характерные участки: 1-й - до точки А – период приработки сочлененных деталей, узлов, обусловленных нарастанием по мере приработки износа; 2-й - между точками А и В – период штатной эксплуатации детали, где износ усиливается менее интенсивно, угол α стремится к 0, что обуславливается высокой износостойкостью детали и зависит от качества материалов и технологии ее изготовления; 3-й - за точкой В - интенсивный износ детали – аварийный, дальнейшая эксплуатация детали экономически нецелесообразна. Итак, износ обуславливает обесценивание деталей, узлов и технических средств в целом.

Известно, что «...всякое машинное устройство состоит из трех существенно разных частей: машины-двигателя, передаточного механизма, наконец, машины-орудия или рабочей машины», подчеркивал К. Маркс [1,4]. Так, машинное производство всегда предусматривает наличие совокупности упомянутых

трех частей, где главная часть - рабочая машина. Каждая часть имеет возможность совершенствоваться автономно, качественно изменяя машину.



I – период приработки сопряженных поверхностей детали; II- период штатной работы детали; III- период интенсивного износа детали;
 t_{max} – максимальное время использования детали без ремонта.

Рисунок 1 – Износ детали в зависимости от времени ее применения [1]

Применение множества машин увеличивает количество орудий труда, одновременно воздействующих на предмет труда, что высвобождает множество рабочих рук, повышая производительность труда.

Процесс привлечения совокупности машин, где машина-двигатель преобразует силу природы в форму, способную использовать ее в производстве, а трансмиссия передает эту силу рабочей машине, которая воздействует своими орудиями на предмет труда, именуется кооперацией. Высшей формой кооперации машин служит их автоматизация, когда рабочая машина выполняет весь комплекс операций без участия человека, но под его контролем. При этом настоящая система автоматизации непрерывно совершенствуется в процессе научно-технического прогресса.

Итак, технический потенциал в условиях цифровой экономики вправе

трактовать как материализацию знаний человека с целью улучшения своего социально-экономического положения. Человек воздействует на технику, ускоряя ее развитие, что в совокупности стимулирует дальнейший виток совершенствования технического потенциала. Многообразие науки и техники сопряжены друг с другом, предопределяет технический прогресс в различных отраслях АПК.

Results and its discussion

Динамика технического переоснащения способствовала переходу к цифровой экономике и «умному сельскому хозяйству», цель которого - повышение производительности труда и надежности технических средств производства, совершенствование условий труда, обеспечение экологической безопасности процессов производства, использование компьютерных технологий в управлении, реализация IT-технологий для повышения показателей качества и результативности технологий.

В научных публикациях уделяется внимание вопросам становления и развития цифровой экономики, ее влияния на экономику страны в целом и конкретных отраслей. Среди отечественных ученых, активно занимающихся проблематикой цифровизации и цифровой трансформацией, следует выделить труды С. А. Абрамешина, Т. И. Бухтиярова, С. В. Валдайцева, Н. Н. Молчанова, А. Д. Федоров и др. [5, 6, 7, 8, 9].

В 1995 г. термин «цифровая экономика» ввел Николас Негропonte, увязав его с интенсивным совершенствованием информационно-коммуникативных технологий. Зарубежные ученые, рассматривая цифровую экономику с позиции системного подхода, признают настоящую экономику как совокупность различных видов деятельности с использованием цифровых технологий при активном внедрении в процессы хранения, обработки и передачи данных во всех сферах человеческой деятельности [6].

Обзор публикаций по теме цифровой экономики выявляет множество трактовок настоящего термина. Одни характеризует цифровую экономику как «виртуальную среду, дополняющую нашу реальность» [6, 7]. Иные рассматривают цифровую экономику как экономику, основанную на применении цифровых

технологиях, характеризующих область электронных товаров и услуг, и производственную деятельность с использованием цифровых технологий [8, 9].

Вправе согласиться с мнением, которое сформулировано в «Стратегии развития информационного общества РФ на 2017-2030 годы», утверждённой в России в 2017 г.: «Цифровая экономика - хозяйственная деятельность, в которой ключевым фактором производства являются данные в цифровом виде, обработка больших объемов и использование результатов анализа, которые по сравнению с традиционными формами хозяйствования, позволяют существенно повысить эффективность различных видов производства, технологий, оборудования, хранения, продажи, доставки товаров и услуг» [10].

В отношении аграрной отрасли в ведомственном проекте «Цифровое сельское хозяйство» упоминаемый термин рассматривается как сельское хозяйство, базирующееся на современных способах производства сельскохозяйственной продукции и продовольствия с использованием цифровых технологий (интернет вещей, робототехника, искусственный интеллект, анализ больших данных, электронная коммерция и др.), обеспечивающих рост производительности труда и снижение единичных затрат ресурсов на производство аграрной продукции [11].

На современном этапе техническое переоснащение аграрного сектора имеет вид новой социально-экономической ситуации, основанной на применении ИТ-технологий в сельском хозяйстве, предусматривающей объединение объектов в единую сеть (оборудования, датчиков, измеряющих параметры почвы, растений, микроклимат и т.д.), обмен и управление данными на основе интернета вещей, увеличение мощности компьютеров, совершенствование программного обеспечения и облачных платформ. Сегодня возможно автоматизировать разнообразное по сложности количество агропромышленных процессов за счет реализации цифровых моделей всего множества циклов производства, спрогнозировать урожайность, риски, себестоимость, прибыль и уровень рентабельности производства [12,13].

Реализацию цифровых технологий в АПК сдерживает множество сложностей, обусловленных недостаточным уровнем компетенций специалистов на

селе, множеством негативных социально-экономических факторов, специфичностью нововведений. Для результативного применения цифровых технологий необходимо выстроить некий алгоритм рентабельного осуществления цифровизации агропромышленного производства, сформулировав в виде этапов технического переоснащения аграрного сектора экономики цифровыми технологиями.

Алгоритм технического переоснащения сельского хозяйства цифровыми технологиями предполагает следующие этапы [12,13,14]:

I этап. Открытие Центра компетенций в области цифрового сельского хозяйства региона.

II этап. Формирование дорожной карты цифровизации АПК региона.

III этап. Формирование цифровой базы данных на основе картирования, оцифровки, спутниковых данных и др.

IV этап. Подбор перспективных цифровых технологий.

V этап. Оценка экономической эффективности внедрения разработанных цифровых подходов с последующим формированием предложений по управлению решениями.

VI этап. Формирование плана внедрения цифровых решений с привязкой к численно измеримым эффектам от внедрения технологий.

На первом этапе технического переоснащения аграрной отрасли посредством привлечения цифровых технологий следует сформировать центр компетенций в сфере цифровой трансформации сельского хозяйства, сопряженного с изменениями процессов производства и технико-технологическими особенностями.

Далее следует этап формирования дорожной карты цифровизации отрасли с выделением стратегической цели - выполнение указа Президента РФ от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» (с изменениями и дополнениями) [14] прорывного научно-технологического и социально-экономического развития сельского хозяйства, перечня задач по разработке конкретных подходов и

программ.

Дорожной картой разрабатывается перечень мероприятий при возникновении рисков и подтверждается информация об имеющихся ресурсах, избираются методы реализации цифровых технологий в аграрное производство и определяются результаты процесса. По мере подтверждения целей и задач наступает ответственный этап - формирование цифровой базы, включающей сбор необходимой информации и комплектование базы данных. Настоящий этап зависит от сельхозтоваропроизводителей, ему следует уделить пристальное внимание, так как производится сбор эпидемиологических, геоботанических, метеорологических и иных данных с целью дистанционного зондирования земельных участков через спутники и дроны.

На этапе оценки и выбора цифровых технологий для сельскохозяйственных предприятий (IV этап) следует учесть, что цель реализации цифровых технологий – увеличение рентабельности производственной деятельности предприятия.

