

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ФИЗИОЛОГИИ
И ПАТОЛОГИИ ДЫХАНИЯ

МАТЕРИАЛЫ
МЕЖРЕГИОНАЛЬНОГО НАУЧНОГО ФОРУМА

МОЛОДЫЕ УЧЁНЫЕ - НАУКЕ

5-6 февраля 2026 года
Благовещенск



ББК Я431
УДК [57+61](082)
М 33

Печатается по решению организационного комитета межрегионального научного форума «Молодые ученые – науке».

Материалы межрегионального научного форума «Молодые ученые – науке» / под общ. ред. В.П. Колосова. Благовещенск: ДНЦ ФПД, 2026. 98 с. ISBN 978-5-905864-31-5.

Целью проведения ежегодного молодежного научного форума «Молодые ученые – науке» является обмен опытом, представление результатов фундаментальных, прикладных исследований и разработок молодых ученых, пропаганда научно-технического творчества среди молодежи. В сборнике представлены результаты исследований и практических разработок молодых ученых, аспирантов и студентов в области биологии, медицины, сельского хозяйства, информационных технологий, которые были отражены в докладах участников форума.

Материалы печатаются в авторском изложении.

ISBN 978-5-905864-31-5

© Коллектив авторов, под общей редакцией В.П. Колосова.

© Оформление: Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания, 2026.

СОДЕРЖАНИЕ

Кулик Е.Г. Долгосрочное влияние перенесенной инфекции SARS-COV-2 на частоту и тяжесть последующих обострений хронической обструктивной болезни легких (двухгодичное наблюдение).....	5
Лязгиян К.С. Иммунофенотип моноцитов IL -17 R ⁺ / TRAI L ⁺ как ранний прогностический маркер риска плацентарной недостаточности при среднетяжёлом течении COVID -19 во втором триместре беременности....	7
Полтавченко А.Е., Евсеева Г.П. Влияние коморбидной патологии на течение бронхиальной астмы у детей.....	10
Сидлецкая К.А., Бочарова Н.В., Свистова В.А. Возрастные особенности состава жирных кислот крови при бронхиальной астме.....	13
Черенков Д.Н. Содержание эфиров фталевых кислот в крови здоровых лиц, проживающих в городской среде.....	18
Кондратьева Е.В., Шадрин И.Ю. Маркеры оксидативного стресса при бронхиальной астме и действии твёрдых взвешенных частиц.....	21
Хасанова Г.А., Хасанов С.М. Искусственный интеллект в дифференциальной диагностике экзантематозного синдрома при COVID-19 у детей...	25
Шульга А.С. Прогностическая значимость биомаркеров повреждения миокарда у пациентов молодого возраста со среднетяжёлым течением COVID-19.....	27
Щегорцова Ю.Ю. Нарушение минерального и фосфорного обмена как фактор риска обострений ХОБЛ.....	29
Баранников С.В. Биodeградируемые тканеинженерные продукты: современные подходы, роль в терапии отморожений.....	33
Зубов А.А. Дифференцировка клеток эпителия эпидидимиса как маркер репродуктивного здоровья: актуальность изучения в медицине.....	36
Кислицкий В.М. Применение РТМС для реабилитации речевых постинсультных нарушений.....	40
Пчелина К.Э. Структура врожденных пороков развития в Амурской области: 5-летний опыт наблюдения.....	42
Чурикова Т.С., Макаров И.Ю. Патоморфологическая характеристика плаценты женщин, перенесших обострение хронической герпес-вирусной инфекции, во втором, третьем триместрах беременности.....	47

Казумова А.Б. Виртуальный наставник для стоматолога.....	50
Волосник А.С., Кондратенко И.А. Показатели аурикулометрии и билатеральный диморфизм ушных раковин у женщин с астеническим типом телосложения.....	53
Карпенко Д.В., Гетманская А.Е. Анализ регрессионных моделей показателей прозопометрии юношей.....	57
Буренкова И.С. Разработка приложения на основе компьютерного зрения для оценки густоты посевов сои.....	61
Галышев А.Н., Пилецкая О.А., Иванов А.В. Ресурсосберегающее земледользование в Амурской области: потенциал технологии NO-TILL.....	66
Кирьяков Н.В., Бельмач Н.В., Маргелов С.А. Прогнозирование урожайности на базе спутниковых и ретроспективных данных с применением искусственного интеллекта.....	70
Крюков И.А., Кальницкая А.А. Регрессионный анализ показателей одонтометрии коронок зубов нижнего зубного ряда юношей.....	74
Лямзин А.В. Билатеральная изменчивость и корреляционные связи между морфометрическими показателями юношей Луганской народной республики.....	80
Журавлева Е.В. Фитопатологическая устойчивость и урожайность сортообразцов яровой мягкой пшеницы селекции Дальневосточного ГАУ	82
Михайленко М.С., Банецкая Е.В. Структура урожая сои перспективного сортообразца КИ-5 при разных системах удобрения.....	86
Тузov Д.В., Мельников С.О., Веселова Е.М., Максимова Н.Н. Разработка интеллектуальной системы анализа судебных заявлений и поддержки принятия решений.....	92

Е.Г. Кулик, канд. мед. наук

Амурская государственная медицинская академия МЗ России, г. Благовещенск

ДОЛГОСРОЧНОЕ ВЛИЯНИЕ ПЕРЕНЕСЕННОЙ ИНФЕКЦИИ SARS-COV-2 НА ЧАСТОТУ И ТЯЖЕСТЬ ПОСЛЕДУЮЩИХ ОБОСТРЕНИЙ ХРОНИЧЕСКОЙ ОБСТРУКТИВНОЙ БОЛЕЗНИ ЛЕГКИХ (ДВУХГОДИЧНОЕ НАБЛЮДЕНИЕ)

Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) — это распространенное заболевание бронхолегочной системы, характеризующееся наличием обострений и коморбидных состояний. Эпизоды обострений являются основным фактором, определяющим качество жизни пациента.

Под обострением подразумевается событие, отличающееся усилением одышки или кашля с мокротой) в течение 14 суток. По данным исследования CORSAIR более половины пациентов с ХОБЛ ежегодно переносят ≥ 1 среднетяжелое или тяжелое обострение [1].

Согласно литературным данным в годы пандемии заболевания, вызванного инфекцией SARS-CoV-2 (COVID-19), регистрировалось в 2 раза меньше госпитализаций по поводу обострений ХОБЛ, вероятно за счет активных профилактических мер [4,5]. В то же время, после их отмены, частота госпитализации достигла доковидные значения [3].

В настоящее время внимание ученых обращено на клиническое течение ХОБЛ после перенесенного COVID-19. По некоторым результатам около половину наблюдаемых больных переносят обострение ХОБЛ в первые 3 месяца постковидного периода [2]. Однако количество долгосрочных исследований о влиянии COVID-19 на частоту обострений (ЧОГ) в литературе сохраняется недостаточным.

Цель исследования: оценка количества, степени тяжести обострений и временного промежутка между ними ($t_{\text{мес}}$) у больных ХОБЛ в течение 2-х лет после перенесенной инфекции SARS-CoV₂.

Материалы и методы исследования: обследовано 232 пациента с установленной ХОБЛ (2021-2023 гг.). Средний возраст группы составил $65,1 \pm 1,4$ лет, преобладали мужчины (75%). Длительность ХОБЛ была равна $7,61 \pm 0,63$ лет. Большинство пациентов имели умеренную (50,9%) или тяжелую (37,9 %) степень обструкции по GOLD. Выделено две группы: группа 1 (n=172) - пациенты с ХОБЛ, перенесшие лабораторно подтвержденную SARSCoV-2; группа 2 - лица с ХОБЛ, не имевшие ковидного анамнеза. Группы были сопоставимы по

возрасту, индексу курящего человека, длительности ХОБЛ, степени тяжести бронхиальной обструкции. Все пациенты по поводу COVID-19 находились на лечении в инфекционном госпитале ГАЗ АО Благовещенская ГКБ и включены в данное исследование через 3-4 недели после выписки из стационара. Основными контрольными точками были: первичный осмотр (В1), осмотр через 1 год (В2), 2 года (В3) от момента включения в наблюдение. У каждого обследуемого пациента проводился сбор информации о наличии, тяжести и количестве обострений за предыдущий год, $t_{\text{мес}}$ между обострениями, случаях госпитализации по поводу обострения ХОБЛ. Статистический анализ произведен в STATISTICA 10.0.

Результаты исследования и их обсуждение: исходно по показателю ЧОГ группы были сопоставимы - 1[1;2] и 1[1;2] раз/год, соответственно. В точке В2 между группами средняя ЧОГ стала существенно отличаться (1[1;3] против 1[1;1] раз в год, при $p < 0,05$). При этом в группе 1 количество пациентов «с частыми обострениями» было достоверно больше, чем в группе 2 ($\chi^2=7,25$; $p < 0,01$). Также выявлено, что риск развития обострений, приведших к госпитализации, в группе 1 был выше, чем в группе 2 ($OR=7,33[1,02;52,1]$). В точке В3 оказалось, что в группе 1 эпизоды обострений ХОБЛ стали наблюдаться реже, ЧОГ составила 1[1;2] раз/год. По показателю разницы между группами не выявлено ($p > 0,05$). Между тем $t_{\text{мес}}$ между обострениями оставался достоверно меньше в группе 1, чем в группе 2 (10[5;12] и 10[6;12] месяцев; $p < 0,05$).

Таким образом, нами установлено, что у пациентов с ХОБЛ, перенесших SARS-CoV-2, наблюдается двухгодичное изменение ЧОГ и $t_{\text{мес}}$ между ними. А также повышается относительный риск развития обострений ХОБЛ, приведших к госпитализации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Особенности течения хронической обструктивной болезни легких и ее терапии в Российской Федерации: результаты кросс-секционной оценки в рамках наблюдательного исследования CORSAIR / В.В. Архипов и др. // Пульмонология. 2024. Т.34, №5. С.676–687.
2. Эргешова Л.А., Карпина Н.Л. Влияние COVID-19 на течение хронических респираторных заболеваний // Туберкулёз и социально значимые заболевания. 2022. Т.10. №4(40). С.65-66.
3. Andreen N., Westin J., Vanfleteren L.E.G.W. Hospital admission rates in patients with COPD throughout the COVID-19 pandemic // Int. J. Chron. Obstruct. Pulmon. Dis. 2023. №18. P.1763–1772.

4. Reduction in hospitalised COPD exacerbations during COVID-19: a systematic review and meta-analysis / Alqahtani J.S. et al. // PLoS One. 2021. Vol.16. №8. Article number:e0255659.

5. Respiratory admissions before and during the COVID-19 pandemic with mediation analysis of air pollutants, mask-wearing and influenza rates / Ko F.W.S. et al. // Respiriology. 2023. Vol.28.

К.С. Лязгиян

*Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания,
г. Благовещенск*

ИММУНОФЕНОТИП МОНОЦИТОВ IL -17 R⁺/ TRAIL⁺ КАК РАННИЙ ПРОГНОСТИЧЕСКИЙ МАРКЕР РИСКА ПЛАЦЕНТАРНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ ПРИ СРЕДНЕТЯЖЁЛОМ ТЕЧЕНИИ COVID -19 ВО ВТОРОМ ТРИМЕСТРЕ БЕРЕМЕННОСТИ

Плацента, являясь провизорным органом, обеспечивает сложное взаимодействие между материнским организмом и плодом, включая газообмен, транспорт питательных веществ, эндокринную регуляцию и иммунную толерантность [1]. При этом SARS-CoV-2 оказывает прямое и опосредованное воздействие на плацентарную ткань, вызывая локальное воспаление, тромбозы, апоптоз трофобласта и нарушение ремоделирования спиральных артерий [2]. Особенно уязвим второй триместр – период формирования функциональной зрелости плаценты на фоне системной иммуносупрессии [3]. В этих условиях моноциты периферической крови становятся ключевыми сенсорами системного воспаления и потенциальным источником плацентарных макрофагов. Недавние данные указывают на двойственную роль IL-17R (провоспалительный рецептор) и TRAIL (TNF-связанный апоптоз-индуцирующий лиганд): их одновременная экспрессия может отражать переход от адаптивного иммунного ответа к патологическому состоянию, сочетающему хроническое воспаление и повреждение плаценты [4-6].

Цель исследования: оценка прогностической значимости иммунофенотипа IL-17R⁺/ TRAIL⁺ в моноцитах периферической крови как маркера риска

развития плацентарной недостаточности у беременных со среднетяжёлым течением COVID -19 во втором триместре.

Материалы и методы исследования: проведено проспективное одноцентровое исследование, включившее 53 беременные женщины со среднетяжёлым течением COVID -19 (подтверждённым ПЦР), госпитализированные во втором триместре (14–20 недель). Контрольную группу составили 30 здоровых беременных без признаков инфекции. У всех участниц из вены локтевого сгиба натощак забирали кровь для анализа. Методом проточной цитофлюорометрии определяли процентное содержание IL-17R (CD217) и TRAIL (CD253) в популяции CD14⁺-моноцитов. Диагноз «плацентарная недостаточность» в третьем триместре устанавливался на основании комплекса данных: УЗИ, доплерометрии маточно-плацентарного кровотока, кардиотокографии и перинатальных исходов. Для оценки диагностической значимости проведён ROC -анализ. Статистическая обработка выполнена с использованием SPSS 26.0; различия считались значимыми при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение: анализ показал, что у пациенток, у которых в третьем триместре развилась плацентарная недостаточность, уже во втором триместре регистрировалось достоверное повышение экспрессии IL -17 R $\geq 10,76$ % и TRAI L $\geq 43,14$ % в моноцитах периферической крови. ROC -анализ подтвердил высокую прогностическую ценность обоих маркеров: AUC (IL-17R) = 0,873 (95% ДИ: 0,757–0,989), AUC (TRAIL) = 0,886 (95% ДИ: 0,780–0,991). При совместном превышении пороговых значений чувствительность составила 92,1 %, специфичность – 85,0 %, а относительный риск развития плацентарной недостаточности возрастал в 8,3 раза ($p < 0,001$).

С биологической точки зрения, IL-17R активизирует NF-κB и MAPK-пути, усиливая продукцию провоспалительных цитокинов, окислительный стресс и эндотелиальную дисфункцию. В то же время TRAIL, несмотря на противовоспалительный потенциал за счёт подавления T-клеточной активации, индуцирует апоптоз клеток трофобласта и гладкомышечных клеток спиральных артерий, нарушая ремоделирование маточно-плацентарного русла. Таким образом, комбинация IL-17R⁺/ TRAIL⁺ отражает дисбаланс между воспалением и иммунной толерантностью, создающий условия для формирования патологии плаценты. В клинической практике это проявлялось следующим образом: у пациентки с IL-17R = 22,1 % и TRAIL = 58,2 % (14 нед.) в 36 нед. развилась тяжёлая преэклампсия, задержка роста плода I степени и потребовалось оперативное родоразрешение. Напротив, у женщины с IL-17R = 10,5 % и TRAIL = 40,8 % беременность завершилась своевременно, без осложнений. Эти данные согласуются

с результатами параллельных исследований плацентарных макрофагов, где у женщин со среднетяжёлым COVID-19 также выявлялось достоверное повышение IL-17R и TRAIL по сравнению с контрольной группой, что указывает на системный характер иммунного дисбаланса.

Таким образом, комбинированный фенотип IL-17R⁺/TRAIL⁺ в моноцитах периферической крови во втором триместре беременности у женщин со среднетяжёлым течением COVID -19 представляет собой высокочувствительный и специфичный прогностический маркер риска развития плацентарной недостаточности в третьем триместре. Выявление этого иммунофенотипа позволяет уже на ранних сроках выделить группу высокого риска и инициировать персонализированный мониторинг, включая доплерографию, УЗИ и профилактическую терапию, направленную на коррекцию воспаления и поддержание плацентарного кровотока.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стрижаков А.Н., Игнатко И.В., Тимохина Е.В., и др. Синдром задержки роста плода. Патогенез, диагностика, лечение, акушерская тактика. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2013.
2. Dema A. Genetic aspects of fetal retardation. Overview // Living and Bioscience Systems. 2021. №35. URL: <https://jbks.ru/archive/issue-35/article-6/>.
3. Ишутина Н.А. Андриевская И.А. Метаболические процессы обмена простагландинов у женщин при COVID-19 на сроке 28-30 недель беременности // Acta Biomedica Scientifica. 2024. Т.9, №5. С.34-42. DOI 10.29413/ABS.2024-9.5.4.
4. Zhang Z., Yang Y., Lv X., Liu H. Interleukin-17 promotes proliferation, migration, and invasion of trophoblasts via regulating PPAR- γ /RXR- α /Wnt signaling // Bioengineered. 2022; 13(1): 1224-1234. doi: 10.1080/21655979.2021.2020468
5. Sharp A.N., Heazell A.E., Crocker I.P., Mor G. Placental apoptosis in health and disease // Am J Reprod Immunol. 2010; 64(3):159-169. doi: 10.1111/j.1600-0897.2010.00837.x.24.
6. Phillips T.A., Ni J., Pan G., Ruben S.M., Wei Y.F., Pace J.L., Hunt J.S. TRAIL (Apo-2L) and TRAIL receptors in human placentas: implications for immune privilege // J. Immunol. 1999. Vol.162 № 10. P.6053-6059.

А.Е. Полтавченко аспирант, **Г.П. Евсеева** д-р мед. наук
*Хабаровский филиал ДНЦ ФПД –
НИИ охраны материнства и детства, г. Хабаровск*

ВЛИЯНИЕ КОМОРБИДНОЙ ПАТОЛОГИИ НА ТЕЧЕНИЕ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМЫ У ДЕТЕЙ

Введение. Бронхиальная астма (БА) остается ведущей хронической бронхолегочной патологией среди детского населения и остается глобальной мировой проблемой, так как относится к числу заболеваний, широко распространенных во всем мире [1,2]. Несмотря на значительные успехи в изучении данной патологии и совершенствовании методов лечения, существует проблема контроля заболевания, одной из возможных причин которой является наличие сопутствующих заболеваний.

Проблема коморбидности у больных бронхиальной астмой является актуальной, поскольку остаются малоизученными механизмы взаимоотношения различных нозологических форм. В связи с этим стали активно изучаться коморбидные состояния, которые утяжеляют течение и/или препятствуют формированию контроля астмы. Выявление и лечение коморбидных состояний поможет подойти к лечению более персонафицировано, с учетом особенностей течения каждого из сопутствующих заболеваний [3].

Несмотря на активное изучение коморбидных патологий при бронхиальной астме, чаще эти исследования проводятся среди взрослого населения [4], у детей таких исследований меньше и касаются они чаще развития и поведения. [5] Распространенность коморбидных состояний среди пациентов с различным течением бронхиальной астмы увеличивается с возрастом.

Распознавание таких сопутствующих заболеваний важно, поскольку они поддаются лечению или модификации, а их надлежащее ведение может улучшить исход астмы и / или заболеваемость, [6] что требует дальнейшего углубленного исследования.

Целью исследования является изучение проблемы коморбидности у детей с бронхиальной астмой и оценка ее влияние на степень тяжести и контроля симптомов бронхиальной астмы.

Материалы и методы исследования. Проведен ретроспективный анализ данных, полученных из медицинских карт пациентов с диагнозом бронхиальная астма, наблюдавшихся в клинике Хабаровского филиала «ДНЦ ФПД» – НИИ Омид.

Диагноз «Бронхиальная астма», степень тяжести, контроля над заболеванием устанавливались на основании жалоб, данных анамнеза, клинической картины, лабораторно-инструментального обследования в соответствии с рекомендациями текущих редакций GINA и «Клиническими рекомендациями по диагностике и лечению БА» [1,7].

В анализ включены данные 315 пациентов с БА в возрасте от 3 до 17 лет с установленным диагнозом бронхиальная астма (J45; МКБ-10). Из них: мальчиков — 182 (57.8%), девочек — 133 (42.2%). Обследование больных астмой включало общеклинические, функциональные, инструментальные методы, осмотр узкими специалистами.

В зависимости от степени контроля заболевания пациенты были разделены на подгруппы: полный контроль над заболеванием ($n = 100$) и отсутствие контроля ($n=215$); в зависимости от степени тяжести: легкая ($n=93$), средней степени тяжести ($n=192$) и тяжелая ($n=30$).

Для оценки влияния коморбидной патологии на течение основного заболевания использован индекс коморбидности [8], который определяли как сумму всех сопутствующих состояний, имевшихся у ребенка на момент исследования [9].

Статистическая обработка данных осуществлялась с использованием программы Statistica 10.0 (StatSoftInc., USA).

Результаты исследования. Проведенный нами анализ медицинской документации выявил наличие коморбидных заболеваний у 97,5% детей.

Аллергический ринит был диагностирован у 202 пациентов (64,1%) и повышал риск более тяжелого течения заболевания (ОШ =1,867 [ДИ95% (1,137-3,068)] и ухудшение контроля над заболеванием (ОШ =1,563 [ДИ95% (1,009-2,546)]). Атопический дерматит диагностирован у 45 пациентов (14,3%), нами не было выявлено взаимосвязи его с тяжестью заболевания (ОШ =1,137 [ДИ95% (0,557-2,318)] и контролем над заболеванием (ОШ =1,691 [ДИ95% (0,799-3,576)]). ГЭРБ выявлена у 86 пациентов (27,3%) и была ассоциирована только с тяжелым течением заболевания ОШ=1,741 [ДИ95% (1,006-3,449)], но не влияла на контроль над заболеванием (ОШ =0,97 [ДИ95% (0,574-1,638)]). Сопутствующие эндокринные заболевания выявлены у 74 пациентов (23,5%), и осложняли течение заболевания в группе детей со средней степенью тяжести симптомов (ОШ=2,083 [ДИ95% (1,1833-5,212)]), но не влияли на контроль над заболеванием (ОШ =1,041 [ДИ95% (0,594-1,826)]). Ожирение выявлено у 59 пациентов (18,7%) отмечалось влияние на течение заболевания в группе детей со средней

степенью тяжести (ОШ=1,604 [ДИ95% (1,773-3,33)] и на контроль над заболеванием (ОШ=1,822[ДИ95% (1,093-3,552)]).

В ходе исследования не было выявлено достоверной статистической значимости влияния на степень тяжести и контроль над симптомами бронхиальной астмы остальных изученных нозологий. Статистически значимой связи между сопутствующими заболеваниями при астме и полом не наблюдалось.

Так же было установлено, что индекс коморбидности более 3-х являлось дополнительным фактором, ухудшающим течение астмы (ОШ=2,556[ДИ95% (1,478-4,419)]).

Данные полученные в ходы выполнения данной работы позволяют предположить, что коморбидность и мультиморбидность у пациентов с бронхиальной астмой служит провоцирующим фактором для формирования более тяжелых и неконтролируемых форм астмы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Global Initiative for Asthma. Global Strategy for Asthma Management and Prevention,2022 [Электронный ресурс] // ginasthma.org. — URL: <https://ginasthma.org/gina-reports/>
2. Холодок, Г. Н., Морозова, Н. В., Супрун, Е. Н., Козлов, В. К., Лазарь, К. Г. Эпидемиология бронхолегочных заболеваний детей и подростков Хабаровского края // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2016. № 61. С. 31-35.
3. Прибылов С.А., Прибылова Н.Н., Махова О.Ю., Барбашина Т.А. Проблема коморбидности и инвалидности при бронхиальной астме по данным регистра Курской области // Современные проблемы науки и образования. 2018. №5. С. 20
4. Фомина Д.С., Ястребова Е.В., Бобрикова Е.Н. Бронхиальная астма и коморбидные состояния: дифференцированный подход к ведению пациентов // Лечебное дело. 2015. №1. С. 69-75.
5. Blackman J.A., Conaway M.R. Changes over time in reducing developmental and behavioral comorbidities of asthma in children.// J Dev Behav Pediatr. 2012. № 33(1). С. 24-31.
6. Дранников М.А., Шуленин Д.К., Вирко В.А. Коморбидные состояния у детей с бронхиальной астмой // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2025. №1. С. 107–113
7. Чучалин А.Г., Авдеев С.Н., Айсанов З.Р., Белевский А.С., Васильева О.С., Геппе Н.А., Игнатова Г.Л., Княжеская Н.П., Малахов А.Б., Мещерякова Н.Н., Ненашева Н.М., Фассахов Р.С., Хайтов Р.М., Ильина Н.И., Курбачева

О.М., Астафьева Н.Г., Демко И.В., Фомина Д.С., Намазова-Баранова Л.С., Баранов А.А., Вишнева Е.А., Новик Г.А. Бронхиальная астма: федеральные клинические рекомендации по диагностике и лечению // Пульмонология. 2022 №32 (3). С. 393–447.

8. Charlson M.E., Pompei P., Ales K.L., MacKenzie C.R. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation // J. Chronic. Dis. 1987. № 40 (5). С. 373–383.

9. Хавкин А.И., Гурова М.М., Новикова В.П. Применение индекса коморбидности для оценки влияния сочетанной патологии на характер течения хронического гастродуоденита у подростков // Педиатрия. 2018. №97 (6). С. 19–25.

К.А. Сидлецкая, канд. биол. наук, **Н.В. Бочарова**, канд. биол. наук,
В.А. Свистова

*Владивостокский филиал ДНЦ ФПД – НИИ медицинской климатологии
и восстановительного лечения, г. Владивосток*

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА ЖИРНЫХ КИСЛОТ КРОВИ ПРИ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМЕ

Введение. На сегодняшний день бронхиальная астма (БА) является одним из наиболее социально значимых хронических неинфекционных заболеваний в мире, что обусловлено ее широким распространением и ежегодным ростом числа заболевших. Общее число больных БА в мире составляет около 300 млн. человек. В РФ на 2022 г. с диагнозом БА числилось 1,591 млн. больных [1]. Наиболее уязвимой категорией пациентов с БА являются лица старше 60 лет. Распространенность БА среди пожилого населения составляет от 1,8 до 14,5% в популяции. По сравнению с пациентами более молодого возраста у пожилых больных БА чаще возникают тяжелые обострения, они чаще госпитализируются и имеют более высокий риск смертельных исходов от БА. Это связано с тем, что течение БА у пациентов пожилого возраста происходит на фоне естественных инволютивных процессов организма [3]. В связи с вышесказанным, изучение механизмов патогенеза БА у пожилых пациентов является критически важным для разработки новых методов диагностики и терапевтических подходов.

В основе патогенеза БА лежит хроническое воспаление. Согласно результатам многих исследований, важными участниками воспалительного процесса являются жирные кислоты (ЖК). Они служат субстратом для биосинтеза липидных медиаторов с про- и противовоспалительными свойствами, входят в состав клеточных мембран, тем самым влияя на функциональное состояние иммунных и структурных клеток организма. В более ранних исследованиях авторов было показано, что развитие БА сопровождается модификацией состава ЖК плазмы крови в сторону накопления ряда насыщенных (НЖК), снижения содержания отдельных мононенасыщенных ЖК (МНЖК) и нарушением баланса полиненасыщенных ЖК (ПНЖК) n-3 и n-6 семейств [2]. Согласно данным последних лет, в процессе старения происходит нарушение метаболизма липидов, что отражается в изменении уровней циркулирующих ЖК [5]. Однако, особенности модификации жирнокислотного профиля плазмы крови при БА в зависимости от возраста остаются не изученными.

Цель исследования – установить изменения состава ЖК плазмы крови у пациентов с БА в зависимости от возраста.

Материалы и методы. Исследование выполнено в соответствии с требованиями Хельсинкской декларации (2024 г.) с одобрения локального этического комитета на основании добровольного информированного согласия. Диагностика заболеваний осуществлялась согласно протоколу GINA 2025 [9] на основе данных анамнеза, объективного осмотра, результатов физикального, инструментального и лабораторного исследований. В исследование было включено 22 пациента с БА легкой степени тяжести с нормальной массой тела (индекс массы тела: 18,5–24,9 кг/м²) в возрасте от 45 до 74 лет. Критерии исключения из исследования: обострение БА, другие хронические заболевания внутренних органов в стадии обострения или декомпенсации, ожирение, прием препаратов омега-3 ПНЖК. С учетом возрастного аспекта (согласно классификации, принятой ВОЗ) было сформировано 2 группы обследуемых: больные БА зрелого возраста (45-59 лет, 11 чел.) и больные БА пожилого возраста (60-74 лет, 11 чел.). Контрольную группу составили 11 условно здоровых лиц с нормальной массой тела 45-59 лет.

