

***АКТУАЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ
И РАЗРАБОТКИ
(CURRENT RESEARCH
AND DEVELOPMENT)***

*Материалы Международной
научно-практической конференции
18 декабря 2025 года
(г. Минск, Беларусь)*



Выдавецтва **«Навуковы свет»**

Материалы Международной (заочной)
научно-практической конференции
под общей редакцией **А.И. Вострецова**

АКТУАЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ (CURRENT RESEARCH AND DEVELOPMENT)

научное (непериодическое) электронное издание

Актуальные научные исследования и разработки
[Электронный ресурс] / Выдавецтва «Навуковы свет», Научно-издательский центр «Мир науки». – Электрон. текст. данн. (2,10 Мб.). – Нефтекамск: Научно-издательский центр «Мир науки», 2025. – 1 оптический компакт-диск (CD-ROM). – Систем. требования: PC с процессором не ниже 233 МГц., Microsoft Windows Server 2003/XP/Vista/7/8, не менее 128 МБ оперативной памяти; Adobe Acrobat Reader 10.1 или выше; дисковод CD-ROM 8х или выше; клавиатура, мышь. – Загл. с тит. экрана. – Электрон. текст подготовлен НИЦ «Мир науки».

© Выдавецтва «Навуковы свет», 2025

© Научно-издательский центр «Мир науки», 2025

СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗДАНИИ

Классификационные индексы:

УДК 001

ББК 72

А43

Составители: Научно-издательский центр «Мир науки»

А.И. Вострецов – гл. ред., отв. за выпуск

Аннотация: В сборнике представлены материалы Международной (заочной) научно-практической конференции «Актуальные научные исследования и разработки», где нашли свое отражение доклады студентов, магистрантов, аспирантов, преподавателей и научных сотрудников вузов Российской Федерации и Республики Беларусь по техническим, экономическим и другим наукам. Материалы сборника представляют интерес для всех интересующихся указанной проблематикой и могут быть использованы при выполнении научных работ и преподавании соответствующих дисциплин.

Сведения об издании по природе основной информации: текстовое электронное издание.

Системные требования: PC с процессором не ниже 233 МГц., Microsoft Windows Server 2003/XP/Vista/7/8, не менее 128 МБ оперативной памяти; Adobe Acrobat Reader 10.1 или выше; дисковод CD-ROM 8х или выше; клавиатура, мышь.

© Выдавецтва «Навуковы свет», 2025

© Научно-издательский центр «Мир науки», 2025

ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

НАДВЫПУСКНЫЕ ДАННЫЕ:

Сведения о программном обеспечении, которое использовано при создании электронного издания: Adobe Acrobat Reader 10.1, Microsoft Office 2010.

Сведения о технической подготовке материалов для электронного издания: материалы электронного издания были предварительно вычитаны филологами и обработаны программными средствами Adobe Acrobat Reader 10.1 и Microsoft Office 2010.

Сведения о лицах, осуществлявших техническую обработку и подготовку: А.И. Вострецов.

ВЫПУСКНЫЕ ДАННЫЕ:

Дата подписания к использованию: 20 декабря 2025 года.

Объем издания: 2,10 Мб.

Комплектация издания: 1 пластиковая коробка, 1 оптический компакт диск.

Наименование и контактные данные юридического лица, осуществившего запись на материальный носитель: Научно-издательский центр «Мир науки»

Адрес: Республика Башкортостан, г. Нефтекамск, улица Дорожная 15

Телефон: 8-937-333-86-86

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Н.А. Никитина, Р.Р. Волоцкова** Криптографические протоколы: принцип работы TLS в промышленных IoT-системах 7

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

- М.В. Кучеренко** Синтез ядра для формирования новых дендримеров 12

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Р.М. Цыганков** Биохимическая характеристика сыворотки крови сеголетков и годовиков двухпородных кроссов карпа и их исходных родительских форм 17

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Е.А. Машенская** Экспериментальная установка для испытаний дизеля КамАЗ-740 с нейтрализатором отработавших газов и предпусковым подогревателем 25
- К.А. Пинчуков, А.А. Чернышев, В.И. Замаруев** Создание математической модели энергопотоков в комплексе «биогазовая установка – холодильное оборудование – комбикормовый цех» для оптимизации управления 30
- А.Д. Сысоев, Д.И. Евдокимов, Р.Р. Волоцкова** Сравнительный анализ алгоритмов цифровой обработки изображений для задач контроля фокусировки в многоканальных оптоэлектронных устройствах 35

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

- К.А. Андриенко, О.Н. Бургомистрова** Содержание белка в молоке в разрезе генеалогических линий 41

Н.Е. Бургомистров, О.Н. Бургомистрова Эффективность отбора коров по плюс-варианту индекса	48
М.М. Сазоненко Изменение влажности и некоторых агрофизических показателей почвы при различных приемах подготовки к посеву в условиях Западного Предкавказья	53

ИСТОРИЧЕСКИЕ НАУКИ И АРХЕОЛОГИЯ

С.У. Амелька Да пытання аб гербавым паходжанні роду Мокрскіх з Навагрудскага ваяводства Вялікага княства Літоўскага	59
--	----

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Б.А. Сорокин, Р.Р. Волоцкова Анализ интеграции искусственного интеллекта в российскую бизнес-среду. Методология прогнозных моделей на основе Big Data	64
--	----

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

Р.К. Ажгалиева, Е.О. Гресъкив Болезнь Дегоса	71
А.Д. Сысоев, Д.И. Евдокимов, Р.Р. Волоцкова Разработка иммерсивной среды виртуальной реальности для обучения навыкам осмотра пациента с болезнью Паркинсона	77
Д.В. Черхигова Проводники в мозг: химия преодоления гематоэнцефалического барьера	83

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

Н.А. Никитина,

*студент 2 курса напр. «Прикладная
математика и информатика»,*

Р.Р. Волоцкова,

старший преподаватель,

*Пуцинский филиал ФГБОУ ВО «Российский
биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)»,*

г. Пузино, Российская Федерация

КРИПТОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОТОКОЛЫ: ПРИНЦИП РАБОТЫ TLS В ПРОМЫШЛЕННЫХ ИОТ-СИСТЕМАХ

Аннотация: в работе рассматривается роль криптографических протоколов как фундаментального элемента безопасности цифровой инфраструктуры [1]. Кратко излагаются теоретические основы их построения, включая ключевые свойства [2]. Основное внимание уделено прикладному применению протоколов на примере защищённого веб-соединения, систем электронной подписи и протоколов аутентификации: принцип работы TLS в промышленных IoT-системах [3]. Анализируются современные вызовы и тенденции развития, такие как квантовая криптография и протоколы с нулевым разглашением [1, 2].

Ключевые слова: криптография, криптографический протокол, TLS, HTTPS, электронная подпись, аутентификация, кибербезопасность.

Современное общество неразрывно связано с обменом информацией в цифровом пространстве. Операции в интернет-банкинге, защищённая связь в мессенджерах, электронный документооборот и цифровые государственные услуги – все эти процессы требуют гарантий конфиденциальности, аутентичности и целостности передаваемых данных [3]. Реализацию этих гарантий обеспечивают не отдельные криптографические алгоритмы (шифры, хеш-функции), а сложные последовательности действий, известные как

криптографические протоколы.

Криптографический протокол – это распределённый алгоритм, определяющий последовательность шагов и действий, которые должны выполнить две или более сторон для решения определённой задачи в условиях наличия противника [1]. Целью данного тезиса является систематизация знаний о ключевых типах криптографических протоколов и демонстрация их критически важного прикладного значения.

Криптографические протоколы классифицируются по решаемым задачам [2]. Наиболее известный пример – Протокол Диффи-Хеллмана, позволяющий двум сторонам, не имеющим защищённого канала связи, совместно установить общий секретный ключ [1]. Протокол аутентификации обеспечивают проверку подлинности участников взаимодействия (Challenge-Response) [3].

Протоколы электронной подписи [2]. Успешный протокол должен обладать рядом свойств:

корректность; стойкость; отсутствие уязвимостей [1]. Наиболее наглядным примером повседневного применения криптографии является протокол TLS (Transport Layer Security), наследник SSL, который используется в HTTPS [3]. Его основная задача – обеспечить безопасное соединение между браузером пользователя и веб-сервером. В реальных промышленных системах настройки TLS могут быть более строгими (например, использование только определенных шифров, взаимная аутентификация и т.д.) [3].

В этом примере мы используем самоподписанный сертификат, поэтому клиент будет проверять сертификат сервера (но мы отключим проверку для простоты, в реальной системе нужно использовать цепочку доверия) [3]. Для генерации самоподписанного сертификата и ключа можно использовать `OpenSSL:opensslreq -x509 -newkey rsa:4096 -keyoutkey.pem -outcert.pem -days 365 -nodes`. Программа на Python, демонстрирующей базовую реализацию TLS-клиента для промышленного протокола (MQTT поверх TLS), подключается к публичному тестовому MQTT-брокеру с использованием TLS-шифрования (рисунок 1).

```

def main():
    «Основная функция»
    print("=" * 60)
    print("TLS-клиент для промышленного протокола MQTT")
    print("=" * 60)

    # Создаём MQTT-клиент
    mqtt = протокол,ИДЕНТИФИКАТОР_КЛИЕНТА(Клиент. mqtt=клиент.MQTTv311)

    # Настройка TLS
    tls_context = ssl.create_default_context()
    tls_context.check_hostname = False # Для тестового сервера
    tls_context.verify_mode = ssl.CERT_NONE # В продакшене использовать валидацию!

```

Рисунок 1 – Код работы TLS в промышленных IoT-системах

Программа демонстрирует базовый принцип работы TLS в промышленных IoT-системах, где безопасная передача данных критически важна для функционирования оборудования [3].

Упрощённая схема «рукопожатия» TLS [3]

1. ClientHello: Браузер обращается к серверу и сообщает список поддерживаемых шифров.

2. ServerHello: Сервер выбирает самый стойкий общий шифр и отправляет браузеру свой цифровой сертификат, содержащий его открытый ключ.

3. Аутентификация сервера: Браузер проверяет подлинность сертификата с помощью цепочки доверия центров сертификации (CertificateAuthorities, CA).

4. Обмен ключами: Браузер генерирует предмастерский секрет, шифрует его открытым ключом сервера и отправляет ему.

5. Генерация ключей: Обе стороны на основе предмастерского секрета независимо генерируют одинаковые сеансовые ключи для симметричного шифрования.

6. Готово: Далее весь обмен данными шифруется с помощью быстрых симметричных алгоритмов на полученных сеансовых ключах.

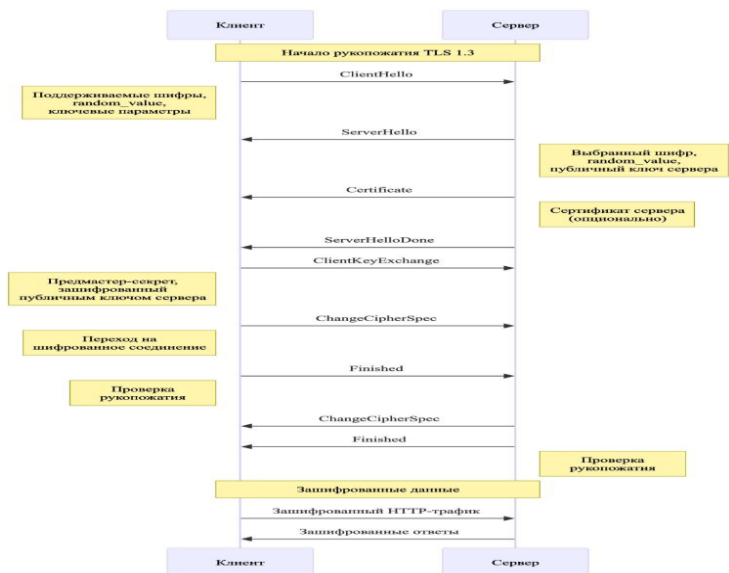


Рисунок 2 – Упрощённая диаграмма последовательности установления соединения по TLS 1.3 [2]

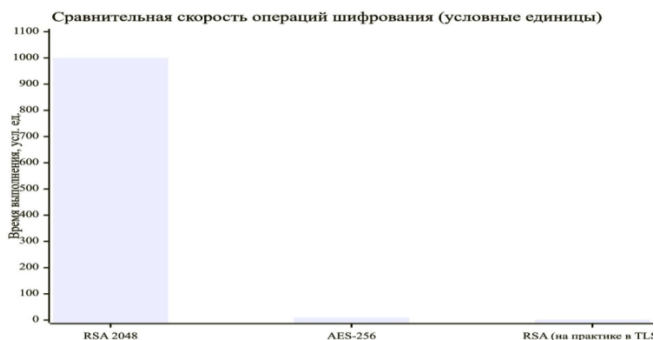


Рисунок 3 – Сравнительная скорость операций шифрования (условные единицы)

Столбчатая диаграмма, показывающая, что асимметричное шифрование RSA (~1000 усл. ед.). Симметричное шифрование (AES): Низкие задержки (~10 усл.

ед.). TLS использует асимметричную криптографию только для безопасной передачи быстрого симметричного ключа [1, 3].

Простейший парольный механизм уязвим. Более безопасные протоколы, такие как Kerberos (используется в корпоративных сетях Windows) или протоколы на основе одноразовых паролей (TOTP, используемый в Google Authenticator), обеспечивают защиту от перехвата учётных данных [2, 3].

Криптографические протоколы являются не абстрактной математической концепцией, а практическим инструментом, обеспечивающим безопасность и доверие в цифровой экономике [1]. Их корректная реализация и постоянное развитие в ответ на новые угрозы – необходимое условие для функционирования интернета, финансовых систем и цифрового государства [2]. Понимание принципов их работы важно не только для специалистов по безопасности, но и для всех разработчиков, создающих современные приложения[3].

Список использованных источников и литературы:

[1] Menezes, A.J., van Oorschot, P.C., & Vanstone, S.A. (1996). Handbook of Applied Cryptography. CRC Press.

[2] Rescorla, E. (2018). The Transport Layer Security (TLS) Protocol Version 1.3. RFC 8446.

[3] Stallings, W. (2017). Cryptography and Network Security :Principles and Practice. Pearson Education.

© Н.А. Никитина, Р.Р. Волоцкова, 2025

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

М.В. Кучеренко,
студент 3 курса напр. «Химия»,
науч. рук.: **Р.С. Бегунов,**
к.х.н., доц.,
ЯрГУ им. П.Г. Демидова,
г. Ярославль, Российская Федерация

СИНТЕЗ ЯДРА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ НОВЫХ ДЕНДРИМЕРОВ

Аннотация: предложен простой и удобный способ синтеза 1,5-дихлоро-2,4-динитробензола. Установлены условия протекания реакции S_NAr 1,5-дихлоро-2,4-динитробензола с тиофенолом, в ходе которой происходит замещение всех функциональных групп в субстрате. Сделан вывод о возможности использования данного соединения в качестве ядра для формирования ветвей дендримера.

Ключевые слова: 1,5-дихлоро-2,4-динитробензол, тиофенол, электрофильное замещение, нуклеофильное замещение.

Дендримеры являются перспективной отраслью органического синтеза. Благодаря соприкасающимся «ветвям» в разветвленной молекуле образуются внутренние полости, в которых могут находиться различные небольшие молекулы. Эти наноразмерные высокоразветвленные молекулы обладают хорошей растворимостью как в органических растворителях, так и в воде. В связи с этим, дендримеры могут использоваться в медицине для адресной доставки лекарственных средств, например, противоопухолевых препаратов метотрексата и андриамицина, порфиринов для фотодинамической терапии рака, а также различных ионов металлов для усиления контраста изображений магнитно-резонансной томографии [1, 2].

Проблемой, препятствующей внедрению дендримеров в производство, является сложность их получения. Формирование ветвей и концевых функциональных групп являются достаточно

хорошо отработанными процессами. Сложность заключается в синтезе центрального ядра молекулы, что обуславливает их малую коммерческую доступность.

В связи с вышеизложенным целью данной работы являлось создание эффективного способа получения ядер для дендримерных молекул.

В качестве ядра для получения дендримеров используют полифункциональные молекулы, все заместители которой одновременно могут участвовать в однотипной реакции [3]. Как правило, количество таких заместителей составляет от 2 до 6.

Перспективными соединениями в этом плане представляются полигалогенпроизводные бензола. Так в литературе описаны реакции ароматического нуклеофильного замещения 1,2,4,5-тетрабромбензола с различными нуклеофилами в ходе которых замещались все 4 атома брома [4-6]. При этом следует отметить, что для проведения этой реакции требуется каталитическая активация.

Без использования катализатора в подобные реакции полизамещения вступают 1,3,5-тринитробензолы [7-11]. Авторами отмечается высокий выход образующихся продуктов. При наличии в субстрате и атомов галогенов и нескольких нитрогрупп так же можно ожидать протекания процесса полизамещения.

Поэтому в качестве эффективного ядра для формирования дендримеров был получен 1,5-дихлор-2,4-динитробензол и изучена его реакционная способность в реакции ароматического нуклеофильного замещения.

В качестве реагентов для синтеза 1,5-дихлор-2,4-динитробензола (**1**) можно использовать как более доступный и дешевый 1,3-дихлорбензол (**2**), так и более дорогой 1,3-дихлор-4-нитробензол (**3**), который как раз получают из субстрата **2**. Для получения потенциального ядра дендримеров **1** из соединения **2** нужно было ввести 2 нитрогруппы в молекулу, из вещества **3** одну (схема 1).

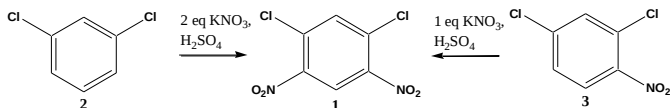


Схема 1

Для нитрования данных соединений использовали смесь концентрированной серной кислоты и нитрата калия. Эта нитрующая смесь эффективна для введения нитрогруппы в различные ароматические субстраты [12].

В субстратах 2 и 3 содержатся электроноакцепторные заместители. Поэтому реакцию нитрования проводили при повышенной температуре 80 °С.