Очередным этапом, предусмотренным моделью технического переоснащения аграрной отрасли на основе цифровизации - оценка экономической эффективности реализации цифровых решений на основе поиска управленческих практик и методических рекомендаций по оценке результативности внедряемых цифровых технологий и разработок.

Завершающий этап настоящего процесса в аграрном секторе - формирование плана внедрения цифровых решений с привязкой к численно измерительному эффекту от внедрения цифровых технологий.

Заключение. Для привлечения сельскохозяйственных товаропроизводителей к использованию цифровой техники и технологий следует реализовывать нестандартные маркетинговые приемы, признав их адаптационными для потребителей. Компаниям производителям цифровых технологий следует усилить информированность сельскохозяйственных товаропроизводителей о предлагаемых услугах.

Важный фактором в привлечении производителей аграрной отрасли к

внедрению цифровых технологий способна стать финансовая поддержка государства в виде субсидирования сельскохозяйственных организаций при приобретении техники 40/60 по примеру Республики Татарстан или практики реализации сервисов и цифровых решений в операционную деятельность аграриев Республики Башкортостан 50/50.

Для внедрения инноваций на начальной стадии необходимо присутствие компетентных представителей фирм-разработчиков с целью ознакомления с предлагаемой технологией, инструкциями и правилами и т. д.

На этапе адаптации велика роль и сельхозтоваропроизводителя, который либо примет технологическое новшество, либо откажется от его использования. На процесс адаптации влияют социально-экономические факторы и специализация сельскохозяйственных организаций, коммуникационные каналы, по которым распространяется информация о цифровых сервисах и решениях.

Таким образом, предлагаемый алгоритм технического переоснащения сельского хозяйства цифровыми технологиями осуществляется в несколько этапов с учетом различных факторов: от параметров самих технологий до готовности специалистов предприятий реализовывать инновации.

Список литературы

1. Кузин А. А. К. Маркс и проблемы техники. - Москва: Издательство «Наука», 1968 г.-112 с.
2. Кузьмин В. Н. Производство сельскохозяйственной техники и мировой финансово-экономический кризис / Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2010. - №5. – С. 26-27.
3. Водяников В. Т. Эволюция: от рабочей машины – к машинному комплексу/ Сельский механизатор №10, 2022. С. 3-8.
4. Маркс К., Энгельс Ф. Процесс труда и процесс увеличения стоимости. - Соч. 2-е изд., т. 23, С. 188-209.
5. Абрамешина С. А. Развитие предпринимательства в условиях цифровой трансформации экономики [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://>

[sibac.info/archive/economy/2\(74\).pdf](http://sibac.info/archive/economy/2(74).pdf)

6. Бухтиярова Т. И. Цифровая экономика: особенности и тенденции развития [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://business-society.ru/2019/num-1-21/22_bukhtijarova.pdf

7. Валдайцев С. В., Молчанов Н. Н. Менеджмент технологических инноваций - СПб: СПбГУ, 2003. -330 с.

8. Панышин Б. Цифровая экономика: особенности и тенденции развития / Б. Панышин / Наука и инновации. – 2016. – Т. 3, № 157. – С. 17–20.

9. Федоров А. Д. Цифровизация сельского хозяйства- необходимое условие повышения его конкурентоспособности / Журнал «Нивы России». - 2018. - №5 (160). - С. 36-39.

10. Российская Федерация. Президент. О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы [Электронный ресурс]: указ Президента Рос. Федерации от 9 мая 2017 г. № 203 / Президент Российской Федерации [Офиц. сайт]. - Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71570570/>

11. Цифровая трансформация сельского хозяйства России: офиц. изд. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 80 с.

12. Субаева А. К., Водяников В. Т. Техническое перевооружение сельского хозяйства в условиях цифровизации / А. К. Субаева, В. Т. Водяников / Агроинженерия. – 2021. – № 1(101). – С. 58-62.

13. Водяников В. Т., Субаева А.В., Александрова Н. Р., Эдер А.В. Цифровая трансформация агробизнеса: состояние, факторы, и направления развития: монография / В. Т. Водяников, А. В. Субаева, Н. Р. Александрова, А. В. Эдер; по ред. В. Т. Водяников. –Казань: ООО «45», 2023. -263 с.

14. «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]: указ Президента Рос. Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 / Президент Российской Федерации [Офиц. сайт]. - Режим доступа: <https://base.garant.ru/71937200/>

АРХИТЕКТУРА

УДК 721

АДАПТИВНАЯ АРХИТЕКТУРНАЯ СРЕДА ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ: ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ И МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ГИБКОСТИ

Маслова Алёна Олеговна

окончила бакалавриат

Российский государственный художественно-промышленный университет
имени С. Г. Строганова

***Аннотация.** В статье рассматривается проблема адаптации общественных зданий к изменяющимся функциональным, социальным и технологическим требованиям. Актуальность исследования обусловлена противоречием между продолжительным жизненным циклом архитектурных объектов и высокой динамикой изменения сценариев их использования. Целью работы являются определение архитектурно-планировочных принципов формирования адаптивной среды общественных зданий и разработка методики предварительной оценки их функционально-пространственной гибкости. В исследовании применены методы системного анализа, сравнительного сопоставления архитектурно-планировочных решений, функционального моделирования и экспертной оценки. Выделены пять взаимосвязанных групп параметров адаптивности: функционально-планировочная, конструктивная, инженерно-технологическая, социальная и эксплуатационная. Предложена балльная модель оценки, позволяющая определить потенциальную способность здания к изменению функционального сценария без существенного вмешательства в несущую систему. На основе условной модели многофункционального общественного здания рассмотрено применение предложенного подхода. Показано, что наиболее эффективной является архитектурная система, в которой несущая конструкция,*

инженерная инфраструктура и внутренняя планировка обладают относительной независимостью. Сделан вывод о необходимости перехода от проектирования здания под фиксированную функцию к проектированию архитектурной системы, рассчитанной на последовательную трансформацию в течение жизненного цикла.

This article examines the challenge of adapting public buildings to changing functional, social, and technological requirements. The relevance of this study stems from the contradiction between the long-life cycle of architectural structures and the rapid changes in their usage scenarios. The aim of this work is to define architectural and planning principles for creating an adaptive environment in public buildings and to develop a methodology for the preliminary assessment of their functional and spatial flexibility. The study employs methods of systems analysis, comparative analysis of architectural and planning solutions, functional modeling, and expert assessment. Five interrelated groups of adaptability parameters have been identified: functional and layout-related, structural, engineering and technological, social, and operational. A scoring model is proposed to assess a building's potential ability to change its functional scenario without significant intervention in the structural system. The application of the proposed approach is examined based on a conceptual model of a multifunctional public building. It is shown that the most effective architectural system is one in which the structural framework, engineering infrastructure, and interior layout possess relative independence. The conclusion is drawn that there is a need to transition from designing a building for a fixed function to designing an architectural system intended for sequential transformation throughout its life cycle.

Ключевые слова: *архитектура, общественные здания, адаптивная архитектура, функциональная гибкость, трансформация пространства, архитектурно-планировочная структура, реконструкция, жизненный цикл здания, многофункциональность*

Keywords: *architecture, public buildings, adaptive architecture, functional flexibility, spatial transformation, architectural and planning structure, renovation, building life cycle, multifunctionality*

Введение

Современная архитектура развивается в условиях ускорения темпа социальных и технологических изменений. Общественные процессы, формы трудовой деятельности, образовательные модели, культурные практики и способы взаимодействия человека с городской средой постоянно трансформируются. В результате функциональная программа здания, являющаяся актуальной на момент проектирования, может частично утрачивать соответствие реальным потребностям уже в течение первых лет эксплуатации.

Данная проблема особенно характерна для общественных зданий, поскольку их архитектурно-планировочная структура непосредственно связана с характером общественных процессов. Здания образовательного, культурного, административного и многофункционального назначения требуют возможности изменения состава помещений, интенсивности их использования и взаимосвязей между функциональными зонами.