Для исследования жирнокислотного состава плазмы крови использовали венозную кровь, взятую в утренние часы натощак в вакуумные пробирки с ЭДТА К-2. Экстракцию липидов из плазмы крови проводили по методу Blight и Dyer [6]. Метилловые эфиры ЖК (МЭЖК) получали согласно методу Carreau и Duback [7]. МЭЖК экстрагировали с помощью гексана, очищали методом препаративной тонкослойной хроматографии. Анализ проводили с помощью газо-

вого хроматографа GC-2010 Plus, оснащенного масс-спектрометром GCMS-QP2020 (Shimadzu, Япония), с капиллярной колонкой SH-Rtx-5MS (L=30м; d=0.25мм) в режиме: ввод 250°C (без разделения потока), 160°C (2 мин) - (2°C/мин) - 260°C (10 мин), общее время хроматографии 62 мин, газ-носитель – гелий, скорость движения газа в колонке – 0.6 мл/мин. Идентификацию соединений выполняли с использованием стандарта ЖК (37 FAME Mix, Supelco) и базы NIST20. Рассчитывали процент площади каждого пика, соответствующего ЖК, относительно общей суммы площадей всех идентифицируемых пиков ЖК.

Статистическую обработку данных выполняли с использованием программы Statistica, версия 10 (StatSoft, США). Результаты представляли в виде медиан, нижнего и верхнего квартилей. Статистическую значимость различий между группами оценивали с помощью непараметрического критерия Манна-Уитни. Критический уровень значимости (p) при проверке статистических гипотез принимался при $p < 0,05$.

Результаты. В ходе исследования был проведен сравнительный анализ состава ЖК плазмы крови пациентов с БА зрелого и пожилого возраста (рисунок 1).

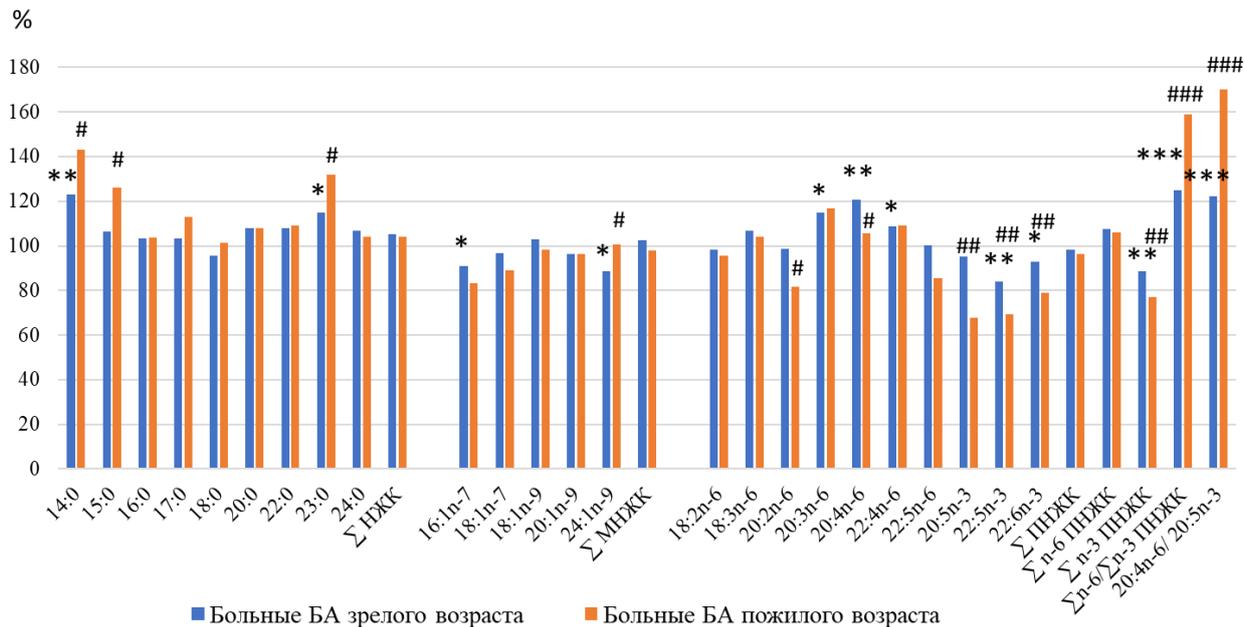


Рисунок 1 – Изменение состава жирных кислот плазмы крови у больных БА зрелого и пожилого возраста относительно группы контроля (принята за 100%).

Статистическая значимость различий между группой больных БА зрелого возраста и контролем: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$; между группами больных БА зрелого и пожилого возраста: # – $p < 0,05$; ## – $p < 0,01$; ### – $p < 0,001$.

У пациентов с БА пожилого возраста в сравнении с группой пациентов с БА зрелого возраста было выявлено статистически значимое увеличение содержания в крови ряда НЖК: миристиновой (14:0) на 16% ($p < 0,05$), пентадециловой (15:0) на 18% ($p < 0,05$) и трикозановой (23:0) на 15% ($p < 0,05$). Согласно исследованиям, высокая доля НЖК снижает эластичность мембран клеток эпителия бронхов, что приводит к повышению сопротивления в малых дыхательных путях и развитию обструкции [4].

Среди МНЖК в группе пожилых пациентов с БА относительно больных зрелого возраста было установлено снижение доли пальмитолеиновой кислоты (16:1n-7) на 9% ($p < 0,05$), при этом содержание нервоновой кислоты (24:1n-9) было повышено на 13% ($p < 0,05$). Была отмечена тенденция к снижению суммарного показателя МНЖК. Поскольку МНЖК обладают антиоксидантными свойствами, снижение их содержания в крови может способствовать накоплению реактивных форм кислорода, что усиливает окислительный стресс и хроническое воспаление [8].

Анализ состава ПНЖК в группе пожилых пациентов с БА относительно больных зрелого возраста показал уменьшение доли нескольких представителей семейства n-6 (эйкозодиеновой кислоты (20:2n-6) на 17% ($p < 0,05$) и арахидоновой кислоты (20:4n-6) на 12% ($p < 0,05$)) и значительное снижение содержания ЖК семейства n-3 (эйкозапентаеновой (20:5n-3) на 29% ($p < 0,01$), докозапентаеновой (22:5n-3) на 17% ($p < 0,01$), докозагексаеновой кислоты (22:6n-3) на 15% ($p < 0,01$)). В этой же группе обследуемых отмечено статистически значимое снижение суммы n-3 ПНЖК на 13% ($p < 0,01$) и тенденция к уменьшению суммарных показателей ПНЖК и n-6 ПНЖК. Выявлено возрастание соотношения суммарных показателей n-6/n-3 ПНЖК на 27% ($p < 0,001$) и соотношения 20:4n-6/20:5n-3 на 39% ($p < 0,001$). Известно, что n-6 ПНЖК (арахидоновая кислота, в частности) являются субстратами для образования провоспалительных липидных медиаторов, в то время как n-3 ПНЖК (например, эйкозапентаеновая кислота) вовлечены в биосинтез липидных метаболитов, ответственных за разрешение воспаления. Согласно исследованиям, сдвиг баланса ПНЖК в сторону n-6 способствует интенсификации воспалительного процесса [2, 8].

Выводы. Жирнокислотный состав плазмы крови у больных БА пожилого возраста в сравнении с больными БА зрелого возраста характеризуется накоплением ряда НЖК и выраженным дисбалансом n-3/n-6 ПНЖК. Возраст-ассоциированные нарушения липидного обмена могут вносить вклад в развитие хронического воспалительного процесса при БА у пожилых лиц, тем самым усиливая симптомы и риск осложнений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Быстрицкая Е.В., Биличенко Т.Н. Обзор общей заболеваемости населения Российской Федерации бронхиальной астмой // Пульмонология. 2022. Т. 32. № 5. С. 651-660.
2. Денисенко Ю.К., Новгородцева Т.П., Жукова Н.В. и др. Ассоциация метаболизма жирных кислот с системной воспалительной реакцией при хронических заболеваниях органов дыхания // Биомедицинская химия. 2016. Т. 62. № 3. С. 341-347.
3. Емельянов А.В. Особенности бронхиальной астмы в пожилом и старческом возрасте // Русский медицинский журнал. 2016. Т. 24. № 16. С. 1102-1107.
4. Юренко А.В., Новгородцева Т.П., Денисенко Ю.К. и др. Роль жирных кислот и липидных воспалительных медиаторов в развитии дисфункции малых дыхательных путей при бронхиальной астме, ассоциированной с ожирением // Acta biomedica scientifica. 2023. Vol. 8. № 2. P. 50-64.
5. Ali S., Aiello A., Zotti T. et al. Age-associated changes in circulatory fatty acids: new insights on adults and long-lived individuals // Geroscience. 2023. Vol. 45. № 2. P. 781-796.
6. Blight E.G., Dyer W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification // Canadian Journal of Biochemistry and Physiology 1959. Vol. 37. № 8. P. 911–917.
7. Carreau J.P., Duback, J.P. Adaptation of a macroscale method to the microscale for fatty acid methyl transesterification of biological lipid extract // Journal of Chromatography. 1978. Vol. 151. P. 384-390.
8. Coniglio S., Shumskaya M., Vassiliou E. Unsaturated fatty acids and their immunomodulatory properties // Biology. 2023. Vol. 12. № 2. P. 279.
9. Global strategy for asthma management and prevention (Update 2025). URL: <https://ginasthma.org> (дата обращения: 25.06.2025).

Д.Н. Черенков

*Владивостокский филиал ДНЦ ФПД – НИИ медицинской климатологии и
восстановительного лечения, г. Владивосток*

СОДЕРЖАНИЕ ЭФИРОВ ФТАЛЕВЫХ КИСЛОТ В КРОВИ ЗДОРОВЫХ ЛИЦ, ПРОЖИВАЮЩИХ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

(Научный руководитель – д.б.н., проф. Виткина Т.И.)

Введение. Фталатные эфиры, занимающие лидирующее положение среди промышленных пластификаторов, повсеместно применяются для придания гибкости и эластичности полимерным материалам на основе ПВХ. Эта широта использования обусловила их статус одной из самых распространенных и вызывающих тревогу групп ксенобиотиков, чье потенциальное негативное влияние на здоровье человека вызывает серьезную озабоченность в научном сообществе [1-2]. Ключевой проблемой, лежащей в основе экологического и токсикологического риска, является природа их связи с полимерной матрицей.

Фталаты не образуют прочных ковалентных связей с цепями полимера, а удерживаются в его структуре исключительно за счет слабых физических взаимодействий, таких как силы Ван-дер-Ваальса [3]. В результате изделия, содержащие фталаты, становятся постоянным источником эмиссии этих соединений в окружающую среду. Процесс миграции интенсифицируется под воздействием комплекса внешних факторов: температурных колебаний, изменения кислотности контактирующей среды, механического напряжения или контакта с жирами и растворителями. Таким образом, фталаты непрерывно выделяются из потребительских товаров (от упаковки и строительных материалов до медицинских изделий и детских игрушек) в воздух, воду, почву и пищевые продукты.

Формирующийся в результате этого повсеместный фон загрязнения создает устойчивые экологические риски и представляет собой скрытую, но постоянную угрозу для здоровья населения. Глобальный масштаб распространения фталатов, обилие путей их проникновения в организм в сочетании с широким и многообразным спектром возможных патологических эффектов (эндокринные нарушения, репродуктивная токсичность, влияние на развитие, потенциальная канцерогенность) [4] подчеркивает острую необходимость в организации масштабных и системных исследований.

Целью работы является оценить содержание наиболее распространённых фталатов (дибутилфталата (ДБФ), диэтилгексилфталата (ДЭГФ), диизобу-

тилфталата (ДИБФ)) в плазме крови здоровых лиц, проживающих в условиях городской среды.

Материал и методы исследования. Определение содержания фталатов в плазме крови осуществлялось методом газовой хромато-масс-спектрометрии. Экстракция соединений проводилась из плазмы крови с использованием смеси хлороформа и метанола в соотношении 1:2. Обработку хроматографических и спектральных данных проводили с использованием программного обеспечения GCMS Postrun Analysis. Количественную оценку концентраций фталатов (выраженных в мкг/мл) выполняли методом калибровочных кривых, построенных по данным анализа стандартных растворов целевых соединений (Dr. Ehrenstorfer GmbH, Германия). Статистическую обработку проводили с помощью программы Statistica 10.0 (StatSoft). Критический уровень значимости (p) при проверке статистических гипотез считался значимым при $p < 0,05$.

Результаты исследования. Проведенный анализ образцов выявил значительную вариабельность в содержании отдельных представителей группы фталатных пластификаторов, что отражает различия в их промышленном использовании и, вероятно, миграционной способности. Результаты демонстрируют выраженное доминирование диэтилгексилфталата (ДЭГФ). Его средняя концентрация в исследуемой матрице достигла 2,6 мкг/мл, что в пересчете на общую сумму обнаруженных фталатов составило около 96%. Это закономерно коррелирует с тем, что ДЭГФ исторически является одним из самых массовых и дешевых пластификаторов в мире. Концентрации других обнаруженных фталатов были на порядки ниже. Содержание диизобутилфталата (ДИБФ) в среднем составило 0,07 мкг/мл, что соответствует приблизительно 3% от общего пула. Наиболее низкие концентрации были зафиксированы для дибутилфталата (ДБФ) — в среднем 0,039 мкг/мл, или около 1%.

Особую настороженность вызывает выявленное высокое содержание ДЭГФ. Учитывая его доказанные в экспериментальных и эпидемиологических исследованиях свойства как эндокринного разрушителя и токсиканта, такая концентрация вызывает серьезную озабоченность в контексте рисков хронического воздействия. Длительная, даже низкоуровневая, экспозиция данным соединением может выступать кофактором в развитии и прогрессировании ряда заболеваний, в частности, бронхиальной астмы, аллергий, метаболических и репродуктивных нарушений. Уже имеющиеся научные данные указывают на статистически значимые корреляции между уровнем метаболитов ДЭГФ в организме человека и риском возникновения хронических патологий [5-6].

Полученные данные, наряду с содержанием данных компонентов загрязнения в атмосферном воздухе, указывают на возможные хронические патогенные эффекты у населения, проживающего в техногенно неблагоприятной среде. Ранее исследования в данном направлении на территории Дальнего Востока не проводились. Из этого следует необходимость дальнейшего углубленного сбора данных. Для адекватной оценки риска будущие исследования должны фокусироваться не только на измерении исходных форм фталатов в окружающей среде, но и на обязательном определении их первичных метаболитов (моноэфиров) в биологических образцах человека. Именно моноформы являются биомаркерами реального поступления и метаболической активации этих ксенобиотиков в организме. Полученные результаты в целом подчеркивают настоятельную потребность в организации системного мониторинга фталатов в биологических средах, особенно среди уязвимых групп населения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Eales J. et al. Human health impacts of exposure to phthalate plasticizers: An overview of reviews // *Environment international*. 2022. Т. 158. С. 106903.
2. Wang Y., Qian H. Phthalates and their impacts on human health // *Healthcare*. – Multidisciplinary Digital Publishing Institute. 2021. Т. 9, №. 5. С. 603.
3. Additives of plastics: Entry into the environment and potential risks to human and ecological health / N.R. Maddela et al. // *Journal of Environmental Management*. 2023. Т. 348. С. 119364.
4. Sobolevskaya, M. P. et al. Phthalic acid derivatives: Sources and effects on the human body // *Russian Open Medical Journal*. 2024. Т. 13, №. 4. P. 407.
5. Mariana M., Cairrao E. The relationship between phthalates and diabetes: A review // *Metabolites*. 2023. Т. 13, №. 6. С. 746.
6. Li M. C., Chen C. H., Guo Y. L. Phthalate esters and childhood asthma: a systematic review and congener-specific meta-analysis // *Environmental Pollution*. 2017. Т. 229. С. 655-660.

Е.В. Кондратьева, канд. биол. наук, **И.Ю. Шадрин**

*Владивостокский филиал ДНЦ ФПД – НИИ медицинской климатологии и
восстановительного лечения, г. Владивосток*

МАРКЕРЫ ОКСИДАТИВНОГО СТРЕССА ПРИ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМЕ И ДЕЙСТВИИ ТВЁРДЫХ ВЗВЕШЕННЫХ ЧАСТИЦ

Введение. Бронхиальная астма (БА) является одной из главных проблем современной пульмонологии. В первую очередь это обусловлено частой встречаемостью данного патологического состояния – БА страдают более 300 миллионов людей по всему миру [2]. БА характеризуется переходом от локального воспаления в дыхательных путях к системному воспалительному процессу. Одним из ключевых процессов, обуславливающих такой переход, является окислительный стресс, который приводит к самым разнообразным изменениям в клетках: повреждает биомолекулы и органоиды, запускает воспалительные каскады реакций, приводит к нарушению функционирования иммунокомпетентных клеток [3].

Твёрдые взвешенные частицы (ТВЧ) представляют собой распространённый тип загрязнителей воздушной среды в современных условиях городской среды. Они способны усиливать воспалительные реакции и окислительный стресс, с чем они представляют особую опасность для лиц с БА [1].

Несмотря на достаточно высокий интерес в отношении этой проблемы, работы по анализу влияния окислительного стресса на состояние пациентов с БА представлены весьма ограниченно, чем и обусловлена актуальность настоящего исследования.

Целью работы стала оценка уровня маркеров окислительного стресса в плазме крови у пациентов с БА до и после воздействия ТВЧ.

Материал и методы исследования. В исследовании использовался биоматериал 244 пациентов с БА. У 131 была лёгкая БА (57 – контролируемая, 74 – частично контролируемая), у 113 – БА средней степени тяжести (55 – контролируемая, 58 – частично контролируемая). Средний возраст – $42,5 \pm 4,4$ года. В группу контроля вошли 60 здоровых добровольцев (средний возраст – $44,8 \pm 5,3$ года).

В качестве биоматериала использовали сыворотку периферической крови. Уровень малонового диальдегида (MDA, нмоль/мл), 8-гидрокси-2'-деоксигуанозина (8-OHdG, нг/мл) и тиоредоксина (Trx-1, пг/мл) исследовали методами иммуноферментного анализа (ИФА). Для определения уровня общей

антиоксидантной активности (АОА, ммоль/л) использовали набор Total Antioxidant Capacity Assay Kit (Abcam, США). Определение глутатиона (окисленного (GSSG) и восстановленного (GSH)) (мкмоль/л) проводили колориметрическим методом с помощью набора Glutathione Colorimetric Detection Kit (ArborAssays, USA).

В качестве нагрузки использовали модельные смеси веществ, имитирующие многокомпонентное загрязнение атмосферного воздуха, созданные с учетом предварительных исследований воздушной среды г. Владивостока. Нагрузку производили в дозе 1 мкг взвеси на 1 мл крови, после чего инкубировали пробу в течение 1 ч при температуре 37°C.

Статистическая обработка результатов проводилась в программе «Statistica 10.0». Значимость различий между группами оценивали с помощью критерия Крeаскелла-Уоллиса. Критический уровень значимости (p) принимался при $p < 0,001$; 0,01; 0,05.

Результаты исследования. При воздействии ТВЧ наблюдаются значительные изменения в параметрах окислительного стресса и работы антиоксидантных систем (АОС). У здоровых добровольцев уровень MDA возрастает на 11% ($p < 0,001$), а общая антиоксидантная активность увеличивается на 17% ($p < 0,001$). Концентрация Trx-1 в сыворотке крови повышается на 11% ($p < 0,001$). Увеличивается уровень элементов глутатионовой системы: GSH на 11% ($p < 0,001$), GSSG – на 14% ($p < 0,001$).

У лиц с контролируемой БА лёгкой степени тяжести при воздействии ТВЧ уровень MDA возрастает на 21% ($p < 0,001$), АОА – на 65% ($p < 0,001$). Соотношение MDA/АОА снижается на 27% ($p < 0,01$). Содержание GSH в сыворотке увеличивается на 47% ($p < 0,001$), а GSSG – на 12% ($p < 0,01$). Соотношение GSH/GSSG возрастает на 28% ($p < 0,001$).

При частично контролируемой БА лёгкой степени тяжести влияние ТВЧ приводит к увеличению концентрации MDA на 40% ($p < 0,001$), АОА – на 70% ($p < 0,001$). Соотношение этих параметров снижается на 18% ($p < 0,01$). Уровень Trx-1 в сыворотке крови возрастает на 24% ($p < 0,001$). В глутатионовой системе воздействие ТВЧ приводит к повышению уровня GSH на 52% ($p < 0,001$), GSSG – на 65% ($p < 0,001$). Пропорция GSH/GSSG снижается на 8% ($p < 0,05$).

Контролируемая БА средней степени тяжести при воздействии ТВЧ характеризуется увеличением уровня MDA на 52% ($p < 0,001$), АОА – на 22% ($p < 0,001$). Отношение параметров MDA/АОА возрастает на 22% ($p < 0,001$). Уровень 8-OHdG повышается на 18% ($p < 0,05$), Trx-1 – на 35% ($p < 0,001$), GSH –

на 45% ($p < 0,001$), GSSG – на 77% ($p < 0,001$). Соотношение GSH/GSSG снижается на 18% ($p < 0,01$).

При частично контролируемой БА средней степени тяжести воздействие ТВЧ приводит к повышению концентрации MDA на 67% ($p < 0,001$). Уровень АОА уменьшается на 25% ($p < 0,01$). Пропорция MDA/АОА увеличивается на 123% ($p < 0,001$). Концентрация 8-ОНдГ возрастает на 63% ($p < 0,001$), Тгх-1 – на 54% ($p < 0,001$), GSSG – на 89% ($p < 0,001$). Соотношение GSH/GSSG снижается на 44% ($p < 0,001$)

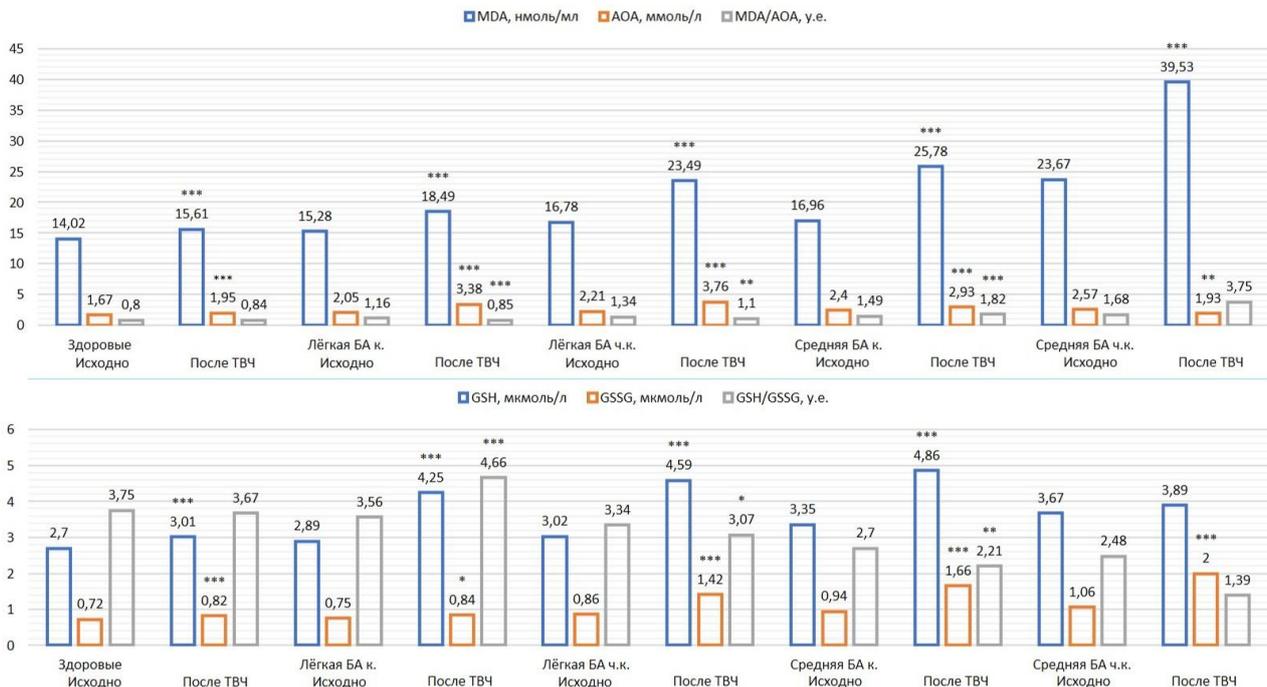


Рисунок 1 – Показатели MDA, АОА, MDA/АОА, GSH, GSSG, GSH/GSSG у испытуемых до воздействия ТВЧ и после.

Примечание: * – статистическая значимость различий у параметров до действия ТВЧ и после; * – 0,05, ** – 0,01, *** – 0,001.

Увеличение уровня MDA, АОА и соотношения данных параметров свидетельствует об активации окислительного стресса, что характерно как для более тяжёлой и менее контролируемой БА, так и для воздействия ТВЧ [5]. Усиление окислительного стресса, в свою очередь, ассоциировано с повышением концентрации 8-ОНдГ, что отражает процесс повреждения нуклеиновых кислот [4]. В соответствии с этим возрастает и уровень тиоредоксина, поскольку данная антиоксидантная система вовлечена в репарацию возникающих повреждений [7]. Снижение соотношения GSH/GSSG говорит об индукции окислительных процессов и истощении регуляторных компонентов АОС [6]. Уровень

показателей окислительного стресса коррелирует с увеличением тяжести и снижением контроля БА, а также с воздействием ТВЧ.

Выводы. Таким образом, тяжёлые формы БА (более тяжёлые, с более низкими степенями контроля) характеризуются серьёзными сдвигами в окислительно-восстановительном балансе организма. Особенно хорошо эти изменения видны при сопоставлении реакции здоровых индивидов и лиц с БА на воздействие ТВЧ. Поскольку при БА нарушен адекватный окислительно-восстановительный баланс, дополнительный стресс от воздействия ТВЧ приводит к более существенным изменениям параметров MDA, AOA, GSH/GSSG, Trx-1, 8-OHdG. Полученные результаты могут свидетельствовать о перспективности использования данных маркеров для оценки прогрессирования заболевания в условиях техногенной среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кондратьева Е.В., Виткина Т.И., Колесников С.И. Бронхиальная астма: особенности субпопуляций Т-цитотоксических клеток крови при их нагрузке *in vitro* твёрдыми взвешенными частицами // *Acta Biomedica Scientifica*. 2025. V. 10(3), 201-207.
2. Global Initiative for Asthma. Strategy Report, 2025.
3. Hajam Y.A., Rani R., Ganie S.Y., Sheikh T.A., Javaid D., Qadri S.S., Pramodh S., Alsulimani A., Alkhanani M.F., Harakeh S., Hussain A., Haque S., Reshi M.S., Oxidative Stress in Human Pathology and Aging: Molecular Mechanisms and Perspectives // *Cells*. 2022. V. 11(3), 552.
4. Korkmaz K.S., Butuner B.D., Roggenbuck D. Detection of 8-OHdG as a diagnostic biomarker // *Journal of Laboratory and Precision Medicine*. 2018. V. 3, 95.
5. Michaeloudes C., Abubakar-Waziri H., Lakhdar R., Raby K., Dixey P., Adcock I.M., Mumby S., Bhavsar P.K., Chung K.F. Molecular mechanisms of oxidative stress in asthma // *Molecular Aspects of Medicine*. 2022. V. 85, 101026.
6. Sahiner U.M., Birben E., Erzurum S., Sackesen C., Kalayci O. Oxidative stress in asthma: part of the puzzle // *Pediatric Allergy and Immunology*. 2018. V. 29(8), 789-800.
7. Zhou J., Wang C., Wu J., Fukunaga A., Cheng Z., Wang J., Yamauchi A., Yodoi J., Tian H. Anti-allergic and anti-inflammatory effects and molecular mechanisms of thioredoxin on respiratory system diseases // *Antioxidants & Redox Signaling*. 2020. V. 32(11), 785-801.