В ходе проведения исследований оказалось, что для получения динитросоединения 1 из исходных веществ 2 и 3 требовалось одинаковое время реакции 3 ч. Это, по-видимому, связано с тем, что введение первой нитрогруппы в субстрат 2 в условиях реакции происходило быстро. Наличие нитрогруппы в молекуле значительно усложняло дальнейшее протекание реакции $\text{S}_{\text{E}}\text{Ar}$. Требовалось большее время. Выход динитробензола 1 составил 94% при нитровании соединения 2 и 96% при нитровании вещества 3.

Таким образом, никакой разницы, из какого субстрата 2 или 3 получать целевой продукт 1, нет. Значит, для синтеза потенциального ядра дендримеров 1 выгоднее использовать 1,3-дихлорбензол 2.

Далее была исследована возможность замещения всех функциональных групп в реакции ароматического нуклеофильного замещения с активным нуклеофилом тиофенолом 4 (схема 2).

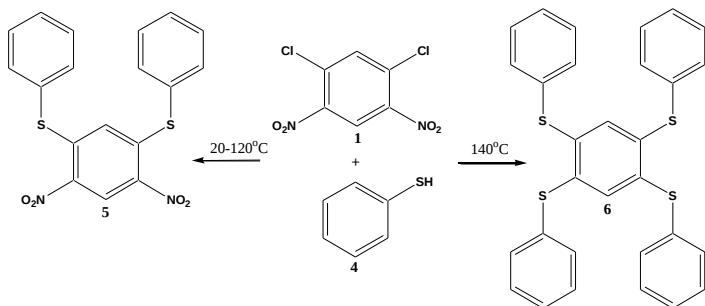


Схема 2

Реакцию проводили в апротонном биполярном растворителе – диметилформамиде в присутствии депротонирующего агента – карбоната калия.

Оказалось, что состав продуктов реакции S_EAg сильно зависел от температуры реакции. Проведение процесса в интервале температур 20–120 °C приводило к образованию только продукта замещения атомов галогенов 5. В то же время синтез при 140 °C в течение 4 ч позволил получить продукт замещения всех функциональных групп 6.

Таким образом, в ходе исследований предложено ядро для получения дендримеров и установлены условия для формирования ветвей дендримера первой генерации.

Список использованных источников и литературы:

- [1] Kono K. Preparation and cytotoxic activity of poly (ethylene glycol)-modified poly (amidoamine) dendrimers bearing adriamycin / K. Kono, C. Kojima, N. Hayashi // *Biomaterials*. – 2008. – Т. 29. – №. 11. – С. 1664–1675.
- [2] Kojima C. Aqueous solubilization of fullerenes using poly (amidoamine) dendrimers bearing cyclodextrin and poly (ethylene glycol) / C. Kojima, Y. Toi, A. Harada A // *Bioconjugate chemistry*. – 2008. – Т. 19. – №. 11. – С. 2280–2284.
- [3] Buhleier E. Cascade-Chain-Like and Nonskid-ChainLike Syntheses of Molecular Cavity Topologies / E. Buhleier, W. Wehner, F. Vogtle // *Synthesis*. – 1978. – Т. 1978. – №. 02. – С. 155–158.

[4] Samanta D. Self-assembled multicomponent Pd 6 aggregates showing low-humidity proton conduction / D. Samanta, P.S. Mukherjee // *Chemical Communications*. – 2014. – Т. 50. – №. 13. – С. 1595-1598.

[5] Song D. PdII, ZnII and AgI Complexes of Tetrakis (N-7-azaindoly) benzene: Variation of Bonding Modes, Extended Structures and Luminescence / D. Song, S. Wang // *European Journal of Inorganic Chemistry*. – 2003. – Т. 2003. – №. 20. – С. 3774-3782.

[6] Song D. C–H Activation by a Diplatinum(II) Complex: Isolation and Structures of $[\text{Pt}_2(\text{CH}_3)(\text{SMe}_2)\text{Ph}_2(\text{ttab})][\text{Bar}'_4]$ and $[\text{Pt}_2(\text{H}_2\text{O})_2\text{Ph}_2(\text{ttab})][\text{Bar}'_4]_2(\text{ttab})_{1,2,4,5}$ -Tetrakis (1-N-7-azaindoly) benzene] / W. L. Jia, S. Wang // *Organometallics*. – 2004. – Т. 23. – №. 6. – С. 1194-1196.

[7] Rusanov A.L., Komarova L.G., Sheveleva T.S, Prigozhina M.P., Shevelev S.A., Dutov M.D., Vatsadze I.A., Serushkina O.V. // *React. Funct. Polym.* – 1996. – Т. 30, №279.

[8] Rusanov A.L., Tartakovskiy V.A., Shevelev S.A., Dutov M.D., Vatsadze I.A., Serushkina O.V., Komarova L.G., Prigozhina M.P., Bulycheva E.G., Elshina L.B. // *Polymer*. – 2000. – Т. 41, №5021.

[9] Sapozhnikov O.Yu., Dutov M.D., Kachala V.V., Shevelev S.A. // *Mendelev Comm.* – 2002. – Т. 12, №231.

[10] Shevelev S.A., Dutov M.D., Vatsadze I.A., Korolev M.A., Rusanov A.L. // *Mendelev Comm.* – 1996. – Т. 6, №155.

[11] Махова Н.Н., Беленький Л.И., Газиева Г.А., Далингер И.Л., Константинова Л.С., Кузнецов В.В., Кравченко А.Н., Краюшкин М.М., Ракитин О.А., Старосотников А.М., Ферштат Л.Л., Шевелев С.А., Ширинян В.З., Яровенко В.Н. Прогресс в химии азот-, кислород- и серасодержащих гетероциклических систем // *Успехи химии*. – 2020. – Т. 89, №1 – С. 55-124

[12] Бегунов Р.С., Соколов А.А., Филимонов С.И. Синтез хиноидных производных бензаннелированных гетероциклов с узловым атомом азота // *Журнал органической химии*. – 2020. – Т. 56, №8. – С. 1222-1232.

© М.В. Кучеренко, 2025

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Р.М. Цыганков,
соискатель напр. «Биология»,
науч. рук.: **Е.В. Таразевич,**
д.с/х.н., проф.,
УО «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь

БИОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЫВОРОТКИ КРОВИ СЕГОЛЕТКОВ И ГОДОВИКОВ ДВУХПОРОДНЫХ КРОССОВ КАРПА И ИХ ИСХОДНЫХ РОДИТЕЛЬСКИХ ФОРМ

Аннотация: в статье проведен анализ биохимических исследований сыворотки крови (содержание белка, глюкозы, холестерина) у сеголетков и годовиков двухпородных кроссов карпа, полученных от скрещивания белорусских линий (отводка столин XVIII, отводка смесь зеркальная, лахвинский чешуйчатый, лахвинский зеркальный) и импортных пород (немецкий, югославский, сарбоянский, фресинет). Изучено проявление эффекта гетерозиса по этим показателям.

Ключевые слова: карп, кросс, кровь, белок, глюкоза, холестерин, ранги, эффект гетерозиса.

Любой живой организм представляет собой единую систему, которая находится в балансе. Однако, под воздействием абиотических и биотических факторов окружающей среды, в организме происходят изменения, которые являются следствием этого воздействия. При этом, кровь является самой чувствительной и наиболее подверженной этим изменениям системой в организме, что в свою очередь приводит к тому, что кровь сразу же реагирует изменением своих физиологических параметров на эти воздействия. Зная все это, необходимо постоянно следить за биохимическим состоянием рыбы, делать это с постоянной периодичностью, чтобы проследить изменение во времени и, что не мало важно,

всегда необходимо соотносить полученные данные с другими рыбоводно-биологическими показателями [7, 8].

Поэтому, для оценки состояния материала на первом году выращивания (сеголетки) проводили физиолого-биохимические исследования, которые позволяют объективно оценить состояние организма сеголетков перед зимовкой, а также установить породные группы, обладающие преимуществами по отдельным физиолого-биохимическим показателям [2, 3].

Для оценки качества перезимовавших годовиков также было проведено биохимическое исследование сыворотки крови. Данное исследование связано с тем, что значительные потери питательных веществ за период зимовки (за период эндогенного питания), даже при нормативных показателях выхода из зимовки, в дальнейшем могут отрицательно отразиться на физиологическом состоянии рыбы при ее выращивании, а именно: замедляется темп роста, снижается общая резистентность организма, все это может привести к повышенной восприимчивости к неблагоприятным условиям внешней среды и заболеваниям.

Поскольку содержание общего белка и его фракций в сыворотке крови, отражает физиологическое состояние рыбы, представляется важным оценить качество сеголетков двухпородных кроссов карпа с точки зрения соответствия параметров сыворотки крови оптимальным значениям, а также изучить взаимосвязь этих показателей с основными рыбохозяйственными признаками.

Данные исследования позволили оценить физиологическое состояние сеголетков и годовиков двухпородных кроссов карпа, изучить интенсивность расходования запасных питательных веществ в период эндогенного питания.

Объем выборки для определения биохимических параметров в сыворотке крови 10 экз. сеголетков и годовиков каждого происхождения. Показатели рыбохозяйственных признаков и концентрацию общего белка сыворотки крови сравнивали с нормативными требованиями к соответствующим показателям [6]. Достоверность различий определяли с помощью нормированного отклонения (t), а изменчивость

признаков с помощью коэффициента вариации (C_v , %) [5]. Статистическую обработку собранного материала проводили по общепринятой методике и в программе «Статистика» [4, 5].

В соответствии с физиологической нормой концентрация общего белка крови должна находиться в пределах от 10 до 30 г/л [1, 7]. Из всех 16 рассмотренных сеголетков двухпородных кроссов карпа, 8 кроссов имели повышенное содержание общего белка, с колебаниями от +0,08 до +13,10 г/л. Наибольшее содержание общего белка отмечено у реципрокных кроссов карпа сарбоянский × столин XVIII (43,10), отводка столин XVIII × немецкий (33,18) и у сочетания лахвинский зеркальный × фресинет (36,05). Наименьшее содержание общего белка отмечено у реципрокного сочетания смесь зеркальная × сарбоянский (18,78). Среднее содержание общего белка по всем изученным двухпородным кроссам карпа составила 28,56 г/л.

После зимовки 13 двухпородных кроссов годовиков карпа имели содержание общего белка в сыворотки крови в пределах нормативных значений. Наибольшее содержание общего белка отмечено у кроссов лахвинский зеркальный × фресинет (24,24), немецкий × лахвинский чешуйчатый (21,34) и отводка столин XVIII × югославский (19,01). Три сочетания гибридов имели пониженное содержание общего белка, это реципрокные сочетания немецкий × столин XVIII (8,50), отводка смесь зеркальная × немецкий (7,57), а также кросс сарбоянский × лахвинский чешуйчатый (8,08). Среднее содержание общего белка у годовиков по всем изученным двухпородным кроссам карпа составило 15,16 г/л.

Средний уровень содержания общего белка у сеголетков линий карпа белорусской селекции составляет 33,02 г/л, с колебаниями от 22,25 г/л у лахвинского зеркального карпа до 39,35 г/л у лахвинского чешуйчатого карпа.

У годовиков линий карпа белорусской селекции средний уровень содержания общего белка составляет 19,01 г/л, с колебаниями от 12,82 г/л у лахвинского зеркального карпа до 23,48 г/л у лахвинского чешуйчатого карпа.

Импортные породы по уровню содержания общего белка имели значения от 30,69 г/л у сарбоянского карпа до 35,80 г/л у югославского карпа. Среднее значения содержания общего

белка у импортных пород составляет 33,36 г/л.

Годовики импортных пород по уровню содержания общего белка имели значения от 17,68 г/л у карпов породы фресинет до 20,94 г/л у югословского карпа. Среднее значения содержания общего белка после зимовки у годовиков импортных пород составило 19,48 г/л.

Как видно по анализу данных, по среднему содержанию общего белка, как сеголетки, так и годовики двухпородных кроссов карпа уступают исходными родительскими формами.

Одним из информативных биохимических показателей физиологического состояния живых организмов является содержание сахара (глюкозы) в крови. В соответствии с физиологической нормой содержание глюкозы должно находится в пределах от 1,5 до 4,0 ммоль/л. Из всех рассмотренных сеголетков двухпородных кроссов карпа, 15 кроссов имели повышенное содержание глюкозы, с колебаниями от 3,40 до 13,57 ммоль/л. Наибольшее содержание глюкозы отмечено у кросса немецкий × лахвинский зеркальный (13,57) и у реципрокных кроссов карпа сарбоянский × столин XVIII (11,90), отводка столин XVIII × сарбоянский (10,57). Наименьшее содержание глюкозы отмечено у реципрокного сочетания смесь зеркальная × немецкий (3,40). Среднее содержание глюкозы по всем изученным реципрокным кроссам карпа составило 8,16 ммоль/л.

После зимовки все двухпородные кроссы годовиков карпа имели содержание глюкозы выше нормативных значений. Проведенные исследования позволили выявить, что у карпа уровень сахара в крови с возрастом увеличивается. Наибольшее содержание глюкозы отмечено у реципрокных кроссов карпа отводка столин XVIII × сарбоянский (17,77), немецкий × смесь зеркальная (16,05) и у сочетания сарбоянский × лахвинский чешуйчатый (15,50). Наименьшее содержание глюкозы отмечено у сочетания отводка смесь зеркальная × югославский (7,21). Среднее содержание глюкозы у годовиков по всем изученным двухпородным кроссам карпа составило 11,79 ммоль/л.

Средний уровень содержания глюкозы у сеголетков линий карпа белорусской селекции составляет 7,20 ммоль/л, с

колебаниями от 5,28 ммоль/л у лахвинского чешуйчатого карпа до 9,58 у отводки смесь зеркальная.

У годовиков линий карпа белорусской селекции средний уровень содержания глюкозы составил 15,60 ммоль/л, с колебаниями от 12,37 ммоль/л у лахвинского чешуйчатого карпа до 18,21 ммоль/л у лахвинского зеркального карпа.

Сеголетки импортных пород по уровню содержания глюкозы имели значения от 4,68 ммоль/л у югославских карпов до 9,90 ммоль/л у немецких карпов. Среднее значения содержания глюкозы у импортных пород составляет 7,34 ммоль/л.

Годовики импортных пород по уровню содержания глюкозы имели значения от 15,72 ммоль/л у карпов породы фресинет до 16,86 у югословского карпа. Среднее значения содержания глюкозы после зимовки у годовиков импортных пород составило 16,53 г/л.

Как видно из анализа данных, по среднему содержанию глюкозы, сеголетки двухпородных кроссов карпа обладают повышенным содержанием глюкозы по сравнению с исходными родительскими формами. Годовики двухпородных кроссов карпа напротив уступают исходным родительским формам по среднему значению содержания глюкозы в крови.

В соответствии с физиологической нормой содержание холестерина должно находиться в пределах от 1,94 до 3,9 ммоль/л [1]. Из всех рассмотренных сеголетков двухпородных кроссов карпа, 7 кроссов имели содержание холестерина выше нормативных значений. Наибольшее содержание холестерина отмечено у реципрокных кроссов карпа смесь зеркальная × немецкий (7,83), немецкий × смесь зеркальная (6,70), а также у сочетания отводка столин XVIII × сарбоянский (6,38). Наименьшее содержание холестерина отмечено у сочетания отводка смесь зеркальная × сарбоянский (2,12). Среднее содержание холестерина по всем изученным двухпородным кроссам карпа составило 4,25 ммоль/л.

После зимовки 8 двухпородных кроссов годовиков карпа имели содержание холестерина в сыворотки крови в пределах нормативных значений. Наибольшее содержание холестерина отмечено у двухпородного кросса карпа немецкий × лахвинский

чешуйчатый (7,63), у реципрокного кросса отводка столин XVIII × немецкий (7,40) и у сочетания отводка смесь зеркальная × югославский (6,21). Наименьшее содержание холестерина отмечено у сочетания немецкий × лахвинский зеркальный (2,26). Среднее содержание холестерина у годовиков по всем изученным двухпородным кроссам карпа составило 4,46 ммоль/л.

Средний уровень содержания холестерина у сеголетков линий карпа белорусской селекции составляет 5,06 ммоль/л, с колебаниями от 4,10 ммоль/л у лахвинского зеркального карпа до 7,39 ммоль/л у отводки столин XVIII.

У годовиков линий карпа белорусской селекции средний уровень содержания холестерина составил 3,83 ммоль/л, с колебаниями от 2,78 ммоль/л у лахвинского зеркального карпа до 5,84 г/л у отводки столин XVIII.

Импортные породы по уровню содержания холестерина имели значения от 3,62 ммоль/л у карпов породы фресинет до 7,40 ммоль/л у немецких карпов. Среднее значения содержания холестерина сеголетков у импортных пород составляет 5,79 ммоль/л.

Годовики импортных пород по уровню содержания холестерина имели значения от 2,23 ммоль/л у карпов породы фресинет, до 4,25 ммоль/л у югословского карпа. Среднее значения содержания холестерина после зимовки у годовиков импортных пород составило 3,42 ммоль/л.

Как видно из анализа данных, по среднему содержанию холестерина, сеголетки двухпородных кроссов карпа обладают меньшим содержанием холестерина по сравнению с исходными родительскими формами. Годовики двухпородных кроссов карпа напротив обладают большим средним значением содержанием холестерина в крови по сравнению с исходными родительскими формами.

Объективно оценить биохимические показатели сыворотки крови всех полученных двухпородных кроссов карпа можно при помощи метода ранжирования. Разные кроссы обладают преимуществами по различным биохимическим показателям сыворотки крови. Для комплексной оценки кроссов по рассмотренным признакам проведено суммирование рангов и

определен средний ранг.

Ранжирование кроссов карпа по биохимическим показателям сыворотки крови позволило установить, что наибольшими показателями характеризуется кросс немецкий $\times$ лахвинский чешуйчатый ($\bar{x}$ 0,25), и реципрокные кроссы немецкий $\times$ смесь зеркальная ($\bar{x}$ 0,26), отводка столин XVIII $\times$ сарбоянский ($\bar{x}$ 0,31). Наименьшими значениями биохимических показателей крови характеризуется реципрокный кросс немецкий $\times$ столин XVIII и сарбоянский $\times$ лахвинский зеркальный (по $\bar{x}$ 0,75).

Уровень эффекта гетерозиса, по биохимическим показателям сыворотки крови, определяли с помощью индекса гетерозиса, выраженного в процентах (ИГ, %).