В российской нормативной системе общественные здания рассматриваются, в том числе, с учетом возможности изменения их функционального назначения. СП 118.13330.2022 распространяется на проектирование общественных зданий и сооружений, включая объекты при изменении их функционального назначения [1]. Это делает проблему адаптивности значимой не только с точки зрения современной архитектурной теории, но и применительно к практике реконструкции.

Архитектурная адаптивность позволяет рассматривать здание как систему, способную к изменениям. В отличие от традиционного подхода, при котором архитектурно-планировочная структура преимущественно фиксируется на момент завершения строительства, адаптивное проектирование предполагает наличие заранее предусмотренного потенциала трансформации.

Таким образом, возникает необходимость определения архитектурных принципов, позволяющих обеспечить возможность изменения функционального сценария при сохранении основных конструктивных, эксплуатационных и пространственных характеристик здания.

Цель исследования

Целью исследования является разработка принципов формирования адаптивной архитектурной среды общественных зданий и методики оценки их функционально-пространственной гибкости.

Задачи исследования

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- а) определить основные предпосылки формирования адаптивной архитектурной среды;
- б) систематизировать архитектурно-планировочные принципы адаптивного проектирования;
- в) определить параметры, влияющие на возможность функциональной трансформации здания;
- г) разработать систему количественной оценки потенциальной адаптивности;
- д) апробировать предложенную систему на модели многофункционального общественного здания.

Объект исследования

Общественные здания с потенциально изменяемой функциональной структурой.

Предмет исследования

Архитектурно-планировочные, конструктивные и инженерные решения, обеспечивающие функциональную трансформируемость общественного здания.

Методы исследования

В работе использованы системный и сравнительный анализы, функционально-планировочное моделирование, структурный анализ архитектурной среды и экспертная балльная оценка.

1. Теоретические предпосылки формирования адаптивной архитектуры

Понятие адаптивности в архитектуре связано со способностью

пространственной системы реагировать на изменение внешних и внутренних условий.

В данном исследовании адаптивность определяется как способность архитектурного объекта перестраивать функционально-пространственную организацию в соответствии с изменением потребностей пользователей при сохранении его основных конструктивных и эксплуатационных характеристик.

Такое определение позволяет отделить адаптивность от обычной многофункциональности.

Многофункциональное здание может одновременно выполнять несколько предназначений, однако оставаться пространственно статичным. Адаптивное здание, напротив, предусматривает возможность изменения характера и соотношения этих функций во времени.

Таким образом, можно выделить два принципиально различных состояния:

1. многофункциональность:

несколько функций → одновременно существующая структура;

2. адаптивность:

изменение потребностей → изменение функционально-пространственной структуры.

Адаптивность, следовательно, представляет собой не столько характеристику текущего состояния здания, сколько его потенциал будущего изменения.

Значительный вклад в развитие представлений о гибкости архитектурной среды внесли исследования, рассматривающие здание как изменяемую систему. В частности, концепция «Supports» Н. Хабракена основывается на разделении долговечных конструктивных элементов и изменяемого внутреннего наполнения [6, с 65]. Р. Кроненбург рассматривает гибкую архитектуру как способ проектирования объектов, способных отвечать на изменения требований и сценариев использования [5, с 11]. Исследования гибкого жилья также показывают значение разделения конструктивной структуры и изменяемых элементов внутренней организации [7, с. 157-166].

2. Факторы, определяющие необходимость трансформации общественных зданий

Анализ архитектурной практики позволяет выделить пять основных групп факторов, способствующих трансформации общественных зданий.

1. Социальные факторы

Изменение демографической структуры, образа жизни и моделей взаимодействия пользователей непосредственно влияет на пространственные требования.

Например, традиционное административное здание с преобладанием индивидуальных кабинетов может потребовать преобразования в среду с коллективными рабочими пространствами, переговорными и общественными зонами.

2. Технологические факторы

Развитие цифровых технологий изменяет требования к помещениям, инженерным системам и организации рабочих процессов.

Появление новых форм дистанционного и гибридного взаимодействия снижает необходимость постоянного закрепления отдельных помещений за одной функцией и повышает значение универсальных пространств.

3. Экономические факторы

Изменение экономической ситуации может привести к необходимости изменения назначения части здания.

Например, невостребованные административные площади могут быть преобразованы в образовательные, коммерческие, культурные или общественные пространства.

4. Градостроительные факторы

Преобразование окружающей застройки и транспортной инфраструктуры способно изменить положение объекта в городской системе.

Здание, первоначально рассчитанное преимущественно на локальную функцию, может приобрести значение районного или городского общественного центра.

5. Нормативные факторы

Изменение нормативных требований к безопасности, доступности, энергоэффективности и эксплуатации также может потребовать трансформации объекта.

Таким образом, необходимость адаптации возникает не только вследствие физического износа здания, но и в результате изменения условий его функционирования.

3. Архитектурно-планировочные принципы адаптивной среды

3.1. Принцип функциональной гибкости

Функциональная гибкость предполагает возможность использования пространства для различных сценариев без существенного изменения его основных характеристик.

Для реализации принципа целесообразно использовать следующее: помещения универсального назначения; трансформируемые перегородки; минимальное количество узкоспециализированных помещений; взаимозаменяемые функциональные зоны; резервные площади.

Важным параметром становится отношение площади универсальных помещений к общей площади функциональной части здания. Чем выше доля универсального пространства, тем больше потенциальное количество будущих сценариев использования.

3.2. Принцип пространственной трансформируемости

Пространственная трансформируемость заключается в возможности изменения размеров, конфигурации и взаимосвязи помещений.

В архитектурном проектировании данный принцип может обеспечиваться раздвижными перегородками; мобильными стеновыми системами; трансформируемой мебелью; объединением помещений; возможностью изменения внутренних маршрутов.

Особенно эффективна трансформация помещений, имеющих близкие требования к естественному освещению, инженерному обеспечению и акустике.

3.3. Принцип конструктивной независимости

Одним из ключевых условий адаптивности является минимальная зависимость внутренней планировки от несущей системы. Рациональная конструктивная сетка позволяет изменять перегородки и функциональные зоны без вмешательства в несущие элементы.

Принцип можно представить следующим образом:

- несущая система → длительный временной цикл;
- внутренняя планировка → средний временной цикл;
- мебель и оборудование → короткий временной цикл.

Такое разделение обеспечивает возможность независимой модернизации различных компонентов здания.

3.4. Принцип инженерной адаптивности

Инженерные системы могут стать главным ограничителем функциональной трансформации, поэтому необходимо предусматривать вертикальные инженерные ядра; доступные технические зоны; резерв мощности инженерных систем; возможность локального отключения; независимое обслуживание отдельных функциональных блоков.

Особое значение имеет возможность модернизации инженерных систем без полного демонтажа внутренних помещений.

3.5. Принцип социальной универсальности

Архитектурная среда должна быть рассчитана на различные категории пользователей. СП 59.13330.2020 устанавливает требования к доступности зданий и сооружений для маломобильных групп населения [2]. В адаптивной архитектуре доступность должна сохраняться при различных сценариях трансформации.

Следовательно, универсальный вход, система вертикальных коммуникаций, санитарные помещения и доступные маршруты должны рассматриваться как постоянная инфраструктурная основа здания.

3.6. Принцип поэтапного развития

Возможность постепенной трансформации позволяет снизить

экономические и эксплуатационные затраты. Здание целесообразно разделять на функциональные блоки, способные реконструироваться относительно независимо.