Г.А. Хасанова¹, С.М. Хасанов²

¹Централизованная специализированная многопрофильная инфекционная больница № 1 Зангиота, г. Ташкент

²Ташкентский государственный медицинский университет, г. Ташкент

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКЕ ЭКЗАНТЕМАТОЗНОГО СИНДРОМА ПРИ COVID-19 У ДЕТЕЙ

Введение. Коронавирусная инфекция (COVID-19), вызванная вирусом SARS-CoV-2, у детей характеризуется клиническим полиморфизмом и вариабельностью течения — от лёгких форм до тяжёлых состояний с развитием дыхательной недостаточности и системного воспалительного ответа. Одним из значимых клинических проявлений заболевания является экзантематозный синдром, который может возникать на различных этапах болезни и нередко является первым клиническим признаком инфекции. Сходство кожных высыпаний при COVID-19 с проявлениями кори, скарлатины, ветряной оспы и аллергических реакций существенно затрудняет дифференциальную диагностику, особенно на амбулаторном этапе. В этих условиях актуальным является внедрение технологий искусственного интеллекта, позволяющих на основе совокупного анализа клинических и лабораторных данных повысить точность диагностики и снизить вероятность врачебных ошибок.

Цель работы. Оценить эффективность применения искусственного интеллекта в дифференциальной диагностике экзантематозного синдрома при COVID-19 у детей.

Материалы и методы. Исследование выполнено на основе ретроспективных и проспективных данных 363 детей в возрасте от 1 месяца до 18 лет с лабораторно подтверждённой COVID-19 инфекцией, находившихся на стационарном лечении в 2020–2024 гг. Экзантематозный синдром выявлен у 147 пациентов (40,5%), группу без кожных проявлений составили 216 детей (59,5%). Всем пациентам проводилось комплексное клиничко-лабораторное обследование, включающее общий анализ крови с оценкой лейкоцитарной формулы, уровня тромбоцитов и скорости оседания эритроцитов, а также расчёт интегральных гематологических индексов (индекс Рейса, ТЛИ, индекс Гаркави, ИСНМ). На основании полученных данных разработан цифровой диагностический инструмент SmartRash, использующий алгоритмы искусственного интеллекта и логистической регрессии для дифференциальной диагностики COVID-

19, скарлатины, кори, аллергических реакций и ветряной оспы у детей с кожными высыпаниями.

Результаты и обсуждение. Установлено, что экзантематозный синдром при COVID-19 чаще выявлялся у детей старших возрастных групп: в возрасте 8–18 лет — более 70% случаев, а также у мальчиков (57,5%). Тяжёлые формы заболевания в группе с экзантемой регистрировались достоверно чаще — 36,0% против 17,4% в группе без кожных проявлений, критические формы — 1,0% и 2,4% соответственно. В клинической картине у детей с экзантемой преобладали лихорадка, симптомы интоксикации, диарея и аносмия. Анализ гематологических показателей показал, что у детей с экзантематозным синдромом чаще отмечались нейтрофилёз в пределах 75–82%, лимфопения — 10–15%, тенденция к тромбоцитопении ($220\text{--}245 \times 10^9/\text{л}$) и ускорение скорости оседания эритроцитов до 34–36 мм/ч. Интегральные гематологические индексы в экзантемной группе были статистически значимо выше: значение ТЛИ составило 180 против 135 у детей без кожных проявлений ($p < 0,05$), индекс Гаркави — 20 против 14,3, ИСНМ — 13 против 10,2.

Наиболее высокие значения интегральных индексов выявлены при петехиальных и мелкоточечных высыпаниях: индекс Рейса достигал 700, ТЛИ — 250, что ассоциировалось с тяжёлым течением заболевания. Использование искусственного интеллекта позволило автоматизировать анализ совокупности клинических и лабораторных данных. Диагностическая точность SmartRash составила 99,6%, что подтверждает высокую надёжность алгоритма и его практическую значимость.

Выводы. Применение технологий искусственного интеллекта в дифференциальной диагностике экзантематозного синдрома при COVID-19 у детей позволяет повысить точность и оперативность постановки диагноза. Использование SmartRash способствует снижению диагностических ошибок, особенно на амбулаторном этапе, и может быть рекомендовано для практической деятельности педиатров и врачей общей практики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Временные методические рекомендации. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия 16. М.: Министерство здравоохранения Российской Федерации, 2023. 245 с.
2. Клинические рекомендации. Новая коронавирусная инфекция (COVID-19) у детей. М.: Союз педиатров России, 2022. 118 с.

3. The spectrum of COVID-19–associated dermatologic manifestations: An international registry of 716 patients / E.E. Freeman, D.E. McMahon, J.B. Lipoff et al. // *Journal of the American Academy of Dermatology*. 2020;83(4):1118–1129. DOI: 10.1016/j.jaad.2020.06.1016.
4. Ludvigsson J.F. Systematic review of COVID-19 in children shows milder cases and a better prognosis than adults // *Acta Paediatrica*. 2020;109(6):1088–1095. DOI: 10.1111/apa.15270.
5. Recalcati S. Cutaneous manifestations in COVID-19: A first perspective // *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*. 2020;34(5):e212–e213. DOI: 10.1111/jdv.16387
6. Хасанова Г., Ибрагимова Х. Коинфекция при COVID 19 // *Современные аспекты инфекционных заболеваний*. 1 (1). С. 58-59
7. Хасанова Г., Ибрагимова Х. Кожные проявления при мультисистемном воспалительном заболевании, связанном с SARS-CoV-2, у детей // *Современник аспекты паразитологии и актуальные...*, 2024.

А.С. Шульга, врач-сердечно-сосудистый хирург клиники кардиохирургии
Амурская государственная медицинская академия Минздрава России,
г. Благовещенск

ПРОГНОСТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ БИОМАРКЕРОВ ПОВРЕЖДЕНИЯ МИОКАРДА У ПАЦИЕНТОВ МОЛОДОГО ВОЗРАСТА СО СРЕДНЕТЯЖЁЛЫМ ТЕЧЕНИЕМ COVID-19

Новая коронавирусная инфекция (COVID-19), вызванная вирусом SARS-CoV-2, оказывает системное воздействие на организм, включая поражение сердечно-сосудистой системы [1]. Хотя тяжёлое течение заболевания чаще наблюдается у пожилых пациентов, в клинической практике регистрируются случаи кардиоваскулярных осложнений у лиц молодого возраста (18–44 лет), даже при среднетяжёлом течении инфекции [2]. Патогенез таких осложнений связан с прямым цитопатическим действием вируса, гипервоспалением, эндотелиальной дисфункцией и коагулопатией. Вместе с тем в доступной литературе недостаточно данных о прогностических биомаркерах повреждения миокарда именно в этой возрастной группе, что ограничивает возможности ранней диагностики и своевременной коррекции терапии [3, 4].

Цель исследования: определить лабораторные и функциональные предикторы повреждения сердечно-сосудистой системы у пациентов 18–44 лет со среднетяжёлым течением COVID-19.

Материалы и методы исследования: проведён ретроспективный анализ 4453 историй болезни пациентов, госпитализированных с лабораторно подтверждённой инфекцией SARS-CoV-2 в 2020–2022 гг. В исследование включены 132 пациента в возрасте 18–44 лет со среднетяжёлым течением заболевания: основная группа – 49 человек с кардиоваскулярными осложнениями, группа сравнения – 83 пациента без таковых. Оценивались уровни С-реактивного белка (СРБ), D-димера, тропонина I, N-терминального промозгового натрийуретического пептида (NT-proBNP) и фракция выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ). Статистический анализ выполнен с использованием критериев Манна–Уитни, Краскела–Уоллиса, коэффициента корреляции Спирмена, ROC- и логистического регрессионного анализа (SPSS v23).

Результаты исследования и их обсуждение: кардиоваскулярные осложнения выявлены у 49 (37,1%) пациентов: перикардит – у 25 (51%), острый инфаркт миокарда (ОИМ) – у 10 (20%), острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК) – у 14 (29%). У пациентов основной группы достоверно выше уровни СРБ ($p=0,001$), D-димера ($p<0,0001$), тропонина I ($p<0,0001$) и NT-proBNP ($p<0,0001$). При этом СРБ был выше при перикардите и ОИМ по сравнению с ОНМК ($p=0,001$). Уровни тропонина I и NT-proBNP достоверно превышали таковые при ОИМ по сравнению с перикардитом ($p<0,0001$; $p=0,047$) и ОНМК ($p=0,001$; $p=0,043$). ФВ ЛЖ была снижена в основной группе ($p=0,005$), особенно при ОИМ и ОНМК ($p=0,001$). Корреляционный анализ выявил сильную прямую связь между наличием осложнений и уровнями NT-proBNP ($r=0,673$), тропонина I ($r=0,543$), D-димера ($r=0,363$) и обратную корреляцию с ФВ ЛЖ ($r=-0,341$). Мужской пол ассоциирован с повышенным риском развития ОИМ и ОНМК (OR=2,45; 95% ДИ: 1,76–3,41), тогда как возраст в пределах исследуемой группы не влиял на исход ($p=0,101$). Многомерный регрессионный анализ показал, что NT-proBNP является независимым предиктором кардиоваскулярных осложнений: OR=1,175 (95% ДИ: 1,028–1,245; $p=0,001$) при чувствительности 86,5% и специфичности 81,9% (AUC=0,895).

Выводы: у пациентов молодого возраста со среднетяжёлым течением COVID-19 развитие кардиоваскулярных осложнений ассоциировано с выраженным воспалительным ответом, коагулопатией и миокардиальным повреждением. Показатель NT-proBNP обладает высокой прогностической ценностью и может быть рекомендован для ранней стратификации риска и персонализированного наблюдения данной категории пациентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шульга А.С., Андриевская И.А., Меньшикова И.Г., Заболотских Т.В. Анализ данных лабораторных и функциональных исследований у пациентов молодого возраста с COVID-19 и сердечно-сосудистыми нарушениями // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2024. Вып.93. С.60-71. <https://doi.org/10.36604/1998-5029-2024-93-60-71>
2. Нурпейсова А.Х., Алимова Л.К., Понежева Ж.Б., Маннанова И.В., Попова К.Н., Бикмухаметова А.И., Проценко Д.Н., Тюрин И.Н., Домкина А.М. Клинико-лабораторные особенности COVID-19 у людей молодого возраста // Лечащий Врач. 2021. Т.3, №24. С.45–50. EDN: YETOQL. <https://doi.org/10.51793/OS.2021.24.3.009>
3. Etkin Y., Conway A.M., Silpe J., Qato K., Carroccio A., Manvar-Singh P., Giangola G., Deitch J.S., Davila-Santini L., Schor J.A., Singh K., Mussa F.F., Landis G.S. Acute arterial thromboembolism in patients with COVID-19 in the New York City Area // Ann. Vasc. Surg. 2021. Vol.70. P.290–294. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2020.08.085>
4. Helms J., Tacquard C., Severac F., Leonard-Lorant I., Ohana M., Delabranche X., Merdji H., Clere-Jehl R., Schenck M., Fagot Gandet F., Fafi-Kremer S., Castelain V., Schneider F., Grunebaum L., Anglés-Cano E., Sattler L., Mertes P.M., Meziani F., CRICS TRIGGERSEP Group. High risk of thrombosis in patients with severe SARS-CoV-2 infection: a multicenter prospective cohort study // Intensive Care Med. 2020. Vol.46, Iss.6. P.1089–1098. <https://doi.org/10.1007/s00134-020-06062-x>

Ю.Ю. Щегорцова

*Амурская государственная медицинская академия Минздрава России,
г. Благовещенск*

**НАРУШЕНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО И ФОСФОРНОГО ОБМЕНА КАК
ФАКТОР РИСКА ОБОСТРЕНИЙ ХОБЛ**

Введение. Хроническая обструктивная болезнь лёгких (ХОБЛ) остаётся одной из ведущих причин заболеваемости и смертности во всём мире, представляя серьёзную медико-социальную проблему. Согласно последним данным Глобальной инициативы по хронической обструктивной болезни лёгких

(GOLD, 2025), распространённость ХОБЛ продолжает расти, что обусловлено как старением популяции, так и сохраняющимся воздействием ключевых факторов риска — прежде всего табакокурения и загрязнения воздуха [1, 2]. В последние годы всё большее внимание исследователей привлекает роль метаболических нарушений в патогенезе ХОБЛ и формировании фенотипов заболевания. Особого внимания заслуживает дисрегуляция минерального и фосфорного обмена, которая, по данным современных исследований, может выступать значимым фактором риска обострений и прогрессирования ХОБЛ [3]. Актуальность изучения нарушений минерального и фосфорного обмена при ХОБЛ обусловлена также их потенциальной модифицируемостью. Коррекция уровня кальция и фосфора могут стать дополнительными терапевтическими мишенями для снижения риска обострений и улучшения прогноза у пациентов с ХОБЛ [4].

Целью работы является оценить плотность костной ткани (ПКТ), кальций – фосфорный обмен и костный метаболизм у мужчин с ХОБЛ разного риска обострения.

Материал и методы исследования. В анализ вошли результаты обследования 105 мужчин с ХОБЛ GOLD II-III (средняя длительность заболевания составила 15,7 лет, индекс курящего человека (ИКЧ) - 25,9 пачка/лет, индекс массы тела (ИМТ) - 25,7 кг/м²), которые были разделены на 2 группы, сопоставимые по возрасту, ИКЧ, ИМТ. В 1-ю группу (n=43) вошли пациенты с низким риском обострений ХОБЛ, во 2-ю группу (n=62) – пациенты с высоким риском обострений ХОБЛ. Клиническая характеристика пациентов, включенных в исследование представлена в таблице 1. В исследование не включали лиц, получающие в качестве базисной терапии системные глюкокортикостероиды, витамин D в течение последних 6 месяцев, препаратов кальция (Ca) и лекарственных средств, влияющих на метаболизм Ca. Пациенты, имеющие документально подтвержденный диагноз «Остеопороз» (ОП), а также заболевания, ассоциированные со снижением плотности костной ткани. Имеющие острое состояние или обострение хронических заболеваний, требующих оказания неотложной помощи и лечения на момент включения в исследование. Длительность заболевания, число обострений, перенесенных пациентом за 12 месяцев (ЧОГ), предшествующих включению в исследование, оценивали ретроспективно. ИКЧ рассчитывали по формуле: (число сигарет, выкуриваемых в день * стаж курения (в годах))/20. Рассчитывали ИМТ или индекс Кетле по формуле: масса тела/на рост в квадрате (кг/м²).

Всем пациентам выполнено спирометрическое исследование по стандартной методике. Анализировали жизненную ёмкость лёгких, форсированную

жизненную ёмкость лёгких, объём форсированного выдоха за первую секунду и соотношение этих параметров. ПКТ оценивали методом двойной рентгеновской абсорбциометрии (ДРА) на аппарате «LUNAR 8743» фирмы GE Medical Systems Lunar (США) с использованием обширной референсной базы. Сканировали поясничный отдел позвоночника в зоне L1-L4 и шейку бедренной кости (ШБК). Интерпретацию полученных данных осуществляли согласно критериям ВОЗ (1994) с использованием Т-критерия (стандартное отклонение).

Таблица 1

Клиническая характеристика групп пациентов, включенных в исследование Me [25;75]

Показатели	1-я группа(n=43)	2-я группа(n=62)
Возраст, лет	54,43[48,2;60,74]	59,23[56,94;60,11]
Индекс курящего человека, «пачка/лет»	22,17[9,92;34,2]	38,13[24,0;52,3]
Длительность заболевания, лет	15,76[13,4;17,8]	17,29[13,39;21,19]
Индекс массы тела кг/м ²	25,62[16,78;34,94]	26,14[15,80;36,5]
Тест САТ (баллы)	9,0[7,86;10,01]	14,17[9,16;19,2]
Шкала mMRC (баллы)	1,5[0,18;2,6]	1,55[0,86;2,26]
Объём форсированного выдоха за первую секунду, % от должного	67,17[56,34;77,65]	66,40[54,11;78,37]
Объём форсированного выдоха за первую секунду/форсированная жизненная ёмкость лёгких, % от должного	64,28[53,39;75,25]	62,31[60,6;63,4]
Частота обострений/год	0,76[0,03;1,5]	2,7[1,0;4,3]*

*Примечание: *-достоверность различий между показателями 1-й и 2-й группами (*-p<0,05); ЧОГ - число обострений, перенесенных пациентом за 12 месяцев, предшествующих включению в исследование.*

Также оценивался показатель BMD – проекционная минеральная костная плотность - bone mineral density (г/см²) в L1-L4 и ШБК (таблица 2). Метаболизм костной ткани оценивали по содержанию биохимического маркера резорбции костной ткани С-концевого телопептида (СТХ) в сыворотке крови ме-

тодом иммуноферментного анализа тест-системы Serum CrossLaps фирмы «БиоХимМак» (Россия). Состояние кальций-фосфорного обмена оценивали по уровню концентрации общего Са, неорганического фосфора (Р) в сыворотке крови, произведению Са×Р. Статистический анализ осуществляли с помощью пакета прикладных программ STATISTICA 10, включающий критерий Стьюдента, χ^2 -критерия Пирсона (χ^2) и корреляционный анализ методом Спирмена (r), Манна Уитни для 2 независимых групп. Различия считались достоверными при $p < 0,05$.

Таблица 2

Показатели плотности костной ткани, кальций – фосфорного – обмена и С - концевой телопептида в группах больных Ме [25;75]

Показатели	1-я группа (n=43)	2-я группа (n=62)	p
BMD L1-L4, г/см ²	1,04[0,62;1,46]	0,96[0,61;1,34]	0,04*
T-критерий L1-L4	-1,43[-1,87;-1,30]	-2,32[-2,54;-2,01]	0,015*
BMD шейки бедренной кости г/см ²	0,9[0,67;1,23]	0,81[0,6;1,07]	0,05*
T-критерий шейки бедренной кости	-1,46[-1,72;-1,20]	-2,14[-2,40;-1,83]	0,049*
Общий кальций, ммоль/л	2,13[2,09;2,17]	1,89[1,85;1,93]	0,0001*
Фосфор, ммоль/л	1,08[1,04;1,12]	1,02[0,94;1,1]	0,18
С-концевой тело пептид, нг/мл	0,62[0,56;0,68]	0,74[0,68;0,8]	0,005*

*Примечание:**- достоверность различий между показателями 1-й и 2-й группами.

Результаты исследования

В общей когорте больных установлена достоверная обратная связь умеренной силы T-критерия в зоне L1-L4 ($r=-0,311$; $p=0,04$), ШБК ($r=-0,225$; $p=0,05$), показателем BMD L1-L4 ($r=-0,302$; $p=0,04$) и BMD ШБК ($r=-0,294$; $p=0,05$) с ЧОГ, а также обратная зависимость T-критерия L1-L4 с СТХ ($R_s=-0,574$; $p=0,001$) и произведением Са×Р на уровне тенденции ($R_s=-0,189$; $p=0,08$). Во 2-й группе выявлена обратная связь T-критерия L1-L4 с СТХ ($R_s=-0,862$; $p=0,001$).

Заключение: Частота встречаемости ОП, гипокальциемии, повышенного значения СТХ преобладают у пациентов с высоким риском обострения ХОБЛ в

сравнении с лицами с низким риском обострений. Наличие тесных корреляционных связей показателей плотности кости с ЧОГ позволяют предположить негативное влияние нарушений ПКТ на обострения ХОБЛ. Всем мужчинам с ХОБЛ необходимо проводить комплексное обследование состояния костной ткани (ДРА + минеральный обмен + маркеры костного метаболизма), что позволит провести более раннюю диагностику и коррекцию нарушений ПКТ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of COPD : 2025 Report / Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. GOLD, 2025.
2. Vitamin D deficiency and COPD: a systematic review and meta-analysis / W. Janssens et al. // European Respiratory Journal. 2023. Vol. 61, № 4. P. 2201234.
3. Phosphate-induced inflammation in airway epithelium: role of NF- κ B and therapeutic implications / L. Zhang et al. // American Journal of Respiratory Cell and Molecular Biology. 2024. Vol. 70, № 2. P. 189–198.
4. Mineral metabolism disturbances in COPD: clinical correlates and molecular mechanisms / G. Newton et al. // Chest. 2024. Vol. 165, № 3. P. 567–575.

С.В. Баранников

*Амурская государственная медицинская академия Минздрава России,
г. Благовещенск*

БИОДЕГРАДИРУЕМЫЕ ТКАНЕИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОДУКТЫ: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ, РОЛЬ В ТЕРАПИИ ОТМОРОЖЕНИЙ

Введение. Проблема лечения глубоких отморожений (III–IV степени) сохраняет высокую актуальность в связи с ростом числа пострадавших в регионах с экстремальным климатом и высоким уровнем инвалидизации (до 60%) [1, 2]. Существующие методы оперативного лечения не всегда позволяют достичь полного восстановления кожных покровов, что диктует необходимость поиска новых подходов. Одним из перспективных дополнений к стандартной терапии глубоких отморожений является использование биodeградируемых тканеинже-

нерных продуктов (БТП), доказавшие свою эффективность при глубоких ожогах и буллезном эпидермолизе [3]. БТП кожи на сегодняшний день отличаются разнообразием материалов скаффолда для БТП (природные биополимеры – AlloDerm, Permacol; синтетические матрицы – Biobrane, Integra), используемых клеточных культур (кератиноциты, фибробласты, мезенхимальные стволовые клетки), способами изготовления (биопечать, биореакторы, орган на чипе) [3,7]. В тоже время у существующих БТП оценка их эффекта на течение воспалительного процесса при глубоких отморожениях кожи изучена недостаточно [3, 6], что и послужило основой для проведения исследования.

Цель исследования. Целью работы явилось сравнительное изучение цитокинового спектра и морфологических изменений раневого дефекта при лечении глубокого отморожения кожи с использованием стандартной терапии и её сочетания с имплантацией БТП на основе желатин-рибозового матрикса, заселенного аутологичными фибробластами.

Материалы и методы. Эксперимент выполнен на 70 крысах-самцах линии Wistar. Моделировали глубокое контактное отморожение III степени по методике Бойко В.В. [4]. Животные были разделены на интактную (n=10), контрольную (n=30) и экспериментальную (n=30) группы. В контрольной группе применяли стандартную терапию (линимент «Левомеколь»). В экспериментальной группе дополнительно имплантировали БТП, изготовленный по запатентованной методике [5]. Выведение животных из эксперимента осуществляли на 3, 7 и 14-е сутки. Были проведены гистологическое исследование (окраска гематоксилин-эозином, морфометрия), иммуноферментный анализ сыворотки крови (IL-10, IL-18). Статистическую обработку данных выполняли с использованием критериев Краскела-Уоллиса и Манна-Уитни.

Результаты. На 3-и сутки в обеих группах отмечалась сходная воспалительная реакция с полнокровием сосудов и лейкоцитарной инфильтрацией. Однако в экспериментальной группе толщина грануляционной ткани была больше (116 [108-125] мкм против 134 [126-137] мкм в контроле, $p=0,034$), что свидетельствует о более ранней активации репаративных процессов.

К 7-м суткам в экспериментальной группе выявлено статистически значимое преобладание фибробластов (69% против 48%, $p=0,025$) и снижение доли лейкоцитов (46% против 66%, $p=0,017$) по сравнению с контролем.

На 14-е сутки в группе с БТП сформировалась ткань с упорядоченным ходом коллагеновых волокон, сходная с интактной дермой. Зона рубцевания была тоньше (52 [48-56] мкм против 76 [72-83] мкм в контроле, $p=0,026$), коли-

чество сосудов — больше (46 против 37, $p=0,038$). В сыворотке крови отмечено повышение противовоспалительного IL-10 ($p=0,001$).

Обсуждение. Гистологический и иммунологический анализ выявил отчетливые различия между экспериментальной группой и группой сравнения. В экспериментальной группе наблюдалось статистически значимое преобладание фибробластов на всех этапах наблюдения (на 14-е сутки: 84% и 73% соответственно, $p=0,037$), что указывает на раннее и активное начало репаративной стадии воспаления. Одновременно с этим, относительное количество лейкоцитов было достоверно ниже, чем в контрольной группе (на 14-е сутки: 33% и 42% соответственно, $p=0,008$). Это свидетельствует о менее выраженном и более коротком периоде альтерации и экссудации.

Данные иммуноферментного анализа сыворотки крови согласуются с данными морфометрии. Статистически значимое повышение уровня противовоспалительного цитокина IL-10 в экспериментальной группе на 14-е сутки (6,007 пг/мл и 5.263 пг/мл соответственно, $p=0,001$) указывает на целенаправленный сдвиг иммунного ответа в сторону репаративного фенотипа. В то же время, динамика IL-18 демонстрировала более быструю нормализацию в группе с БТП, что косвенно подтверждает эффективный контроль над системным воспалительным ответом. Модуляция цитокинового профиля и морфология грануляционной ткани с формированием организованного матрикса согласуются с данными литературы об использовании тканеинженерных конструкций при лечении глубоких повреждений кожи [3, 6].

Заключение. Полученные результаты согласуются с данными литературы о преимуществах тканеинженерных подходов, но вносят важный вклад в контекст лечения именно холодовой травмы. Ускорение перехода от воспалительной к пролиферативной фазе критически важно при отморожениях, где ишемия, тромбоз микрососудов и длительное воспаление являются ключевыми патогенетическими звеньями, ведущими к прогрессированию некроза и фиброзу. Таким образом БТП, обеспечивающий механическую и биологическую поддержку регенерата, прерывает данный порочный круг.

ЛИТЕРАТУРА

1. Михайличенко М.И., Шаповалов К.Г., Мудров В.А. Прогнозирование осложнений у пациентов с местной холодовой травмой // Вестник НМХЦ им. Н.И. Пирогова. 2020. Т. 15, № 2. С. 92-97.

2. Винник Ю.С., Салмина А.Б., Юрьева М.Ю. и др. Локальная холодовая травма: вопросы патогенеза, оценки тяжести и лечения (обзор литературы) // Московский хирургический журнал. 2011. № 1(17). С. 42-48.
3. Jia Y.Y., Atwood S.X. Diversity of human skin three-dimensional organotypic cultures // Curr. Opin. Genet. Dev. 2024. Vol. 89. 102275.
4. Ковалев Г.А., и др. Морфологическая характеристика ран, вызванных криодеструкцией // Актуальные проблемы медицины. 2015. № 22. С. 33-38.
5. Пат. 2767252 С1 Российская Федерация: Способ улучшения физических свойств и повышения пористости желатина путем модификации его рибозой и хлоридом натрия / В.А. Кушнарев, Д.В. Леонов, А.А. Яценко и др. Оpubл. 17.03.2022.
6. Miura S., Nie M., Emoto K., Takeuchi S. Control of Tissue Strain Is Essential for Enhanced Dermal Innervation in the Three-Dimensional Skin Engineering // ACS Biomater. Sci. Eng. 2025. Vol. 11, № 1. P. 442-450.
7. Shen X, Deng H, Lin J, Wang J, Liu Y, Mo S. Biomaterial-driven regenerative drug delivery: a vicennial bibliometric landscape // Front Med (Lausanne). 2025;12:1593985. Published 2025 Jul 14. doi:10.3389/fmed.2025.1593985.

E-mail: barannikovsv97@yandex.ru

А.А. Зубов

*Амурская государственная медицинская академия Минздрава России,
г. Благовещенск*

ДИФФЕРЕНЦИРОВКА КЛЕТОК ЭПИТЕЛИЯ ЭПИДИДИМИСА КАК МАРКЕР РЕПРОДУКТИВНОГО ЗДОРОВЬЯ: АКТУАЛЬНОСТЬ ИЗУЧЕНИЯ В МЕДИЦИНЕ

Введение: Исследование процессов дифференцировки клеток эпителия эпидидимиса представляет собой важнейшую область научных изысканий, поскольку эпителий играет центральную роль в созревании сперматозоидов и поддержании их функциональной активности. Эпидидимис — это орган, расположенный позади яичек, где завершаются процессы формирования зрелых сперматозоидов, необходимых для эффективного оплодотворения. Нарушение нормального функционирования эпителия, особенно под воздействием неблагоприятных факторов, может привести к бесплодию и другим репродуктивным нарушениям.