Расчет средней величины эффекта гетерозиса показал, что наиболее сильно проявление эффекта гетерозиса по биохимическим показателям сыворотки крови наблюдается у двухпородных кроссов карпа: немецкий $\times$ лахвинский чешуйчатый ($\bar{x}$ 23,06), лахвинский зеркальный $\times$ фресинет ($\bar{x}$ 8,73) и реципрокного кросса немецкий $\times$ смесь зеркальная ($\bar{x}$ 7,76).

Согласно средней величине эффекта гетерозиса 5 из 16 двухпородных кроссов карпа обладают незначительными преимуществами по биохимическим показателям сыворотки крови, по сравнению с исходными родительскими формами.

Список использованных источников и литературы:

[1] Ахметова В.В. Влияние условий обитания на морфофункциональные показатели крови карпа / В.В. Ахметова, С.Б. Васина. – Текст: электронный // Актуальные вопросы ветеринарной науки: материалы Международной научно-практической конференции. 9-11 июня 2015 г. – Ульяновск: УГСХА им. П.А. Столыпина, 2015. – С. 126-130.

[2] Дударенко Л.С. Биохимическое исследование сыворотки крови изобелинского карпа / Л.С. Дударенко // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. Сб. науч. тр. – Вып.18. – Минск, 2002. – С. 122-125.

[3] Дударенко Л.С. Физиологические показатели селектируемых линий лахвинского и тремлянского карпов /

Л.С. Дударенко, Е.В. Таразевич, А.П. Семенов // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. Сб. науч. тр. – Вып.14. – Минск, 1996. – С. 146-150.

[4] Мастицкий С.Э. Методическое пособие по использованию программы STATISTICA при обработке данных биологических исследований / С.Э. Мастицкий. – Мн.: РУП «Институт рыбного хозяйства», 2009. – 76 с.,

[5] Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика. Изд. 3-е, испр. Минск, «Высш. школа», 1973. – 320 с. с илл.

[6] Таразевич Е.В. Технологическая инструкция по разведению племенного карпа белорусской селекции / Е.В. Таразевич, М.В. Книга, А.П. Семенов, В.Б. Сазанов, Л.С. Дударенко, А.П. Ус // Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре в Беларуси. – Минск, 2006. – С. 6-20.

[7] Шейко Я.И. Динамика изменения физиолого-биологических показателей сыворотки крови младшего ремонта чистопородных карпов / Я.И. Шейко, Ю.М. Рудый, С.В. Кралько и [др.]. // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси, 33. – Минск, 2017. – С. 46-59.

[8] Casillas, E. Effect of stress on blood coagulation and haematology in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) / E. Casillas, L.S. Smith // J. Fish. Biol. 1977. – 10. – P. 481-491.

© Р.М. Цыганков, 2025

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Е.А. Машенская,
преподаватель,
науч. рук.: **О.В. Ударцева,**
д.т.н., проф.,
АлтГТУ им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул, Российская Федерация

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ДИЗЕЛЯ КАМАЗ-740 С НЕЙТРАЛИЗАТОРОМ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ И ПРЕДПУСКОВЫМ ПОДОГРЕВАТЕЛЕМ

Аннотация: в статье приведена схема экспериментальной установки с дизелем КамАЗ-740 для проведения испытаний нейтрализаторов отработавших газов и качества очистки в каталитических блоках в зависимости от температуры окружающей среды. Приведены значения полученных оценочных показателей и степень превышения норм Stage и России при изменении температуры.

Ключевые слова: дизель, отработавшие газы, нейтрализатор, предпусковой подогреватель.

В процессе исследований была разработана экспериментальная установка, которая предназначалась для определения влияния предпускового разогрева каталитических нейтрализаторов отработавших газов дизелей на эффективность снижения вредных выбросов в окружающую среду (Рис. 1). Объектом испытаний был выбран дизель КаМАЗ-740 (8Ч12/12).

Помещение испытательной станции было разделено таким образом, что в части его, где располагался дизель, стены представляли собой открывающиеся створки. Это позволяло имитировать работу дизеля в условиях зимней эксплуатации [1,2,3].

Дизель регулировался на номинальную мощность 155 кВт при 2600 мин⁻¹. Загрузка тормозного устройства осуществлялась реостатами активного сопротивления и индуктивными

регуляторами ступенчато, согласно требованиям ГОСТ 14846-2020.

Дизель 1 с вентилятором и радиатором устанавливался на общей раме 16 с тормозным устройством 14 марки SAK-670 с измерительной головкой 13 марки «Rapido» и был соединен валом 17, пропущенным в отверстие перегородки 9 испытательной станции.

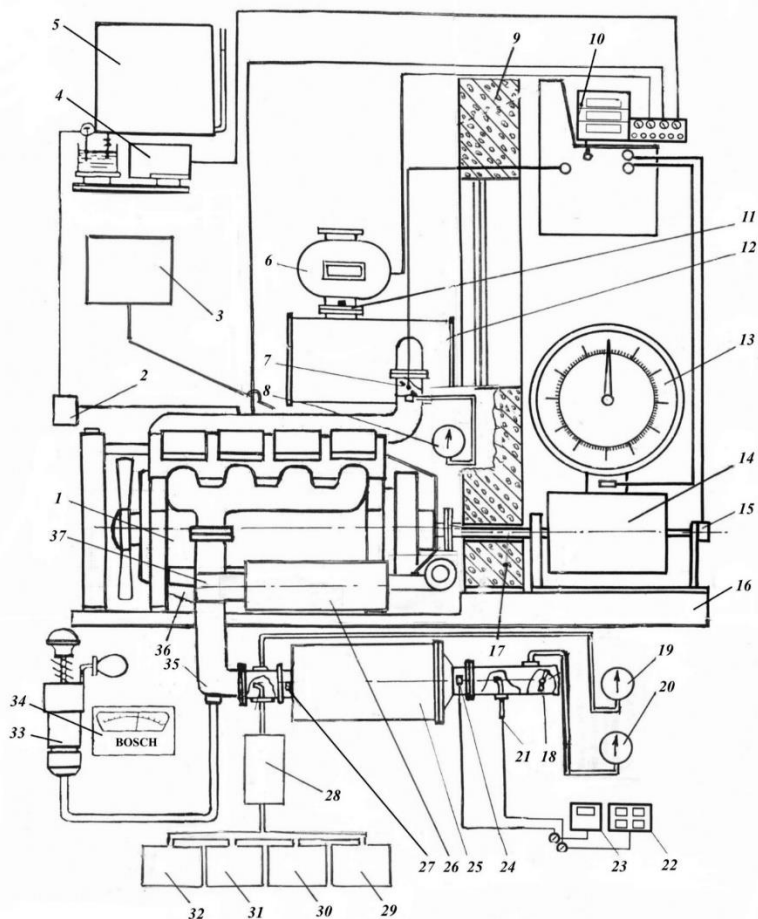


Рисунок 1 – Экспериментальная установка с дизелем КамАЗ-740

Питание топливом марки Л-0,2-40 согласно ГОСТ 305-2013 осуществлялось от топливного бака 5 через автоматическое весовое устройство 4 марки Д-1 и электромагнитный клапан 2. Воздухоснабжение осуществлялось через газовый счетчик 6 марки РГ-1000 и ресивер 12. Контроль температуры воздуха на впуске производился по показаниям электропотенциометра ЭПП-09 от термопары 11. В системе впуска после ресивера устанавливалась заслонка 7 для регулировки разрежения на впуске, величина которого контролировалась по показаниям манометра 8. Частота вращения коленчатого вала дизеля контролировалась с помощью тахометра 15 установленного на валу тормозного устройства. Данные всех измерений при испытаниях выводились на приборы пульта 10. В систему выпуска, в трубу 35 было встроено газораспределительное устройство 37, соединенное с полостью лотка 36 под поддоном дизеля, предпусковым подогревателем 26 трубами. Питание предпускового подогревателя 26 марки ПЖД-300 осуществлялось топливом Л-0,2-40 по ГОСТ 305-2013 от отдельного топливного бака 3. В систему выпуска был установлен многоступенчатый каталитический нейтрализатор 25. Отбор газов на анализ содержания твердых частиц производился газоотборником из трубы 35, анализ осуществлялся дымомером 33 с прибором 34 марки EFAW-78 фирмы BOSCH (ФРГ). Перед входом отработавших газов в каталитический нейтрализатор устанавливалась система 28 газоотбора, соединенная с газоанализатором 32 марки МЕХА-321Е фирмы «Hogiba» (Япония) для определения содержания углеводородов C_xH_y , газоанализатором 31 марки «Hartridge-904» (Великобритания) для определения содержания оксида углерода CO, газоанализатор 30 марки «RS-325L» фирмы «Riken Keiki» (Япония) для определения содержания оксидов азота NO_x , дымомер 29 марки «Hartridge» (Великобритания). Температура отработавших газов на входе в нейтрализатор и выходе контролировалась термопарами 27 и 24 типа ХА. После каталитического нейтрализатора установлен газоотборник 21 с выводом на газоанализаторы «МЕХА-321Е», «Hartridge-904», «RS-325L» и дымомер «Hartridge». Давление в системах

выпуска контролировалось монотрами 19 и 20. Противодействие на выпуске регулировалось заслонкой 18, установленной после каталитического нейтрализатора.

В целях получения данных об уровнях вредных выбросов дизеля КамАЗ-740 были проведены предварительные исследования, результаты которых сведены в таблицу 1. Здесь же приведены требования стандартов Stage и степень их превышения [4,5,6].

Таблица 1 – Данные предварительных испытаний об уровнях вредных выбросах дизеля КамАЗ-740 с отработавшими газами

Оценочные показатели	Значения оценочных показателей, г/(кВт·ч)					Выбросы при То, К			Степень превышения допустимых оценочных выбросов по стандартам Stage 2/3a/3b/4/ РФ при То= 245K
	допустимые стандартами								
	Stage 2	Stage 3a	Stage 3b	Stage 4	для России (с 2021 г.)	298	258	245	
	q _{оп} NOx	6,0 0	4,0	2,0	0,40	6,00	8,86	7,10	
q _{оп} CO	3,5	3,5	3,5	3,5	3,50	4,93	3,52	2,51	0,72/0,72/0,72/0,72/0,72
q _{оп} CH	1,0	1,0	0,19	0,19	0,40	1,23	1,06	0,93	0,93/0,93/4,89/4,89/2,33
q _{оп} ТЧ	0,2	0,2	0,2	0,025	0,10	0,40	0,39	0,32	1,6/1,6/1,6/12,8/3,2

В табл. 1 показано изменение уровней оценочных выбросов при изменении температуры окружающей среды от +25 °С (298K) до -28 °С (245K) и показана кратность превышения норм стандартов Stage 2, Stage 3a, Stage 3b, Stage 4 для температур 298 ... 258 ... 245K. Выявлено, что без применения каталитических нейтрализаторов выполнение норм Stage практически невозможно по оксидам азота и ТЧ.

Список использованных источников и литературы:

[1] Разяпов М.М. Повышение надежности агрегатов трансмиссии автотракторной техники при эксплуатации в условиях низких температур // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2020. N2(26). – С. 77-86.

[2] Крохта Г.М., Хомченко Е.Н., Усатых Н.А. Особенности прогрева двигателя внутреннего сгорания после

холодного пуска / Г.М. Крохта, Е.Н. Хомченко, Н.А. Усатых // Двигателестроение. 2021. №3(285). – С. 28-34.

[3] Купершмидт В.Л. Средства обеспечения пуска двигателей в холодных условиях. тракторы и сельхозмашины No1, pp 18-20 (2001)

[4] A.A. Melbert¹, Yu.A. Shaposhnikov, A.V. Mashensky and S.A. Voinash. Effects of 8Ч12/12 catalytic converter prestarting on harmful emissions at negative ambient temperatures. IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1177, 012011 (2019).

[5] A.A. Melbert, N.Tr. Hung, S.G. Lopareva, M.N. Kalimullin, R.M. Galiyev and E.V. Drabkina. Possibility of reducing the technogenic load on the environment by reducing oil waste in diesel. AEES-2021, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1010 (2022) 012041.

[6] Нгуен Ч.Х., Мельберт А.А. Современное состояние нормирования вредных выбросов дизельных двигателей сельскохозяйственных тракторов. Проблемы техносферной безопасности: сб. статей V Международной научно-практической конференции. Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул: АлтГТУ, 2022. – С.113-116.

© Е.А. Машенская, О.В. Ударцева, 2025

*К.А. Пинчуков,
студент 2 курса,
А.А. Чернышев,
студент 2 курса,
В.И. Замаруев,
студент 3 курса,
науч. рук.: А.Г. Кочарьян,
аспирант, асс.,
ФГБОУ ВО «ВГУИТ»,
г. Воронеж, Российская Федерация*

СОЗДАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЭНЕРГОПОТОКОВ В КОМПЛЕКСЕ «БИОГАЗОВАЯ УСТАНОВКА – ХОЛОДИЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ – КОМБИКОРМОВЫЙ ЦЕХ» ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ

Аннотация: предложена математическая модель, интегрирующая энергопотоки биогазовой установки, холодильного оборудования и комбикормового цеха. Модель позволяет оптимизировать распределение тепловой и электрической энергии в реальном времени, повышая общую энергоэффективность комплекса.

Проблема: отсутствие системного управления энергообменом между генерирующими и потребляющими звеньями агропромышленного комплекса приводит к значительным потерям энергии и снижению экономической эффективности.

Цель: разработка математической модели энергопотоков для оптимизации управления и распределения энергии между биогазовой установкой, холодильным оборудованием и процессом сушки в комбикормовом цехе.

Метод: в основе метода лежит построение балансовой модели на основе уравнений сохранения энергии и массы, с использованием критерия минимизации удельных энергозатрат на производство конечной продукции в качестве целевой функции оптимизации.

Выводы: внедрение модели обеспечивает снижение общих энергозатрат комплекса за счет синергетического использования побочной тепловой энергии.

Введение: Современные агропромышленные предприятия стремятся к созданию замкнутых энергоэффективных циклов. Комплекс, включающий биогазовую установку (БГУ), производящую электро- и теплоэнергию, энергоемкий комбикормовый цех, в частности сушильный модуль, и холодильное оборудование (например, для хранения сырья или готовой продукции), представляет собой идеальный объект для интегрального управления. Однако разрозненная работа этих модулей без учета их взаимного энергетического влияния не позволяет использовать ключевое преимущество – возможность утилизации тепла от когенерационной установки БГУ и агрегатов холодильного контура для технологических нужд. Это обуславливает необходимость создания единой математической модели, которая станет цифровой основой для системы поддержки принятия решений.

I. Влияние модели на производство.

Влияние на производство энергии: Модель позволяет определять оптимальный режим работы когенератора БГУ не только по запросу на электроэнергию, но и с учетом текущей и прогнозируемой потребности в тепле для сушки и технологического охлаждения, минимизируя режимы "сброса" тепла в атмосферу.

Оптимизация режимов сушки: Температура и объем агента сушки в комбикормовом цехе становятся управляемыми параметрами, зависящими от доступного теплового потока от БГУ и конденсаторов холодильных машин, что позволяет снизить расход газа или электроэнергии на прямом подогреве. **Распределение тепла и электричества:** Модель в реальном времени рассчитывает приоритеты распределения: направлять ли электроэнергию на работу чиллеров или на привод механизмов цеха, использовать ли тепло от двигателя когенератора для подогрева субстрата БГУ, сушки или регенерации адсорбентов в холодильной системе, обеспечивая глобальный энергетический минимум для комплекса.

II. Уравнения и данные положенные в основу модели.

1) Энергетический баланс БГУ.

$$Q_{\text{биомасса}} = Q_{\text{биогаз}} + Q_{\text{тепло}} + Q_{\text{потери}},$$

2) Тепловой баланс сушильного отделения:

$$Q_{\text{подв}} = Q_{\text{исп}} + Q_{\text{мат}} + Q_{\text{возд}} + Q_{\text{потери}}$$

3) Энергетический баланс холодильной установки

$$W_{\text{затр}} = Q_{\text{хол}} + Q_{\text{отв}}$$

4) Целевая функция для оптимизации

Целевая функция зависит от критерия оптимизации (минимум затрат, максимум КПД и т.п.). Примеры:

а) Минимизация энергозатрат:

$$F = W_{\text{БГУ}} + W_{\text{сушилка}} + W_{\text{холод}} \rightarrow \min$$

б) Максимизация КПД системы:

$$F = W_{\text{затр}} Q_{\text{полезн}} \rightarrow \max$$

в) Минимизация эксплуатационных затрат:

$$F = C_{\text{энергия}} + C_{\text{обслуживание}} + C_{\text{амортизация}} \rightarrow \min$$

Таблица данных, основанная на работе модели.

Параметр	Режим без модели	Режим с моделью	Эффект
Выработка электроэнергии, КВт*ч/сутки	2400	2400	Без изменений
Выработка тепла когенератором, КВт*ч/сутки	2880	2880	Без изменений
Потребление энергии на сушку, КВт*ч/сутки	300	50	-250 КВт*ч
Затраты на тепло, КВт*ч/сутки	800	0	-800 КВт*ч
Суммарные удельные затраты, у.т.с./т продукции	45.2	38.1	Снижение на 15.7%

Вывод: разработанная математическая модель энергопотоков является эффективным инструментом для управления комплексом взаимосвязанных производств. Она позволяет перейти от независимого функционирования оборудования к синергетической работе, где побочные продукты одного процесса (тепловая энергия) становятся ресурсом для другого. Практическое внедрение модели, как демонстрируют расчетные данные, способно обеспечить существенное (в приведенном примере – более 15%) снижение удельных энергозатрат на единицу конечной продукции, повышая тем самым как энергетическую, так и экономическую устойчивость сельскохозяйственного предприятия. Дальнейшим развитием модели может стать ее интеграция с системами прогнозирования и адаптивного управления на основе методов искусственного интеллекта.

Список использованных источников и литературы:

[1] Боровиков С.М. Математическое моделирование энергетических систем агропромышленных комплексов / С.М. Боровиков, Т.А. Карпова. – Москва: ИНФРА-М, 2021. – 196 с. – ISBN 978-5-16-016789-0.

[2] Интегрированное управление энергопотоками в биоэнергетических установках / В.И. Петренко, Е.Л. Сидорова // Автоматизация и ИТ в энергетике. – 2020. – №4 (47). – С. 34-40.