Такой подход позволяет осуществлять модернизацию:

– блок 1 → блок 2 → блок 3 → блок 4

4. Методика количественной оценки адаптивности

Для практического использования предложенных принципов разработана пятикомпонентная модель. Предлагается оценивать следующие группы:

Таблица 1 – Пятикомпонентная модель для практического использования предложенных принципов

Параметр	Обозначение	Вес
Функционально-планировочная гибкость	F	0,25
Конструктивная независимость	K	0,20
Инженерная адаптивность	I	0,20
Социальная универсальность	S	0,15
Эксплуатационная трансформируемость	E	0,20
Сумма весовых коэффициентов составляет 1,00.		

Каждый показатель оценивается по шкале от 0 до 5:

0 — отсутствие адаптационного потенциала;

1 — очень низкий уровень;

2 — низкий уровень;

3 — средний уровень;

4 — высокий уровень;

5 — очень высокий уровень.

Интегральный показатель определяется по формуле:

$$A = 0,25F + 0,20K + 0,20I + 0,15S + 0,20E$$

Максимальное значение A составляет 5 баллов.

Таблица 2 – Шкала интерпретации

Значение A	Уровень адаптивности
0-1	Критически низкий
1-2	Низкий
2-3	Средний
3-4	Высокий
4-5	Очень высокий

Предложенная шкала предназначена для сравнительной оценки архитектурных решений и не заменяет обязательных нормативных расчетов.

5. Апробация методики на модели многофункционального общественного здания

Для проверки методики рассмотрим условную модель многофункционального общественного здания площадью 5000 м².

Функциональная программа включает:

- общественную входную группу;
- многофункциональный зал;
- учебные помещения;
- коворкинг;
- административные помещения;
- помещения общественного питания;
- технические и вспомогательные зоны.

Таблица 3 – Оценка модели

Параметр	Оценка	Вес	Результат
F	4,5	0,25	1,125
K	4,5	0,20	0,900
I	4	0,20	0,800
S	4,5	0,15	0,675
E	4	0,20	0,800
Итого		1,00	4,30

Полученное значение: $A = 4,30$ соответствует очень высокому уровню адаптивности.

Наибольший вклад в итоговый показатель обеспечивают функциональная гибкость и конструктивная независимость. Это позволяет сделать важный вывод: для повышения адаптивности недостаточно предусмотреть только трансформируемые перегородки. Необходимо одновременно обеспечить соответствующую конструктивную сетку и инженерную инфраструктуру.

6. Сценарии трансформации архитектурной среды

Практическая ценность адаптивной архитектуры проявляется при рассмотрении здания в динамике. Для условного общественного здания можно выделить четыре сценария.

Сценарий 1. Образовательный: большая часть универсальных помещений используется как учебные аудитории, лаборатории и помещения для групповой работы.

Сценарий 2. Культурно-общественный: часть учебных помещений объединяется, а универсальные пространства используются для выставок, лекций и общественных мероприятий.

Сценарий 3. Деловой: помещения преобразуются в коворкинги, переговорные и рабочие пространства.

Сценарий 4. Смешанный: различные функции существуют одновременно, при этом их пространственные границы могут изменяться в зависимости от времени суток и характера мероприятий.

Таким образом, один и тот же архитектурный объект способен поддерживать несколько последовательных или параллельных функциональных моделей. Это принципиально отличает адаптивное здание от традиционного здания с жестко заданной программой.

7. Архитектурная модель «жесткое ядро — гибкая периферия»

На основе проведенного анализа предлагается рассматривать адаптивную структуру общественного здания как сочетание двух типов пространств.

Жесткое ядро включает основные вертикальные коммуникации; несущие конструкции; инженерные стояки; санитарные узлы; технические помещения; противопожарные элементы.

Гибкая периферия включает универсальные помещения; трансформируемые зоны; общественные пространства; рабочие места; выставочные и образовательные пространства.

Схематически модель может быть представлена следующим образом:

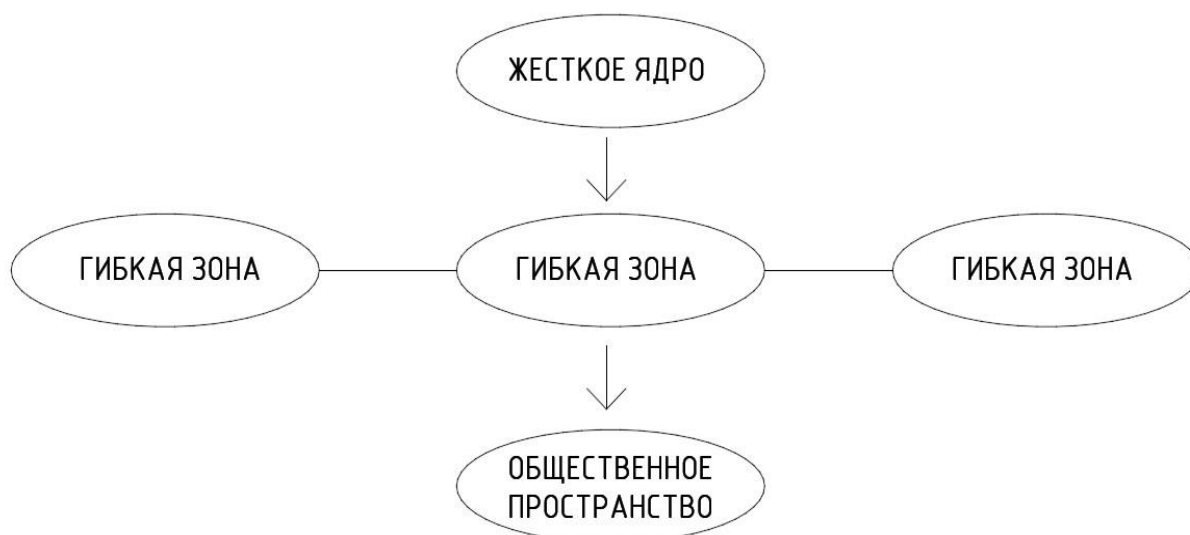


Рисунок 1 – Схематическая архитектурная модель

При таком решении элементы, требующие длительного жизненного цикла, концентрируются в относительно стабильной части здания, тогда как пространства, наиболее подверженные функциональным изменениям, получают возможность свободной трансформации.

Предлагаемая модель может использоваться как на стадии нового проектирования, так и при разработке концепции реконструкции.

8. Обсуждение результатов

Проведенное исследование показывает, что адаптивность является комплексной характеристикой архитектурного объекта.

Наиболее существенным результатом является выявление взаимозависимости пяти параметров: функциональная гибкость + конструктивная независимость + инженерная адаптивность + социальная универсальность + эксплуатационная трансформируемость.

Исключение хотя бы одного компонента способно существенно снизить общий потенциал адаптации.

Например, здание может иметь трансформируемые перегородки, однако недостаточная мощность инженерных систем не позволит изменить функциональное назначение помещений.

Аналогично рациональная конструктивная сетка не обеспечивает высокой адаптивности, если функциональные зоны жестко связаны с конкретным набором инженерных коммуникаций.

Следовательно, адаптивность должна рассматриваться как системное архитектурное свойство, формируемое на нескольких уровнях.

Предложенная методика также позволяет изменить критерии оценки архитектурного проекта. Если традиционный подход ориентирован преимущественно на первоначальную функциональность и экономическую эффективность, то адаптивный подход добавляет третий параметр это потенциал дальнейшего развития объекта. Это особенно важно для зданий с длительным жизненным циклом.

9. Практические рекомендации

На основании проведенного исследования сформулированы следующие рекомендации по проектированию адаптивных общественных зданий:

1. Предусматривать универсальные помещения с минимальной зависимостью от конкретной функции.
2. Применять конструктивные сетки, позволяющие изменять внутреннюю планировку.
3. Разделять несущие и ненесущие элементы здания.
4. Формировать инженерные системы с возможностью локальной модернизации.
5. Предусматривать технические зоны для доступа к коммуникациям.
6. Сохранять доступность здания независимо от сценария функциональной трансформации.
7. Формировать функциональные блоки, допускающие поэтапную реконструкцию.
8. Использовать трансформируемые перегородки в помещениях, предназначенных для нескольких сценариев.
9. Создавать резерв площадей и инженерных мощностей там, где это экономически и технически оправдано.