гоприятных факторов окружающей среды, таких как экстремальные температуры, токсины или инфекционные заболевания, может привести к значительным изменениям в репродуктивном здоровье мужчины. Например, холодный климат вызывает снижение продукции андрогенов, нарушает баланс половых гормонов и уменьшает подвижность сперматозоидов, что отрицательно сказывается на общей плодовитости. Изучению процесса дифференцировки клеток стоит обратить особое внимание, так как понимание регуляции позволит разработать новые стратегии терапии заболеваний, вызванных нарушениями развития и регенерации эпителия эпидидимиса.

Цель исследования: Оценка состояния дифференцировки клеток эпителия эпидидимиса как потенциального маркера оценки репродуктивной функции организма мужчины.

Материалы и методы: Для оценки дифференцировки клеток эпителия эпидидимиса использовали лабораторных животных под влиянием холодового стресса. Исследование включало следующие этапы. Экспериментальное воздействие: Животные подвергались воздействию низких температур, имитирующих условия холодового стресса. Сбор материала: после завершения эксперимента были получены образцы тканей эпидидимиса для дальнейшего анализа. Гистологическое исследование: образцы тканей предварительно фиксировались и заливались полимерными смолами для последующего приготовления полутонких срезов толщиной 1–2 мкм, окрашивание толуидиновым синим, позволяющих выявить изменения в структуре эпителия. Микроскопическая оценка спермограммы: анализ качества спермы для определения функциональных характеристик сперматозоидов, подсчет общего числа сперматозоидов и распределение по типам движений. Определение уровня гормонов: оценивался синтез фолликулостимулирующего гормона (ФСГ), лютеинизирующего гормона (ЛГ) и тестостерона методом иммуноферментного анализа (ИФА).

Результаты и обсуждение: Установлено, что нарушения процессов дифференцировки клеток эпителия под воздействием холодового стресса вызывают изменения структуры и функции отдельных участков эпидидимиса, приводящие к ухудшению качества спермы и снижению оплодотворяющей способности сперматозоидов. Практические последствия длительного охлаждения. Кратковременное охлаждение (<7 дней): способствует повышению устойчивости клеток, активации защитных механизмов и даже стимуляции роста некоторых типов клеток. Умеренное охлаждение (~7-14 дней): начинают проявляться признаки повреждения клеток, снижается скорость деления и рост тканей. Длительное охлаждение (>14 дней): происходит глубокое угнетение процессов

пролиферации, возникают необратимые повреждения клеток и ткани теряют способность к восстановлению.

По результатам иммуноферментного анализа (ИФА) установлены статистически значимые изменения уровней ключевых половых гормонов у экспериментальных групп под воздействием холодового стресса. Тестостерон: Контрольная группа показала базовый уровень $1,83 \pm 0,82$ нг/мл. При воздействии холода уровень тестостерона незначительно снизился на 7-й день ($1,81 \pm 0,92$ нг/мл, $p \geq 0,05$). Однако после 14 и 28 дней охлаждения уровни тестостерона уменьшились значительно ($1,17 \pm 0,50$ нг/мл и $1,23 \pm 0,59$ нг/мл соответственно, $p < 0,05$). Фолликулостимулирующий гормон (ФСГ): У контрольной группы зафиксирован уровень $0,74 \pm 0,105$ мЕд/л ($p < 0,05$). Уже на 7-й день уровень ФСГ начал снижаться ($0,67 \pm 0,122$ мЕд/л, $p < 0,05$), продолжилось дальнейшее падение на 14-й и 28-й дни ($0,61 \pm 0,148$ мЕд/л и $0,60 \pm 0,226$ мЕд/л соответственно, $p < 0,05$). Лютеинизирующий гормон (ЛГ): Контрольный показатель составил $0,54 \pm 0,259$ мЕд/л ($p < 0,05$). Под действием холодного стресса уровень ЛГ заметно упал: на 7-й день $0,42 \pm 0,290$ мЕд/л ($p < 0,05$); на 14-й день $0,33 \pm 0,214$ мЕд/л ($p < 0,05$); на 28-й день наблюдалась наиболее выраженная динамика снижения $0,19 \pm 0,134$ мЕд/л ($p < 0,05$).

Таким образом, полученные результаты показывают негативное влияние длительного охлаждения на продукцию половых гормонов, отражающее ухудшение репродуктивной функции. Статистически значимые различия выявлены начиная с периода 14 дней охлаждения для всех исследованных гормонов, кроме тестостерона на седьмой день воздействия, где $p \geq 0,05$.

Таблица 1

Группа	Количество сперматозоидов /мл
Контроль	$80\ 100\ 000 \pm 80\ 000$
7 дней	$80\ 775\ 000 \pm 100\ 000$
14 дней	$90\ 075\ 000 \pm 80\ 000$
28 дней	$90\ 350\ 000 \pm 90\ 000$

Также по результатам спермограммы можно оценить и сделать вывод об ухудшении качества спермы. Не смотря на общее увеличение количества сперматозоидов (таб. 1), заметно сильное изменение соотношения по типу движения в сторону неподвижных сперматозоидов (рис. 1). Что свидетельствует о нарушении процесса дозревания сперматозоидов в эпидидимисе.

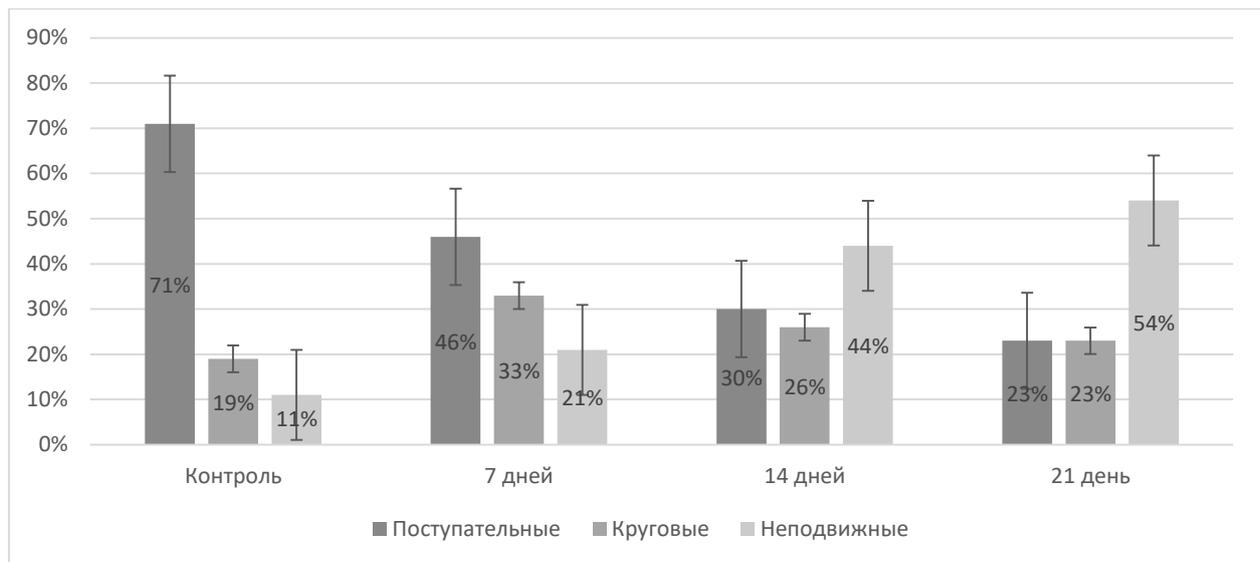


Рисунок 1 – Динамика изменения процентного соотношения сперматозоидов в спермограмме по типам движения

Заключение. Полученные данные подтверждают значимость исследований дифференцировки клеток эпителия эпидидимиса для диагностики и профилактики патологий мужской репродуктивной системы. Выявленные особенности позволяют рекомендовать внедрение метода морфологического анализа ткани эпидидимиса в качестве дополнительного инструмента комплексной оценки состояния репродуктивного здоровья мужчин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов А.И., Петров Б.В. Роль эпителия эпидидимиса в формировании сперматозоидов // Вестник биологической науки. 2023. № 3. С. 15–22.
2. Смирнова Е.Н., Алексеева О.А. Физиология мужских половых желез и факторы риска бесплодия // Российский медицинский журнал. 2022. № 2. С. 45–51.
3. Семенов Н.П., Васильев К.Г. Стрессовые реакции и изменение репродуктивных способностей самцов млекопитающих // Проблемы экологии и биологии. 2021. № 1. С. 78–85.
4. Абрамова Т.Ю., Максимова В.А. Влияние длительных низких температур на развитие репродуктивной патологии у самцов лабораторных животных // Журнал ветеринарии и зоотехнии. 2019. № 2.- С. 112–118.
5. Всемирная организация здравоохранения. Руководство по оценке мужской фертильности. Женева: ВОЗ, 2022. 150 с.

6. Чернышова Э.Б., Сергеева А.Р. Методы анализа сперматогенного резерва у пациентов с нарушением репродуктивной функции // Медицинская наука и практика. 2021. № 3. С. 56–63.

E-mail: alvar2@mail.ru

© 2026 г. **В.М. Кислицкий**, аспирант
*Амурская государственная медицинская академия Минздрава России,
г. Благовещенск*

ПРИМЕНЕНИЕ рТМС ДЛЯ РЕАБИЛИТАЦИИ РЕЧЕВЫХ ПОСТИНСУЛЬТНЫХ НАРУШЕНИЙ

Введение. Речевые нарушения после ишемического инсульта (афазия) являются частым и тяжелым следствием очагового повреждения головного мозга, существенно ухудшающим качество жизни. Эффективность традиционной логопедической реабилитации у части пациентов ограничена, что определяет необходимость адъювантных подходов для стимуляции нейропластичности. Ритмическая транскраниальная магнитная стимуляция (рТМС) - неинвазивный метод модуляции кортикальной возбудимости магнитным полем; низкочастотная стимуляция (≤ 1 Гц) обычно оказывает ингибирующее действие, высокочастотная (> 5 Гц) - фасилитирующее. В реабилитации афазии рТМС рассматривается как способ коррекции межполушарного дисбаланса и усиления функциональной реорганизации языковых сетей [1, 4, 5].

Материалы и методы. Выполнен анализ данных опубликованных систематических обзоров и мета-анализов рТМС при постинсультной афазии, проведенных по PRISMA-подходу. Включались РКИ у взрослых пациентов с постинсультной афазией, где рТМС сравнивали с плацебо-стимуляцией или стандартной терапией; оценка исходов выполнялась по стандартизированным языковым тестам (WAB, BDAE и др.) [1-4].

Результаты и обсуждение. В систематических обзорах и мета-анализах суммарно анализировались десятки РКИ и сотни пациентов с постинсультной афазией [1-4]. Наиболее часто использовалась низкочастотная рТМС 1 Гц с воздействием на правую гомологичную зону Брока; как в ранних нейрофизиологических исследованиях, так и в клинических протоколах этот подход ассо-

цирован с улучшением называния у пациентов с нефлюентной афазией [6-8]. По данным мета-анализов рТМС приводит к статистически значимому улучшению речевых функций по сравнению с контрольными группами; обобщённый эффект варьирует от малого до умеренного в зависимости от конечной точки и подгруппы пациентов [1-4]. Наиболее устойчивые улучшения описаны для называния и показателей спонтанной речи, особенно при нефлюентной (моторной) афазии [1, 3, 4]. Улучшения повторения также нередко достигают статистической значимости, тогда как эффекты в отношении понимания речи менее стабильны и более вариабельны [3, 4, 10]. При флюентной (сенсорной) афазии результаты неоднородны, что связывают с различиями локализации очага, параметров стимуляции и используемых шкал [3, 9, 10]. Отдельно подчёркивается преимущество комбинированных программ, когда рТМС сочетают с интенсивной/стандартной речевой терапией: в клинических исследованиях и обзорах такой подход демонстрирует более выраженные сдвиги по языковым показателям, чем изолированное применение вмешательств [3, 10]. Профиль безопасности в целом благоприятный; в крупных обзорах серьёзные нежелательные явления встречаются редко [3, 4, 9].

Выводы. рТМС - перспективная и в целом безопасная адъювантная технология реабилитации постинсультной афазии, наиболее обоснованная при нефлюентных формах и при сочетании с логопедической терапией. Ограничениями внедрения остаются стоимость оборудования, потребность в обученном персонале и недостаточная унификация клинических протоколов. На современном этапе рТМС целесообразно рассматривать как компонент комплексной программы речевой реабилитации, направленный на усиление нейропластичности и повышение эффективности стандартной терапии [1-4, 9].

ЛИТЕРАТУРА

1. Ren C.L., Zhang G.F., Xia N., et al. Effect of Low-Frequency rTMS on Aphasia in Stroke Patients: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials // PLoS One. 2014;9(7):e102557. doi:10.1371/journal.pone.0102557.
2. Li Y., Qu Y., Yuan M., Du T. Low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation for patients with aphasia after stroke: a meta-analysis // J Rehabil Med. 2015;47(8):675–681. doi:10.2340/16501977-1988.
3. Yao L., Zhao H., Shen C., et al. Low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation in patients with poststroke aphasia: systematic review and meta-analysis of its effect upon communication // J Speech Lang Hear Res. 2020;63(11):3801–3815. doi:10.1044/2020_JSLHR-19-00077.

4. Hong Z., Zheng H., Luo J., et al. Effects of Low-Frequency Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation on Language Recovery in Poststroke Survivors With Aphasia: An Updated Meta-analysis // *Neurorehabil Neural Repair*. 2021;35(8):680–691. doi:10.1177/15459683211011230.
5. Thiel A., Hartmann A., Rubi-Fessen I., et al. Effects of Noninvasive Brain Stimulation on Language Networks and Recovery in Early Poststroke Aphasia // *Stroke*. 2013;44(8):2240–2246. doi:10.1161/STROKEAHA.111.000574.
6. Khedr E.M., Abo El-Fetoh N., Ali A.M., et al. Dual-hemisphere repetitive transcranial magnetic stimulation for rehabilitation of poststroke aphasia: a randomized, double-blind clinical trial // *Neurorehabil Neural Repair*. 2014;28(8):740–750. doi:10.1177/1545968314521009.
7. Naeser M.A., Martin P.I., Theoret H., et al. TMS suppression of right pars triangularis, but not pars opercularis, improves naming in aphasia // *Brain Lang*. 2011;119(3):206–213.
8. Naeser M.A., Martin P.I., Ho M., et al. Transcranial magnetic stimulation and aphasia rehabilitation // *Arch Phys Med Rehabil*. 2012;93(1 Suppl 1):S26–S34.
9. Arheix-Parras S., Barbeau E.J., Lesage F.X., et al. A systematic review of repetitive transcranial magnetic stimulation in aphasia rehabilitation: Leads for future studies // *Neurosci Biobehav Rev*. 2021;127:212–241.
10. Abo M., Kakuda W., Watanabe M., Morooka A., Kawakami K., Senoo A. Effectiveness of low-frequency rTMS and intensive speech therapy in poststroke patients with aphasia: a pilot study based on evaluation by fMRI in relation to type of aphasia // *Eur Neurol*. 2012;68(4):199–208. doi:10.1159/000338773.

К.Э. Пчелина, аспирант

*Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания,
г. Благовещенск*

СТРУКТУРА ВРОЖДЕННЫХ ПОРОКОВ РАЗВИТИЯ В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ: 5-ЛЕТНИЙ ОПЫТ НАБЛЮДЕНИЯ

Введение. Врожденные пороки развития (ВПР) характеризуются генетической гетерогенностью, мультифакториальной этиологией и зачастую спора-

дичностью возникновения, что указывает на актуальность их изучения в различных регионах мира [2, 3]. С научной точки зрения генетико-эпидемиологические исследования позволяют не только оценить распространенность и структуру врожденной патологии, но и вскрыть причинные механизмы их возникновения [4].

По данным федеральной службы государственной статистики РФ за последние 10 лет по графе - врожденные аномалии (пороки развития), деформации и хромосомные нарушения, картина выглядит следующим образом – если в 2014 г. цифра составила 307,1 тыс. человек (2,1 на 1000 населения), к 2020 г. она снизилась до 242,9 тыс. (1,6 на 1000 населения), затем снова медленно начала увеличиваться - со средним показателем за 2021-2024 гг. в $251,7 \pm 0,9$ тыс. человек (1,7 на 1000 населения) [1].

Эти данные подчёркивают необходимость детального анализа ситуации на уровне отдельных регионов, где локальные факторы могут существенно влиять на показатели заболеваемости.

Цель исследования: оценить распространенность и структуру ВПР у новорожденных детей в Амурской области по данным за 5 лет.

Материалы и методы исследования. Проанализировано 1477 «Извещений на ребенка с врожденными пороками развития» (Медицинская документация форма N 025-11/у-98 утвержденная Приказом МЗ РФ от 10 сентября 1998 г. №268), из программного обеспечения (ПО) «Мониторинг врожденных пороков развития. Версия 3,0» (МНИИ педиатрии и детской хирургии Минздрава РФ). В выборку включены исключительно живорожденные дети. Данные систематизировались по следующим критериям: территориальная принадлежность, возрастная категория матери, пол новорожденного, классификация врожденных пороков развития.

Результаты исследования и их обсуждение. За период 2021-2025 гг. наблюдалось стабильное снижение числа новорожденных на 14,8% (от 7250 чел. в 2021 г. до 6179 чел. в 2025 г.). По данным ПО «Мониторинг ВПР» Амурской области в этот же период всего зарегистрировано 1477 пороков развития у живорожденных детей, таким образом, общая частота ВПР в области составила 43,7 на 1000 живорожденных. Пик частоты пришелся на 2023 г. – 48,9 на 1000 новорожденных (335 случаев) (рис.1.). При этом между числом новорожденных и абсолютным количеством ВПР значимой линейной корреляции не наблюдается ($r=0,08$, $p> 0,05$).

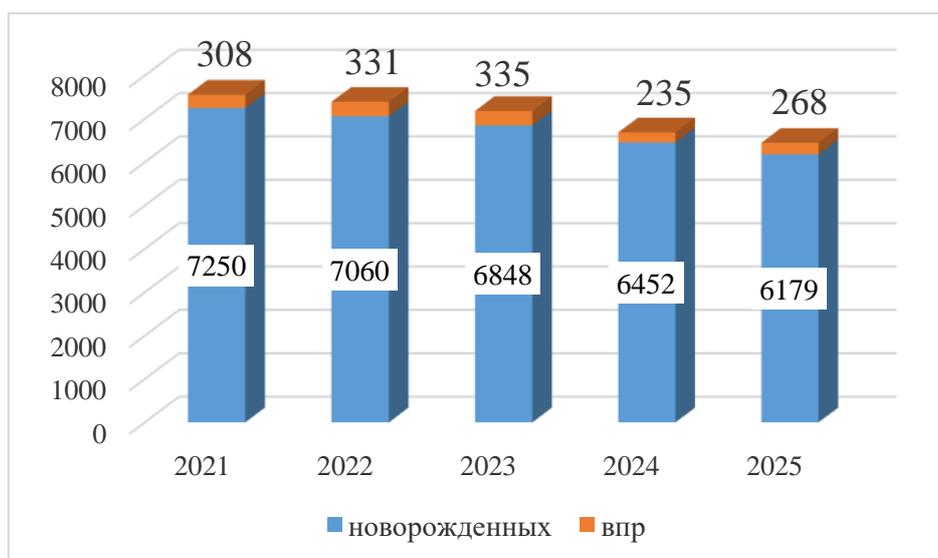


Рисунок 1 – Численность новорожденных и выявленных ВПР в Амурской области (чел.)

Наибольшее количество новорожденных детей с ВПР зарегистрировано от матерей, проживающих в Благовещенском 42,2% (623 чел.), Свободненском 8,7% (129 чел.) Белогорском 8,4%) (124 чел.) районах (рис.2.).

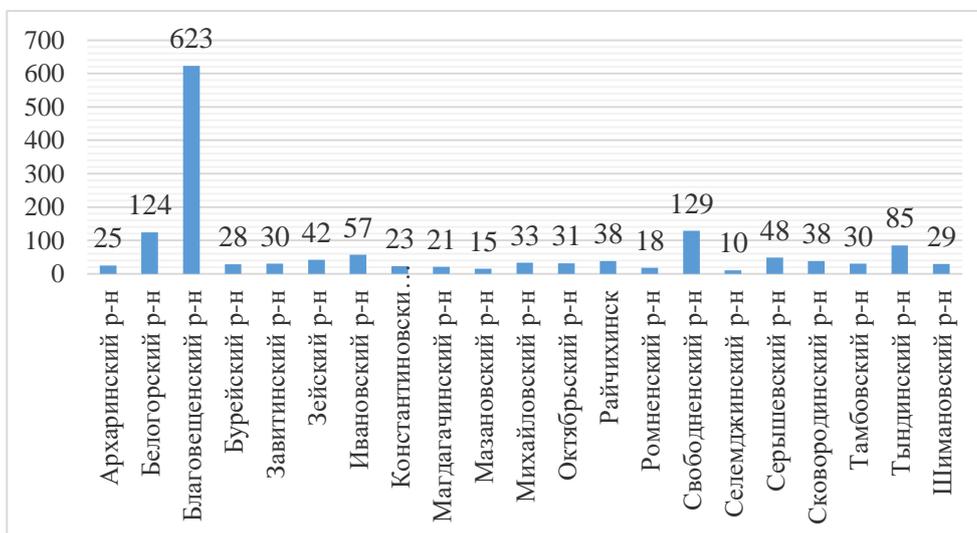


Рисунок 2 – Распределение ВПР по районам Амурской области (чел.)

Анализ демографических данных выявил следующие закономерности: чаще всего детей с ВПР рожали женщины в возрастной группе 21-30 (45%) и 31-40 (41,7%) лет (рис.). Чаще рождались дети с ВПР мужского пола 57%) (835 чел.) против женского 43% (642 чел.) (рис.4).

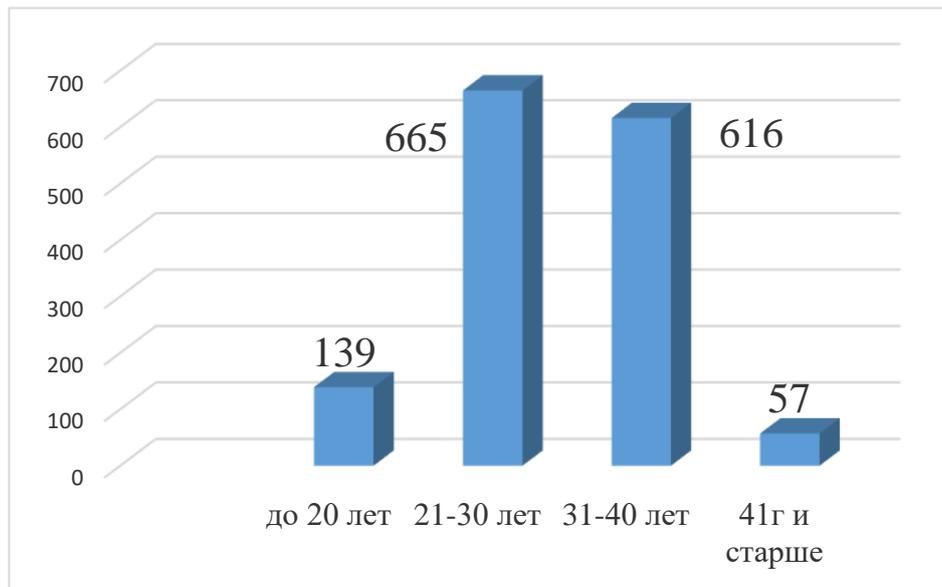


Рисунок 3 – Распределение по возрастным категориям женщин, родивших детей с ВПР (чел.)

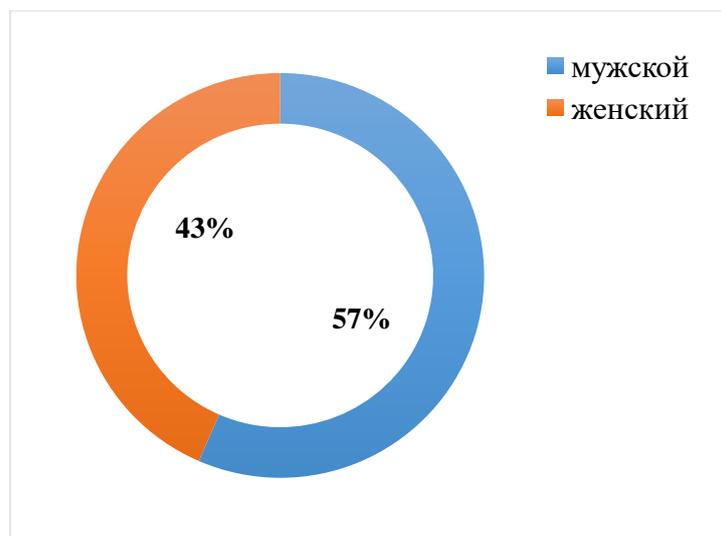


Рисунок 4 – Распределение детей с ВПР по половому признаку

В общей структуре полного спектра врожденной патологии преобладают врожденные аномалии (ВА) системы кровообращения (25,1%), мочевыделительной (18,7%), костно-мышечной (15,2%) и нервной (12,5%) систем. Остальные пороки распределены в следующем порядке: множественные ВПР (5,5%); хромосомные аномалии (5,3%); ВА глаза, уха, лица и шеи (5%); органов пищеварения (3,7%); органов дыхания (2,6%); другие (6,4%) (рис. 5.).