[3] Клименко, А.В. Моделирование и оптимизация энерготехнологических комплексов / А.В. Клименко, П.Д. Федоров. – Санкт-Петербург: Профессия, 2019. – 264 с. – ISBN 978-5-904757-92-2.

[4] Системный анализ и оптимизация тепловых потоков в агропромышленном производстве / Н.О. Григорьева, Д.В. Кузьмин // Вестник энергосберегающих технологий. – 2022. – №1 (15). – С. 22-28.

[5] Тепло- и массообмен в сушильных и холодильных установках: учебник / под ред. М.А. Ветрова. – Москва: КолосС, 2018. – 328 с. – ISBN 978-5-9532-0876-2.

© К.А. Пинчуков, А.А. Чернышев, В.И. Замаруев, 2025

*А.Д. Сысоев,
Д.И. Евдокимов,
Р.Р. Волоцкова,
Пуцинский филиал ФГБОУ ВО «Российский
биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)»,
г. Пуцино, Российская Федерация*

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ЗАДАЧ КОНТРОЛЯ ФОКУСИРОВКИ В МНОГОКАНАЛЬНЫХ ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ

Аннотация: в работе проводится сравнительный анализ алгоритмов цифровой обработки изображений для решения задачи автоматической фокусировки в многоканальных оптоэлектронных устройствах. Исследуются классические методы оценки резкости на основе градиентов (операторы Собеля, Лапласа, Тененграда), спектральные методы, а также методы, основанные на статистике изображения (дисперсия, энтропия). Критериями сравнения выступают точность определения плоскости наилучшего фокуса, вычислительная сложность, устойчивость к шумам и адаптивность к различным типам текстур изображения [1]. Результаты моделирования и эксперимента на многоканальной оптической установке позволяют рекомендовать наиболее эффективные алгоритмы для реализации в системах реального времени, учитывающие компромисс между скоростью работы и точностью в условиях ограниченных аппаратных ресурсов. Целью работы является разработка кроссплатформенного программного обеспечения на Python для автоматизации и объективной количественной оценки качества фокусировки в двухканальных оптико-электронных системах (ОЭС). Программа предназначена для замены субъективной визуальной оценки оператора и обеспечения высокой согласованности фокусировки между двумя независимыми оптическими каналами.

Ключевые слова: операторы Собеля, оптоэлектронные устройства, оптические каналы, алгоритм, программа.

Анализ проводится на синтетических и реальных изображениях, характерных для многоканальных устройств, с варьированием уровня шума и контраста. Основными оценочными параметрами являются: чувствительность (крутизна функции меры резкости), точность (отсутствие ложных экстремумов), устойчивость к шуму и вычислительная эффективность [2, 5].

Результаты показывают, что для текстурных изображений в системах с жесткими требованиями к скорости оптимальны модифицированные градиентные операторы (например, Тененграда), в то время как для низкоконтрастных или зашумленных каналов предпочтительнее статистические методы. На основе анализа предложена стратегия выбора и гибридизации алгоритмов для разнородных каналов, позволяющая существенно увеличить общую производительность многоканальной системы фокусировки.

Для реализации сравнительного анализа были использованы следующие методы:

1. Захват видеопотока: Использование библиотеки OpenCV (cv2.VideoCapture) для подключения к двум камерам по их индексам и одновременного захвата и отображения видео в реальном времени [3].

2. Реализация обработчиков событий мыши (cv2.setMouseCallback) для предоставления пользователю возможности указать ключевые области интереса (стробы) для анализа Рисунок 1.

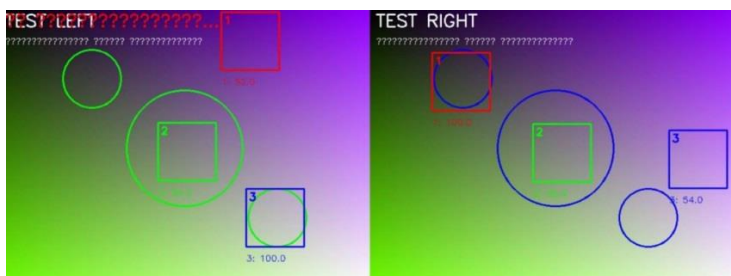


Рисунок 1 – Реализация обработчиков событий мыши (cv2.setMouseCallback).

3. Применение фильтра Лапласа для выделения границ и высокочастотных компонент изображения, которые наиболее чувствительны к резкости представляют собой оценку резкости изображения. Использовалась функция `cv2.Laplacian()` [4]. Расчет дисперсии: вычисление дисперсии (меры разброса) полученного после Лапласиана изображения (`cv2.meanStdDev()` или `pr.var()`). Высокая дисперсия соответствует резкому изображению, низкая – размытому (рис. 2). Этот метод является одним из стандартных и эффективных для оценки резкости.

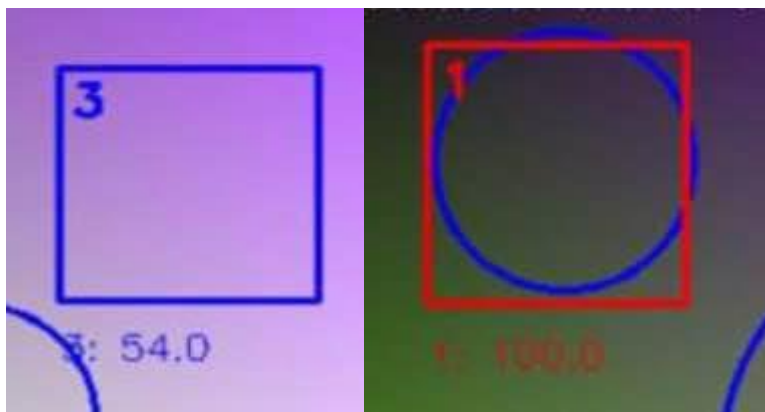


Рисунок 2 – Оценка резкости изображения.

4. Непрерывный мониторинг и сравнение значений дисперсии в соответствующих строках левого и правого каналов. При достижении разницы между показателями порогового значения (дельта, задаваемая в конфигурационном файле) система выдает сигнал «ГОТОВ».

5. Использование формата JSON для хранения настроек (размеры и цвета стробов, пороговое значение, пути сохранения). Запись численных показателей резкости, времени измерения и других метаданных в текстовый файл или электронную таблицу (CSV) с помощью стандартных модулей Python.

```
Результаты сохранены в CSV: results\focus_analysis_20250918_150741.csv
Скриншот сохранен: results\screenshot_20250918_150741.jpg

=====
Добавлен строб на left стороне: (160, 121)
Добавлен строб на left стороне: (320, 241)
Добавлен строб на left стороне: (478, 364)
Добавлен строб на right стороне: (153, 121)
Добавлен строб на right стороне: (312, 238)
Добавлен строб на right стороне: (475, 368)
```

Рисунок 3 – Результаты сравнительного анализа

6. Автоматизация развертывания (для Windows):
Использование PowerShell скриптов для автоматизации установки необходимых зависимостей (например, создание виртуального окружения, установка пакетов из requirements.txt) и упрощения запуска приложения конечным пользователем.

Повышение объективности и устранение человеческого фактора стала замена субъективной оценки на объективную. Вместо зависимости от остроты зрения и опыта конкретного оператора фокусировка оценивается на основе строгого математического алгоритма (оператор Лапласа + дисперсия). При одинаковых условиях система всегда выдаст идентичную численную оценку резкости, что гарантирует полную повторяемость процесса контроля и юстировки. Программа непрерывно вычисляет резкость в реальном времени, избавляя оператора от необходимости делать это вручную или "на глаз".

Оператор сразу видит на экране количественное сравнение резкости для обоих каналов, что позволяет быстро и целенаправленно вносить корректировки.

Помимо этого сигнал «ГОТОВ» однозначно указывает на достижение требуемого качества, исключая излишние и потенциально вредные попытки "навести еще точнее".

Обеспечение высокого и стабильного качества продукции стало преимущественным – программа обеспечивает не просто резкость каждого канала в отдельности, а их взаимную согласованность. Это критически важно для стереосистем или систем, где данные с разных каналов должны быть сопоставимы.

Функция сохранения результатов создает цифровой след для каждой собранной ОЭС. Это позволяет проводить статистический анализ, отслеживать дефекты и предъявлять объективные доказательства качества заказчику. Параметры программы (размеры и цвет стробов, пороговое значение расхождения) вынесены в конфигурационный файл. Это позволяет быстро адаптировать ПО под разные модели изделий или изменять требования без переписывания кода. Архитектура программы позволяет работать с разными камерами, поддерживаемыми OpenCV, что снижает зависимость от конкретного поставщика оборудования.

Разделение экрана на два видеопотока с возможностью указания зоны анализа простым кликом мыши делает интерфейс простым для освоения без длительного обучения.

Оператор не должен одновременно удерживать в голове и сравнивать два изображения. Программа делает это за него и предоставляет готовый вердикт.

Экономическая эффективность представляет собой снижение затрат на брак и оптимизация труда: Один оператор может работать эффективнее и контролировать процесс сборки большего количества систем за счёт сокращения времени на юстировку.

Разработанная программа переводит критически важный этап производства ОЭС из категории «искусство и опыт» в категорию «точная технология», обеспечивая беспрецедентный уровень контроля, скорости и стабильности качества.

Список использованных источников и литературы:

[1] OpenCV Library: Bradski, G., & Kaehler, A. (2008). Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV Library. O'Reilly Media. – Основной источник по методам компьютерного зрения.

[2] Методы оценки резкости: Pertuz, S., Puig, D., & Garcia, M. A. (2013). Analysis of focus measure operators for shape-from-focus. Pattern Recognition, 46(5), 1415-1432. – Обзор и сравнение различных операторов оценки резкости.

[3] Image Quality Assessment: Wang, Z., & Bovik, A. C. (2006). Modern image quality assessment. Synthesis Lectures on

Image, Video, and Multimedia Processing, 2(1), 1-156. –
Фундаментальная работа по оценке качества изображения.

[4] Программирование на Python: Lutz, М. (2013).
Learning Python. O'Reilly Media. – Основной источник по языку
программирования, использованному в проекте.

[5] Волоцкова Р.Р. Как машинное обучение меняет
банковский сектор / Р.Р. Волоцкова, Е.А. Барицкая //
Наукоемкие технологии в машиностроении: Сборник
материалов Международной научно-практической
конференции, посвященной 80-летию Победы в Великой
Отечественной войне и 85-летию города трудовой доблести
Ишимбая, Ишимбай, 16-18 апреля 2025 года. – Уфа: Уфимский
университет науки и технологий, 2025. – С. 135-139. – EDN
GUTIZA.

© А.Д. Сысоев, Д.И. Евдокимов, Р.Р. Волоцкова, 2025

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

К.А. Андриенко,
студент-магистрант,

О.Н. Бургомистрова,

к.с.-х.н., доц.

*ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА,
г. Вологда-Молочное, Российская Федерация*

СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА В МОЛОКЕ В РАЗРЕЗЕ ГЕНЕАЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ

Аннотация: в статье представлены результаты исследования по выявлению перспективных линий по величине массовой доли белка в молоке коров.

Ключевые слова: массовая доля белка, молочная продуктивность, лактация, голштинская порода, линия животных

Основной целью селекционной работы является постоянное совершенствование молочных пород крупного рогатого скота, направленное на повышение величин продуктивных показателей, по которым ведётся отбор [1].

Одним из ключевых направлений развития отрасли молочного скотоводства является ее интенсификация, обеспечивающая при стабильном поголовье коров увеличение валового производства молока. Достижения зоотехнической науки и практики подтверждают, что это возможно за счет повышения генетического потенциала животных методами селекции и создания технологических условий, способствующих его реализации [2, 3].

Основным способом разведения является классическое разведение по линиям, которое позволяет проводить учёт и контроль селекционного процесса в стадах и популяции [4, 5, 6, 7, 8, 9].

В наше время отечественные и зарубежные исследователи большое внимание уделяется использованию быков-лидеров в породах молочного направления крупного рогатого скота, что

свою очередь может привести кроссированию потомства и сложности ведения направленной селекционной работы [10-12].

Поэтому исследование по определению величины массовой доли белка в молоке коров различных генеалогических линий является актуальным.

Целью исследования является выявление наилучших линий по величине массовой доли белка в молоке коров для дальнейшего отбора и составления родительских пар с целью оптимизации производства.

Исследование проведено на поголовье стада коров голштинской породы, имеющим три и более законченных лактации, одного из ведущих предприятий Вологодской области (n=335 голов). Исследовательская база данных сформирована с использованием ИАС «Селэкс». В выборку вошли группы животных: по линии Рефлекшн Соверинг 198998– 164 коров, по линии В.Б. Айдиала 1013415 – 136 голов, по линиям М.Чифтейна 95679 и Пабст Говернер – 18 и 17 коров соответственно. По коровам учтены показатели удоя по 3 лактациям и рекордной. Расчёты проведены с использованием стандартного программного обеспечения Microsoft Excel. В обработку включены животные 4 линий, которые имеют поголовье более 10 голов: Вис Бэк Айдиал, Рефлекшн Соверинг, Монтвик Чифтейн, Пабст Говернер.

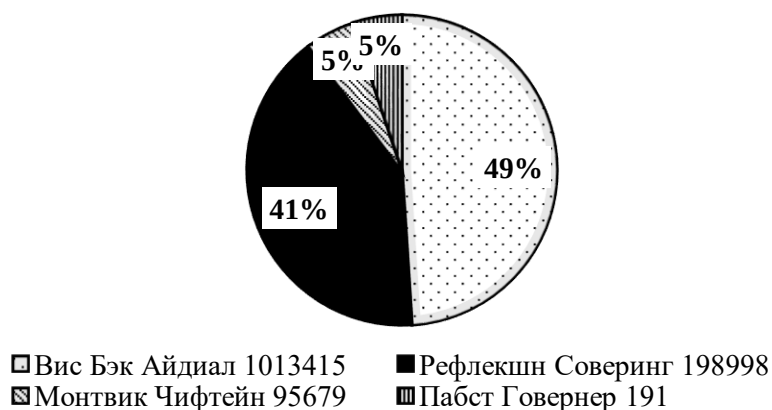


Рисунок 1 – Генеалогическая структура стада черно-пестрого скота

Результаты исследований по МДБ за 305 суток лактации в разрезе генеалогических линий представлены на рисунке 2.

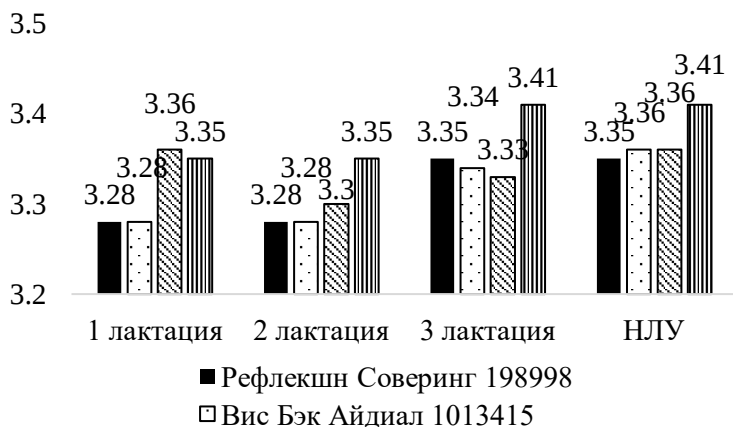


Рисунок 2 – Показатели массовой доли белка в молоке в разрезе генеалогических линий (%)

Данные рисунка 2 указывают на то, что по первой

лактации наилучший показатель МДБ в молоке имеют животные линии Монтвик Чифтейн 95679 – 3,36% и линии Пабст Говернер 882933 – 3,35%, который выше, чем у двух других линий на 0,08-0,07%.

По второй лактации коровы линии Пабст Говернер 882933 (3,35%) превышают представителей других линий на 0,07-0,05%.

По третьей лактации выявлено повышение величины МДБ по всем линиям. Как и за предыдущие лактации, коровы линии Пабст Говернер 882933 показывают наилучший результат – 3,41%, что превышает данный показатель по животным остальных линий на 0,06-0,08%.

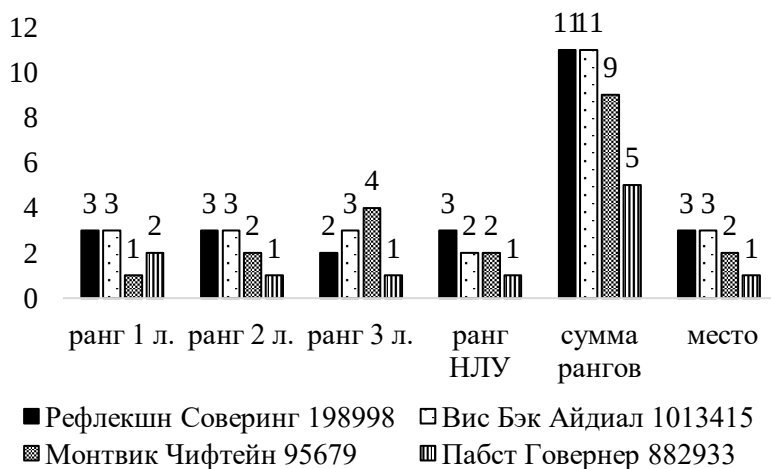


Рисунок 3 – Ранжирование линий по МДБ в молоке

При обобщении результатов анализа по МДБ в молоке установлено, что животные линии Пабст Говернер 882933 имеют стабильные показатели (1 место), что подтверждает итоговый суммарный рейтинг по занимаемому месту – 1 балл. Коровы линии Вис Бэк Айдиала 1013415 определены на 2 место – суммарное количество баллов – 2, на 3-м месте животные линий Рефлекшн Соверинг 198998 и Монтвик Чифтейна 95679,

их итоговые рейтинги составил по 3 балла соответственно.

Таким образом, при дальнейшей селекционной работе для повышения величины массовой доли белка в молоке коров голштинской породы рекомендуем использовать животных перспективных линий Пабст Говернер 882933 и Монтвик Чифтейна 95679, как наиболее продуктивных по МДБ.

Список использованных источников и литературы:

[1] Бургомистрова О.Н. Взаимосвязь экстерьерных признаков телосложения дочерей быков-производителей с удоом за первую лактацию / О.Н. Бургомистрова // Бюллетень государственного научного учреждения Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных. - 2006. - №149. - С. 16-18.