10. Оценивать адаптивность уже на стадии концептуального проектирования.

Заключение

В условиях ускоренного изменения социальных и технологических требований традиционный подход к проектированию общественных зданий, основанный на фиксированной функциональной программе, не всегда обеспечивает эффективное использование объекта на протяжении всего жизненного цикла.

В результате исследования определено понятие адаптивной архитектурной среды как системы, способной изменять функционально-пространственную организацию при сохранении основных конструктивных и эксплуатационных характеристик.

Выделены пять основных групп параметров адаптивности: функционально-планировочная гибкость, конструктивная независимость, инженерная адаптивность, социальная универсальность и эксплуатационная трансформируемость.

Разработана балльная методика интегральной оценки адаптивности общественного здания. Ее апробация на условной модели многофункционального общественного здания показала возможность количественного сравнения архитектурных решений по потенциалу последующей трансформации.

Наиболее перспективной представляется архитектурная модель, основанная на разделении здания на стабильное функционально-конструктивное ядро и гибкие пространства, способные изменяться в соответствии с потребностями пользователей.

Научная новизна исследования заключается в систематизации факторов адаптивности и объединении функционально-планировочных, конструктивных, инженерных и социальных характеристик в единую модель предварительной оценки.

Практическая значимость заключается в возможности применения предложенной методики при разработке архитектурных концепций новых общественных зданий, реконструкции существующих объектов и сравнительном анализе

проектных решений.

Перспективным направлением дальнейших исследований является апробация предложенной методики на реальных объектах различного функционального назначения с последующим уточнением весовых коэффициентов и формированием специализированных критериев для образовательных, культурных, административных и многофункциональных зданий.

Список литературы

1. СП 118.13330.2022. Общие здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009. М.: Минстрой России, 2022.
2. СП 59.13330.2020. Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. М.: Минстрой России, 2020.
3. Федеральный закон от 17.11.1995 № 169-ФЗ «Об архитектурной деятельности в Российской Федерации».
4. Brand S. How Buildings Learn: What Happens After They're Built. New York: Viking, 1994. P. 243.
5. Kronenburg R. Flexible: Architecture that Responds to Change. London: Laurence King Publishing, 2007. P. 11-12.
6. Habraken N. J. Supports: An Alternative to Mass Housing. London: Architectural Press, 1972. P. 65–66.
7. Till J., Schneider T. Flexible housing: opportunities and limits / arq: Architectural Research Quarterly. 2005. Vol. 9. No. 2. P. 157–166.
8. Schneider T., Till J. Flexible Housing. Oxford: Architectural Press, 2007.
9. Slaughter E. S. Design strategies to increase building flexibility / Building Research & Information. 2001. Vol. 29. No. 3. P. 208–217.
10. Kendall S., Teicher J. Residential Open Building. London: E & FN Spon, 2000.

ИСКУССТВОВЕДЕНИЕ

УДК 76.021

ИНТЕГРАЦИЯ ГЕНЕРАТИВНЫХ НЕЙРОСЕТЕЙ В ПРОЦЕСС СОЗДАНИЯ КНИЖНОЙ ИЛЛЮСТРАЦИИ: ТРАНСФОРМАЦИЯ ХУДОЖЕСТВЕННОГО МЕТОДА

Невоструева Анастасия Константиновна

Рапшис Диана Сергеевна

студенты

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и
управления им. К. Г. Разумовского (Первый казачий университет)»,
г. Москва

Аннотация. В статье исследуется трансформация метода создания книжной иллюстрации под влиянием генеративного ИИ. На примере конкурса «КиберПушкин» показана интеграция нейросетей в иллюстрирование сказок А. С. Пушкина. Описан рабочий метод: от эскиза и промптов до генерации и ручной доработки. Особое внимание уделено вопросам авторского права и роли творческого вклада человека при работе с ИИ-инструментами.

The article explores how generative AI technologies are transforming the method of creating book illustrations. Using the «CyberPushkin» contest as an example, it demonstrates the integration of neural networks in illustrating A. S. Pushkin's fairy tales. The workflow is described: from sketches and prompt systems to generation and manual refinement. Special attention is paid to copyright issues and the role of human creative input when working with AI tools.

Ключевые слова: искусственный интеллект, генеративные нейросети, книжная иллюстрация, художественный метод, творческий процесс, промпт-инжиниринг, авторское право, А. С. Пушкин, КиберПушкин, гибридное творчество

Keywords: *artificial intelligence, generative neural networks, book illustration, artistic method, creative process, prompt engineering, copyright, A.S. Pushkin, Cyber-Pushkin, hybrid creativity*

Сегодня сфера иллюстрации трансформируется из-за внедрения ИИ: генеративные алгоритмы всё чаще берут на себя рутинные задачи в творческих индустриях. При этом, как подчёркивают исследователи, сгенерированный контент не идеален и всегда требует проверки и доработки художником [2, С. 136-137]. ИИ позволяет быстро создавать изображения и экспериментировать со стилями, но есть проблемы с детализацией и сохранением единого образа [4, С. 161]. Ограничения ИИ особенно ощутимы при иллюстрировании классики: нужно не только точно передать персонажа и сцену, но и раскрыть их смысловую и эмоциональную глубину, а в сказках Пушкина — ещё и сохранить национальный колорит. Как отмечают Д. А. Бобчинская и Е. В. Вишневская, иллюстрации к произведениям — это «своего рода свидетельство исторических и художественных процессов» [1, С. 308]. История иллюстрирования произведений Пушкина — от гравюр XIX века и модерна И. Я. Билибина до работ Ольги Мониной, показывает, как художники разных поколений находили свой язык диалога с текстом. На стыке традиции и цифровых инструментов рождаются проекты вроде конкурса «Киберсказки-Пушкин»: они переосмысливают классику через призму цифрового искусства. Участие в них помогает художникам освоить новые инструменты и иначе взглянуть на свою роль в творчестве.

В рамках участия в конкурсе «КиберПушкин» был разработан трёхэтапный процесс: эскиз, генерация с ИИ, ручная доработка. На первом этапе в эскизе художник задавал ракурс, освещение и детали. Как показывает практика использования нейросетей, качество результата зависит от проработки замысла.

Второй этап — непосредственная генерация изображений. Промпт-инжиниринг становится критическим навыком: он «требует глубокого понимания возможностей и ограничений генеративных моделей, умения работать с различными параметрами и настройками» [5, С. 125]. Для иллюстраций сказок Пушкина использовались такие инструменты, как ChatGPT, Nano Banana и

Шедевр. При этом нейросети хуже работают с русской культурной спецификой, поскольку ориентированы на западный контент. Чтобы добиться нужного стиля, приходится многократно генерировать изображения и шаг за шагом уточнять запрос, прорабатывая детали композиции.

Третий этап — ручная доработка изображений в Adobe Photoshop и Adobe Illustrator — определяет художественную ценность и правовой статус работы. Произведения, созданные с помощью нейросетей, стоит рассматривать как итог интеллектуальной работы человека, который управляет процессом и дополняет результат. Как кисть или фотоаппарат, нейросеть — лишь инструмент в руках мастера, а авторство принадлежит творцу [3, С. 141]. Художественная ценность во многом формируется на этапе ручной доработки: художник устраняет неточности, объединяет лучшие фрагменты генераций и добавляет собственные выразительные детали.