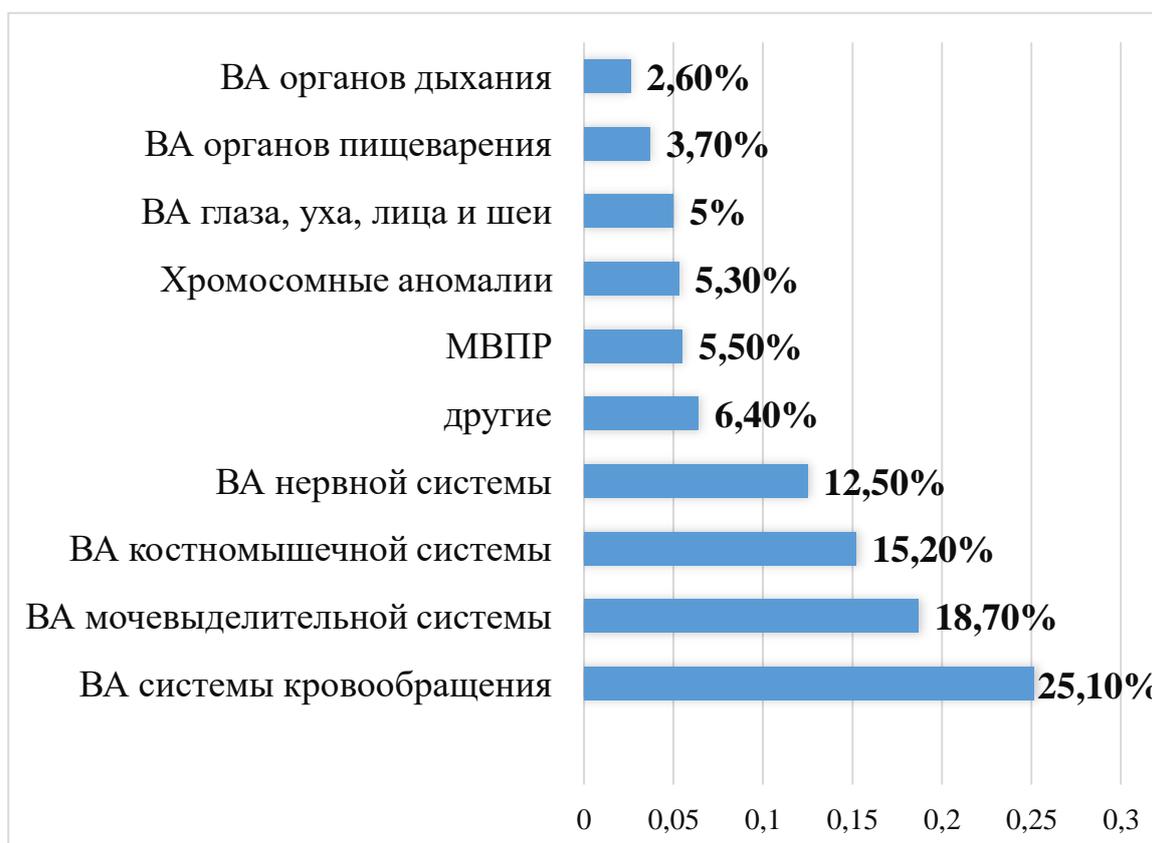


Рисунок 5 – Структура ВПР в Амурской области

Таким образом, в статье проанализированы данные регистра врожденных пороков развития в Амурской области с 2021 по 2025 гг., с общей частотой 43,7 на 1000 живорожденных за период. ВПР чаще регистрируются у новорожденных от матерей в возрастной группе от 21 до 40 лет (что приходится на репродуктивный и поздний репродуктивный возраст), чаще у детей мужского пола. В структуре ВПР на первом месте – аномалии системы кровообращения. Полученные данные свидетельствуют о ценности ведения Мониторинга ВПР и могут быть использованы для дальнейшего прогнозирования эпидемиологической ситуации в регионе и планирования медико-генетической помощи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральная служба государственной статистики (Росстат). Официальный сайт. URL: <https://www.rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 19.01.2026).
2. Feldkamp M.L. et al. Etiology and clinical presentation of birth defects // BMJ. 2017. Vol.357. Article number: j2249. DOI: 10.1136/bmj.j2249

3. Hobbs C.A. et al. Genetic epidemiology and nonsyndromic structural birth defects: from candidate genes to epigenetics // JAMA Pediatrics. 2014. Vol.168, №4. P.371–377. DOI: 10.1001/jamapediatrics.2013.4858

4. Li Y. et al. Global, regional, and national epidemiology of congenital birth defects in children from 1990 to 2021: a cross-sectional study // BMC Pregnancy and Childbirth. 2025. Vol.25, №1. Article number: 484. DOI: 10.1186/s12884-025-07612-1

Т.С. Чурикова, аспирант, **И.Ю. Макаров**, д-р мед. наук
*Амурская государственная медицинская академия Минздрава России,
г. Благовещенск*

ПАТОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛАЦЕНТЫ ЖЕНЩИН, ПЕРЕНОСИВШИХ ОБОСТРЕНИЕ ХРОНИЧЕСКОЙ ГЕРПЕС- ВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ, ВО ВТОРОМ, ТРЕТЬЕМ ТРИМЕСТРАХ БЕРЕМЕННОСТИ

Введение. Хроническая герпес-вирусная инфекция, обусловленная персистенцией вируса простого герпеса 1-го и 2-го типа (ВПГ-1,2 типа), относится к числу наиболее распространённых вирус-ассоциированных состояний в популяции женщин репродуктивного возраста [6]. По данным отечественных региональных исследований распространённость герпес-вирусных инфекций, в Российской Федерации достигает критических значений и составляет порядка 91,83% случаев среди беременных женщин [1]. При этом частота серопозитивности к ВПГ-1 типа колеблется в пределах 60–90%, а к ВПГ-2 типа в среднем 5–30% в зависимости от популяции и региона проживания [7].

Во время обострения ВПГ-1 или 2 типа проникают в плаценту, инфицируют трофобласт и клетки ворсин хориона [4]. Плацента, как иммунологически обособленный и одновременно уязвимый орган, экспрессирует широкий спектр паттерн-распознающих рецепторов врождённого иммунитета, прежде всего TLR2, TLR3, TLR7, TLR9, расположенных на поверхности синцитиотрофобласта и в децидуальных клетках, а также цитозольные сенсоры вирусной ДНК [3]. Их активация при герпес-вирусной инфекции запускает сигнальные каскады с

участием NF-κB и интерферон-регулирующих факторов, сопровождается выраженным усилением синтеза провоспалительных цитокинов (TNF-α, IL-1β, IL-6, IL-8), хемокинов и медиаторов коагуляции, формированием системного воспалительного ответа у матери и синдрома фетального воспалительного ответа у плода [3]. В результате этого развивается повреждение сосудистого русла плаценты, активируется апоптоз клеток синцитио- и цитотрофобласта, нарушается ангиогенез, происходит ремоделирование ворсинчатого дерева и страдает гемодинамика межворсинчатого пространства. Совокупность этих изменений формирует хроническую плацентарную недостаточность, хроническую гипоксию у плода, что повышает риск задержки его внутриутробного развития, преждевременных родов у матери и последующего формирования соматической и церебральной патологии у новорожденного [2, 5].

Целью исследования: оценить характер патоморфологических изменений плаценты у женщин, перенесших обострение хронической герпес-вирусной инфекции во втором, третьем триместрах беременности.

Материалы и методы исследования. Проведено ретроспективное исследование по типу «случай-контроль» 60 плацент женщин, родоразрешенных на сроке беременности 38-40 недель. Из них в основную группу вошли плаценты от женщин, перенесших обострение хронической герпес-вирусной инфекции во втором, третьем триместрах беременности (40 человек), а группу контроля соответственно составили 20 женщин с физиологическим течением беременности и отсутствием в анамнезе герпетической инфекции. Забор биологического материала производился после родоразрешения женщин в городском родильном отделении ГАУЗ АО «Благовещенская городская клиническая больница», а также в Амурском областном перинатальном центре государственного автономного учреждения здравоохранения амурской области "Амурская областная клиническая больница" в период 2024-2025 гг. Гистологические и морфометрические исследования проводились в научной патоморфологической лаборатории кафедры патологической анатомии с курсом судебной медицины ФГБОУ ВО Амурская государственная медицинская академия. Для проведения статистического анализа использовался пакет прикладных программ IBM SPSS Statistics 18.0 (Statistical Package for the Social Sciences, США). Проверка выборок на нормальность распределения проводилась методами Колмогорова-Смирнова и Шапиро-Уилка. Количественные показатели представлены в виде медианы (Me) и межквартильного интервала (Q25%–Q75%). Статистически значимыми считались различия при уровне значимости $p < 0,05$, что соответствует критериям, принятым в медико-биологических исследованиях.

Результаты исследования и их обсуждение. В плацентах от женщин основной группы формировался выраженный воспалительно-деструктивный герпес-ассоциированный плацентит. Гистологически он характеризовался сочетанием хронического виллита с лимфогистиоцитарной и плазмоцитарной инфильтрацией стромы ворсин, скоплением лимфоцитов в межворсинчатом пространстве (интервиллузит) и очагами некроза ворсин, что полностью соответствует описанию герпетического плацентита в современных работах [8].

В сосудистом русле ворсин выявлялись признаки фетальной сосудистой мальперфузии: полнокровие артерий и вен стловых и промежуточных ворсин, тромбы в просвете сосудов, включая участки реканализации.

Проведенный морфометрический анализ показал, что относительная площадь отложения фибриноида в межворсинчатом пространстве в основной группе была в 3,1 раза выше и составила 21,4 (18,4; 23,3) на 1мм^2 против 7,3 (6,7; 8,7) на 1мм^2 в группе контроля, ($p < 0,001$). Доля ворсин с фибриноидной деграцией синцитиотрофобласта и стромы увеличивалась в 3,2 раза в основной группе 34,2 (32,2; 37,3) по сравнению с контрольной 10,6 (9,5; 11,7), ($p < 0,001$). Плотность скопления лимфоцитов в межворсинчатом пространстве оказалась в 3,1 раза выше у женщин с обострением хронической герпес-вирусной инфекцией 113,4 (104,6; 123,6) на 1мм^2 относительно группы контроля 36,2 (34,6; 38,8) на 1мм^2 , $p < 0,001$.

Таким образом, полученный комплекс морфологических и морфометрических признаков свидетельствует о том, что обострение хронической герпес-вирусной инфекции во втором, третьем триместрах беременности реализуется через активацию врождённого иммунитета, повреждение трофобласта, сосудистого русла, хроническое воспаление и ремоделирование ворсинчатого дерева, что формирует морфологическую основу хронической плацентарной недостаточности, хронической гипоксии плода и в дальнейшем обуславливает развитие соматической и церебральной патологии у новорожденного.

ЛИТЕРАТУРА

1. Популяционные аспекты эпидемиологии герпесвирусных инфекций в крупном промышленном городе / Т.А. Аглямова и др. // Практическая медицина. 2017. №4(105). С.56–62.
2. Determinants of placental insufficiency in fetal growth restriction / Dall'Asta A. et al. // Ultrasound in Obstetrics & Gynecology. 2023. Vol.61, №2. P. 152–157. DOI: 10.1002/uog.26111

3. Dhar R., Singh S., Sahoo O.S. The placental battlefield: viral strategies and immune countermeasures // *Frontiers in Immunology*. 2025. Vol.16. Article number:1667601. DOI: 10.3389/fimmu.2025.1667601
4. Felker A.M., Nguyen P., Kaushic C. Primary HSV-2 Infection in Early Pregnancy Results in Transplacental Viral Transmission and Dose-Dependent Adverse Pregnancy Outcomes in a Novel Mouse Model // *Viruses*. 2021. Vol.13, №10. Article number:1929. DOI: 10.3390/v13101929
5. The fetal inflammatory response syndrome / R. Gomez et al. // *American Journal of Obstetrics and Gynecology*. 1998. Vol.179, № 1. P.194–202. DOI: 10.1016/S0002-9378(98)70272-8
6. Herpes simplex virus: global infection prevalence and incidence estimates, 2016 / C. James et al. // *Bulletin of the World Health Organization*. 2020. Vol.98, №5. P.315–329. DOI: 10.2471/BLT.19.237149
7. Seroprevalence of Herpes Simplex Virus Types 1 and 2 among Pregnant Women in South-Western Romania / C.L. Radoi et al. // *Life*. 2024. Vol.14, №5. Article number:596. DOI: 10.3390/life14050596.
8. Congenital Herpes Simplex Virus: A Histopathological View of the Placenta / et al. Deftereou T.E. // *Cureus*. 2022. Vol.14, №9. Article number:e29277. DOI: 10.7759/cureus.29277

А.Б. Казумова, студент 5 курс

*ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России
(Сеченовский Университет), Москва*

ВИРТУАЛЬНЫЙ НАСТАВНИК ДЛЯ СТОМАТОЛОГА

Введение. Системы поддержки принятия врачебных решений (СППВР) становятся все более актуальными в области здравоохранения, включая стоматологию. Они помогают медицинским работникам быстро и точно принимать решения, основываясь на анализе данных о пациентах и клинических протоколах [1]. В последние годы чат-боты, использующие технологии искусственного интеллекта, начали активно внедряться в медицинскую практику, предлагая новые возможности для взаимодействия между пациентами и врачами. В данной

статье рассматривается разработка чат-бота, предназначенного для поддержки принятия врачебных решений на стоматологическом приеме.

Целью работы является создание чат-бота, который будет обеспечивать стоматологов рекомендациями по диагностике и лечению, а также предоставлять пациентам информацию о процедурах и уходе за полостью рта. Мы стремимся повысить эффективность работы стоматологов, улучшить качество обслуживания пациентов и сократить время, необходимое для принятия решений.

Материал и методы исследования. В процессе исследования были выполнены следующие этапы:

1) На первом этапе была проведена оценка потребностей стоматологов и пациентов. Для этого были организованы опросы и интервью с врачами, работающими в различных стоматологических клиниках, а также с пациентами, проходящими лечение.

2) На основе собранной информации были определены ключевые области, в которых чат-бот может оказать помощь. Это включает в себя: диагностику распространенных стоматологических заболеваний, рекомендации по лечению и уходу за полостью рта, ответы на часто задаваемые вопросы пациентов.

3) Чат-бот был разработан с использованием платформы для создания чат-ботов, интегрированной с системой обработки естественного языка (NLP). Он был обучен на основе клинических протоколов и рекомендаций, предоставленных стоматологами и основанных на последних исследованиях.

4) После разработки чат-бот прошел несколько этапов тестирования, включая: альфа-тестирование с участием разработчиков, и бета-тестирование с участием стоматологов и пациентов, чтобы выявить возможные проблемы и улучшить функциональность.

Результаты исследования. Разработка чат-бота продемонстрировала значительный потенциал в области стоматологии. Он способен предоставлять стоматологам актуальную информацию и рекомендации, что позволяет им сосредоточиться на более сложных аспектах лечения. Кроме того, чат-бот может значительно улучшить взаимодействие с пациентами, предоставляя им доступ к информации в любое время и в удобной форме.

Однако, несмотря на положительные аспекты, существуют и некоторые ограничения. Например, чат-бот не может заменить личное взаимодействие с врачом в сложных случаях, требующих детального обследования. Также важно учитывать вопросы конфиденциальности и безопасности данных пациентов.

В результате разработки чат-бота удалось достичь следующих результатов:

Сокращение времени, необходимого стоматологам для поиска информации и принятия решений.

Повышение удовлетворенности пациентов благодаря быстрому доступу к информации.

Увеличение числа обращений пациентов за консультациями и рекомендациями.

Выводы. Разработка чат-бота для системы поддержки принятия врачебных решений в стоматологии продемонстрировала свою эффективность и полезность. Он способен улучшить качество обслуживания пациентов и повысить эффективность работы стоматологов. В будущем планируется продолжить улучшение функциональности чат-бота, включая интеграцию с другими медицинскими системами и расширение базы знаний. Это позволит создать более совершенную систему поддержки принятия решений, которая будет отвечать современным требованиям стоматологической практики и обеспечивать стоматологов актуальной информацией в реальном времени [5]. Одной из ключевых задач является разработка алгоритмов, способных анализировать данные о пациентах и предлагать персонализированные рекомендации на основе их истории болезни и текущих жалоб.

Кроме того, планируется внедрение машинного обучения для улучшения точности диагностики и предсказания возможных осложнений. Чат-бот сможет не только предоставлять информацию о лечении и профилактике заболеваний, но и напоминать пациентам о необходимости посещения врача, а также управлять записями на прием.

Важным аспектом будет обеспечение безопасности данных пациентов, что требует интеграции современных методов шифрования и соблюдения стандартов конфиденциальности.

В итоге, создание многофункционального чат-бота для стоматологии не только повысит качество обслуживания, но и сделает процесс лечения более эффективным и комфортным как для врачей, так и для пациентов. Это станет важным шагом к цифровизации медицинских услуг и улучшению здоровья населения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Suleymanova A.T., Bataeva S.P., Kazumova A.B., Shtyrts D.V., Dorofeev Y.N. Current State and Prospects of Telemedicine Developmen // Journal of Complementary Medicine Research. – 2022. - 13. - 3. С 46-49.

2. Moshkova A.I., Levanov V.M. Information Technologies Application and Growing Digitation in Dental Practice in the Russian Federation // XI International Scientific Conference «General question of world science». - 2019. - P. 39-42.

А.С. Волосник, канд. мед. наук, **И.А. Кондратенко** студ. 3 к.
*ФГБОУ ВО «Луганский государственный медицинский университет имени
Святителя Луки» Минздрава России*

ПОКАЗАТЕЛИ АУРИКУЛОМЕТРИИ И БИЛАТЕРАЛЬНЫЙ ДИМОРФИЗМ УШНЫХ РАКОВИН У ЖЕНЩИН С АСТЕНИЧЕСКИМ ТИПОМ ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ

Введение. Исследование морфометрических характеристик ушных раковин (УР) представляет значительный интерес для антропологии, судебной медицины и пластической хирургии. Особого внимания заслуживает изучение билатерального диморфизма между правой и левой УР, который может служить маркером индивидуальной изменчивости и возможных корреляций с типами телосложения. Однако, в современной литературе представлено недостаточно данных о специфике аурикулометрических показателей у лиц с различными конституциональными типами [2, 3]. Настоящее исследование сфокусировано на анализе параметров УР у женщин с астеническим типом телосложения, что в свою очередь, позволит расширить знания о взаимосвязи между строением УР и конституциональными особенностями их представителей, а также оценить степень выраженности билатеральной асимметрии.

Целью работы является изучение абсолютных и относительных аурикулометрических показателей, а также оценка билатерального диморфизма УР у женщин с астеническим типом телосложения.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования послужили 140 женщин в возрасте $19,0 \pm 0,5$ лет с астеническим типом телосложения, отобранных по методике М. В. Черноруцкого (1928 г.) и постоянно проживающих на территории ЛНР. Все участницы предоставили информированное добровольное согласие; лица с врождёнными аномалиями, травмами или оперативными вмешательствами на УР были исключены. Протокол исследования

утверждён комиссией по биоэтике ГУ ЛНР «ЛГМУ им. Святителя Луки» (протокол №7 от 09.12.2022).

Методика включала фотограмметрическое исследование УР с предварительной фиксацией головы исследуемого во франкфуртской горизонтали. Фотосъемка производилась на цифровой фотоаппарат Canon 6D (фокусное расстояние объектива - 35 мм), с расстояния до ушной раковины равного 45 см и с использованием сантиметровой линейки с ценой деления – 1мм. Дальнейший морфометрический анализ полученных изображений проводили в программе ImageJ 1.46r, где проводились 20 линейных измерений абсолютных показателей УР, включая физиономическую длину и ширину, морфологическую ширину, высоту и ширину раковины, параметры козелка, противокозелка, дольки т.д. [4,5]. На основе вышеупомянутых показателей были рассчитаны 9 индексов, таких как аурикулярный, хрящевой, габаритный, дольковый, конхальный, межзубококовый и др. Соматотип лиц, принявших участие в исследовании, определяли по методике М.В. Черноруцкого (1928 г.), кефалотип по методике В.В. Бунака [1].

Все измерения проводились двукратно, с последующим расчетом среднего арифметического значения. Статистическая обработка данных выполнена при помощи софта SPSS 26 с применением t-критерия Стьюдента для парных сравнений, однофакторного и многомерного дисперсионного анализа (ДА), а также апостериорных тестов (Бонферрони, Тьюки). Критический уровень статистической значимости установлен на уровне 0,05.

Результаты исследования. Дисперсия данных абсолютных показателей аурикулометрии было наименьшим в случае изучения физиономической длины (8,85%) и ширины (7,27%) правой УР, а также физиономической (9,30%) и морфологической (9,59%) ширины левой УР. Наибольшие значения коэффициента вариации определены при изучении высоты козелка и противокозелка левой УР – соответственно 32,86% и 45,87%, а также правой УР – 29,48% и 44,58%. Среди относительных показателей аурикулометрии наименьший показатель коэффициента вариации определен при изучении хрящевого индекса – 3,82% (левая УР) и 3,77% (правая УР) (рисунок 1). При сравнении средних значений абсолютных показателей правой и левой УР установлено преобладание данных левой УР над правой. Так, например, физиономическая длина, морфологическая ширина и высота левой УР превышали соответствующие значения УР контрлатеральной стороны соответственно на 3,93% ($p=0,048$), 4,66% ($p=0,023$) и 4,70% ($p=0,025$).

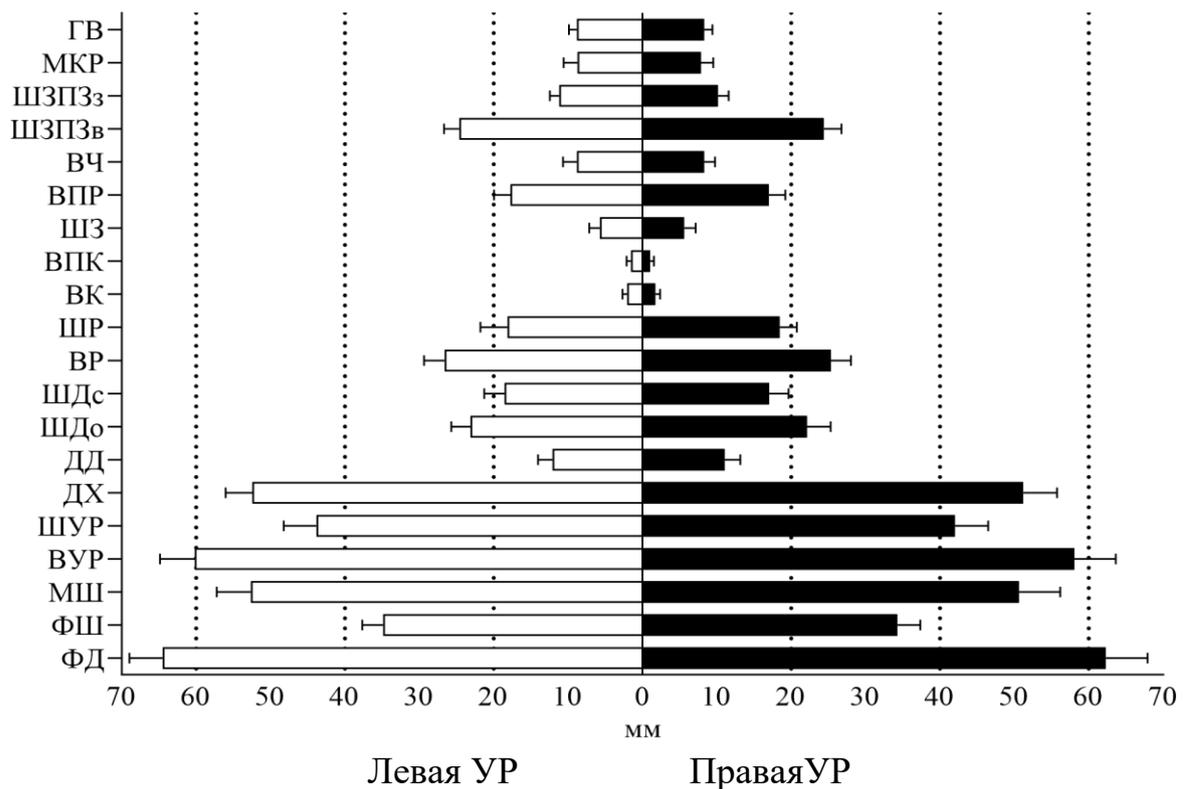


Рисунок 1 – Абсолютные показатели аурикулометрии женщин с астеническим типом телосложения

Относительные параметры правой и левой УР статистически достоверно не отличались друг от друга. Так, например, аурикулярный и конхальный индексы правой ушной раковины превышали значения контрлатеральной УР соответственно на 1,58% ($p=0,336$) и 1,45% ($p=0,619$) (рисунок 2). В связи с тем, что средние значения абсолютных параметров аурикулометрии левой УР преобладали над таковыми УР контрлатеральной стороны, все полученные индексы билатерального диморфизма имели положительное значение. При этом наименьшие значения указанного индекса определены при изучении ширины раковины (0,020) и глубины межкозелковой вырезки (0,025), а наибольшие – при изучении высоты УР (0,048), высоты козелка (0,054) и ширины задней части завитка (0,052).

В свою очередь однофакторный ДА влияния кефалотипа на указанные параметры, принявших участие в исследовании, указывают на отсутствие выраженного влияния указанного фактора на аурикулометрические показатели как левой, так и правой УР. Так, например, значения критерия F при анализе высоты и ширины раковины левой УР составили соответственно 0,635 ($p=0,535$) и 2,412 ($p=0,102$), а правой УР – 0,258 ($p=0,774$) и 0,801 ($p=0,456$). По-

добные результаты наблюдались также и при анализе относительных показателей УР.

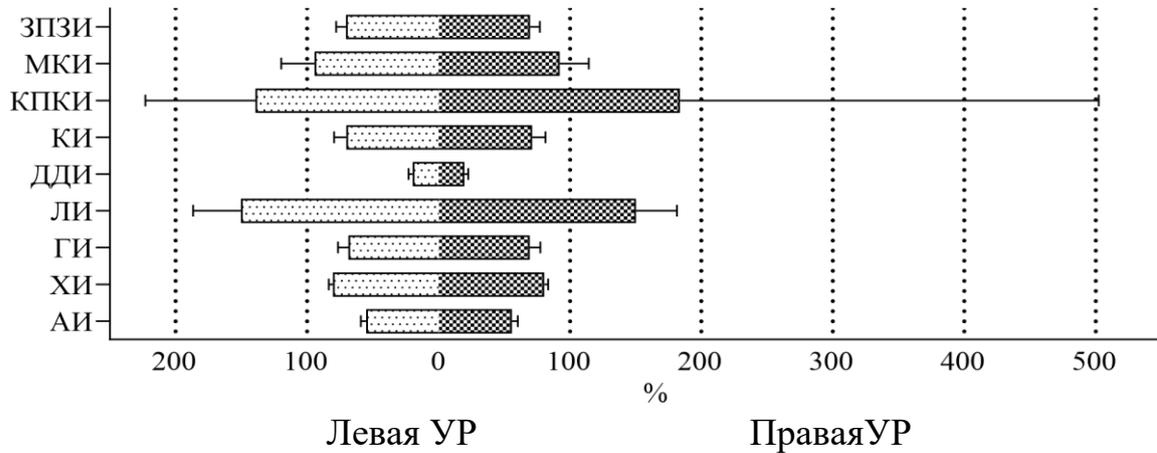


Рисунок 2 – Относительные показатели аурикулометрии женщин с астеническим типом телосложения

Таким образом, на основании проведенного исследования аурикулометрических показателей у 140 женщин с астеническим типом телосложения установлено наличие статистически достоверного билатерального диморфизма абсолютных параметров УР. Установлено преобладание размеров левой УР над правой по таким ключевым параметрам, как физиономическая длина, морфологическая ширина и высота. В то же время, относительные параметры (аурикулярный, конхальный индекс и др.) билатерально существенно не различались. Выявленные параметры, с наибольшей индивидуальной вариабельностью обнаруженной среди таких параметров, как высота козелка и противокозелка, а также наибольшее постоянство зафиксировано при изучении относительных показателей, в частности хрящевого индекса как правой, так и левой УР.

Влияние кефалотипа на изучаемые аурикулометрические параметры обнаружено не было. Полученные данные о специфике асимметрии УР вносят вклад в антропологическую и конституциональную характеристику астенического типа телосложения в данной возрастной и половой группе людей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бунак В.В. Антропология: Краткий курс. М., 1941. 376 с.
2. Стклянина Л.В. Конституциональные особенности рельефа ушной раковины у современных подростков // Материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 120-

летней годовщине со дня рождения профессора Б.М. Соколова (г. Рязань, 3-4 июня 2016 г.) // Российский медико-биологический вестник. 2016. Приложение 2. С. 199.

3. Зайченко А.А., Герасимова С.Ю., Синюкова А.И. Ушная раковина девушек: связи с размерами тела // Материалы международной научной конференции, посвященной 80-летию со дня рождения профессора Асфандиярова Растяма Измайловича (г. Астрахань 22-23 сентября 2017 г.). Астрахань, 2017. С. 68-70.

4. Ahmed, A.A., Omer N. Estimation of sex from the anthropometric ear measurements of a Sudanese population // Leg Med (Tokyo). 2015. Vol.17, №5. P. 313-319.

5. Anthropometric analysis of 3D ear scans of Koreans and Caucasians for ear product design / W. Lee, X. Yang, H. Jung et al. // Ergonomics. 2018. Vol.61, №11. P. 1480-1495.

Д.В. Карпенко, А.Е. Гетманская

*ФГБОУ ВО «Луганский государственный медицинский университет имени
Святителя Луки» Минздрава России, г. Луганск*

АНАЛИЗ РЕГРЕССИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОЗОПОМЕТРИИ ЮНОШЕЙ

Введение. Лицо выполняет важную роль в процессе общения человека и является объектом исследования не только анатомов и антропологов, но также и специалистов многих других направлений [4]. В литературе имеются упоминания об «антропометрических стандартах» [5], которые для некоторых людей становятся причиной проведения реконструктивных оперативных вмешательств. В настоящее время накоплен значительный объем данных о морфометрических параметрах лица в разных группах людей [3], однако, в литературе сведения о зависимости одних параметров прозопометрии от других практически отсутствуют. Регрессия – метод статистического анализа данных, который широко используется в статистике и машинном обучении. В исследованиях, проводимых в области медицины, этот метод также применяется достаточно часто. При этом следует отметить, что в публикациях, посвященных изучению

морфологических особенностей тех или иных анатомических образований, в том числе и лица человека, данный метод применяется относительно редко [1].