[2] Самусенко Л.Д. Оценка племенной ценности быков-производителей разных линий, используемых на племенных предприятиях орловской области / Л.Д. Самусенко // Вестник аграрной науки. - 2020. - №2(83). - с. 70-76. - ISSN 2587-666x. - текст: Электронный // Лань: Электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/312745> (дата обращения: 05.04.2023). - режим доступа: для авториз. пользователей. - с. 2.).

[3] Тяпугин Е.А. Селекция крупного рогатого скота на современных комплексах с инновационными технологиями доения / Е.А. Тяпугин, С.Е. Тяпугин, О.Н. Бургомистрова, О.Л. Хромова // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. - 2014. - №6. - С. 41-43.

[4] Максимова Л.Р. Разведение по линиям в молочном скотоводстве Карелии / Л.Р. Максимова, Л.П. Шульга // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. - 2018. - №53. - с. 113-119. - issn 2078-1318. - текст: Электронный // лань: Электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/310142> (дата обращения: 05.04.2023). - режим доступа: Для авториз. пользователей.

[5] Абрамова Н.И. Новый подход к оценке линий молочного скота с учетом коэффициента линейности / Н.И. Абрамова, Л.Н. Богорадова, Г.С. Власова [и др.] // Зоотехния. -

2018. – №9. – С. 2-6.

[6] Абрамова Н.И. Результаты голштинизации отечественных молочных пород крупного рогатого скота / Н.И. Абрамова, О.Н. Бургомистрова, О.Л. Хромова // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2018. – №8. – С. 70-77.

[7] Тяпугин Е.А. Фактор «генеалогическая линия» и его влияние на экстерьерные признаки коров черно-пестрой породы / Е.А. Тяпугин, О.Н. Бургомистрова, Н.И. Абрамова, О.Л. Хромова // Молочное скотоводство России: состояние, тенденции, перспективы: материалы заочной научной конференции, посвященной 95-летию со дня образования института. – 2017. – С. 15-22.

[8] Михалева И.С. Молочная продуктивность коров черно-пестрого скота в зависимости от линейной принадлежности в СХПК «Племзавод Майский» Вологодского района / И.С. Михалева, О.Н. Бургомистрова // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Том 3. Часть 2. – 2021. – С. 204-208.

[9] Абрамова Н.И. Результаты скрещивания черно-пестрого скота с голштинской породой в условиях Вологодской области / Н.И. Абрамова, Г.С. Власова, О.Н. Бургомистрова [и др.] // Молочнохозяйственный вестник. – 2017. – №3(27). – С. 8-15.

[10] Тяпугин Е.А. Продуктивное долголетие коров черно – пестрой породы при различных способах содержания и технологиях доения / Е.А. Тяпугин, И. С. Сереброва, Н. И. Абрамова [и др.] // Владимирский земледелец. – 2016. – №4(78). – С. 45-46.

[11] Влияние быков-производителей голштинской породы на молочную продуктивность их дочерей / Т.А. Гусева, И.В. Каешова, А.А. Наумов, Н. Ю. Чупшева // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2022. – №4. – С. 43-48. – issn 2307-5872. – текст: Электронный // Лань: Электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/328997> (дата обращения: 05.04.2023). – режим доступа: Для авториз. пользователей.

[12] Абрамова Н.И. Племенная ценность быков-

производителей черно-пестрой породы различного происхождения / Н.И. Абрамова, О.Л. Хромова, Г.С. Власова, Л.Н. Богорадова, О.Н. Бургомистрова // Зоотехния. 2019. – №8. – С. 2-7.

[13] Бургомистрова О.Н. Показатели молочной продуктивности коров голштинской породы в разрезе линий / О.Н. Бургомистрова, А.И. Симакова // Аграрная наука и инновационное развитие АПК: состояние, проблемы и перспективы: СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Смоленск, 18 апреля 2024 года. – Смоленск: Смоленская государственная сельскохозяйственная академия, 2024. – С. 38-41.

© К.А. Андриенко, О.Н. Бургомистрова, 2025

*Н.Е. Бургомистров,
магистрант 2 курса
напр. «Сельскохозяйственные науки»,*

*О.Н. Бургомистрова,
к.с.-х.н., доц.,
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА,
г. Вологда-Молочное, Российская Федерация*

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОТБОРА КОРОВ ПО ПЛЮС- ВАРИАНТУ ИНДЕКСА

Аннотация: в статье представлены результаты комплексной оценки племенной ценности коров по продуктивно-экстерьерным индексам коров первого отёла голштинской породы. Определена эффективность отбора коров по плюс-варианту индекса.

Ключевые слова: голштинская порода, молочная продуктивность, продуктивно-экстерьерный индекс, эффективность, коровы первого отела.

В условиях интенсификации молочного скотоводства требования к отбору животных повышаются. Животные должны отличаться не только высокой молочной продуктивностью, но и должны быть пригодны к машинному доению, иметь крепкие конечности и прочное копыто, устойчивы к заболеваниям, способные к раздоя, эффективному использованию корма, длительному сроку службы. В этой связи разработка методов оценки и отбора быков и коров по комплексу хозяйственно-полезных признаков приобретает большое значение [1-5].

Для получения высокопродуктивных коров молочного направления, необходимо проводить отбор животных не только с хорошими продуктивными показателями, но и лучшими экстерьерными признаками. Оценка и отбор коров по полифакторным индексам основана на использовании продуктивных и экстерьерных качеств [6-9].

Для проведения исследований сформирована база данных по основным хозяйственно полезным признакам 246 коров первого отела: количеству молочного жира, количеству

молочного белка, линейным и классификационным экстерьерным признакам. Продуктивность коров учтена за 305 дней первой лактации, экстерьер коров оценен линейным методом согласно «Правил оценки телосложения...», 1996г.

Комплексные индексы племенной ценности коров (продуктивно-экстерьерные индексы коров) определяли с использованием моделей, разработанных в лаборатории оценки генотипа ГНУ ВНИИГРЖ (М. 2005):

$$CI_3 = (4 STA_{\text{ВЫХ.ЖИРА}} + 2STA_{\text{ЭКСТ.}}) \times 50;$$

$CI_4 = (2STA_{\text{ВЫХ.ЖИРА}} + 2STA_{\text{ВЫХ.БЕЛКА}} + 2STA_{\text{ЭКСТ.}}) \times 50$; где CI_3, CI_4 – продуктивно-экстерьерные индексы коров, $STA_{\text{ВЫХ.ЖИРА}}$ – стандартная передающая способность по выходу молочного жира, $STA_{\text{ЭКСТ.}}$ – стандартная передающая способность по экстерьеру (окончательная (финальная) оценка экстерьера), $STA_{\text{ВЫХ.БЕЛКА}}$ – стандартная передающая способность по выходу молочного белка.

Обработка данных проведена на ПК с использованием пакета прикладных программ по общепринятым методам вариационной статистики, описанной Е.К. Меркурьевой (1983) и Н.А. Плохинским (1961).

Средняя абсолютная величина плюс– и минус-вариант индексов CI_3 и CI_4 , рассчитанных за 305 дней лактации составила +330,4 и +441,0 соответственно. Средняя абсолютная величина минус-вариант индексов CI_3 и CI_4 , рассчитанных за 305 дней лактации составила -320,6 и -463,8 соответственно (табл. 1).

Из таблицы 1 видно, что группировка животных на плюс- и минус-варианты индекса (CI_3) показала, что в оценке животных по плюс-варианту индекса в группах животных оказывались коровы, у которых удой за лактацию был выше на 1335,9 кг (18,5%), выход жира 61,5 кг (22,1%), чем у коров с минус-вариантом индекса; при этом оценка экстерьера у них также выше на 1,6 балла (1,9%) и 1,2 балла (1,4%).

У коров с плюс-вариантом индекса (CI_4) удой за лактацию выше на 1488,6 кг (20,9%), выход жира 65,2 кг (23,7%), чем у коров с минус-вариантом индекса; оценка экстерьера у них также выше на 1,2 балла (1,4%).

Таблица 1 – Эффективность отбора коров по плюс-варианту индекса (CI₃) и (CI₄), определенного в оценке за 305 дней лактации

Число коров	Вариант индекса (+,-)	Среднее значение индексов	Результаты отбора		
			Удой, кг	Выход молочного жира, кг	Финальная оценка экстерьера, балл
CI ₃					
121	+вариант	+330,4	8559,9 ± 68,8	339,4 ± 2,59	85,7 ± 0,13
125	-вариант	-320,6	7224,0 ± 73,1	277,9 ± 2,75	84,1 ± 0,16
Разница в пользу +варианта			+1335,9 (18,5%)	+61,5 (22,1%)	+1,6 (1,9%)
CI ₄					
126	+вариант	+441,1	8607,3 ± 61,9	339,9 ± 2,4	85,5 ± 0,13
120	-вариант	-463,8	7118,7 ± 67,4	274,7 ± 2,6	84,3 ± 0,16
Разница в пользу +варианта			1488,6 (20,9%)	65,2 (23,7%)	1,2 (1,4%)

Таким образом, отбор коров по плюс-варианту комплексных продуктивно-экстерьерных индексов CI₃ и CI₄ приведет к повышению молочной продуктивности и улучшению экстерьера молочных коров.

Список использованных источников и литературы:

- [1] Отбор коров с использованием полифакторных индексов на современных комплексах с различными технологиями содержания и доения / С.Е. Тяпугин, Н.И. Абрамова, О.Н. Бургомистрова [и др.] // Зоотехния. – 2014. – №4. – С. 20-22.
- [2] Оценка и отбор животных на основе полифакторных индексов / С.Е. Тяпугин, О.Н. Бургомистрова, О.Л. Хромова, Н.В. Зенкова // Молочное и мясное скотоводство. – 2014. – №3.

– С. 16-18.

[3] Эффективность отбора коров по типу телосложения / Н.И. Абрамова, О.Н. Бургомистрова, О.Л. Хромова [и др.] // АгроЗооТехника. – 2018. – Т. 1, №3. – С. 2. – DOI 10.15838/alt.2018.1.3.2.

[4] Бургомистрова О.Н. Ранняя оценка племенной ценности коров по комплексу хозяйственно полезных признаков: специальность 06.02.01 «Диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология и морфология животных»: диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Бургомистрова Ольга Николаевна. – Санкт-Петербург-Пушкин, 2008. – 104 с.

[5] Тяпугин С.Е. Эффективность раздоя коров / С.Е. Тяпугин, О.Н. Бургомистрова, О.Л. Хромова // Животноводство России. – 2015. – №6. – С. 33-34.

[6] Экстерьер коров черно-пестрой породы на фермах с инновационными технологиями / А.В. Маклахов, Н.И. Абрамова, О.Н. Бургомистрова, О.Л. Хромова // Главный зоотехник. – 2016. – №12. – С. 23-28.

[7] Бургомистрова О.Н. Взаимосвязь признаков линейной оценки экстерьера с признаками молочной продуктивности коров голштинской породы / О.Н. Бургомистрова, Н.В. Чухарева, Н.Е. Бургомистров // Молочнохозяйственный вестник. – 2024. – №4(56). – С. 47-62. – DOI 10.52231/2225-4269_2024_4_47.

[8] Динамика экстерьерных признаков в популяции черно-пестрой породы Вологодской области / С.Е. Тяпугин, О.Н. Бургомистрова, Н.И. Абрамова [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. – 2015. – №2. – С. 8-9.

[9] Рахматулина, Н. Р. Продуктивно-экстерьерные индексы быков-производителей, оцененных по экстерьеру и продуктивности дочерей за 90, 180 и 305 дней лактации / Н. Р. Рахматулина О.Н. Бургомистрова // Бюллетень государственного научного учреждения Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных. – 2006. – №149. – С. 14-15.

[10] Результаты скрещивания черно-пестрого скота с голштинской породой в условиях Вологодской области / Н.И.

Абрамова, Г.С. Власова, О.Н. Бургомистрова [и др.] // Молочнохозяйственный вестник. – 2017. – №3(27). – С. 8-15.

[11] Литвинов И.В. Результаты линейной оценки быков-производителей / И.В. Литвинов, С.Е. Тяпугин, О.Н. Бургомистрова // Интенсификация сельскохозяйственного производства: Сборник научных статей ученых СЗНИИМЛПХ посвященный 75-летию Российской сельскохозяйственной академии. – Вологда-Молочное: Северо-западный научно-исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства, 2004. – С. 13-14.

[12] Результаты линейной оценки экстерьера коров чернопестрой породы в племенных хозяйствах Вологодской области / С.Е. Тяпугин, О.Н. Бургомистрова, О.Л. Хромова, Н.В. Зенкова // Достижения современной науки – сельскохозяйственному производству: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 25-летию образования Новгородского НИИСХ, Великий Новгород, 28-29 мая 2013 года. – Великий Новгород: Издательско-полиграфический центр Бумеранг, 2013. – С. 182-184.

[13] Бургомистрова О.Н. Использование селекционных индексов оценки животных в условиях Вологодской области / О.Н. Бургомистрова // Современные методы генетики и селекции в животноводстве: Материалы международной научной конференции ВНИИГРЖ, Санкт-Петербург, Пушкин, 26–28 июня 2007 года. – Санкт-Петербург, Пушкин: Государственное научное учреждение Северо-Западный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства Российской академии сельскохозяйственных наук, 2007. – С. 160-164.

[14] Тяпугин С. Эффективность раздоя коров / С. Тяпугин, О.Н. Бургомистрова, О.Л. Хромова // Животноводство России. – 2015. – №6. – С. 33-34.

© Н.Е. Бургомистров, О.Н. Бургомистрова, 2025

*М.М. Сазоненко,
аспирант кафедры растениеводства,
науч. рук.: Н.Н. Нецадим,
д-р с.-х. наук, профессор,
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный
университет имени И.Т. Трубилина»,
г. Краснодар Российская Федерация*

ИЗМЕНЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ И НЕКОТОРЫХ АГРОФИЗИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПРИЕМАХ ПОДГОТОВКИ К ПОСЕВУ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

Аннотация: в ходе эксперимента исследовалось влияние различных приемов подготовки почвы на всхожесть семян различных сортов условиях полевого опыта. Целью работы было определить, как методы обработки влияют на полевую всхожесть семян озимой пшеницы разных сортов в условиях Западного Предкавказья. В центральной зоне Краснодарского края был заложен стационарный трехфакторный опыт. В результате проведенных исследований зафиксированы изменения всхожести зависимости от способов обработки. Установлено, что приемы подготовки почвы оказывают влияние на полевую всхожесть семян различных сортов озимой пшеницы, а также определены долевые эффекты факторов, влияющих на этот процесс.

Ключевые слова: пшеница озимая, сорт, всхожесть, доля влияния.

Исследования многих учёных подтверждают, что выбор оптимальной системы обработки почвы во многом определяет формирование благоприятных условий для устойчивого роста растений и получения стабильных урожаев. При этом её воздействие необходимо рассматривать в комплексе с другими элементами интенсификации сельского хозяйства, включая питание растений, защиту и использование современных агротехнологий [1, 2].

От выбора метода обработки зависит водно-воздушный,

тепловой и питательный режимы, что напрямую отражается на эффективном плодородии и урожайности культур [5]. Помимо этого, грамотная обработка почвы способствует снижению воздействия неблагоприятных факторов внешней среды – подавлению сорняков, уменьшению поражаемости болезнями и вредителями, а также защите от эрозионных процессов, вызванных действием воды и ветра.

Современное земледелие требует рационального сочетания технологических приёмов с использованием средств химизации. Высокие урожаи и качественные показатели зерна озимой пшеницы обеспечиваются применением адаптивных сортов, поддержанием оптимального режима питания в течение всей вегетации и внедрением комплексных систем защиты посевов от биотических стрессоров [3, 4].

Эффективная агротехнология возделывания озимой пшеницы должна строиться на принципах системности, комплексности и дифференцированного подхода. Это предполагает выполнение полного цикла мероприятий, взаимосвязанных между собой и адаптированных к природно-климатическим особенностям региона, а также к биологическим потребностям конкретного сорта культуры [4]. Такой подход исключает унификацию технологических решений, обеспечивая индивидуальную оптимизацию агротехнологии для каждого поля.

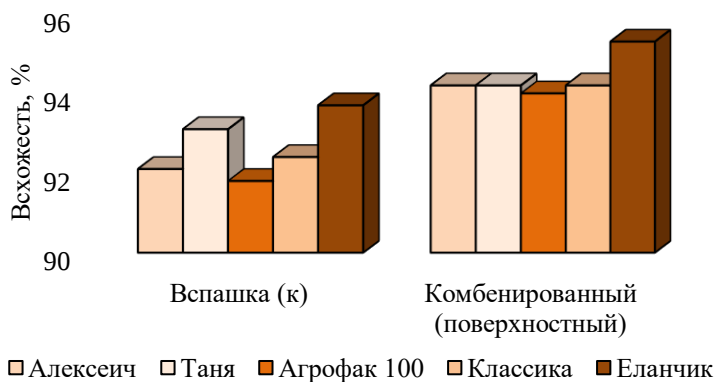


Рисунок 1 – Изменение полевой всхожести семян сортов пшеницы озимой в зависимости от приемов подготовки почвы, % (среднее 2023-2024 гг.)

Установлено изменение полевой всхожести семян различных сортов пшеницы озимой в зависимости от приёмов подготовки почвы. Анализ показывает, что в условиях вспашки (к) всхожесть варьировала в пределах 92-93%, при этом у сортов Алексич и Агрофак 100 отмечены минимальные показатели (около 92%), тогда как у сортов «Таня» и «Классика» значения достигали 93-93,5% (рисунок 1). Наиболее высокую всхожесть в условиях вспашки обеспечил сорт Еланчик (94%).

При применении комбинированной (поверхностной) обработки отмечено существенное повышение всхожести всех исследованных сортов. Показатели варьировали в диапазоне 94-96,5%, что на 1,5-2,5% выше по сравнению с вариантом вспашки. При этом максимальные значения зафиксированы у сортов Алексич и Еланчик, где всхожесть достигала 96-96,5%. Сорта Таня, Агрофак 100 и «Классика» также продемонстрировали стабильное улучшение параметра, обеспечив уровень выше 94%.