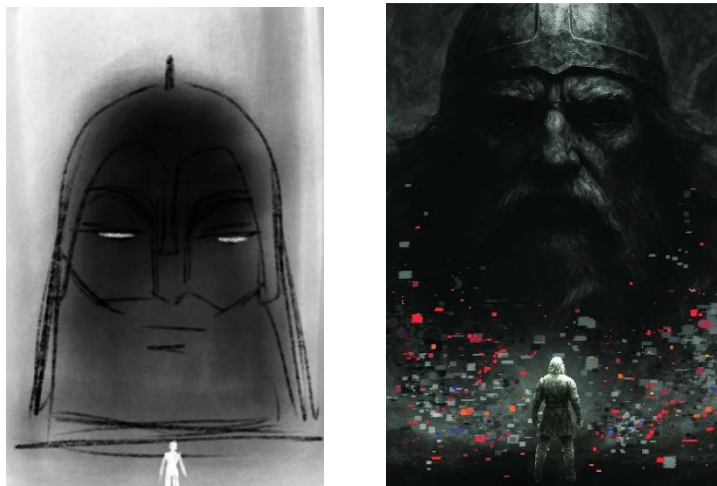


Рис. 1 - Эскиз и финальная иллюстрация к поэме «Руслан и Людмила»

Вопрос об авторстве в ИИ-иллюстрациях остаётся ключевым на фоне распространения генеративных моделей. Прецедент дела 2018 года о картине «Edmond de Belamy» показал: нейросеть не может обладать авторскими правами, поскольку не является юридическим лицом [3, С. 141]. При этом «чистая генерация» без доработки не считается охраняемым объектом — поэтому творческий вклад и ручная обработка становятся необходимы и с художественной, и с юридической точки зрения.

Таким образом, художник превращается из потребителя контента в

активного соавтора: его творчество раскрывается во взаимодействии с цифровым инструментом. Исследование и опыт участия в конкурсе «КиберПушкин» подтверждают: нейросети меняют подход к созданию книжной иллюстрации — дают простор для экспериментов, но авторское начало остаётся ключевым. Нейросеть выступает цифровым ассистентом: помогает быстрее находить концепции, пробовать стили и генерировать варианты. Художник остаётся носителем творческого замысла — он задаёт композицию, образность и эмоциональный посыл иллюстрации. Гибридный характер работы раскрывается в поэтапной методологии: от эскиза через генерацию к ручной доработке. Человеческий вклад определяет и художественное качество, и правовой статус произведения. Как отмечают Е. Е. Юдинцев и Г. Х. Азнабаева, есть риск чрезмерной зависимости от технологии и утраты оригинальности [5, С. 126], однако его можно минимизировать, если художник сохранит активную творческую позицию. Освоив новые инструменты, иллюстратор способен по-новому взглянуть на классическое наследие: так в работах удаётся одновременно сохранить традиционные смыслы пушкинских сказок и предложить свежие визуальные трактовки.

Список литературы

1. Бобчинская, Д. А. Актуальность дизайн-графики иллюстраций к произведениям А. С. Пушкина / Д. А. Бобчинская, Е. В. Вишневская / Цифровые технологии: настоящее и будущее: сборник статей по материалам II Национальной научно-практической конференции, Тольятти, 10 ноября 2023 года. — Тольятти: Частное образовательное учреждение высшего образования «Тольяттинская академия управления», 2023. — С. 306-309.
2. Жеребненко, А. В. Практика использования генеративных ИИ-алгоритмов для создания визуального контента в региональных медиа / А. В. Жеребненко / Динамика медиасистем. — 2026. — Т. 6, № 1. — С. 135-138.
3. Согин, М. А. Авторское право в эпоху искусственного интеллекта: проблемы и перспективы / М. А. Согин, Д. А. Радионова / Юриспруденция, государство и право: актуальные вопросы и современные аспекты: сборник статей XXI

Международной научно-практической конференции, Пенза, 15 ноября 2025 года.
– Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г. Ю.), 2025. – С. 139-142.

4. Толмачев, А. С. Анализ использования ИИ в книжных иллюстрациях в современном книжном издательстве / А. С. Толмачев / Молодежь и научно-технический прогресс: Сборник докладов XVIII международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Губкин, 10 апреля 2025 года. – Губкин-Старый Оскол: ООО «Издательство «Ассистент плюс», 2025. – С. 160-163.

5. Юдинцев, Е. Е. Графические нейросети и их влияние на графический дизайн и иллюстрацию / Е. Е. Юдинцев, Г. Х. Азнабаева / Традиции и инновационные процессы в креативных индустриях: Сборник научных статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции, Уфа, 22 мая 2025 года. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2025. – С. 123-126.

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 371

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ У ДЕТЕЙ СТАРШЕГО ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Черкашин Виктор Александрович

магистрант

Стожарова Марина Юрьевна

доцент, кандидат педагогических наук, профессор кафедры дошкольного и
начального общего образования

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет
им. И. Н. Ульянова», г. Ульяновск, Ульяновская область

***Аннотация.** В статье проводится системный анализ современных теоретических концепций, объясняющих особенности формирования психологического здоровья детей старшего дошкольного возраста. Систематизированы ключевые критерии и сущностные характеристики психологического здоровья, релевантные для исследуемой возрастной категории.*

***Ключевые слова:** детство, психология, личность, развитие, здоровье, социализация, адаптация, условия, среда, эмоциональное благополучие*

Старший дошкольный возраст, который в педагогической науке определяется рамками 5-7 лет, – важнейший период формирования личности, фундамент ее дальнейшего развития, успешного обучения ребенка в школе. Именно в это время происходят глубокие качественные личностные изменения: формируются основы произвольного поведения и базовая система ценностей, развивается логическое мышление, ребенок осознает себя как часть общества и учится определять социальный смысл своих действий. Изучение этих процессов позволяет вовремя выявить и скорректировать возможные трудности в эмоционально-

волевым и поведенческим развитии дошкольника, процессе его социализации, а также реализации личностного потенциала в условиях современных образовательных и общественных вызовов.

Сегодня в педагогике и психологии множество теорий и практик, которые нередко спорят друг с другом, не имеют достаточной доказательной базы или утратили свою актуальность с позиций нынешних запросов системы воспитания и образования. Системный анализ теоретических основ формирования психологии дошкольников позволит упорядочить эти методы, дать им адекватную оценку и соотнести классические концепции изучения детского развития с реалиями социализации современного дошкольника.

Формирование психологического здоровья детей старшего дошкольного возраста происходит с учетом условий для гармоничного эмоционального, когнитивного и социального развития ребенка. Многоаспектность этого процесса требует обращения к различным концепциям изучения детской психологии, но для начала – анализа и систематизации существующих в педагогической науке подходов к трактовке термина «психологическое здоровье».

Дефиниция данного понятия была введена в научную терминологию в 1990-е годы И. В. Дубровиной. Она определяет сущностными характеристиками психологического здоровья гармонию между различными сторонами личности человека, а также между человеком и обществом [2]. В дошкольном возрасте психологическое здоровье, по мнению исследователя, проявляется не как зрелое самосознание, а как позитивное самоощущение, эмоциональный комфорт и способность к активному познанию.

В. Г. Каменская и С. А. Котова рассматривают психологическое здоровье дошкольника через призму психофизиологии и поведенческой адаптации: по их мнению, это сбалансированная многокомпонентная система, отражающая успешность социализации и гармоничное развитие всех сфер жизнедеятельности [3]. В. А. Ананьев, описывая психологически здоровую личность, наделяет ее способностью к самоконтролю и усвоению реакций, адекватных различным жизненным ситуациям [1]. О. В. Хухлаева трактует психологическое здоровье

дошкольника через призму его адаптационных возможностей и способности сохранять баланс между внутренним миром и требованиями социума: «Психологическое здоровье представляет собой динамическую совокупность психических свойств человека, обеспечивающих гармонию между потребностями индивида и общества, являющихся предпосылкой ориентации личности на выполнение своей жизненной задачи» [6]. М. Ю. Стожарова, говоря о психологическом здоровье дошкольников, отмечает в качестве его характеристики преобладание позитивного восприятия окружающего мира над отрицательными эмоциями и влияние этой оценки на черты характера ребенка [5].