Цель работы – провести регрессионный анализ зависимости морфометрических параметров прозопометрии юношей и провести сравнение полученных регрессионных моделей.

Материал и методы исследования. В исследовании приняли участие 140 юношей. Расчет объема выборки проведен в программе G*Power с учетом рекомендаций Кригер Е.А. и соавт. [2]. В работе использовалась возрастная периодизация, принятая на VII Всесоюзной конференции по проблемам возрастной морфологии, физиологии и биохимии (1965 г.). Все юноши дали письменное информированное согласие на проведение исследования. Материал для представленной работы собран с соблюдением правил биоэтики и, согласно закону о защите личных данных, при дальнейшей обработке был деперсонифицирован. Прозопотип участников исследования определяли по Garson. Голову испытуемого ориентировали во франкфуртской горизонтали. Фотографирование лица проводили во фронтальной норме (линейку с ценой деления 1 мм располагали ниже подбородка на одном уровне с последним). Для фотосъемки использовали камеру Canon 6d с фокусным расстоянием объектива 35 мм. Изображения переносили в программу ImageJ 1.46g, с помощью которой получали морфометрические показатели с точностью до 0,01 мм. В качестве зависимых переменных были определены расстояние между правой и левой точками endocanthion (en-en) и расстояние между правой и левой точками alare (al-al). В качестве параметра предиктора определено расстояние между точками zygion (zy-zy). Изучали линейные и квантильные регрессионные модели. В качестве квантильных моделей использовали модели по 10-му и 90-му квантилям. Для коэффициентов регрессии определяли их 95% доверительные интервалы. Наилучшую модель определяли по наименьшему значению критерия Akaike. Объяснительную способность каждой модели оценивали с помощью коэффициента детерминации (R^2). Критический уровень значимости полученных в работе статистических критериев определен на уровне 0,05. Статистическая обработка полученных данных и визуализация результатов исследования реализованы в среде программирования R.

Результаты исследования. Первая группа регрессионных моделей получена для зависимой переменной en-en (y) и переменной-предиктора zy-zy (x). На скаттерограммах (Рисунки 1.А и 1.Б) представлены линии линейной и квантильных регрессий с зависимой переменной en-en. В результате регрессионного анализа, проведенного с использованием метода наименьших квадратов, получе-

на модель, характеризующаяся уравнением $y = -1,335 + 0,264 * x$ ($F = 65,03$, $p < 0,001$). При этом наблюдается ее умеренная объяснительная способность ($R = 0,3203$). Моделирование регрессии медианы параметра en-en по указанному выше предиктору позволило установить значения коэффициентов β_0 (-5,429 [-11,375; 2,890]; $p = 0,268$) и β_1 (0,295 [0,233; 0,340]; $p < 0,001$). Для регрессии первого квантиля зависимой переменной коэффициент β_0 составил 8,755 ([-13,691; 25,240]; $p = 0,490$), а коэффициент β_1 - 0,159 ([0,036; 0,328]; $p = 0,106$). Коэффициенты регрессии девятого квантиля параметра en-en определены на уровне -2,275 ([-18,990; 17,675]; $p = 0,808$) и 0,301 ([0,161; 0,422]; $p < 0,001$) соответственно. Наименьшее значение коэффициента Акаике определено для модели по 55-му перцентилю (Рисунок 2.А). Как и в описанных выше случаях статистическая значимость определена только для коэффициента β_1 (0,295 [0,227; 0,357]; $p < 0,001$).

Вторая группа моделей построена для зависимой переменной al-al (y) и переменной-предиктора zy-zy (x). На скаттерограммах (Рисунки 1.В и 1.Г) представлены линии линейной и квантильных регрессий с зависимой переменной al-al.

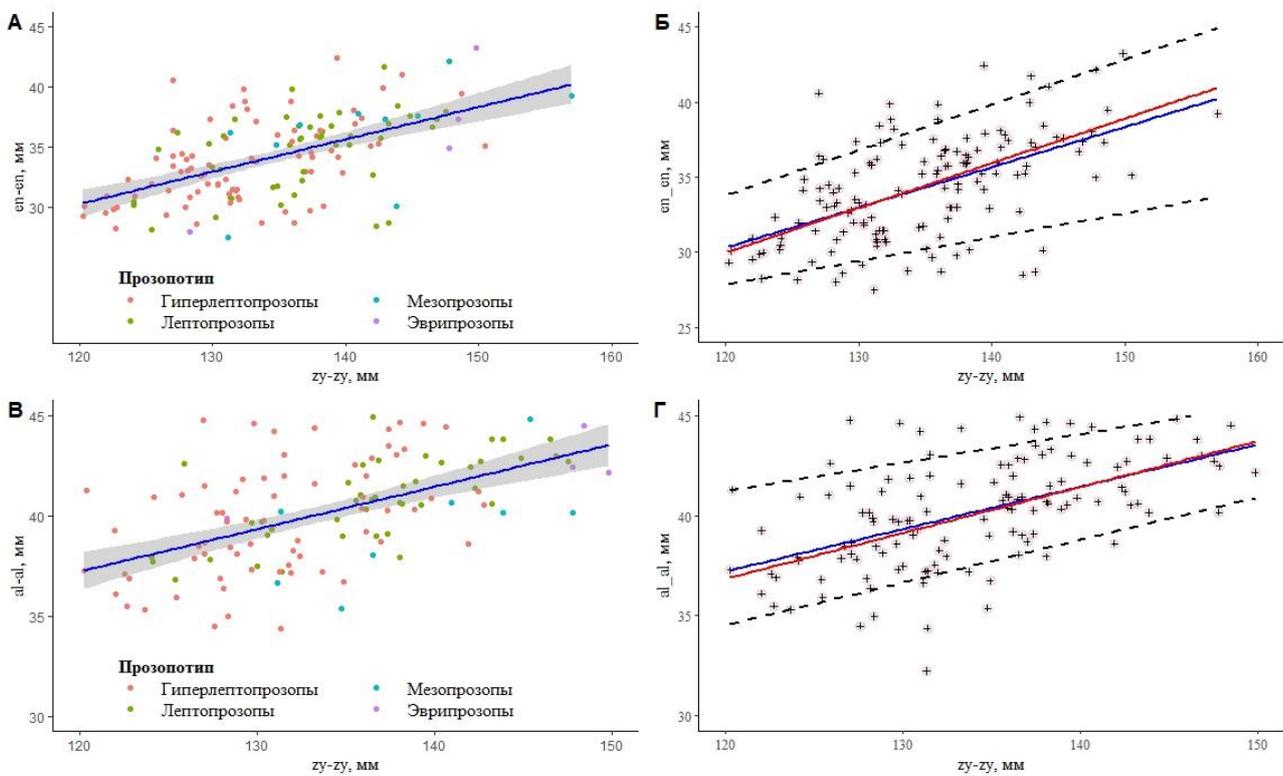


Рисунок 1 – Результаты регрессионного анализа (объяснение – в тексте)

Линейная модель для указанных переменных выражается уравнением $y=6,322+0,256*x$ ($F=80,95$, $p<0,001$), что свидетельствует в пользу статистической значимости данной модели. Ее статистическая значимость определяется прежде всего значением p для коэффициента β_1 ($p<0,001$). Объяснительная способность данной модели незначительно превышает таковую в описанной выше ($R=0,3697$). Минимальное и максимальное значения остатков для данной модели зафиксированы на уровне $-7,678$ и $5,937$ соответственно, а их медиана определена на уровне $-0,200$. Моделирование регрессии медианы параметра al_al по предиктору zu_zu позволило установить значения коэффициентов β_0 ($4,806$ [$0,452$; $9,201$]; $p=0,108$) и β_1 ($0,266$ [$0,231$; $0,294$]; $p<0,001$). Для регрессии первого квантиля зависимой переменной (al_al) коэффициент β_0 составил $5,600$ ($[-11,058$; $12,261]$; $p=0,406$), а коэффициент β_1 - $0,240$ ($[0,190$; $0,360]$; $p<0,001$). Коэффициенты регрессии девятого квантиля параметра зависимой переменной определены на уровне $15,573$ ($[1,510$; $26,796]$; $p=0,014$) и $0,215$ ($[0,133$; $0,318]$; $p<0,001$) соответственно. Значение коэффициента Акаике позволило определить наилучшую модель по зависимой переменной al_al - модель регрессии по 45-му перцентилю (Рисунок 2.Б).

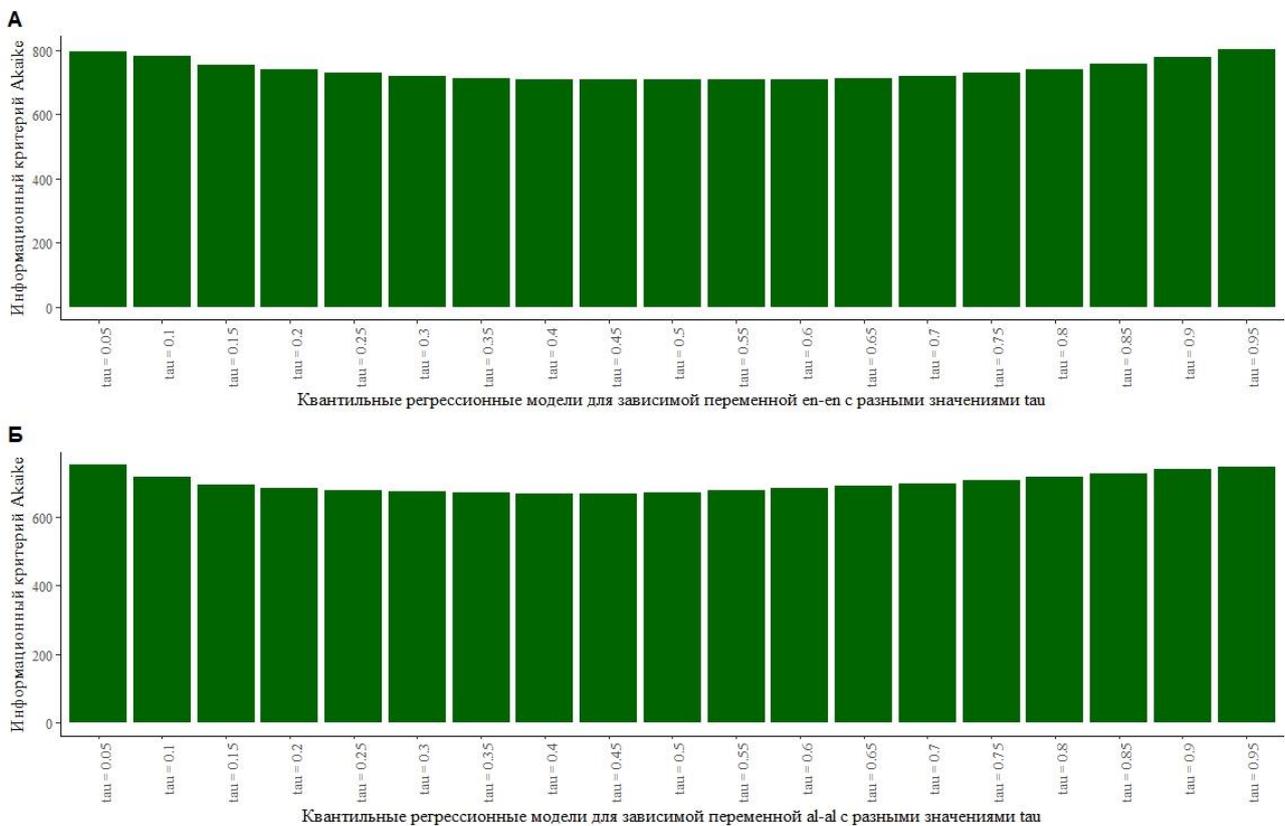


Рисунок 2 – Значения информационного критерия Акаике (объяснение – в тексте)

Для наилучшей модели коэффициент β_0 составил 3,675 ([0,207; 10,124]; $p=0,310$), а коэффициент β_1 - 0,272 ([0,225; 0,298]; $p<0,001$).

Таким образом, установлено, что полученные регрессионные модели обладают высокой статистической значимостью. Наилучшими квантильными моделями для определенных в работе переменных, являются модели регрессии по 45-му и 55-му перцентилям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Егошин В.Л., Саввина Н.В., Гржибовский А.М. Множественная линейная регрессия в программной среде R-краткие рекомендации для магистрантов и докторантов по специальности «Медицина» и «Общественное здравоохранение» // West Kazakhstan Medical Journal. 2019;61(1):4–15.
2. Кригер Е.А., Драчев С.Н., Митькин Н.А., Постоев В.А., Гржибовский А.М. Расчет необходимого объема выборки с использованием программы G*Power // Мор. мед. 2023;9(2):111–125.
3. Hammond P., Suttie M. Large-scale objective phenotyping of 3D facial morphology // Hum Mutat. 2012;33(5):817-825.
4. Hernández-Alfaro F., Vivas-Castillo J., Belle de Oliveira R. et al. Barcelona line. A multicentre validation study of a facial projection reference in orthognathic surgery // Br J Oral Maxillofac Surg. 2023;61(1):3-11.
5. Singer R., Papadopoulos T. There is no universal standard of beauty // Aesthetic Plast Surg. 2024;48(24):5273-5282.

И.С. Буренкова, ассистент кафедры МАиМ, магистрант 2 года направление подготовки «Программная инженерия»,
ФГБОУ ВО «Амурский Государственный Университет», г. Благовещенск

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ГУСТОТЫ ПОСЕВОВ СОИ

Введение. Оценка густоты стояния растений является одним из ключевых агрономических показателей, напрямую влияющих на формирование урожайности сои. Традиционные методы оценки, основанные на ручном подсчёте растений, отличаются высокой трудоёмкостью, субъективностью и низкой опе-

ративностью, что затрудняет их использование в условиях масштабного сельскохозяйственного производства. В условиях цифровизации агропромышленного комплекса всё большую актуальность приобретают решения, основанные на методах искусственного интеллекта и компьютерного зрения.

Целью работы является создание автономного мобильного приложения на базе ИИ, позволяющего быстро и точно оценивать густоту всходов сои на ранних этапах вегетации непосредственно в полевых условиях.

Предлагаемое решение не требует подключения к интернету, работает на стандартных смартфонах и ориентировано на практическое применение агрономами, фермерами и научными сотрудниками в реальных условиях Амурской области.

Общее описание решения

В рамках исследования разрабатывается автономное мобильное приложение на базе искусственного интеллекта, предназначенное для оперативной оценки густоты стояния растений сои на ранних этапах вегетации. Приложение реализовано как полностью независимое приложение, то есть не требует подключения к интернету или другим сервисам, что обеспечивает его применимость в удалённых сельскохозяйственных районах, таких как поля Амурской области, где сетевое покрытие может быть ограничено.

Пользователь делает фотографию участка посева с помощью стандартного смартфона (разрешение не менее 12 Мп), соблюдая рекомендованную методику съёмки (высота камеры 1,2 м, угол $\approx 90^\circ$ к поверхности – из положения «сверху-вниз»). На основе полученного изображения приложение автоматически детектирует отдельные ростки сои с использованием нейросетевой модели YOLOv8n и подсчитывает количество обнаруженных объектов.

Решение ориентировано на широкий круг пользователей: агрономов хозяйств, фермеров, а также научных сотрудников, проводящих полевые опыты. Оно позволяет заменить трудоёмкий ручной подсчёт растений, минимизировать субъективность оценки и обеспечить быстрое принятие решений по корректировке агротехнологий – включая необходимость пересева или внесения удобрений. При этом точность детекции (Recall (полнота) > 0.85) гарантирует надёжность получаемых данных даже в сложных полевых условиях.

Технологическая основа

В качестве основы программного решения была выбрана современная архитектура одноэтапной детекции объектов YOLOv8n (nano) – компактная вер-

сия семейства YOLOv8, содержащая около 3,2 млн параметров. Архитектура YOLOv8n сохраняет ключевые преимущества современных детекторов, такие как anchor-free подход и decoupled head [1].

Благодаря своей вычислительной эффективности модель YOLOv8n может быть развёрнута непосредственно на мобильных устройствах, что стало технической основой для создания автономного приложения, не требующего подключения к облачным ресурсам.

Для обучения модели компьютерного зрения был собран и тщательно размечен собственный датасет, содержащий изображения всходов сои, полученные в реальных полевых условиях Бурейского района Амурской области. Разметка выполнена вручную с использованием сервиса Roboflow [5]: каждый росток сои на изображении аннотирован как отдельный объект, что позволило обучить модель точно локализовать и идентифицировать растения даже при их частичном перекрытии и наличии сорняков. Процесс проведения разметки показан на рис. 1.

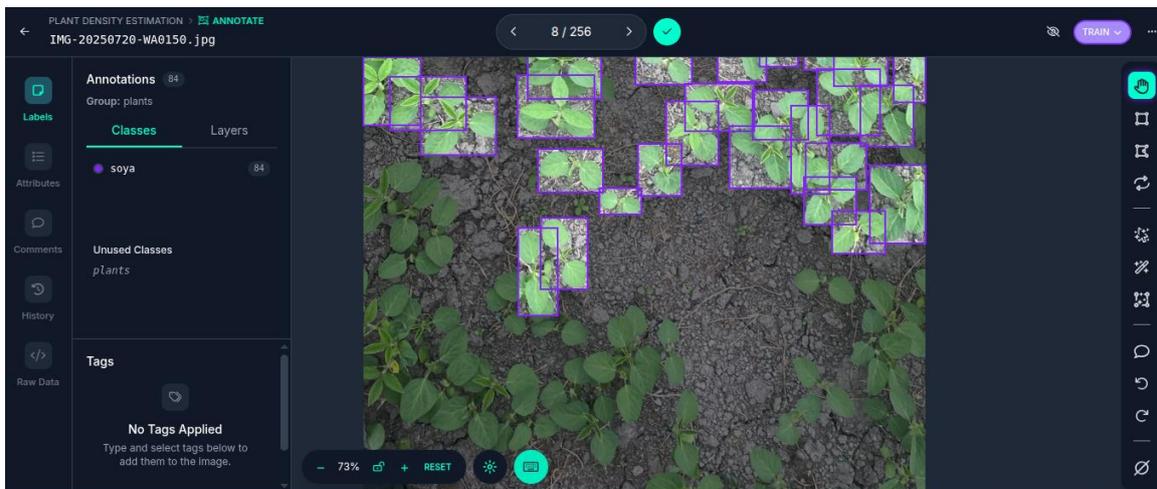


Рисунок 1 – Процесс разметки ростков сои

Разрабатываемое приложение оптимизировано для работы на стандартных смартфонах среднего ценового сегмента, не требуя наличия специализированного оборудования или высокопроизводительных вычислительных ресурсов. Модель YOLOv8n, лежащая в основе решения, обладает низкими требованиями к памяти и процессору, что позволяет осуществлять работу с моделью непосредственно на мобильном устройстве в реальном времени. Это обеспечивает доступность технологии для широкого круга пользователей. Основным требованием к смартфону остаётся наличие камеры разрешением от 12 Мп, без

необходимости подключения к облачным сервисам или использования внешних сенсоров.

Практическая значимость и преимущества

Приложение обладает высокой практической ценностью для агрономического мониторинга в условиях реального сельскохозяйственного производства. Основное преимущество решения – полная автоматизация процесса оценки густоты стояния растений сои, что позволяет исключить субъективность ручного подсчёта и значительно сократить временные затраты так как получение результата занимает всего несколько секунд после съёмки участка поля.

Важнейшей особенностью приложения является его автономность: оно функционирует без подключения к интернету и не требует передачи данных на внешние серверы. Это особенно критично для удалённых районов Амурской области (например, Бурейского района), где мобильная связь часто отсутствует или нестабильна, а доступ к облачным сервисам невозможен.

Благодаря высокой точности детекции ($Recall > 0.85$) и адаптации к реальным полевым условиям – включая наличие сорняков, переменную освещённость и частичное перекрытие ростков – приложение обеспечивает надёжную количественную оценку плотности всходов (в растениях/м²). Это даёт возможность принимать оперативные агротехнологические решения непосредственно на месте: определять необходимость пересева при недостаточной густоте, корректировать нормы внесения удобрений и средств защиты растений, а также

планировать полив или другие мероприятия на основе объективных данных.

Таким образом, решение не только повышает эффективность полевых работ, но и способствует переходу к точному земледелию, основанному на цифровых методах анализа состояния посевов.

Планы апробации

В настоящее время запланирована полевая апробация разрабатываемого приложения в июне 2026 года на опытных участках сельскохозяйственных предприятий Бурейского района Амурской области. Тестирование будет проведено в фазе трёх настоящих листьев сои в соответствии с методикой [3], заложенной при сборе датасета. Предполагается оценка точности работы приложения в реальных условиях эксплуатации: при различной освещённости, наличии сорняков, неровностях рельефа и других типичных для региона факторах.

По предварительным данным, ряд хозяйств Амурской области проявили заинтересованность во внедрении подобного инструмента в повседневную агрономическую практику, поскольку он позволяет оперативно получать объективные данные о густоте стояния растений без привлечения дополнительных ресурсов и специализированного оборудования. Успешная апробация станет основанием для дальнейшего развития и улучшения качества решения.

Заключение

Разрабатываемое автономное мобильное приложение представляет собой готовый инструмент для цифровизации агрономического мониторинга, обеспечивающий объективную, быструю и точную оценку густоты стояния растений сои. Благодаря использованию компактной нейросетевой модели YOLOv8n, оптимизированной под условия ограниченного объёма данных и реальных полевых сцен, приложение демонстрирует высокую надёжность ($\text{Recall} > 0.85$) даже в сложных условиях – при наличии сорняков, переменной освещённости и частичном перекрытии ростков.

Решение не требует специализированного оборудования, работает офлайн и позволяет принимать оперативные агротехнологические решения прямо на месте. В перспективе технология может быть доработана с использованием более новых версий нейросетевой модели YOLOv11, а также, если при тестировании в реальных полевых условиях не будет достигнута необходимая точность, будет расширен и дополнен датасет, используемый для обучения модели.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев М.Е., Шалимов А.С., Савина О.А. Обзор версий YOLO: одноэтапная модель серточной нейронной сети // *Universum: технические науки*. 2025. № 6(135). С. 36-46. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/20293> – 15.01.2026.
2. Изучите Ultralytics YOLOv8 [Электронный ресурс]. Режим доступа : <https://docs.ultralytics.com/ru/models/yolov8> – 09.01.2026.
3. Методики агрономических исследований: учеб.-метод. пособие / сост. А.М. Ленточкин. Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. 172 с.
4. Модели, поддерживаемые Ultralytics // Документация Ultralytics YOLO. Режим доступа: <https://docs.ultralytics.com/ru/models/> – 18.01.2025
5. Roboflow: Computer vision tools for developers and enterprises [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://roboflow.com/> – 15.01.2025.

УДК 631.465

А.Н. Галышев, магистр, **О.А. Пилецкая**, канд. биол. наук,

А.В. Иванов, канд. с.-х. наук

Институт геологии и природопользования ДВО РАН, г. Благовещенск

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЕ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕ В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ: ПОТЕНЦИАЛ ТЕХНОЛОГИИ NO-TILL

Введение. Сельское хозяйство генерирует около 12 % антропогенных выбросов климатически-активных веществ, что обусловлено интенсивными методами возделывания, призванными удовлетворить растущие потребности населения. Параллельно фиксируется деградация плодородия, физико-химических и биологических свойств почв. В связи с этим стратегия социально-экономического развития Амурской области до 2035 г. определяет сельское хозяйство как приоритетный сектор, акцентируя внимание на повышение урожайности и сохранении почвенного плодородия. Ресурсосберегающие методы возделывания, среди которых обработка почвы No-Till (беспахотное земледелие) выступает наиболее перспективной технологией, минимизирует механическое повреждение почвенного покрова и уменьшает расход энергии. В Амурской области, крупнейшем аграрном регионе Дальнего Востока и ведущем производителе сои в РФ, внедрение беспашотного земледелия изучено недостаточно, преимущественно на опытных участках вузов и научных институтов. Комплексная оценка влияния No-Till на физические, физико-химические, биологические и биохимические параметры почв до настоящего времени не проводилась. Актуальность комплексной оценки технологии No-Till для региона обусловлена её потенциальным вкладом в повышение плодородия почв, сохранение урожайности и адаптацию к изменяющимся климатическим условиям.

Целью работы является изучение влияния традиционной и No-Till технологии возделывания сои на плодородие черноземовидной почвы.

Объекты и методы исследований. Объект исследования – черноземовидная почва; культура соя. Исследования проводились в 2023 г. на опытном поле в Ивановском районе Амурской области (Зейско-Буреинская равнина), координаты: N 50.623114, E 128.070665. Цель опыта – сравнительный анализ технологий возделывания сои с обработкой почвы и без обработки. На каждом варианте (традиционная и No-Till) отобрано по 12 почвенных образцов с глубины 0-20 см. Почвенные образцы высушены до воздушно-сухого состояния, измельчены и просеяны через сито с диаметром отверстий 2 мм.

Анализы выполнены в сухих образцах, просеянных через сито с диаметром отверстий 2 мм. Содержание С и N в водорастворимой форме определены методом термокаталитического окисления на углеродном анализаторе (TOC-L, Shimadzu) с использованием приставок SSM-5000 и TNM-L; нитратный и аммонийный азот – спектрофотометрическим методом с использованием микропланшетного анализатора NPR-A-100 [3; 4]; подвижный фосфор и калий – методом А.Т. Кирсанова в модификации ЦИНАО [5]. Микробную биомассу почвы определяли в соответствии с методикой, предложенной Anderson в модификации Ананьевой [1]. Для определения энзиматической активности пероксидазы и полифенолоксидазы – использовался колориметрический метод с использованием субстрата пирогаллола [7]. Результаты исследований обрабатывались методами математической статистики в программе R Studio версии 4.5.2. Статистические различия устанавливали при помощи однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA).

Результаты и обсуждения. При оценке почвенного плодородия первостепенное значение имеет содержание в ней подвижных форм основных элементов: азота, фосфора и калия, являющихся структурными элементами клеток живых организмов. Агрохимическая характеристика, черноземовидной почвы представлена в таблице 1.

Таблица 1

Агрохимическая характеристика черноземовидной почвы (n=12)

	N-NH ₄ , мг/кг	N-NO ₃ , мг/кг	N _{мин} , мг/кг	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг
Традиционная	5,5	6,8	12,3	87	180
No-Till	4,6	7,1	11,7	111	220
p-value	0,00	0,79	0,57	0,14	0,10

Содержание минерального азота в черноземовидной почве низкое, в составе преобладает нитратная форма соединений. Применение No-Till технологии не привело к достоверному изменению содержания минерального азота, при этом, содержание аммонийной формы было статистически значимо ниже на 20 % (p-value <0,05). В наших исследованиях, содержание подвижного фосфора и калия проявило тенденцию к повышению в варианте с No-Till обработкой почвы на 20-30 %, (p-value > 0,05). Содержание подвижного фосфора в исследуемой черноземовидной почве – среднее и повышенное, калия – высокое.

Биомасса микроорганизмов является ключевым показателем биологической активности, отражающей количество живой микробной составляющей, участву-

ющей в основных биогеохимических процессах: разложения органического вещества, минерализации и мобилизации элементов питания, синтезе гумусовых соединений [6]. Климатические изменения могут оказывать влияние на функциональное и структурное разнообразие микроорганизмов [9]. В результате изменения гидротермических условий в почве может происходить смена видового состава микробного сообщества, что сказывается на режиме почвенного органического вещества. В наших исследованиях (рис. 1А) установлено, что при применении технологии No-Till диапазон варьирования микробной биомассы составил от 6000 до 7500 мкг С/г почвы, при традиционной технологии – от 5000 до 7500 мкг С/г почвы. В исследовании В.М. Гармашова и соавт. [2] отмечается, что при переходе с традиционной обработки почвы на No-Till в первые 4 года наблюдается снижение микробной биомассы, а на пятый и последующие годы существенной разницы обнаружено не было. Авторы исследования связывают такую реакцию в микробном сообществе с первоначальным ухудшением физических свойств почвы в первые годы, и последующим улучшением состояния, в ходе естественного восстановительного процесса, характерного для технологии No-Till.