Использование комбинированной (поверхностной) обработки почвы способствует улучшению условий для прорастания семян, обеспечивая более равномерное и высокое

проявление всхожести по сравнению с традиционной вспашкой. Наибольший отклик на агротехнические приёмы отмечен у сортов Алексич и Еланчик, что свидетельствует о высокой адаптивности этих генотипов к интенсивным технологиям подготовки почвы.

При традиционной вспашке (контроль) в 2023 году значения полевой всхожести колебались от 93,3% (сорт *Агрофак 100*) до 94,8% (сорта *Таня* и *Еланчик*). В среднем по варианту вспашки показатель составил 94,2%. (таблица 1).

При использовании комбинированной обработки почвы всхожесть семян была выше, варьируя от 94,7% (*Агрофак 100*) до 96,8% (*Еланчик*). Среднее значение по данному варианту составило 95,7%, что достоверно превышало контроль. Средние значения по сортам указывают на определённые различия: минимальная полевая всхожесть отмечена у сорта *Агрофак 100* (94,0%), тогда как максимальные показатели продемонстрировал сорт *Еланчик* (95,8%).

Таблица 1– Изменение полевой всхожести семян сортов пшеницы озимой в зависимости от приемов подготовки почвы, % (2023 г.)

Прием подготовки почвы (фактор А)	Сорт (фактор В)					Средние А (НСР 0,79)
	Алексич	Таня	Агрофак 00	Классика	Еланчик	
Вспашка (к)	94,1	94,8	93,3	94,0	94,8	94,2
Комбинированный	95,8	95,4	94,7	95,7	96,8	95,7
Средние В НСР 0,51	95,0	95,1	94,0	94,9	95,8	Хср.=94,9

* Для средних АВ НСР 0,9

Комбинированная обработка почвы обеспечивает достоверно более высокую полевую всхожесть семян озимой пшеницы (95,7%), чем традиционная вспашка (94,2%).

Наиболее высокие показатели отмечены у сортов *Еланчик*

(95,8%) и *Таня* (95,1%), наименьшие – у сорта *Агрофак 100*.

Основное влияние на полевую всхожесть семян оказывает прием обработки почвы (фактор А), который можно интерпретировать как определяющий приём подготовки почвы. Остальные факторы играют модифицирующую роль, усиливая или ослабляя основной эффект, что подтверждает комплексный характер регулирования данного показателя

Список использованных источников и литературы:

[1] Коваль А.В. Влияние обработки почвы и на урожайность сортов озимой пшеницы в условиях центральной зоны Кубани / А.В. Коваль, С.П. Капралов // В сборнике: ВЕКТОР СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ. Сборник тезисов по материалам Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых. Краснодар, – 2022. – С. 172-173.

[2] Коваль А.В. Влияние приемов обработки почвы на агрофизическое состояние / А.В. Коваль // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2019. – №150. – С. 56-68.

[3] Конищева, Е.Н. Влияние различных способов обработки на плотность почвы и урожайность яровых зерновых культур / Е.Н. Конищева, А.А. Конищев // Вопросы повышения урожайности сельскохозяйственных культур: сб. ст. – Иваново: ФГБОУ ВПО Ивановская ГСХА, 2013. – С. 57-61

[4] Нецадим Н.Н. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы сорта Антонина на черноземе выщелоченном в условиях Западного Предкавказья / Н.Н. Нецадим, А.С. Скоробогатова, Н.Н. Филипенко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – № 05 (129). – С. 1364-1381.

[5] Нецадим Н.Н. Урожайность и эффективность производства зерна озимой пшеницы по предшественнику подсолнечник в условиях Западного Предкавказья / Н.Н. Нецадим, К.Н. Горпинченко, А.С. Скоробогатая, Н.Н. Филипенко // Масличные культуры. Научно-технический

бюллетень Всероссийского научно-исследовательского
института масличных культур. – 2018. – №4 (176). – С. 122-126.

© *М.М. Сазоненко, 2025*

С.У. Амелька,

к.г.н.,

ГрДУ імя. Я. Купалы,

г. Гродна, Рэспубліка Беларусь

**ДА ПЫТАННЯ АБ ГЕРБАВЫМ ПАХОДЖАННІ РОДУ
МОКРСКІХ З НАВАГРУДСКАГА ВАЯВОДСТВА
ВЯЛІКАГА КНЯСТВА ЛІТОЎСКАГА**

Аннотация: данная статья посвящена сохранению индивидуальной памяти о представителях рода Мокрских, их служебной карьере, происхождению.

Ключевые слова: Городельский привилей, Новогрудское воеводство, военная служба, герб, происхождение рода, легенды, гербовники, представители рода, родовая память.

У 1413 годзе ў Гародлі 47 знатных польскіх паноў прымалі у свае гербы (родавыя брацтвы) 47 прадстаўнікоў літоўскай знаці, прыбліжанай да Вялікага князя Вітаўта. Адным з іх, з польскага боку – Клімунт Мокрскі (герб Еліта) [1, с. 311-314].

Як жа гэты польскі род апынуўся на Навагрудчыне? Што азначае гэтая прозвішча і які яе герб?

Мокрскія (герб Еліта) – адзін з самых старажытных радоў ў Польскім каралеўстве. Яго прадстаўнікі насілі розныя тытулы, з'яўляліся біскупамі, каштэлянамі, займалі іншыя самыя верхнія пасады ў дзяржаве [2, а. 7].

Вядома, што родавым гербам Мокрскіх быў герб Еліта (ці Казлярогі) і якія былі першымі, каму ен належаў. Што ён сабою ўяўляў? Герб Еліта павінен быў мець тры кап'і залатыя або жоўтыя, укладзеныя ў выглядзе зоркі ў чырвоным полі так, што два бакавыя канцамі і астрыем размешчаны ўверх, сярэдняе – проста ўніз канцом, над шлемам паўвыскокваючага казла, які вынес уперад пярэднія ногі, павернуты ў правы бок, з рагамі на галаве [3, с. 258]. Лягенды, што суправаджалі яго апісанне, мелі мэтай выявіць сімваліку рысунку гербу, былі як бы

каментарыем да гербу–ілюстрацыі. І няма нічога дзіўнага, што геральдычная легенда была па сутнасці фрагментам генеалагічнай легенды. Можна нават выдзяліць некалькі этапаў ў змяненнях легенд, звязаных з гербам Еліта. Першая тычылася крыжакоў, якія асацыяраваліся, напрыклад, у рускіх былінах з печынегамі ці татарамі. Цікавая і падаваемая Длугашам тэорыя аб змяненні назвы герба ў 1331 годзе Уладзіславам Лакетком, калі той, пасля бітвы пад Плаўцамі, разбіўшы крыжакоў і аб'язджаючы поле бітвы, сярод загінуўшых натыкнуўся на аднаго са сваіх рыцараў, Фларыяна Шэрага (Сарыуша), і за яго мужнасць надаў новы дэвіз яму і ўсім дамам гэтага роду. Але ж на самой справе не існавала такога рыцара [4, с. 22–151]. Існуе тэорыя Войцэха Міхальскага пра кляйнот і герб Еліта. А першым, хто насіў мянушку Елітко быў сандамірскі кашталян Пётр з Мокрска де Еліто ў 1328 годзе, прыбліжаны польскага караля Уладзіслава Лакетка [5, с. 165–166]. Пад час Грунвальдскай бітвы Длугашам апісваецца 48-я харугва, братоў і рыцараў Казлярогі, якая мела на сцягу 3 кап'і, перакрываючы на чырвоным полі. Яна ўзначальвалася Фларыянам з Карытніц, вісліцкім кашталянам, пшаздзецкім старостай [6, с. 81]. Змяніўшаяся мода прыводзіць да другой легенды. І месца Фларыяна Шэрага заняў кароль готаў Сарус, які ў 406 годзе разграміў нямецкага правадыра Радагаса. Гэтага ўсяго таксама не было ў рэчаіснасці. Галоўны герой, Шэры, павінен быў пачаткова азначаць цёмнага, змрочнага, тым самым залічваючы ў заснавальнікі герба Еліта (Казлярогі самога бога мертвых, бо па народных традыцыях казел – сімвал душы памерлага, што пацвярджаецца дадзенымі этнаграфіі. Тым самым звязваючы, напрыклад, скандзінаўскага бога Тура (падобны на рымскага Марса), апекуна вайсковага веча, які мае свайго татэмнага звера – Казла, Марса, трымаючага ў руках коп'і і выяву герба Еліта. Тым самым бачна, што богі вайны і падземнага свету, праваднікі душ, былі ў самых цесных кантактах з казламі (гэта можна знайсці і ў германскай міфалогіі).

Продкі Мокрскіх атрымалі назву герба хутчэй за ўсё ад язычкай мянушкі (назвы) племя (агульныя Казлярогі, Пулкозіц, Ліс і г.д.), у якім яны жылі і верхаходзілі, а праводзячы анало-

гію з гербам Зэрвікаптур (з трыма казламі у гербе), бачым, што калі воды і лясы былі, згодна славянскіх веравызнанняў, краінамі памерлых, гэтыя стварэнні атаесамляюцца з душамі памерлых продкаў, у некаторых выпадках называючы іх ляснымі людзьмі. Пазней, з-за таго, што былі воінамі і ў знак іх доблесці, у іх гербе аказаліся тры перакрываваныя кап'і [7, с.120–161]. У пачатку XX стагоддзя з'яўляецца меркаванне К.Патканьскага, што да XIV стагоддзя ў гэтага герба існаваў дэвіз Нагода і ён меў трохі іншы выгляд. Замест копій ўжываліся стрэлы, або дроцікі. Але гэтая канцэпцыя не атрымала шырокага распаўсюджання і дэталёвай распрацоўкі [8, с. 235]. У пацверджанне вышэйзгаданага службыць і канцэпцыя аб кроўным, а не проста гербавым брацтве, калі разглядаць яе ў разрэзе XIV–XV стагоддзяў. Відавочна, што маецца несумненная сувязь паміж выглядам герба і тэорыяй іх агульнага паходжання, тое ж тычыцца і агульнасці ў назве Казлярогі з іншымі гербамі. На падставе чаго амаль усе з іх зводзяцца ў канец IX стагоддзя, як агульныя, у нашым выпадку, для 17 асноўных шляхецкіх дамоў, адкуль пайшлі ў сваю чаргу малодшыя адгалінаванні [9, с. 1, 21, 116, 121, 167].

Велёндэк у сваёй геральдыцы піша, што заснавальнік роду яшчэ каля 500 года меў сваё пасяленне у Гнёзненскім павеце на Гесах. Затым яго нашчадкі перасяліліся на Серадскую зямлю, дзе ў Пётркоўскім павеце валодалі маёнткам Майкавіцы з замкам Свідэга. Прадстаўнік роду, Зыгмунт Сарыуш, харунжы серадзкі, акрамя замка Свідэга і Майкавіц – быў уладальнікам Малей. Брат яго – Пётр Сарыуш быў каштэлянам у Сандаміры [10]. Але прадгісторыя гэтага роду створана генеолагамі для тлумачэння старажытнасці паходжання роду Замойскіх і іншых пародненых з імі фамілій, не знаходзячы пацверджання ў іншых крыніцах.

У летапісах XII–XII стагоддзяў часта згадваюцца прадстаўнікі роду Мокрскіх. Часцей за ўсіх сустракаем Здзіслава – гнезненскага арцыбіскупа ў 1182 годзе (па некаторых крыніцах 1184 годзе), які выкарыстоўваў вышэйназваны герб. На гэта указваюць прадметы, пакінутыя ім у касцёлах і на каменях фундамента храма. Знаходзіўся ён на кафедры каля 15 гадоў. Менавіта пры ім было вырублена шмат

лясоў, хмызнякоў, на пустых і зарослых палях заснаваў нямала вёсак і мястэчак. Памёр ён у 1192 годзе. Летапісец Длугаш прыпісвае яму клятву на леньчыцкай сінодзе.

Томаш у 1232 годзе быў абраны Вроцлаўскім біскупам, 35 гадоў кіраваў кафедрай, памёр у 1267 годзе. Львоўскім арцыбіскупам у 1380 годзе стаў Бернард. Сандэцкім кашталянам у 1316 годзе быў Таміслаў Мокрскі, Баброўніцкім старастай Н. Шэры (Сарыуш) Сандамірскім кашталянам быў Пётр – бацька біскупа Фларыяна, які ў 1329 годзе згадваецца ў лісце папе Лявону X, і ён жа ў 1336 годзе ў пісьме Казіміра Вялікага гораду Кракаву[11, с.482–483].

У аснове з’яўлення геральдычнай легенды г. Еліта ляжаць язычніцкія міфы, існаванне якіх абумоўлена толькі інэрцыяй чалавечага мыслення, а складальнікі хронік спрабавалі зрабіць з даўніх багоў якіясьці гістарычныя постаці. Тым самым яны пабуджаюць іх распаўсюджанне паміж класаў феадалаў, якія з старадаўніх лакальных бажкоў зрабілі сабе сапраўды існаваўшых продкаў. Тым самым легенды можна падзяліць, напрыклад на традыцыйныя і гістарычныя. А ў нашым выпадку да вышэй згаданы падстаў дадаецца з’яўленне, згодна норм сярэднявечча, калі за родапачынальніка беспадстаўна бралі вядомую гістарычную асобу (тое самае тычыцца і з’яўлення назвы гербу, толькі ўжо ў беспадстаўным, міфічным вобразе). Тым не менш, у гэтай агульнай карціне праступаюць і сапраўдныя постаці, існаванне якіх пацвярджаецца не толькі хронікамі, але і прадметамі культу, геральдычнымі знакамі, актыўным удзеле ў гістарычных падзеях.

Спіс выкарыстаных крыніц і літаратуры:

[1] Амелька С. 3 гісторыі радоў беларускай шляхты / С. Амелька // Шлях да ўзаемнасці: Мат. VIII Міжнар. Навук. Канф. / Пад рэд. І. Крэня, М. Кандрацюка; Дзярж. Кам. Па справах рэлігій і нацыянальнасцей РБ. Гродзенскі аблвыканкам. – Гродна: ГрДУ, 2001. – 354 с.

[2] Нацыянальны гістарычны архіў у Мінску. Ф. 319, Воп. 2. Спр. 2129. Справа аб дваранскім паходжанні роду Мокрскіх.

[3] Paprocki W. Herby rycerstwa polskiego /W. Paprocki. – Krakow, 1958. – 964 s.

[4] Długosz J. Dziejow Polski księg dwanaście. – Warszawa, 1868. – T. III.

[5] Michalski W. Legendy rodowo-herbowe – pożądanie przeszłości w kręgach polskiego rycerstwa XIV–XVI wieku. Legenda proklamy i herbu Jelita / W.Michalski // Przeszłość w kulturze średniowiecznej Polski, t. 1: Przeszłość obrazowana w tradycjach zapisanych i ujęciach historiograficznych. – Warszawa, 2003. – S.163–206.

[6] Длугош Я. Грюнвальдская битва /Я.Длугош. – М., 1962. – 214 с.

[7] Cetwinski M. Herby, legendy, dawne mity /M.Cetwinski, M.Derwich. – Wrocław, 1989. – 319 s.

[8] Chmelowska A. Sprawozdanie z badań kompleksu osadniczego w Majkowicach, woj. Piotrków Trybunalski /A.Chmelowska //Sprawozdania Archeologiczne. – t. XXVIII. – 1976. – S. 235–242.

[9] Piekosinski F. O dynastycznym polskiej szlachty pochodzeniu /F.Piekosinski. – Krakow, 1988. – 292 s.

[10] Wielądka W.W. Heraldyka czyli opisanie herbow, w jakim który jest kształcie. Oraz Familie rodowitej Szlachty Polskiej. I W.X.Litewskiego. z ich cherbami /W.W.Wielądka. – Warszawa, 1792, – 344 s.

[11] Niesiecki K. Herbarz Polski /K.Niesiecki. – Lipsk, 1839. – T. 4. – 521 s.

© C.B. Омелько, 2025

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Б.А. Сорокин,

студент,

Р.Р. Волоцкова,

старший преподаватель,

*Пуцинский филиал ФГБОУ ВО «Российский
биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)»,*

г. Пуцино, Российская Федерация

АНАЛИЗ ИНТЕГРАЦИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РОССИЙСКУЮ БИЗНЕС-СРЕДУ. МЕТОДОЛОГИЯ ПРОГНОЗНЫХ МОДЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ BIG DATA

Аннотация: в работе представлен анализ интеграции искусственного интеллекта в российский бизнес. Проведен анализ рынка и искусственного интеллекта на основе Big Data и спрогнозирована их интеграция. Рассмотрены ключевые тренды: рост инвестиций, смещение фокуса с анализа на автоматизацию процессов, консолидация рынка вокруг крупных игроков. Выделены три основных сценария внедрения в зависимости от размера компании. Сформулированы насущные проблемы: разрыв между пилотными проектами и промышленной эксплуатацией, зависимость от иностранного стека технологий, этические и регуляторные вызовы. Определены перспективные направления на горизонте 2025–2030 гг.: гиперперсонализация, автономные цепочки поставок, предиктивная аналитика в реальном времени. Сделан вывод о переходе от фазы экспериментов к фазе стратегической обязательности ИИ для сохранения конкурентоспособности.

Ключевые слова: искусственный интеллект, бизнес-аналитика, большие данные, прогнозные модели, интеграция, российский рынок, тренды, сценарии внедрения.

Динамика внедрения искусственного интеллекта (ИИ) в российскую бизнес-среду демонстрирует устойчивый рост. По итогам 2024 года объем отечественного рынка ИИ достиг 1,45

млрд долларов, что на 38% превышает показатели предыдущего года. Прогнозы на 2025 год еще более оптимистичны – эксперты ожидают роста до 2,1 млрд долларов, что составит впечатляющие 45% прироста [1].

Актуальность исследования обусловлена переходом ИИ из категории технологической инновации в разряд стратегического актива, определяющего конкурентоспособность компаний на национальном и глобальном уровнях. Целью работы является анализ текущих трендов, выявление барьеров внедрения и построение прогнозных сценариев интеграции ИИ в российских компаниях.

1. Текущие тренды интеграции ИИ в российский бизнес.