Данные подходы к формулировкам подводят нас к обозначению основных теорий, на которых строится изучение психологического здоровья детей старшего дошкольного возраста в современной педагогике, и выделению ключевых компонентов, определяющих формирование психологической устойчивости старших дошкольников к вызовам окружающей среды.

До новейшего времени оценка психологического развития детей прошла путь от ранних медико-биологического и психоаналитического подходов, строившихся на стыке классической медицины и психиатрии, до появившихся в середине XX в. субъектно-деятельностного и адаптационного подходов, провозгласивших, что психология юной личности формируется в процессе ее активной деятельности и взаимодействия со средой.

Представляется обоснованным абстрагироваться от ранних подходов, когда психологическая норма рассматривалась исключительно как отсутствие клинических симптомов и физических патологий нервной системы. Многолетние исследования и практика показали, что ребенок со здоровой нервной системой и идеальными медицинскими показателями может страдать от глубокой депрессии, неврозов, чувства одиночества или иметь серьезные поведенческие нарушения, и что физическое здоровье – лишь фундамент, но не гарантия душевного благополучия. Ранние теории практически не учитывали интеллектуальное развитие и социальные мотивы – желание познавать мир, дружить, созидать. Да и сам термин «психологическое здоровье» появился много позже.

Рассмотрим те подходы, которые используются современными теоретиками психологии и педагогики. При этом отметим, что ни один из них не применяется в «чистом», изолированном от других теорий, виде. Наука и практика пришли к интеграции и эклектике, однако доминируют несколько основных направлений.

Адаптационный подход. В его основе – исследование способности человека успешно приспосабливаться (адаптироваться) к меняющимся условиям социума. Если в раннем детстве адаптационный подход оценивает биологическое выживание и базовый психоэмоциональный комфорт ребенка в сообществе или образовательном учреждении, то в старшем дошкольном возрасте адаптация перерастает в социально-психологическую плоскость. Психологическое здоровье старшего дошкольника в рамках данного подхода — это уровень сформированности волевой, когнитивной и коммуникативной адаптивности, гарантирующий успешный переход к систематическому школьному обучению.

Психологический подход направлен на развитие эмоционального интеллекта. В этом случае психологическое здоровье ребенка расценивается как умение понимать свои чувства, справляться со страхами, тревожностью и агрессией через игру и творчество, формируя не просто послушное поведение, а именно психологическое благополучие.

Системно-экологический подход. Проблемы психологического здоровья дошкольника не рассматриваются в отрыве от среды, в которой он растет и развивается. Диагностика и коррекция всегда проводятся через работу с семьей, оценку микроклимата в группе, совершенствование компетенций педагогов.

Субъектно-деятельностный подход основывается на принципе, что детская психика развивается через деятельность, творчество, осознание своей активной позиции в обществе. Психологическое здоровье проявляется в самостоятельности, умении планировать игру или иной род занятий, ставить первые сознательные цели.

Объединяя суть данных подходов к рассмотрению психологического здоровья старших дошкольников, Т. Ю. Кудряшова определяет его как

«совокупность психических свойств человека, обеспечивающих гармонию между потребностями индивида и общества, являющихся предпосылками стрессоустойчивости, социальной адаптации, успешной самореализации» [4].

Таким образом, теоретический анализ проблемы позволяет трактовать психологическое здоровье старших дошкольников как динамическую систему, объединяющую эмоциональное благополучие, социальную адаптивность и начальные формы рефлексии. В нем можно выделить три компонента: эмоциональный (умение распознавать и выражать чувства, отсутствие психологического дискомфорта); социальный (навыки общения со сверстниками и взрослыми, принятие норм поведения); личностный (первичная самооценка, переход от реактивного поведения к волевому, стремление к самостоятельности).

Список литературы

1. Ананьев В. А. Основы психологии здоровья. Книга 1. Концептуальные основы психологии здоровья. — СПб.: Речь, 2006. — С. 38-48.
2. Дубровина, И. В. Руководство практического психолога. Психологическое здоровье детей и подростков: учебное пособие для вузов / И. В. Дубровина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 184 с.
3. Котова, С. А. Основы здоровьесбережения ребенка дошкольного и младшего школьного возраста в системе образования: учебно-методическое пособие / С. А. Котова, В. Г. Каменская; Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена. — Санкт-Петербург: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2020. — 256 с.
4. Кудряшова, Т. Ю. Особенности психологического здоровья детей старшего дошкольного возраста: автореф. дис. ... канд. психол. наук: 5.3.7 / Кудряшова Татьяна Юрьевна. — Нижний Новгород, 2023. — 24 с. — URL: <https://viewer.rsl.ru/ru/rsl01012313700> (дата обращения: 24.08.2026).
5. Стожарова М. Ю. Формирование психологического здоровья дошкольников / М. Ю. Стожарова. — Ростов н /Д., 2007. — 208 с.
6. Хухлаева, О. В. Психологическое консультирование и психологическая

коррекция: учебник для бакалавров / О. В. Хухлаева, О. Е. Хухлаев. — М.: Издательство Юрайт, 2014. — 423 с.

ИСТОРИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 93/94

ПОЛИТИКА КОРЕНИЗАЦИИ В ЧУВАШСКОЙ АССР В 1920–1930-Е ГГ.: ИНСТИТУТЫ, ПРАКТИКИ, ДИСКУРС

Черкашин Виктор Александрович

магистрант

Суетин Илья Николаевич

доцент, доктор исторических наук, кандидат педагогических наук, профессор
кафедры теоретических основ экономики и правоведения
ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет
им. И. Н. Ульянова», г. Ульяновск, Ульяновская область

***Аннотация.** В статье анализируется процесс коренизации в Чувашской автономной области и Чувашской АССР в 1920–1930-е гг. Автор исследует меры по укреплению новой власти в регионах, практики внедрения национального языка в сферу управления и работу ключевых институтов, а также дискурсы конструирования советской идентичности через призму национального вопроса.*

***Ключевые слова:** Чувашская АССР, коренизация, национальная политика СССР, идеология, образование*

Актуальность темы обусловлена необходимостью глубокого научного переосмысления советского опыта национальной политики в контексте современных дискуссий о сохранении культурного и языкового многообразия народов и регионов России. Период коренизации 1920–1930-х гг. стал уникальным историческим прецедентом масштабного языкового планирования и институциональной модернизации национальных автономий.

На примере Чувашской АССР можно детально проследить как конструктивные управленческие практики (создание новых структур, перевод

делопроизводства, образования и печати на национальный язык), так и системные противоречия форсированной дерусификации основных сфер государственной и общественной жизни. Изучение этого опыта позволяет выявить исторические корни современных этносоциальных процессов в Поволжье и извлечь важные уроки для выстраивания сбалансированной государственной национальной политики сегодня.

В отечественной исторической науке три ключевых этапа в изучении политики коренизации в Чувашии отразили смену общественно-политических парадигм в стране и идеологические дискурсы соответствующих эпох. Труды советского периода (1920-1980-е гг.) испытали сильное влияние марксистско-ленинской идеологии и методологии. В перестроечный и постсоветский этап (конец 1980-х-1990-е гг.) на волне деконструкции советской политической системы произошла радикальная смена оценок. Историография этого периода зачастую грешила крайностями «отмены» всего советского наследия. Национальная политика представлялась как сугубо декларативная и репрессивная, игнорировались реальные созидательные итоги коренизации. Современный этап (с 2000-х гг. по настоящее время) демонстрирует наиболее взвешенный и деидеологизированный взгляд на проблему (Е. К. Минеева, А.В. Изоркин, В. Н. Клементьев, С. В. Гончарова, И. И. Бойко и В. Г. Харитонов), Процесс коренизации рассматривается как сложный многоаспектный исторический эксперимент. Нынешний подход к его изучению позволяет объективно оценить как достижения региона в формировании национальной номенклатуры и модернизации чувашского языка, так и системные кризисы, с которыми столкнулись новые государственные институты.