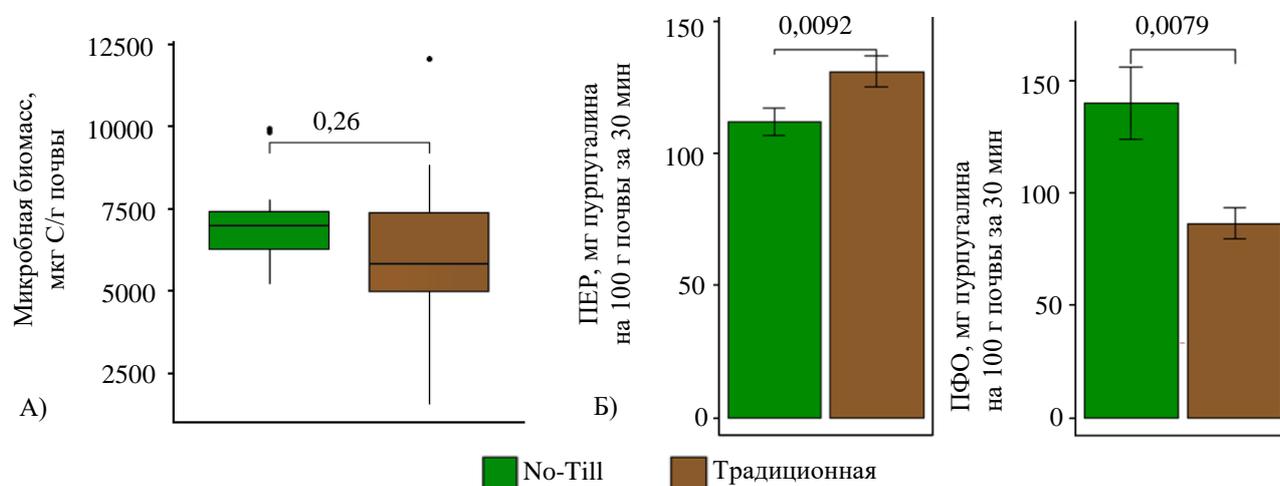


Рисунок 1 – Микробная биомасса (А), активность пероксидазы (ПЕР) и полифенолоксидазы (ПФО) (Б) черноземовидной почвы (n=12)

Пероксидазы и полифенолоксидазы относятся к ферментам углеродного цикла, участвующие в процессах трансформации почвенного органического вещества. Пероксидазы участвуют в процессах минерализации органических соединений, а полифенолоксидазы – в синтезе высокомолекулярных полимерных гумусовых веществ. Как отмечают исследователи, ферменты углеродного цикла более

чувствительны к повышению температуре и влажности окружающей среды, в сравнении с ферментами, катализирующие превращения других элементов [10]. Лимитирующим фактором активности энзима является доступность специфического субстрата, при этом недостаток в углеродных соединениях наблюдается редко. В наших исследованиях (рис. 1Б) традиционная обработка почвы в опыте повысила активность пероксидазы в 1,2 раза в сравнении с No-Till технологией. Полифенолоксидаза была выше в 1,6 раза в варианте с применением метода No-Till. Повышение активности полифенолоксидазы и понижение пероксидазы при использовании технологии No-Till отмечает G. Kuncheva с соавт. [8]. Исследователи связывают активность ферментов с изменениями в содержании в почве специфических субстратов.

Заключение. Наше исследование показывает, что применение технологии No-Till привело к увеличению водорастворимого углерода и азота, подвижных форм фосфора и калия в черноземовидной почве при выращивании сои. При этом не было обнаружено существенного изменения в содержании минерального азота в зависимости от способа обработки почвы. Использование No-Till привело к увеличению стабильности микробной биомассы, что, вероятно, связано с сохранением структурного и функционального разнообразия микроорганизмов в ненарушенной среде. Повышение активности пероксидазы в варианте с традиционной обработкой, вероятно, обусловлено активной минерализацией растительных остатков, распределяемых в пахотном слое в результате перемешивания почвы. Более высокая активность полифенолоксидазы в варианте с No-Till обработкой, может быть связана с низким уровнем нарушения почвы и стабильными окислительно-восстановительными условиями, способствующим синтезу новых высокомолекулярных соединений. Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о положительном влиянии технологии No-Till в поддержании оптимального уровня почвенного плодородия, что позволяет осуществлять ресурсосберегающее производство, обеспечивая консервацию углерода в почве в виде накапливаемых органических веществ, не повреждая сложившуюся в почве экосистему.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ананьева Н.Д., Сусьян Е.А., Гавриленко Е.Г. Особенности определения углерода микробной биомассы почвы методом субстратиндуцированного дыхания // Почвоведение. 2011. №11. С. 1327-1333.
2. Гармашов В.М., Гармашова Л.В. Биологическая активность чернозема обыкновенного при освоении технологии no-till // Международный научно-исследовательский журнал. 2020. №12 (102). С. 131-135.

3. ГОСТ 26489 – 85. Почвы. Определение обменного аммония по методу ЦИНАО. Москва, 1985. 5 с.
4. ГОСТ 26951-86. Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом. Москва, 1986. 7 с.
5. ГОСТ Р 54650-2011 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. Москва, 2011. 7 с.
6. Савич В.И., Мосина Л.В., Норовсурэн Ж. и др. Микробиологическая активность почв как фактор почвообразования // Международный сельскохозяйственный журнал. 2019. №1 (367). С. 38-42.
7. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. М.: Ин-т биологии Уфим. НЦ. Наука, 2005. 252 с.
8. Kuncheva G., Ivanova I., Gynchev G. Soil peroxidase and polyphenoloxidase activity under soil conservation practices on sloping terrains // BIO Web of Conferences. 2024. Vol. 122. P. 01018.
9. Shah A.M., Khan I.M., Shah I.M., et. al. Soil Microbiome: A Treasure Trove for Soil Health Sustainability under Changing Climate // Land. 2022. Vol. 11. P. 1887.
10. Wang Y., Ren Z., Ma P., et. al. Effects of Grassland Degradation on Ecological Stoichiometry of Soil Ecosystems on the Qinghai-Tibet // Sci. Total Environ. 2020. Vol. 722. P. 137910.

Н.В. Кирьяков, студент, **Н.В. Бельмач**, канд. с.-х. наук,

С.А. Маргелов, аспирант

ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»,

г. Благовещенск

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ НА БАЗЕ СПУТНИКОВЫХ И РЕТРОСПЕКТИВНЫХ ДАННЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Введение. Амурская область является единственным субъектом России на Дальнем Востоке с большими посевными площадями около 1,3 млн. га (по данным дистанционного зондирования Земли), где самая главная культура об-

ласти – соя, занимает более 900 тыс. га посевных площадей. В связи с этим урожайность таких культур варьируется от метеорологических условий, текущего состояния почвы и агротехнологии. Применять в таком случае прогнозирование урожайности на уровне отдельных сельскохозяйственных полях позволит агропромышленным компаниям оптимизировать расходы ресурсов на возделывание сельскохозяйственных культур и минимизировать риски, тем самым повысив свою экономическую устойчивость.

Целью работы является создание модели (прототип) для прогнозирования будущего урожая сельскохозяйственных культур до начала уборочной кампании на уровне всех пахотных угодий Амурской области с применением технологий искусственного интеллекта и связки спутниковых и метеорологических данных.

Материалы и методы исследования. Для наполнения модели разнородными данными использовались разностные вегетационные индексы (NDVI) за 6-летний период; архивные и текущие метеорологические данные, а именно: температура, влажность, осадки, температура почвы в слое от 0 до 10 см, влажность почвы в слое от 0 до 10 см за этот же 6-летний период; векторные границы сельскохозяйственных полей их площадь (Shape-файлы) определенные по данным дистанционного мониторинга с атрибутивной информацией о самих полях; фактические данные об урожайности сельскохозяйственных культур сои, кукурузы, яровых культур (ячмень, пшеница, овес) за 5 лет (рис. 1) [2; 3].

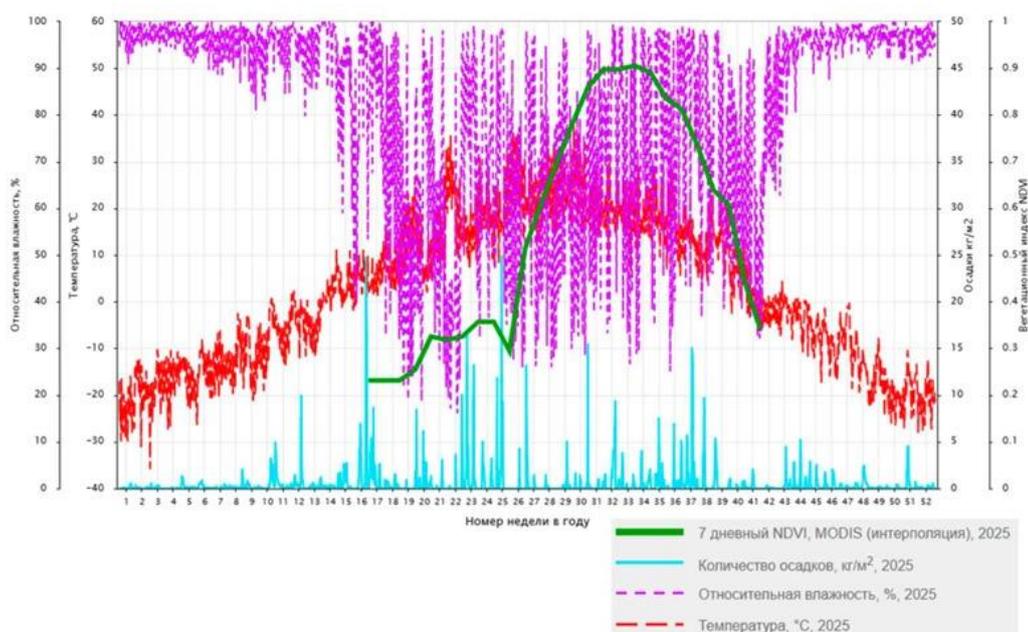


Рисунок 1 – Используемые архивные и текущие метеорологические данные

Все данные привязываются к конкретному полю с использованием системы координат WGS 84 (EPSG: 4326). Обработка такого массивного объема данных и разработка самого прототипа ведется с использованием языковых моделей ChatGPT, Grok, Gemini, которые через среду Google Colab (рис. 2) позволяют написать и отладить работу программного кода на языке Python. Модель строится на регрессионном анализе, учитывающая временные ряды вегетационных индексов и метеорологических параметров [1].

```

drive.mount('/content/drive')

Mounted at /content/drive

1 | Import geopandas as gpd

# Load the GPKG file
soil_data_gpd = gpd.read_file('/content/pochva_amurobl.gpkg')

print("--- Initial structure of soil_data_gpd ---")
print(soil_data_gpd.head())
print("\n--- Info for soil_data_gpd ---")
soil_data_gpd.info()

--- Initial structure of soil_data_gpd ---
  COVER1_ID  POLYGON_ID  ID \
0      13239      21865  499
1      13248      21928  499
2      13241      21965  499
3      13242      21979  499
4      13243      22087  499

                                geometry
0  MULTIPOLYGON (((124.10756 54.24548, 124.13188 ...
1  MULTIPOLYGON (((124.89499 54.34183, 124.9028 5...
2  MULTIPOLYGON (((125.46245 54.14985, 125.48923 ...
3  MULTIPOLYGON (((125.14203 54.18135, 125.15811 ...
4  MULTIPOLYGON (((125.5323 53.97267, 125.51838 5...

--- Info for soil_data_gpd ---
<class 'geopandas.geodataframe.GeoDataFrame'>
RangeIndex: 243 entries, 0 to 242
Data columns (total 4 columns):
#   Column      Non-Null Count  Dtype
---  -
0   COVER1_ID    243 non-null    int64
1   POLYGON_ID   243 non-null    int64
2   ID           243 non-null    int64
3   geometry     243 non-null    geometry
dtypes: geometry(1), int64(3)

```

Рисунок 2 – Фрагмент программируемого кода для прогнозирования урожайности

Результаты и обсуждение. По итогам проведенной работы создан прототип системы для прогнозирования урожайности, точность которого составляет от 80 до 97% в зависимости от выбранного для прогнозирования сельскохозяйственного поля, культуры и года прогнозирования, сама точность рассчитывается от фактических данных, которые не загружены в модель и то что выдает сама модель. Тестирования модели проходило на полях ООО «Амурагрокомплекс» в Константиновском районе, на поле 3068, 3043 и 3010. Подробнее в таблице 1.

Расчет точности модели происходил по ключевым формулам, в которых рассчитывалась абсолютная ошибка, относительная ошибка, точность прогноза (расчет производился по полю №3068). Далее о них:

Таблица 1

Данные по модели прогнозирования урожайности

№ поля	Фактическая урожайность, кг/га	Спрогнозированная урожайность, кг/га	Точность прогноза у модели, %
3068	1668	1615	96,82
3043	1876	1676	89,34
3010	2352	2502	93,62

Абсолютная ошибка показывает нам, на сколько кг/га прогнозируемая урожайность отклоняется от фактической урожайности (формула 1):

$$\text{Ошибка}_{\text{АВС}} = |\text{Фактическая урожайность} - \text{Прогнозируемая урожайность}| \quad (1)$$

$$\text{Ошибка}_{\text{АВС}} = |1668 - 1615| = 53 \text{ кг/га}$$

Относительная ошибка покажет нам какую долю фактического значения составляет ошибка (формула 2):

$$\text{Ошибка}_{\text{ОТН}} = \frac{|\text{Фактическая урожайность} - \text{Прогнозируемая урожайность}|}{\text{Фактическая урожайность}} \cdot 100\% \quad (2)$$

$$\text{Ошибка}_{\text{ОТН}} = \frac{|1668 - 1615|}{1668} \cdot 100\% = 3,18\%$$

Точность прогнозирования урожайности показывает, насколько прогнозируемая урожайность близка к фактической урожайности (формула 3):

$$\text{Точность} = 100\% - \text{Ошибка}_{\text{ОТН}} \quad (3)$$

$$\text{Точность} = 100\% - 3,18\% = 96,82\%$$

Заключение. Отметим, что данные по фактической урожайности в модель никак не заносились, все данные получены путем загрузки необходимых метеорологических параметров на протяжении всего вегетационного периода, базы данных за 5 лет и т.д.

Полученные результаты подтверждают принципиальную возможность и эффективность применения связки ретроспективных данных и искусственного интеллекта для решения задач в условиях Амурской области.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур на основе спутниковых данных: возможности и перспективы / И.Ю. Савин, С.А. Барталев, Е.А. Лупян, В.А. Толпин, С.А. Хвостиков // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: сборник трудов конференции, Т.7, №3, Москва, 2010 год, С. 275-285.
2. Спутниковый сервис «ВЕГА» / В.А. Толпин., И.В. Балашов., Е.А. Лупян., И.Ю. Савин // Земля из космоса – 2011. Выпуск 9, Веска. С.32 – 37.
3. Система земледелия Амурской области: производственно-практический справочник / под общ. ред. д-ра с.-х. наук, проф. П.В. Тихончука. – Благовещенск: Изд-во Дальневосточного ГАУ, 2016. 570, [4] с., [1] л. карта.

И.А. Крюков, А.А. Кальницкая

*ФГБОУ ВО «Луганский государственный медицинский университет имени
Святителя Луки» Минздрава России, г. Луганск*

РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОДОНТОМЕТРИИ КОРОНОК ЗУБОВ НИЖНЕГО ЗУБНОГО РЯДА ЮНОШЕЙ

Введение. Среди приоритетных направлений современных медико-биологических исследований важное место занимает профилактическое. Вместе с тем в настоящее время активно развивается клинико-конституциональное направление анатомии, следствием чего является появление в литературе данных, доказывающих наличие связей между характером течения заболеваний и морфофункциональными особенностями организма человека [3, 5]. Знания индивидуальных особенностей строения зубов человека позволяют на ранних стадиях проводить профилактические мероприятия, направленные на предупреждение патологических процессов в зубочелюстной системе. Следует отметить, что в отечественной литературе представлено незначительное количество работ, посвященных изучению морфологии зубов представителей юношеского

возраста [1]. Кроме того, в настоящее время в морфологических работах достаточно редко находит свое применение регрессионный анализ, позволяющий определить зависимость изучаемых параметров [2].

Цель работы – провести регрессионный анализ зависимости морфометрических параметров коронок зубов юношей и провести сравнение полученных регрессионных моделей.

Материал и методы исследования. В исследовании приняли участие 140 юношей с физиологической окклюзией постоянных зубов. Расчет объема выборки проведен в программе G*Power с учетом рекомендаций Кригер Е.А. и соавт. [4]. В работе использовалась возрастная периодизация, принятая на VII Всесоюзной конференции по проблемам возрастной морфологии, физиологии и биохимии (1965 г.). Все юноши дали письменное информированное согласие на проведение исследования. Материал для представленной работы собран с соблюдением правил биоэтики и, согласно закону о защите личных данных, при дальнейшей обработке был деперсонифицирован.

Изготавливали гипсовые модели нижних зубных рядов, которые фотографировали в окклюзионной норме с линейкой. Изображения импортировали в программу ImageJ 1.46r, с помощью которой производили измерения с точностью до 0,01 мм, необходимые для расчета индексов [1], послуживших в качестве переменных предикторов. Размеры коронок зубов определяли с помощью штангенциркуля с цифровой индикацией (точность измерения - 0,01 мм). В работе применяли Международную систему нумерации зубов (система Виола / FDI).

Изучены регрессионные модели по двум зависимым переменным. Первая зависимая переменная – высота язычной поверхности клыка четвертого квадранта (H_L_43), вторая – мезиодистальный размер язычной поверхности первого моляра третьего квадранта (MD_L_36) зубных рядов. В качестве переменных предикторов определены: 1) длина зубного ряда и 2) его гнатический индекс. Изучали линейные и квантильные регрессионные модели. В качестве квантильных моделей использовали модели по 10-му и 90-му квантилям. Для коэффициентов регрессии определяли их 95% доверительные интервалы. Наилучшую модель определяли по наименьшему значению критерия Акаике. Объяснительную способность каждой модели оценивали с помощью коэффициента детерминации (R^2). Критический уровень значимости полученных в работе статистических критериев определен на уровне 0,05. Статистическая обработка полученных данных и визуализация результатов исследования реализованы в среде программирования R.

Результаты исследования. 1. Зависимая переменная (y) - H_L_43, переменная-предиктор (x1) - длина нижнего зубного ряда, переменная-предиктор (x2) - гнатический индекс зубного ряда. Распределение зависимой переменной по предиктору x1 с линиями регрессии представлено на рисунке 1 (А, Б).

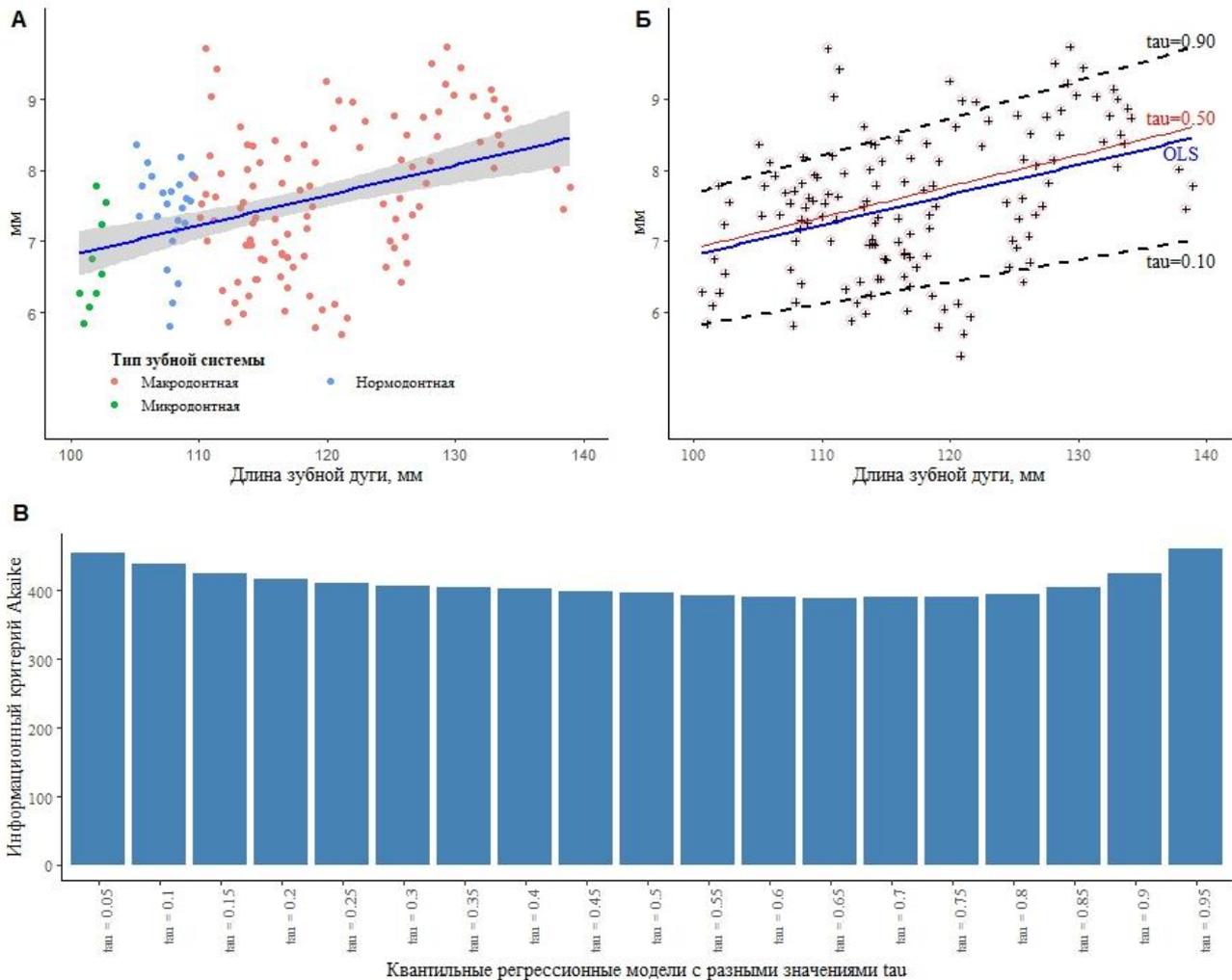


Рисунок 1 – Результаты регрессионного анализа зависимости H_L_43 от длины нижней зубной дуги

В результате регрессионного анализа, проведенного с использованием метода наименьших квадратов по первому предиктору, получена модель, характеризующаяся уравнением $y=2,584+0,042*x_1$ ($F=24,95$, $p<0,001$). При этом наблюдается ее слабая объяснительная способность ($R^2=0,147$). Коэффициент β_0 для медианной регрессии определен на уровне 2,524 [0,812; 5,056] ($p=0,100$), а коэффициент β_1 - 0,048 [0,021; 0,058] ($p=0,001$). Формулы регрессии 10-го и 90-го квантилей имеют вид $y=2,714+0,031*x_1$ и $y=2,403+0,053*x_1$ соответ-

ственно. Уровень значимости коэффициентов β_0 для регрессий 10-го и 90-го квантилей превысили критическое значение - 2,714 [-0,224; 6,683] ($p=0,114$) и 2,403 [0,786; 5,255] ($p=0,107$), а коэффициент β_1 имеет высокий уровень статистической значимости для регрессии (1) 10-го квантиля - 0,031 [-0,005; 0,053] ($p=0,044$) и (2) 90-го квантиля - 0,053 [0,039; 0,068] ($p<0,001$). Наименьшее значение критерия Akaike установлено для модели 0,65-го квантиля - 389,061 (Рисунок 1.В).

Данная модель описывается формулой регрессии $y=2,050+0,051*x_1$. При исключении из представленных выше моделей дополнительного сдвига (β_0) установлена идентичность линейной и медианной моделей регрессии - $y=0,064*x_1$ и $y=0,065*x_1$ соответственно. Регрессионные модели по 10-му и 90-му квантилям имеют вид $y=0,054*x_1$ и $y=0,074*x_1$ соответственно. Результаты регрессионного анализа с аддитивным влиянием предикторов показали достоверные результаты для всех моделей: линейной - $y=3,062+0,015x_1+0,063x_2$ ($F=24,95$, $p<0,001$), медианной - $y=4,105-0,038*x_1+0,181*x_2$ (β_0 , $p=0,014$), 10-квантильной - $y=2,166+0,055*x_1-0,052*x_2$ (β_1 , $p=0,030$) и 90-квантильной - $y=4,117-0,032*x_1+0,186*x_2$ (β_0 , $p<0,001$; β_2 , $p=0,025$). Изучение моделей с взаимодействием предикторов показало следующие результаты. Линейная регрессия имеет вид - $y=21,113-0,146*x_1-0,323*x_2+0,003*x_1*x_2$ ($F=9,862$, $p<0,001$), медианная - $y=28,244-0,247*x_1-0,350*x_2+0,006*x_1*x_2$ ($p>0,05$), 10-квантильная - $y=21,187-0,134*x_1-0,411*x_2+0,004*x_1*x_2$ (β_0 , $p=0,018$; β_3 , $p=0,038$), 90-квантильная - $y=6,924-0,054*x_1+0,117*x_2+0,001*x_1*x_2$ ($p>0,05$).

Вторая зависимая переменная (y_2) - MD_L_36, переменная-предиктор (x_1) – гнатический индекс, переменная-предиктор (x_2) - длина нижнего зубного ряда. Установлены статистически значимые коэффициенты линейной регрессии - β_0 - 8,288 ($p<0,001$) и β_1 - 0,031 ($p=0,001$). Таким образом формула линейной регрессии с предиктором x_1 принимает вид $y=8,288+0,031*x_1$ ($F=11,11$, $p=0,001$). При этом объяснительная способность данной модели незначительна ($R^2=0,068$). Для медианной регрессии коэффициент перехвата составил 6,913 [5,571; 8,986] ($p<0,001$), а коэффициент бета-1 - 0,050 [0,020; 0,066] ($p<0,001$). Статистическая значимость квантильных моделей по 10-му и 90-му квантилям определена коэффициентами β_0 - 8,267 [7,734; 9,208] ($p<0,001$) и 9,776 [8,221; 11,774] ($p<0,001$). При этом значения коэффициентов β_1 для указанных выше моделей составили 0,018 [0,003; 0,026] ($p=0,143$) и 0,025 [-0,003; 0,047] ($p=0,079$). Наименьшее значение критерия Akaike установлено для модели 0,45-го квантиля - 324,252. Таким образом, наилучшая квантильная модель описывается формулой $y=7,323+0,043*x_1$. В данной модели статистически значимыми

являются как коэффициент β_0 ($p < 0,001$), так и коэффициент β_1 ($p = 0,007$). Линейная модель с аддитивным влиянием предикторов оказалась статистически значимой - $y = 5,993 - 0,003 * x_1 + 0,041 * x_2$ ($F = 21,77$, $p < 0,001$). Уровень значимости ниже критического значения зафиксирован для коэффициента β_0 ($p < 0,001$) и β_2 ($p < 0,001$). При этом наблюдается ее слабая объяснительная способность этой модели ($R^2 = 0,230$). Медианная модель также была статистически значимой, что обусловлено значимостью коэффициентов $\beta_0 = 4,263$ [2,454; 5,761] ($p < 0,001$) и $\beta_2 = 0,051$ [0,031; 0,074] ($p < 0,001$). Коэффициент β_1 для данной модели определен на уровне 0,006 [-0,009; 0,029] ($p = 0,671$). Линейная модель с взаимодействием предикторов принимает вид уравнения $y = -10,334 + 0,215 * x_1 + 0,184 * x_2 - 0,002 * x_1 * x_2$ ($F = 15,53$, $p < 0,001$). Коэффициент детерминации при этом зафиксирован на уровне 0,239. Статистическая значимость линейной модели с взаимодействием предикторов определена уровнем значимости коэффициента β_2 ($p = 0,042$). Подобная регрессия наблюдалась также и для медианной модели, т.к. ее значимость также определяется уровнем значимости коэффициента $\beta_2 = 0,206$ [-0,006; 0,331] ($p = 0,026$). 10- и 90-квантильные модели имели статистическую значимость, превышающую критическое значение.