Ключевым трендом является смещение фокуса применения ИИ с задач аналитики и прогнозирования на автоматизацию сквозных бизнес-процессов. Российские компании активно внедряют ИИ для прогнозирования спроса, динамического управления запасами и построения оптимальных логистических маршрутов. Например, технологии искусственного интеллекта уже реализованы либо внедряются в более чем 30 проектах РЖД. Они позволяют успешно решать задачи управления персоналом, следить за безопасностью перевозок, а также осуществлять мониторинг подвижного состава и инфраструктуры [3].

В ходе исследования выяснилось, что ИИ берет на себя до 70% рутинных операций – от обработки документов до управления складами. Например, в «Авито» ИИ-модерация обрабатывает 98% объявлений, экономя тысячи человеко-часов [2]. Современные ИИ-платформы выступают в роли «партнеров» для менеджмента, предоставляя сценарный анализ, оценку рисков и рекомендации по распределению ресурсов. Интеграция модулей машинного обучения в единые аналитические платформы (ERP, CRM) позволяет руководителям получать предиктивную аналитику в режиме реального времени. Рисунок 1 иллюстрирует динамику внедрения ИИ в российские компании в период с 2022 по 2030 годы.



Рисунок 1 – Динамика внедрения ИИ в российские компании в 2022-2030 гг.

2. Проблемы и барьеры внедрения.

Несмотря на высокий интерес, многие проекты не достигают ожидаемой отдачи из-за нехватки квалифицированных кадров, технологической зависимости от импортных решений и организационных разрывов.

Это приводит к тому, что ИИ-решения часто решают лишь локальные задачи, не влияя на сквозные ключевые показатели эффективности (KPI) компании. Историческая зависимость от зарубежных решений создает вызовы для бизнеса: более 60% российских компаний сомневаются в стабильности работы отечественных ИТ-решений. Это наряду с нехваткой функциональности и ресурсов – главные сдерживающие факторы на пути к импортозамещению [4].

Цифровое неравенство регионов также выступает значимым барьером. Москва и Татарстан демонстрируют уровень цифровизации более 90%, в то время как Республика Тыва и Чукотский автономный округ не превышают отметку в 55%. Сокращение этого цифрового разрыва имеет критическое значение для обеспечения устойчивого развития страны [5].

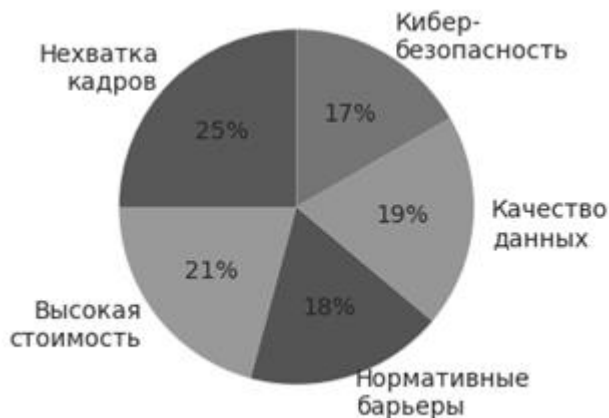


Рисунок 2 – Основные проблемы внедрения ИИ

3. Сценарии и стратегические подходы к интеграции.

В зависимости от масштаба и ресурсов компании можно выделить три базовых сценария внедрения ИИ:

1. Для крупных корпораций: стратегия тотальной цифровизации с созданием собственных data-лабораторий и развитием экосистемы.

2. Для среднего бизнеса: фокус на нишевых отраслевых решениях и облачных сервисах.

3. Для малого бизнеса и стартапов: использование готовых SaaS-платформ с моделями «ИИ как услуга».

В ходе исследования для успешной интеграции необходимы следующие стратегические подходы: создание центров компетенций, инвестиции в человеческий капитал, поэтапная импортозамещающая миграция технологического стека и разработка этических рамок использования ИИ.

СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИНТЕГРАЦИИ ИИ:

1. ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОДДЕРЖКА:

- Национальная стратегия развития ИИ
- Субсидии и налоговые льготы
- Развитие цифровой инфраструктуры

2. КОРПОРАТИВНЫЕ СТРАТЕГИИ:

- Создание ИИ-отделов
- Партнерство с технологическими компаниями
- Инвестиции в исследования и разработки

3. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ИНИЦИАТИВЫ:

- Развитие образовательных программ
- Переподготовка специалистов
- Академическое партнерство

4. ЭКОСИСТЕМНЫЙ ПОДХОД:

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ РОССИЙСКОГО БИЗНЕСА:

1. Разработать поэтапную стратегию внедрения ИИ с определением приоритетности задач
2. Инвестировать в обучение и развитие внутренних компетенций
3. Создать пилотные проекты для демонстрации окупаемости инвестиций в ИИ
4. Наладить партнерские отношения с вузами и исследовательскими центрами
5. Участвовать в государственных программах поддержки цифровизации
6. Развивать культуру работы с данными в организации
7. Внедрение этических принципов использования ИИ

Рисунок 3 – Стратегические подходы к интеграции ИИ и рекомендации для российского бизнеса

4. Перспективные направления развития (2025-2030 гг.).

На горизонте ближайших пяти лет наиболее перспективными направлениями интеграции ИИ в бизнес являются:

- Гиперперсонализация продуктов, услуг и клиентского опыта.
- Создание автономных, самооптимизирующихся цепочек

поставок.

- Внедрение систем предиктивной аналитики и поддержки принятия решений в реальном времени.

- Развитие генеративного ИИ для креативных задач и контента.

Заключение.

Интеграция искусственного интеллекта в российскую бизнес-среду находится на переломном этапе. Ожидается, что к 2030 году более 80% компаний будут использовать ИИ-технологии в той или иной форме. Искусственный интеллект превратился из технологической опции в стратегический императив для российского бизнеса, обеспечивая рост операционной эффективности, снижение затрат и создание новых бизнес-моделей. Успешная интеграция требует комплексного подхода, сочетающего внедрение передовых отечественных технологий, активное инвестирование в человеческий капитал и преодоление региональных диспропорций. Дальнейшее развитие российского ИИ-рынка будет определяться синергией между государственными инициативами, академическими исследованиями и практическими запросами бизнеса, что закладывает основу для устойчивого роста и глобальной конкурентоспособности.

Список использованных источников и литературы:

[1] Рынок ИИ в России к 2025 году: 2,1 млрд \$ и рост 45% в год [Электронный ресурс] // RBC Pro. – URL: <https://companies.rbc.ru/news/247rlzqocb/tyinok-ii-v-rossii-2025-21-mlrd-i-rost-45-v-god/> (дата обращения: 15.11.2025).

[2] Автоматизация и внедрение ИИ на производстве и в бизнесе [Электронный ресурс] // 1С-Битрикс. – URL: <https://www.1cbit.ru/blog/avtomatizatsiya-i-vnedrenie-ai-na-proizvodstve-i-biznese/> (дата обращения: 15.11.2025).

[3] Технологии ИИ реализованы либо внедряются в более чем 30 проектах РЖД [Электронный ресурс] // TechZD. – URL: https://techzd.ru/news/tzhd-news/tekhnologii_ii_realizovany_libo_vnedryayutsya_v_bolee_chem_30_proektakh_rzhd/ (дата обращения: 15.11.2025).

[4] Что мешает импортозамещению в РФ [Электронный

ресурс] // ComNews. – 2025. – 1 авг. – URL: <https://www.comnews.ru/content/240479/2025-08-01/2025-w31/1008/chto-meshaet-importozamescheniyu-rf> (дата обращения: 15.11.2025).

[5] Волоцкова Р.Р. Как машинное обучение меняет банковский сектор / Р.Р. Волоцкова, Е.А. Барицкая // Научные технологии в машиностроении: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию Победы в Великой Отечественной войне и 85-летию города трудовой доблести Ишимбая, Ишимбай, 16-18 апреля 2025 года. – Уфа: Уфимский университет науки и технологий, 2025. – С. 135-139.

© Б.А. Сорокин, Р.Р. Волоцкова, 2025

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

Р.К. Ажгалиева,
студентка 6 курса
напр. «Педиатрия»,

Е.О. Грескив,
студентка 6 курса
напр. «Педиатрия»,

науч. рук.: **Т.К. Чудакова,**
к.м.н., доц.,

ФГБОУ ВО «СГМУ им В.И. Разумовского» МЗ РФ,
г. Саратов, Российская Федерация

БОЛЕЗНЬ ДЕГОСА

Аннотация: данная статья посвящена редкому генетическому заболеванию болезни Дегоса. В статье рассматриваются современные представления о патогенезе болезни, в основе которого лежит окклюзия мелких и средних сосудов, приводящая к ишемии тканей. Описаны клинические проявления, включая типичные кожные высыпания в виде атрофических папул с фарфорово-белым центром, а также возможные висцеральные осложнения со стороны желудочно-кишечного тракта и центральной нервной системы. Особое внимание уделено диагностическим критериям и трудностям раннего выявления заболевания. В статье также анализируются существующие подходы к лечению и прогнозу, подчёркивается отсутствие стандартизированной терапии и необходимость дальнейших исследований для улучшения исходов у пациентов с болезнью Дегоса.

Ключевые слова: болезнь Дегоса, злокачественный атрофический папулез, летальный кожно-кишечный синдром, васкулопатия мелких артерий, кожные проявления болезни Дегоса, биопсия кожи при болезни Дегоса, лечение злокачественного атрофического папулеза.

Болезнь Дегоса или по-другому данную болезнь называют «летальным кожным и желудочно-кишечным артериоларным

тромбозом», характеризуется свойственными некротическими поражениями кожи, желудочно-кишечного тракта и центральной нервной системы для данного заболевания [1].

Злокачественный атрофический папулез, был описан впервые в 1941 году Кёльмайером. Вместе с Робертом Дегосом и соавторами злокачественный атрофический папулез стал новым клиническим заболеванием. Во всемирной известной литературе известно не более 200 случаев. Считается, что манифестация возникает в возрасте от 20 до 50 лет [2].

Этиопатогенез.

С 1941 года по настоящее время этиопатогенез болезни Дегоса до конца не изучен. Есть мнение ученых о генетической принадлежности, страдают члены семьи нескольких поколений. У данного заболевания предполагается аутосомно-доминантный тип наследования. Патогенез представлен тремя основными гипотезами: васкулит, коагулопатия и первичная дисфункция эндотелиальных клеток. Эти звенья патогенеза могут в совокупности с факторами окружающей среды приводить к развитию злокачественного атрофического папулеза [3].

Патофизиология.

Как упоминалось ранее, существует три теории патогенеза атрофического папулёза: васкулит, коагулопатия и первичная дисфункция эндотелиальных клеток. Су и др. описали «некротический васкулит, ассоциированный с лимфоцитами», как доминирующий кожный признак поражения кожи [10]. Это привело к появлению гипотезы о том, что этот воспалительный процесс является первопричиной заболевания [9]. Магро и др. обнаружили значительные отложения C5b-9 в коже, желудочно-кишечном тракте и церебральных сосудах у некоторых пациентов с атрофическим папулёзом [8]. Кроме того, у всех пациентов с высоким уровнем отложений C5b-9 наблюдалась высокая экспрессия интерферона- α , эндотелиальных тубулоретикулярных включений и сигнатуры гена интерферона в мононуклеарных клетках периферической крови [4].

Другие авторы наблюдали фибринолитическую дисфункцию у отдельных пациентов, основным провоцирующим фактором у которых был тромб в глубоких слоях сетчатого слоя дермы [4, 11]. Возникающая в результате

ишемия приводит к повреждению эндотелиальных клеток, что влечет за собой отложение муцина и агрегацию мононуклеарных клеток. Кроме того, повышенная активность ингибитора активатора плазминогена-1 снижает уровень плазминогена в сыворотке крови, а стойкое повышение уровня комплексов тромбин-анти тромбин III и плазмин-а-2-ингибитор плазмينا также указывает на коагулопатию как на возможную этиологию [4].

Наконец, Триббл и др. предположили, что аномальное набухание и разрастание эндотелия сосудов приводит к тромбозу кожи, желудочно-кишечного тракта и центральной нервной системы [12]. Эта теория, по-видимому, подтверждается результатами электронной микроскопии. Кроме того, причиной изменений в эндотелиальных клетках может быть вирусная или бактериальная инфекция. В пользу этой концепции говорит обнаружение внутриклеточных парамиксовирусоподобных включений при электронной микроскопии в поражениях кожи у пациентов с атрофическим папулёзом [13-15]. Однако в образцах биопсии не было обнаружено ДНК парамиксовируса методом полимеразной цепной реакции [2,11].

Клиника.

Болезнь Дегоса дебютирует в виде эритематозных папул, которые затем превращаются в фарфорово-белые атрофические папулы, окруженные эритематозными ободками. Чаше папулы появляются на туловище и конечностях размером от 0,5 до 1 см в диаметре. Как было написано выше, часто заболевание поражает ЖКТ и ЦНС, но так же могут быть затронуты и другие органы и системы, такие как зрительная, сердечно-сосудистая, дыхательная и гепаторенальная.

В зависимости от того какая система или орган поражается при внекожном проявлении заболевания, пациенты могут жаловаться на кровотечения из разных отделов ЖКТ, боли в животе неясной этиологии, изменение зрения, а так же могут наблюдаться респираторные и сердечные симптомы [1].

Ученые считают, что Болезнь Дегоса аналогична Системной красной волчанки, более того, есть мнение, что ЗАП является проявлением СКВ. Из-за схожести в измененных

тканях при гистопатологическом исследовании. Иммунопатологические изменения у некоторых пациентов с морфологическими признаками, характерными для болезни Дегоса, проявляются в виде признаков, характерных для красной волчанки. Синдром, известный как болезнь Дегоса, обычно является проявлением красной волчанки, но иногда возникает при таких заболеваниях, как дерматомиозит и ревматоидный артрит [1].

Высокий уровень смертности при злокачественном атрофическом папулезе связан с тяжёлыми осложнениями, возникающими из-за поражения внутренних органов. Чаще всего поражаются желудочно-кишечный тракт (73%), центральная нервная система (64%) и несколько систем органов (64%). Большинство случаев со смертельным исходом связано с перфорацией кишечника, тромбозом церебральной артерии или массивным кровоизлиянием в мозг. Перитонит, менингит, энцефалит, радикулопатия и миелит также являются серьёзными причинами заболеваемости и смертности пациентов. К другим серьёзным осложнениям относятся плеврит, перикардит, диплопия и офтальмоплегия [2,4].

Гистология.

Гистопатологические данные кожных поражений при БД описываются как клиновидная зона дермального папиллярного некроза с гиперкератозом над атрофичным эпидермисом [5]. Непосредственно под зоной некроза и склероза дермы, которая напоминает ранние стадии атрофического лишая в миниатюре, выражены сосудистые поражения с отеком эндотелиальных клеток, типичным для кожных васкулитов, а также пролиферацией и тромбозом [6,7].

Лечение.

Не существует доказанного эффективного метода лечения атрофического папулёза. Антикоагулянты и препараты, улучшающие кровоснабжение, в том числе ацетилсалициловая кислота, пентоксифиллин, дипиридамол, тиклопидин и гепарин, в отдельных случаях приводили к частичному регрессу кожных поражений. Таким образом, они являются разумным методом лечения первой линии для пациентов с недавно диагностированным заболеванием. Экулизумаб, который

снижает отложение мембраноатакующего комплекса C5b-9, улучшил состояние кожных покровов и кишечника, но не препятствовал развитию или прогрессированию системного заболевания. Подкожное введение трепростинила оказалось эффективным в случае резистентного к экулизумабу злокачественного атрофического папулёза с кишечными и церебральными проявлениями. Фибринолитическая и иммуносупрессивная терапия циклоспорином А, азатиоприном, циклофосфамидом или кортикостероидами оказалась неэффективной [2].

Сложность в выявлении болезни Дегоса состоит в том, что у данного заболевания нет золотого стандарта диагностики и этиотропного лечения. Поставить данный диагноз можно только на основании наличия патогномоничных кожных проявлений и результатов биопсии тканей.

Список использованных источников и литературы:

[1] Ball, Elizabeth MD; Newburger, Amy MD; Ackerman, A. Bernard MD. Degos' Disease: A Distinctive Pattern of Disease, Chiefly of Lupus Erythematosus, And Not a Specific Disease per se // The American Journal of Dermatopathology. – 2003 – С. 308-320.

[2] Athanasios Theodoridis, Evgenia Makrantonaki, Christos C Zouboulis. Malignant atrophic papulosis (Köhlmeier-Degos disease) // Orphanet Journal of Rare Diseases. – 2013 – С. 8-10.

[3] Ashley S. Rice; Daniel Zedek – Malignant Atrophic Papulosis // NLM. – 2023.

[4] Theodoridis A, Konstantinidou A, Makrantonaki E, Zouboulis CC. Malignant and benign forms of atrophic papulosis (Köhlmeier-Degos disease): systemic involvement determines the prognosis // Br J Dermatol – 2014 – С. 170(1):110-5.

[5] Aydogan K, Alkan G, Karadogan Koran S, Adim SB, Kiyici M, Tokgoz N. Painful penile ulceration in a patient with malignant atrophic papulosis // J Eur Acad Dermatol Venereol. – 2005 – С. 612-616.

[6] Pirolla E, Fregni F, Miura I, Misiara AC, Almeida F, Zanoni E. Degos disease – malignant atrophic papulosis or cutaneous intestinal lethal syndrome: rarity of the disease // Clin Exp Gastroenterol. – 2015 – С. 141-147.

[7] Olisova OYu, Karamova AE, Znamenskaya LF, Chikin VV, Gorlanov IA, Sydikov AA, et al // Federal clinical guidelines for the management of patients with vasculitis limited to the skin. – 2015 – C. 21.

[8] Magro CM, Poe JC, Kim C, Shapiro L, Nuovo G, Crow MK, Crow YJ. Degos disease: a C5b-9/interferon- α -mediated endotheliopathy syndrome // Am J Clin Pathol. – 2011 – C. 599-610.

[9] Soter NA, Murphy GF, Mihm MC. Lymphocytes and necrosis of the cutaneous microvasculature in malignant atrophic papulosis: a refined light microscope study // J Am Acad Dermatol. – 1982 – C. 620-630.

[10] Su WP, Schroeter AL, Lee DA, Hsu T, Muller SA. Clinical and histologic findings in Degos' syndrome (malignant atrophic papulosis) // Cutis. – 1985 – C. 131-8.

[11] Páramo JA, Rocha E, Cuesta B, Arejola JM, Montejo M, Aguirre J, Prieto J, Rocha Hernando E. Fibrinolysis in Degos' disease // J Thromb Haemost. – 1985 – C. 730.