Политика коренизации в новом советском государстве, провозглашенная X и XII съездами РКП(б) в 1921 и 1923 гг., стала одним из самых масштабных социокультурных и институциональных экспериментов. Направленная на преодоление фактического неравенства между центром и бывшими окраинами Российской империи, она ставила задачу укоренения советской власти через использование национального потенциала малых народов. И. И. Бойко и В. Г.

Харитоновы определяют ее как «комплекс мер советской власти, направленный на этнополитическую модернизацию региона через форсированное формирование национальной номенклатуры и расширение социальных функций чувашского языка» [4]. Однако это было не просто прагматичным администрированием, а актом конструирования качественно новой советской идентичности на территории национальной автономии.

Национально-государственное строительство началось 24 июня 1920 г. с издания декрета ВЦИК и СНК РСФСР об образовании Чувашской автономной области (ЧАО). 21 апреля 1925 г. регион получил статус Чувашской АССР. Важнейшей вехой коренизации стало принятие в 1926 г. Конституции Чувашской АССР. Несмотря на то, что ВЦИК не утвердил новый документ, он действовал как основа правовой системы, юридически закрепил статус чувашского языка как государственного (наряду с русским) и определил рамки нового административного устройства.

Коренизация в Чувашии осуществлялась по четырем магистральным направлениям: реформация властных структур, кодификация языка, модернизация системы образования и развитие национальной печати. Главным институциональным механизмом политики выступало создание специализированных управленческих органов, контролировавших дерусификацию советского аппарата – «в силу недостаточной реализации родного языка в райаппаратах и слабого заполнения националами технического аппарата сельсоветов» [2]. Ключевая роль в этом процессе отводилась Комиссии по реализации чувашского языка, созданной в 1922 г. при Облисполкоме Чувашской автономии, а также ее низовым структурам в районах.

Кардинальное изменение кадрового ландшафта автономии посредством привлечения коренного населения в органы управления потребовало подготовки госслужащих через сеть партийных школ и краткосрочных курсов. Преобразования системы органов власти в Чувашии, как и в других регионах, столкнулись с серьезным кадровым голодом: на начальном этапе удельный вес чувашей в наркоматах оставался низким из-за отсутствия у них профильного образования.

Однако планомерная работа дала весомые результаты. Если в начале 1920-х годов советские канцелярии состояли преимущественно из присланных из центра чиновников, то позже представление коренного населения в госучреждениях республики, по данным В. Н. Клементьева, характеризовалось следующими цифрами: 1924 г. — 35–40 % , 1925 г. — 49,7%, 1934 г. — 60,5% [3].

Вторым важнейшим направлением стала ускоренная стандартизация и кодификация чувашского языка, необходимая для его интеграции в административную и иные общественные сферы. До революции чувашский язык функционировал преимущественно в бытовой и конфессиональной плоскостях. Академическим центром конструирования литературного чувашского языка стал созданный в этот период Чувашский научно-исследовательский институт, осуществивший масштабную работу по выработке общеобязательных орфографических норм и созданию новой административной терминологии. Практика тех лет включала издание словарей, введение обязательных курсов чувашского языка, организацию перевода управленческой документации. Признавая всю важность этих процессов А. П. Хузангай при этом отмечает, что представители новой власти ставили в приоритет не сохранение самобытности культуры и языка малых народов, а устранение барьеров для их приобщения к новой идеологии [5].

Укрепление позиций национального языка и культуры было невозможно без коренной перестройки образовательной системы. В рамках этого направления Наркомпрос ЧАССР решал двуединую задачу: ликвидацию массовой неграмотности и создание полноценной национальной школы. Был полностью осуществлен перевод начального образования (1-4-е классы) на родной язык. К началу 1930-х годов эта практика распространилась и на семилетние школы в сельской местности. Параллельно формировалась сеть высшего и среднего профессионального образования, в 1930 году был основан Чувашский государственный педагогический институт.

Важным направлением коренизации стало создание массовой информационной инфраструктуры на чувашском языке. Печать рассматривалась партийным руководством как ключевой инструмент идеологического воздействия и

просвещения масс. С ростом грамотности и повышением гражданской активности обозначился и народный запрос на национальные СМИ: «Ощущается очень острая нужда в издательстве чувашской газеты, которая бы являлась освещающим печатным органом и вывела бы чувашский пролетариат из тьмы невежества и непонимания происходящих ныне революционных событий и тем освободила бы их из-под гнета контрреволюционных элементов» [1].

Главным печатным органом республики стала газета на чувашском языке «Канаш». Вокруг нее сформировалась развитая сеть сельских корреспондентов из числа простых крестьян, которые присылали заметки о ходе коллективизации, ликвидации неграмотности и культурных преобразованиях в деревнях. Национальная печать транслировала директивы из Москвы и Чебоксар, внедряла новые языковые нормы в повседневную практику читателей, способствуя стиранию диалектных различий и формированию единой национальной идентичности.

В 1930-е гг. политика коренизации в Чувашской АССР столкнулась с комплексом экономических и социальных проблем. Большинство чувашских управленцев были выходцами из крестьянской среды, не имевшими достаточных компетенций для работы на государственных должностях. Масштабные реформы требовали колоссальных финансовых вливаний, которых у молодой автономной республики не было. Партийные лидеры нередко использовали национальный вопрос как инструмент борьбы за власть, что порождало межэтническую напряженность и дискредитировало реформы. Эти сложности в итоге привели к последующему сворачиванию курса.

Таким образом, главными достижениями коренизации в Чувашии стало преодоление социокультурного разрыва между властью и населением, формирование государственных и общественных институтов, кодификация языка, развитие образования и культуры. Однако пропагандистский и директивный характер дерусификации в условиях острой нехватки ресурсов свел политику к формализму и провокации межнациональных противоречий. Тем не менее, опыт Чувашии продемонстрировал пример относительно мирного поиска баланса между сохранением этнокультурной самобытности и интеграцией региона в новую

государственную систему.

Список литературы

1. ГАНИУО Ф. 1. Оп. 1. Д. 221. Л. 48/.
2. Кайкова О. К. Политика «коренизации» в сельсоветах национальных районов РСФСР (вторая половина 1920-х – середина 1930-х гг.) / Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: История России. — 2007. — № 3. — С. 111–118. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/politika-korenizatsii-v-selsovetah-natsionalnyh-rayonov-rsfsr-vtoraya-polovina-1920-h-seredina-1930-h-gg> (дата обращения: 26.08.2026).
3. Клементьев В. Н. История национальной государственности чувашского народа. Книга 2: Создание чувашской государственности. 1920–1925. — Чебоксары: Чувашское книжное издательство, 2018. — 380 с.
4. Социокультурная эволюция регионов России: Чувашская Республика: монография / [И. И. Бойко и др.]; под ред. И. И. Бойко, В. Г. Харитоновой; Чувашский гос. ин-т гуманитарных наук. — Чебоксары: ЧГИГН, 2015. — 241 с.
5. Хузангай, А. П. Проблема языкового существования чувашского этноса и перспективы языковой политики / А. П. Хузангай / Проблемы национального в развитии чувашского народа: сборник статей / Чувашский государственный институт гуманитарных наук. — Чебоксары: ЧГИГН, 1999. — С. 88–106.

«ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ»

II Международная научно-практическая конференция

Научное издание

ООО «НИЦ ЭСП» в ЮФО

(подразделение НИЦ «Иннова»)

353445, Россия, Краснодарский край, г.-к. Анапа,

ул. Весенняя, 8, оф. 1

Тел.: 8-800-201-62-45; 8 (861) 333-44-82