[12] Tribble K, Archer ME, Jorizzo JL, Sanchez R, Solomon AR, Gardner FH, Cavallo T. Malignant atrophic papulosis: absence of circulating immune complexes or vasculitis. // J Am Acad Dermatol. – 1986 – C. 365-9.

[13] Nishida S, Howard RO. Is Degos' disease of viral origin? // Lancet. – 1968 – C. 1200-1.

[14] Pati S, Muley SA, Grill MF, Coons S, Walker R. Post-streptococcal vasculopathy with evolution to Degos' disease // J Neurol Sci – 2011 – C.157-9.

[15] Howard RO, Nishida S. A case of Degos' disease with electron microscopic findings // Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol. – 1969 – C. 1097-112.

© *Р.К. Ажгалиева, Е.О. Гресъкив, Т.К. Чудакова, 2025*

*А.Д. Сысоев,
Д.И. Евдокимов,
Р.Р. Волоцкова,
Пуцинский филиал ФГБОУ ВО «Российский
биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)»,
г. Пуцино, Российская Федерация*

РАЗРАБОТКА ИММЕРСИВНОЙ СРЕДЫ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ НАВЫКАМ ОСМОТРА ПАЦИЕНТА С БОЛЕЗНЬЮ ПАРКИНСОНА

Аннотация: в статье рассматривается разработка и методология применения иммерсивной среды виртуальной реальности (VR) для обучения медицинских работников и студентов алгоритму неврологического осмотра пациента с болезнью Паркинсона. Проект направлен на преодоление ограничений традиционного обучения, таких как дефицит клинических случаев, стресс для реальных пациентов и невозможность отработки ошибок. В симулированной VR-среде обучаемый взаимодействует с реалистичным виртуальным пациентом, выполняя ключевые этапы обследования: оценку постической устойчивости (проба Тевенара), проверку феномена Вестфала, анализ походки, гипомимии, тремора покоя. Описаны этапы разработки: моделирование 3D-среды, программирование логики пациента на основе клинических шкал (UPDRS), интеграция систем обратной связи. Пилотное тестирование показало повышение уровня уверенности и структурированности знаний у обучающихся. Делается вывод о высокой эффективности VR как инструмента для формирования устойчивых клинических навыков на допрактическом этапе обучения. Целью данной работы является разработка и апробация прототипа иммерсивного VR-тренажера для поэтапного обучения и отработки практических навыков проведения неврологического осмотра у пациента с болезнью Паркинсона, с целью повышения качества клинической подготовки специалистов.

Ключевые слова: виртуальная реальность, медицинское образование, болезнь Паркинсона, неврологический осмотр,

иммерсивное обучение, симуляционное обучение, цифровые компетенции врача.

В последнее время виртуальная реальность набирает популярность в образовательной среде. Обучение на основе виртуальной реальности (VR) является эффективным и перспективным цифровым инструментом [1]. В медицине его использование в сфере здравоохранения сосредоточено на технических и образовательных приложениях (например, подготовка к операции с помощью симуляции хирургических действий, медицинские обследования), а также на терапевтическом подходе, известном как VR-терапия, при лечении некоторых патологий, таких как рак [2]. Например, оценить эффективность и практическую значимость данных подходов на примере существующих решений, таких как симулятор Surgeon Simulator [3]. Surgeon Simulator, хотя и является сатирической игрой, наглядно демонстрирует ключевой принцип: отработка моторных навыков, координации и принятия решений в условиях, где последствия ошибок виртуальны.



Рисунок 1. Виртуальное обследование пациента с применением симулятора Surgeon Simulator

Традиционное медицинское образование ограничено в возможностях предоставить каждому студенту достаточный объем практики на реальных пациентах. Кроме того, классические методы формирования клинического мышления, такие как разбор кейсов и теоретическое изучение шкал (например, Unified Parkinson's Disease Rating Scale – UPDRS), остаются оторванными от моторного навыка и сенсорного опыта, необходимого для распознавания тонких неврологических признаков. Это создает разрыв между теоретическим знанием и практическим умением, который студенты зачастую преодолевают только во время реальной клинической практики, испытывая стресс и рискуя совершить ошибку при взаимодействии с пациентом. VR-симуляторы решают эту проблему. Отработка сложных и опасных

манипуляций (например, хирургических операций) в виртуальной среде исключает риск для пациента и позволяет обучающимся допускать и анализировать ошибки. Виртуальные технологии позволяют создавать мотивирующую и игровую среду для пациентов, проходящих реабилитацию, что значительно повышает приверженность лечению и объективно ускоряет восстановление двигательных функций.

Рассмотрим пример предоперационное планирование пациента с синдромом Паркинсона: визуализация 3D-моделей органов пациента, созданных на основе данных КТ/МРТ, в интерактивном VR-пространстве. Это позволяет хирургу детально изучить анатомию и отработать план операции. В работе использовался междисциплинарный подход, сочетающий методы клинической неврологии и разработки программного обеспечения: клинический протокол осмотра был формализован в виде блок-схемы алгоритма действий обучаемого. [4]. В среде Blender/Maya можно создать модели персонажа (пациент) и обстановки. Анимация симптомов (тремор, шаркающая походка, брадикинезия) выполнена на основе видеоанализа реальных пациентов. Приложение разработано на игровом движке Unity 3D с использованием фреймворка XR Interaction Toolkit для обеспечения совместимости с VR-шлемами (Oculus Quest 2/3, HTC Vive). Логика реакции пациента запрограммирована на языке C# [6].

Для первичной валидации использовался метод анкетирования (опросники SUS для удобства, и специально разработанные вопросы для оценки прироста знаний и уверенности) до и после тестовой сессии у группы из 20-30 участников.

Разработка и внедрение приложения виртуальной реальности (VR) для обучения исследованию пациентов с болезнью Паркинсона представляет собой качественно новый и высокоперспективный шаг в современном медицинском образовании и клинической подготовке.

Проведенная работа демонстрирует, что VR-технологии эффективно преодолевают ключевые ограничения традиционных методов обучения (лекции, наблюдение за экспертом, работа с реальными пациентами). Полученные в

ходе пилотного тестирования данные позволяют утверждать, что ключевым преимуществом разработанного VR-тренажера является создание условий для «осознанной практики» (deliberate practice) – концепции, доказавшей свою эффективность в формировании экспертных навыков. Тренажер переносит акцент с простого запоминания последовательности действий на отработку и интеграцию сенсомоторных и когнитивных навыков в безопасном, но клинически релевантном контексте. Созданная иммерсивная среда позволяет обучающимся – студентам-медикам, ординаторам и неврологам – в безопасных, контролируемых и стандартизированных условиях многократно отрабатывать комплексный неврологический осмотр: от оценки гипомимии и тремора покоя до анализа походки (феномен «застывания») и выполнения постуральных проб. Снижение стоимости VR-оборудования делает его внедрение в медицинские учреждения экономически оправданным.

Проведенное исследование подтвердило техническую осуществимость и дидактическую ценность подхода. Следующими логичными шагами в развитии проекта видятся: объективная валидация с помощью контроля переноса навыков на симулированных пациентов (стандартизированных актеров); разработка модуля для оценки немоторных симптомов БП; а также создание авторской среды для преподавателей, позволяющей им конструировать собственные клинические сценарии с заданными параметрами пациента.

Таким образом, VR-тренажер для обучения диагностике болезни Паркинсона – это не просто технологический инструмент, а фундаментальное преобразование образовательного процесса. Он готовит более уверенных, компетентных и этичных специалистов, способных в будущем оказывать высококачественную помощь пациентам с нейродегенеративными заболеваниями, что в конечном итоге соответствует главной цели медицины – улучшению качества жизни человека.

Список использованных источников и литературы:

[1] Волоцкова Р.Р. Особенности дополненной и

виртуальной реальности / Р.Р. Волоцкова, В.А. Сидорова // Наука. Технология. Производство – 2023: Материалы Всероссийской научно-технической конференции, посвященной 75-летию ООО «Газпром нефтехим Салават», Салават, 24–28 апреля 2023 года. Том Часть 1. – Салават: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2023. – С. 38-39. – EDN HNMMHZ.

[2] Риган, Дж. Д. (2019). Виртуальная и дополненная реальность в медицине. (Реган Дж. Д. Virtual and Augmented Reality in Medicine).

[3] Официальный сайт проекта «Surgeon Simulator» – как пример популяризации идеи медицинских 2. Паникар, Н. и др. (2020). Систематический обзор применения виртуальной реальности в хирургическом образовании. Journal of Surgical Education.

[4] Postuma, R. B., Berg, D., Stern, M., et al. MDS clinical diagnostic criteria for Parkinson's disease // Movement Disorders. – 2015. – Vol. 30(12). – P. 1591-1601. (Базовые клинические критерии)

[5] Лавио, С. Дж. (2021). Применение виртуальной реальности в когнитивной и двигательной реабилитации. (LaVio S.J. Applications of Virtual Reality in Cognitive and Motor Rehabilitation). симуляторов.

[6] Joundi, R. A., Brittain, J. S., Jenkinson, N., et al. Rapid tremor frequency assessment with the iPhone accelerometer // Parkinsonism & Related Disorders. – 2011. – Vol. 17(4). – P. 288-290. (Пример технологического подхода к оценке симптомов – аналог для логики в VR)

© А.Д. Сысоев, Д.И. Евдокимов, Р.Р. Волоцкова, 2025

*Д.В. Черхигова,
студентка 1 курса
напр. «Лечебное дело»,
науч. рук.: Н.Г. Голубева,
к.б.н., доц.,
ОГУ им. И.С. Тургенева,
г. Орёл, Российская Федерация*

ПРОВОДНИКИ В МОЗГ: ХИМИЯ ПРЕОДОЛЕНИЯ ГЕМАТОЭНЦЕФАЛИЧЕСКОГО БАРЬЕРА

Аннотация: в статье рассматриваются современные химические подходы, направленные на преодоление гематоэнцефалического барьера. Ученые создают специфические молекулы-проводники, способные транспортировать терапевтические средства непосредственно к клеткам мозга. В работе анализируются механизмы действия таких соединений и выделяются наиболее перспективные из них. Развитие этого научного направления открывает новые возможности для лечения болезни Альцгеймера, рассеянного склероза и глиобластомы, что представляет значительный потенциал для клинической медицины.

Ключевые слова: гематоэнцефалический барьер (ГЭБ), наночастицы, рецептор-опосредованный транцитоз, молекулярные трояны, нейродегенеративные заболевания.

В последнее десятилетие наблюдается значительный прогресс в разработке стратегий целенаправленной доставки через гематоэнцефалический барьер. Инновационные подходы включают химическую модификацию лекарственных соединений, создание наноразмерных систем доставки и использование биологических транспортеров. Особый интерес представляют методы, основанные на механизмах естественного транспорта через ГЭБ.

Структурно-функциональные особенности гематоэнцефалического барьера представляет собой сложную многокомпонентную систему, состоящую из нескольких клеточных популяций. Эндотелиальные клетки капилляров

мозга характеризуются отсутствием фенестраций, минимальным количеством пиноцитозных везикул и наличием комплекса плотных контактов. Эти контакты образованы белками окклюдина, клаудинами и соединительными молекулами адгезии, которые формируют непрерывный параклеточный барьер [2]. Перициты, расположенные в базальной мембране, играют ключевую роль в регуляции проницаемости ГЭБ и ангиогенезе. Астроцитарные отростки (ножки) полностью окружают капилляры, формируя дополнительный барьер и участвуя в регуляции кровотока. Микроглиальные клетки выполняют иммунную функцию, защищая ЦНС от патогенов. Важным компонентом ГЭБ являются транспортные системы, включая АТФ-зависимые эффлюксные насосы (Р-гликопротеин, белки MRP и BCRP), которые активно выводят ксенобиотики из мозга. Эти транспортные системы существенно ограничивают эффективность многих фармакологических препаратов [1].

Традиционным подходом к повышению проницаемости гематоэнцефалического барьера является увеличение липофильности молекул. Исследования показывают, что оптимальный $\log P$ для пассивной диффузии через ГЭБ составляет 1,5-2,7. Однако повышение липофильности часто сопровождается увеличением связывания с белками плазмы и активацией транспортеров, в частности Р-гликопротеина [1, 3].

Перспективным направлением является пролекарственная стратегия (подход к использованию пролекарств), предполагающая временную модификацию молекулы для улучшения фармакокинетических свойств. Например, леводопа – классический пример пролекарства, которое преодолевает ГЭБ посредством L-системы транспорта крупных нейтральных аминокислот. Современные разработки включают создание бифункциональных пролекарств, сочетающих свойства лигандов и терапевтических агентов.

Ингибирование эффлюксных транспортеров представляет еще один перспективный подход. Однако системное ингибирование Р-гликопротеина может привести к серьезным побочным эффектам вследствие нарушения детоксикационной функции. Локальная доставка ингибиторов эффлюксных систем в сочетании с основным препаратом может минимизировать

системные побочные эффекты [3].

Рецептор-опосредованный транцитоз использует естественные механизмы транспорта через ГЭБ. Наиболее изученными рецепторами для целенаправленной доставки являются: трансферриновый рецептор (TfR), инсулиновый рецептор (IR), рецептор липопротеинов низкой плотности (LRP1), рецептор инсулиноподобного фактора роста (IGF1R).

Эффективность рецептор-опосредованного транцитоза демонстрируют биоспецифические антитела, такие как анти-TfR/анти-BACE1, показавшие значительное снижение уровня β -амилоида в доклинических исследованиях. Современные разработки включают создание мультивалентных лигандов, способных одновременно взаимодействовать с несколькими рецепторами транспорта [2].

Нанотехнологии предлагают инновационные решения проблемы преодоления ГЭБ. Полимерные наночастицы на основе полилактид-гликолидовой кислоты (PLGA) демонстрируют способность к адсорбционному транцитозу. Липосомы, функционализированные пептидами-лигандами, обеспечивают целенаправленную доставку противоопухолевых препаратов [4].

Подходы временного открытия гематоэнцефалического барьера включают использование:

- а) гиперосмолярных растворов (маннитол);
- б) брадикинина и его аналогов;
- в) фокусированного ультразвука в сочетании с микропузырьками;
- г) электромагнитного излучения [1, 2].

Преодоление гематоэнцефалического барьера на клеточном уровне: стволовые клетки, в частности мезенхимальные стромальные клетки, демонстрируют способность к гомингу в очаги повреждения мозга. Эти клетки могут быть использованы в качестве живых систем доставки терапевтических агентов. Генетически модифицированные мезенхимальные стромальные клетки, экспрессирующие терапевтические белки, успешно применяются в экспериментальных моделях глиобластомы. [4].

Перспективные направления и клинические применения:

Для болезни Альцгеймера разрабатываются анти-амилоидные антитела с улучшенным восприятием мозгом информации. Адуканумаб, получивший одобрение FDA, демонстрирует умеренную проницаемость ГЭБ, что стимулирует разработку более эффективных систем доставки. Биспецифические антитела, связывающиеся с Tfr и β -амилоидом, показывают в 5-10 раз большее накопление в мозге по сравнению с моноклональными антителами.

При болезни Паркинсона перспективным направлением является генная терапия с использованием вирусных переносчиков. Аденоассоциированные вирусы (AAV) демонстрируют способность к трансцитозу через ГЭБ при интрацистернальном введении. Наночастицы, несущие гены ферментов синтеза дофамина, могут стать альтернативой традиционной леводопа-терапии.

Для лечения болезни Хантингтона разрабатываются системы доставки антисмысловых олигонуклеотидов. Липидные наночастицы, функционализированные аполипопротеинами, демонстрируют эффективную доставку терапевтических олигонуклеотидов в стриатум [1].

Для лечения глиобластомы разрабатываются наночастицы, несущие темозоломид и функционализированные трансферрином. Исследования *in vivo* показывают увеличение концентрации препарата в опухолевой ткани в 3-5 раз по сравнению со стандартной терапией. Многофункциональные наносистемы, сочетающие химиотерапевтические агенты и ингибиторы ангиогенеза, демонстрируют синергетический эффект [4].

Современные стратегии преодоления гематоэнцефалического барьера демонстрируют значительный прогресс в решении одной из наиболее сложных проблем фармакологии ЦНС. Наиболее перспективными представляются комбинированные подходы, использующие достижения химии, нанотехнологий и молекулярной биологии.

Инновационные системы доставки, такие как функционализированные наночастицы, биспецифические антитела и клеточные носители, открывают новые возможности для лечения заболеваний ЦНС. Особый интерес представляют

подходы, основанные на механизмах естественного транспорта через ГЭБ.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на оптимизацию лигандов, улучшение биораспределения и снижение системной токсичности. Разработка персонализированных систем доставки с учетом особенностей ГЭБ при различных патологиях открывает новые возможности для лечения заболеваний ЦНС.

Успешное решение проблемы доставки лекарств в мозг позволит значительно улучшить прогноз при многих неврологических и психиатрических заболеваниях.

Перспективы развития данной области связаны с интеграцией искусственного интеллекта для дизайна оптимальных систем доставки, разработкой биосенсоров для мониторинга проницаемости гематоэнцефалического барьера и созданием интеллектуальных систем доставки, способных реагировать на изменения в состоянии ГЭБ.

Список использованных источников и литературы:

[1] Горбачев В.И., Брагина Н.В. Гематоэнцефалический барьер с позиции анестезиолога-реаниматолога. // Вестник интенсивной терапии им. А.И. Салтанова. – 2020. – С. 35-45.

[2] Блинов Д.В. Современные представления о роли нарушения резистентности гематоэнцефалического барьера в патогенезе. // Эпилепсия и пароксизмальные состояния. – 2013. – №3. – С.65-75.

[3] Оконенко Т.И., Новикова А.П., Румянцев Е.Е. Гематоэнцефалический барьер – основные структуры и функции. // Современные вопросы биомедицины. – 2024. – Т. 8 (1) – С. 43-52.

[4] Степанов И.А., Белобородов В.А., Шамеева М.А. Преодоление гематоэнцефалического барьера как фактор повышения эффективности лекарственной терапии глиобластомы. // Онкология. Журнал им. П.А. Герцена. – 2023. – №12(2). – С. 56-65.

© Д.В. Черхигова, Н.Г. Голубева, 2025