Таким образом, установлено, что модели, полученные с применением квантильного регрессионного анализа, являются более информативными в сравнении с моделями линейной регрессии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дмитриенко С.В., Шкарин В.В., Дмитриенко Т.Д. Методы биометрического исследования зубочелюстных дуг: уч. пособие. Волгоград, 2022. 160 с.
2. Егошин В.Л., Саввина Н.В., Гржибовский А.М. Множественная линейная регрессия в программной среде R: краткие рекомендации для магистрантов и докторантов по специальности «Медицина» И «Общественное здравоохранение» // West Kazakhstan Medical Journal. 2019;61(1):4–15.
3. Конституциональный подход в изучении болезней человека на современном этапе / Н.Ю. Климов, Ю.Ю. Винник, А.В. Андрейчиков и др. // Сеченовский вестник. 2018;4(34):70–77.
4. Кригер Е.А., Драчев С.Н., Митькин Н.А., Постоев В.А., Гржибовский А.М. Расчет необходимого объема выборки с использованием программы G*Power // Мор. мед. 2023;9(2):111–125.
5. Суботялова А.М., Козлова А.П., Суботялов М.А. Развитие представлений о конституциональных особенностях человека // Человеческий капитал. 2024; 1:18-25.

А.В. Лямзин

*ФГБОУ ВО «Луганский государственный медицинский университет имени
Святителя Луки» Минздрава России, г. Луганск*

БИЛАТЕРАЛЬНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ И КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ СВЯЗИ МЕЖДУ МОРФОМЕТРИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ЮНОШЕЙ ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ

Введение. Особенностью юношеского возраста является не только половое созревание, но и продолжение процессов роста и развития, равномерно протекающие во всех органах и системах. В юношеском возрасте начинают проявляться индивидуальные и половые различия в функциях организма и строении тела. Происходит одновременное замедление роста тела в длину, ширину и его прирост в массе [1]. Наиболее экономичным и распространенным методом получения информации, позволяющим судить об особенностях физического развития и питания, как отдельного человека, так и популяции является антропометрия [3]. Применяя данный метод исследования, специалист может вынести первичное заключение о состоянии здоровья индивида, а также принять решение о необходимости дополнительного углубленного обследования [2]. Так как данные о физическом развитии лиц юношеского возраста в Луганской Народной Республике носят отрывочный характер, антропологические исследования данной группы является важной и актуальной.

Цель работы – определить пределы билатеральной изменчивости, а также корреляционные связи между морфометрическими параметрами плеча и голени юношей.

Материал и методы исследования. В исследовании приняли участие 98 юношей. Расчет объема выборки проведен в программе G*Power с учетом рекомендаций Кригер Е.А. и соавт. [4]. В работе использовалась возрастная периодизация, принятая на VII Всесоюзной конференции по проблемам возрастной морфологии, физиологии и биохимии (1965 г.). Все юноши дали письменное информированное согласие на проведение исследования. Материал для представленной работы собран с соблюдением правил биоэтики и, согласно закону о защите личных данных, при дальнейшей обработке был деперсонифицирован.

Длину и массу тела, окружность грудной клетки юношей определяли с использованием стандартного набора инструментов. С помощью сантиметровой ленты с точностью до 1 мм проводили измерение правого (ПП) и левого

плеча (ПЛ) в напряженном состоянии, правой (ГП) и левой голени (ГЛ) в местах их наибольшего диаметра. Соответствие распределения значений указанных выше параметров закону нормального распределения проверяли с использованием критерия Шапиро-Уилка. Тест на однородность дисперсий осуществляли с использованием критерия Левена. Так как нулевая гипотеза по данным критериям была отвергнута, дальнейшую обработку полученных данных проводили с применением непараметрических статистических методов.

Описательные статистики включали в себя определение медианы, нижнего и верхнего квартилей (при описании результатов исследования значения представлены в квадратных скобках), а также минимальное и максимальное значения изучаемых параметров. Сравнение изучаемых параметров на контрлатеральных конечностях проводили с использованием критерия Манна-Уитни. Корреляционный анализ проведен с применением метода Спирмена. Критический уровень значимости указанных выше статистических критериев определен на уровне 0,05. Статистическая обработка полученных данных и визуализация результатов исследования реализованы в среде программирования R. Помимо базовых пакетов R использовали пакеты `psych`, `readxl` и `vioplot`.

Результаты исследования. Медиана МТ юношей составила 75,00 кг [64,70; 84,70] при минимальном и максимальном значениях 50,10 и 122,10 кг соответственно. Медианы ДТ и ОГК определены на уровне 180,10 [175,30; 184,90] и 92,85 [86,50; 99,70] см. Описательные статистики по длине тела стоя и окружности грудной клетки представлены на рисунке 1.

Сравнение между собой показателей ПП и ПЛ позволило подтвердить нулевую гипотезу об отсутствии статистически значимых различий между ними ($W=4747,50$; $p=0,892$). Подобные результаты были получены и при сравнении ГП и ГЛ ($W=4861,50$; $p=0,882$) (рисунок 2).

Между изучаемыми морфометрическими параметрами контрлатеральных конечностей юношей установлены сильные положительная корреляционные связи. Обращает на себя внимание тот факт, что наименьшие значения коэффициента корреляции определяются между ДТ и другими изучаемыми параметрами. Результаты корреляционного анализа указывают на то, что в большинстве случаев между изучаемыми в настоящей работе морфометрическими параметрами существует средней силы положительная корреляционная связь (рисунок 3).

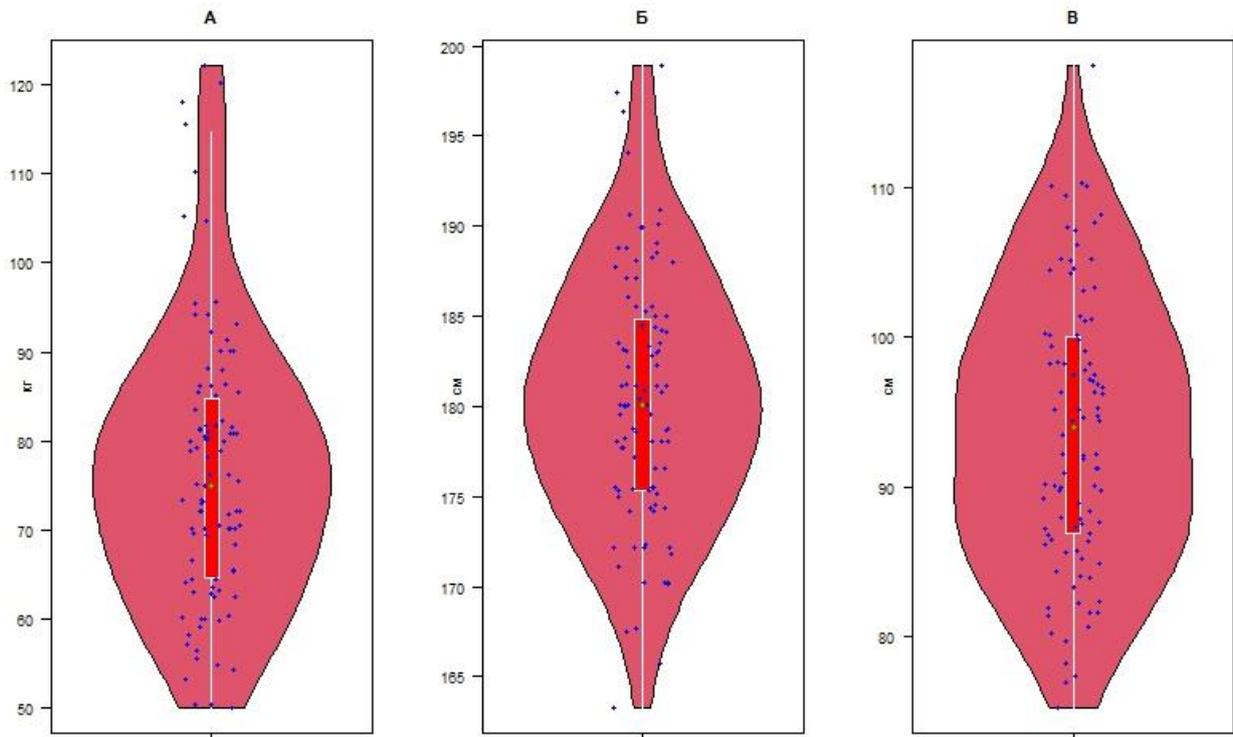


Рисунок 1 – Визуализация описательных статистик массы тела (А), длины тела стоя (Б) и окружности грудной клетки юношей

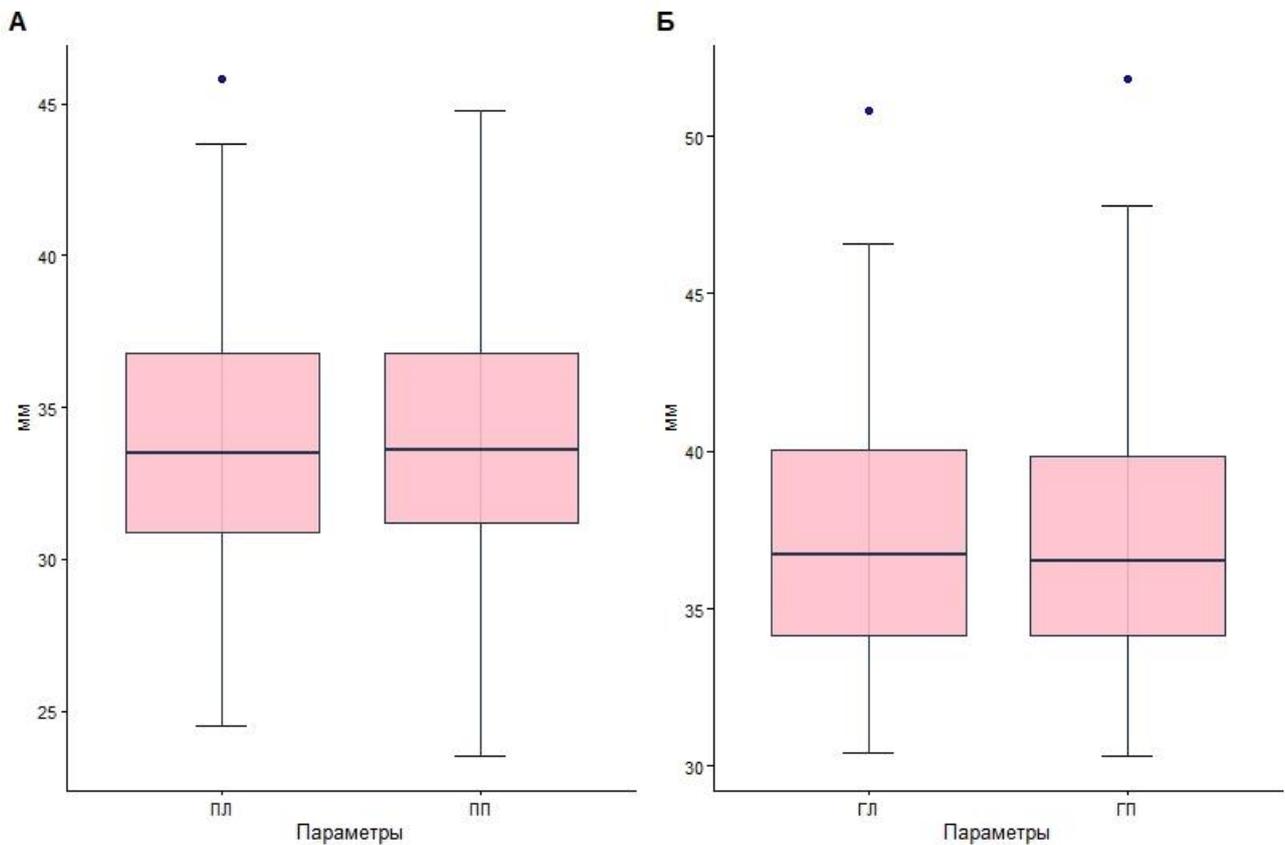


Рисунок 2 – Сравнение морфометрических параметров плеча (А) и голени (Б) юношей

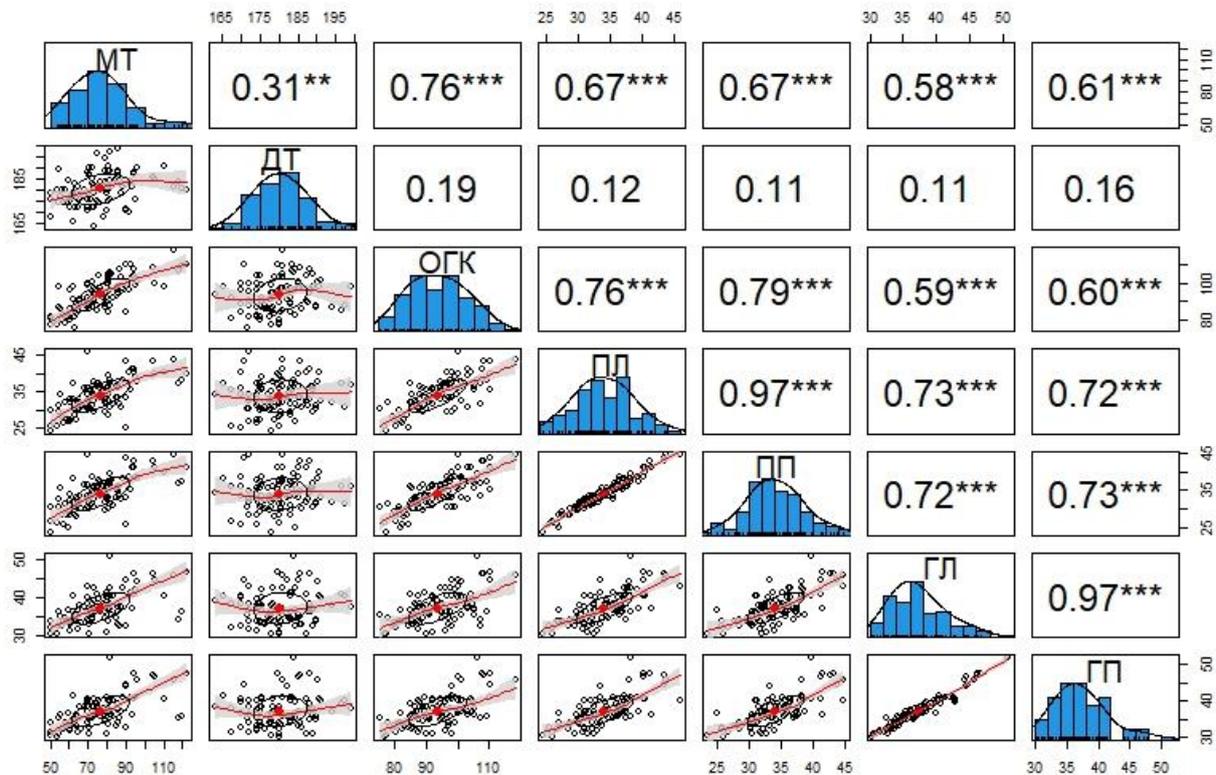


Рисунок 3 – Результаты корреляционного анализа морфометрических параметров юношей

Таким образом, определены пределы билатеральной изменчивости морфометрических параметров плеча и голени юношей. Установлено, что билатеральная асимметрия параметров морфометрии плеча и голени юношей отсутствует. Корреляционный анализ между изучаемыми параметрами позволил установить сильные положительные корреляционные связи между изучаемыми параметрами контрлатеральных конечностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Диденко Д.И. Особенности физического развития юношей до 20 лет // Теория и практика современной науки. 2021;2(68):36-38.
2. Козлов А.И., Вершубская Г.Г. Антропометрические показатели физического развития и пищевого статуса в практике отечественной гигиены // Вопр. питания. 2019;88(5):5–16.
3. Ямпольская Ю.А. Оценка физического развития ребенка и коллектива (по весоростовым соотношениям) // Итоги науки и техники ВИНТИ. Сер.: Антропология. 1989;3:135–197.

Е.В. Журавлева, студент бакалавриата по НП 35.03.04 Агрономия
ФГБОУ ВО Дальневосточный государственный аграрный университет,
г. Благовещенск

ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ И УРОЖАЙНОСТЬ СОРТООБРАЗЦОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ СЕЛЕКЦИИ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ГАУ

Введение. Грибные болезни пшеницы – тема, самая востребованная, изучаемая и обсуждаемая в фитопатологии, коренным образом влияющая на выбор методов защиты культуры и её урожайность. Всего в мире известно не менее 90 видов грибов и грибоподобных организмов, способных паразитировать на пшенице (*Triticum spp.*). Часть этих организмов представлена агрессивными патогенами, способными проникать в ткани активно растущих растений, приводя к снижению урожая и его качества [1]. Поэтому возделывание устойчивых сортов считается самым экологичным методом в защите растений и очень важно оценивать устойчивость к болезням исходного материала на этапе селекции.

Целью работы является оценка перспективных сортобразцов яровой мягкой пшеницы селекции Дальневосточного ГАУ по устойчивости к заболеваниям и урожайности.

Материал и методы исследований. Работа проводилась на опытном поле отдела семеноводства Дальневосточного ГАУ в с. Грибское Благовещенского муниципального округа Амурской области. Посев семян осуществлялся 25 апреля 2025 года, селекционной кассетной сеялкой СКС 6 в количестве 12 ходов, на каждом их которых по 11 делянок. Длина делянки 4 метра, ширина 1,6 метра, учёт проводили в фазу молочной спелости. Растения оценивали визуально по проценту пораженной поверхности листа. По степени поражения болезнью растения классифицировали как высокоустойчивые (степень поражения 0-5%), устойчивые (6-15%), слабовосприимчивые (16-40%), восприимчивые (41-65%), высоковосприимчивые (66-100%) [2]. В качестве сорта стандарта использовали принятый для Амурской области сорт местной селекции ДальГАУ-3.

Результаты исследования. В период фитопатологического мониторинга отмечено три листо-стеблевых заболевания – гельмитоспориоз, септориоз, пиренофороз и одно колосовое – пыльная головня.

Гельмитоспориоз пшеницы – заболевание, вызываемое грибами рода *Helminthosporium*, которое характеризуется поражением как надземных, так и подземных органов растения. Инфекция проявляется в виде некротических пя-

тен на листьях, снижающих фотосинтетическую активность, а также приводит к развитию корневых гнилей, нарушающих водо- и минеральное питание. В результате угнетается рост растений, снижается их устойчивость к абиотическим стрессам и вторичным инфекциям. Совокупное воздействие этих факторов в эпифитотийные годы приводит к снижению урожайности до 40% [1].

Распространенность гельминтоспориоза на пшенице колебалась в пределах 25–60%, при уровне развития заболевания 5–8%, что позволяет отнести изучаемые сортообразцы к категории высокоустойчивых. Наименьшая степень проявления болезни была зафиксирована у сортообразцов КСИ-25 и КСИ-6.

Септориоз листьев пшеницы является широко распространенным грибным заболеванием, вызываемым фитопатогенами рода *Septoria*. Возбудитель поражает все надземные органы растения, включая листья, стебли и колосья, что приводит к формированию характерных некротических пятен. Проникновение инфекции происходит преимущественно через микроскопические устья листьев, после чего грибок активно распространяется в тканях. В результате также снижается фотосинтетическая активность растений, ухудшается их физиологическое состояние и снижается урожайность [1].

Распространенность септориоза находилась в диапазоне 15–80%, при этом уровень развития заболевания составлял 6,6–19,4%. Среди шести изученных сортообразцов только КСИ-25 по степени поражения соответствовал стандартному сорту ДальГАУ-3 и проявил устойчивость к данному заболеванию. Остальные пять сортообразцов характеризовались поражением на уровне 5 баллов, что соответствовало развитию болезни в пределах 15–20%. Это позволяет отнести их к группе слабовосприимчивых форм.

Пиренофороз, известный как желтая пятнистость или пиренофорозная пятнистость, представляет собой грибное заболевание, вызываемое фитопатогенным аскомицетом рода *Pyrrenophora*. Болезнь характеризуется появлением желтых или коричневых пятен на листьях, часто окруженных темно-коричневой каймой, пятна могут сливаться, приводя к обширным хлорозам (нарушение образования хлорофилла), преждевременному старению листа и некрозу листьев пшеницы. В эпифитотийные годы патоген способен приводить к потерям до 60 % урожая [3].

Распространенность пиренофороза колебалась в пределах 0–15%, уровень развития заболевания составлял от 0 до 6,6%, что позволило отнести все изученные сортообразцы к группам устойчивых и высокоустойчивых. На стандартном сорте ДальГАУ-3 и сортообразце КСИ-25 симптомов поражения выявлено не было. Максимальная степень проявления болезни отмечена у сортооб-

разца КСИ-6, где поражение достигало 7 баллов, что соответствовало развитию заболевания на уровне 6,6%. В целом полученные результаты свидетельствуют о высокой устойчивости исследуемого материала к данному патогену.

Пыльная головня пшеницы является грибным заболеванием, вызываемым базидиомицетом *Ustilago tritici*, поражающим преимущественно генеративные органы растения. Инфекция сохраняется в виде мицелия внутри семян и активизируется в период прорастания, что приводит к системному заражению растений. В результате поражения колосья полностью или частично замещаются массой темных спор, что сопровождается потерями урожая. Заболевание широко распространено во всех основных зонах возделывания пшеницы, что обусловлено высокой адаптивностью возбудителя к различным почвенно-климатическим условиям и его способностью длительно сохраняться в семенном материале.

Среди изучаемых сортообразцов распространенность пыльной головни было незначительным 2% и отмечено лишь на сортообразце КСИ-6.

Урожайность сортообразцов в 2025 году составляла от 27,8 ц/га до 44,5 ц/га, при урожайности стандарта 44,8 ц/га. Ни один сортообразец по урожайности не превзошел стандартный сорт ДальГАУ-3, лишь сортообразец КСИ-6 показал урожайность, близкую к стандарту, составив 44,5 ц/га (99,3 % от ДальГАУ-3) (рис.1).

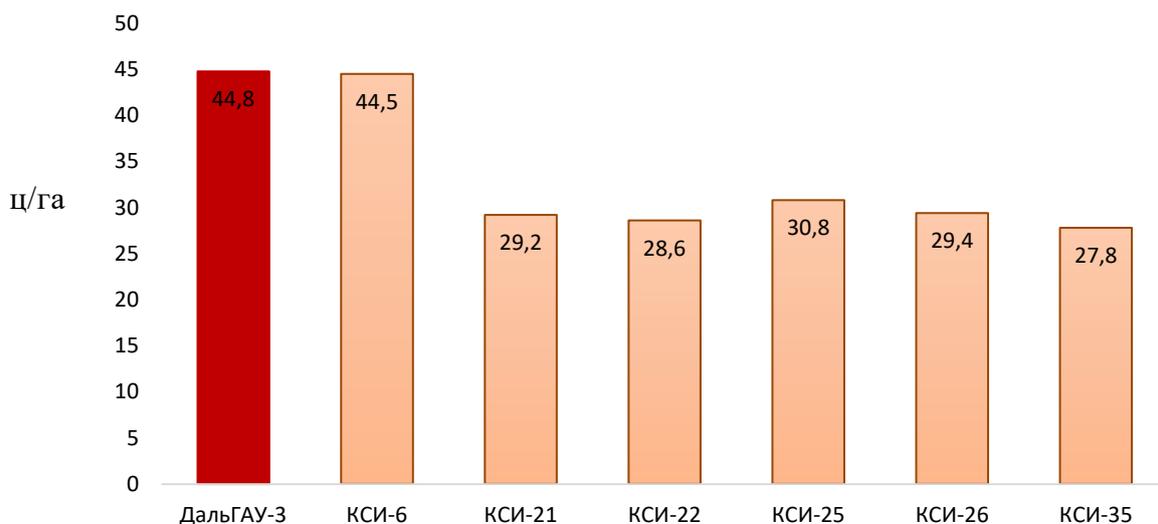


Рисунок 1 – График урожайности яровой мягкой пшеницы селекции Дальневосточного ГАУ

Таким образом, по результатам фитопатологической оценки и урожайности выделились два сортообразца - КСИ-25, который показал высокую устойчивость к гельминтоспориозу, септориозу и пиренофорозу, пыльной головни и КСИ-6 как более высокоурожайный, близкий к сорту стандарту. КСИ-25 может служить ценным источником генетической устойчивости к распространенным заболеваниям и рекомендован для дальнейшего использования в селекционных программах яровой мягкой пшеницы в Амурской области.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ассоциированные с пшеницей микромицеты и их значимость как возбудителей болезней в России / Ф.Б. Ганнибал и др. //Журнал «Вестник защиты растений». 2022, 105(3). С. 164-177.
2. Радченко Е.Е., Кривченко В.И., Солодухина О.В. Изучение генетических ресурсов зерновых культур по устойчивости к вредным организмам: методическое пособие. Москва: Россельхозакадемия, 2008. 138-139 с.
3. Волкова Г.В. Грибные патогены зерновых колосовых культур: биология, распространение, вредоносность, методы учета, сбора и хранения биоматериала. Создание искусственных инфекционных фонов: Научно-практические рекомендации. Краснодар: ФГБНУ ФНЦБЗР, 2024. 28-30 с.

М.С. Михайленко, магистрант, **Е.В. Банецкая**, канд. с.-х. наук
*ФГБОУ ВО Дальневосточный государственный аграрный университет,
г. Благовещенск*

СТРУКТУРА УРОЖАЯ СОИ ПЕРСПЕКТИВНОГО СОРТООБРАЗЦА КИ-5 ПРИ РАЗНЫХ СИСТЕМАХ УДОБРЕНИЯ

Введение. Соя – ведущая белково-масличная культура Дальнего Востока России, урожайность которой в значительной степени определяется эффективностью минерального питания. Формирование высокого и стабильного урожая напрямую связано с оптимизацией элементов его структуры: количества продуктивных узлов, бобов, семян и их массы. Современные интенсивные технологии возделывания сои предполагают использование комбинированных систем удобрения, сочетающих припосевное внесение с листовыми подкормками

в критические фазы развития. Такие подходы позволяют более точно удовлетворить потребности растений в элементах питания, минимизировать стрессовые факторы и, как следствие, реализовать генетический потенциал новых перспективных сортов и сортообразцов [1, 2].

Целью работы являлось изучение влияния различных систем удобрения, различающихся по составу, дозам и способам применения, на элементы структуры урожая и конечную продуктивность перспективного сортообразца сои КИ-5.

Материалы и методы исследования. Полевой опыт был заложен в 2025 году на опытном поле Дальневосточного ГАУ. Почва опытного участка – черноземовидная. Объект исследования – перспективный сортообразец сои КИ-5, выведенный селекционерами Дальневосточного ГАУ, отличающийся высоким потенциалом урожайности. Схема опыта включала 5 вариантов (табл. 1).

Таблица 1

Схема опыта с соей сортообразца КИ-5

№	Вариант	Доза внесения, кг/га	Содержание д.в., кг/га	Способ внесения
1	Контроль без удобрений	-	-	-
2	Аммофос NP 12:52 (контроль)	150	N ₁₈ P ₇₈	Припосевной
3	Аммофос NP 12:52	150	N ₂₈ P ₁₁₃	Припосевной
	ЖКУ NP 11:37	48 л/га		Внекорневая листовая подкормка (в фазу третьего тройчатого листа)
	ЖКУ NP 11:37	19 л/га		Внекорневая листовая подкормка (в фазу налива семян)
4	NPK 10-20-20-6(S)+0,1B+0,5Zn	150	N ₄₃ P ₃₂ K ₃₀ S ₉ B _{0,5} Zn _{0,75}	Припосевной
	Карбамид N46,2 Водорастворимый МАФ NP 12:61	30 3		Внекорневая листовая подкормка (в фазу бутонизации)
	Карбамид N46,2	30		Внекорневая листовая подкормка (в фазу налива семян)

5	Диаммофоска NPK(S) 10:26:26(1)	150	N ₄₃ P ₄₁ K ₃₉ S 2	Припосевной
	Карбамид N46,2 Водорастворимый МАФ NP 12:61	30 3		Внекорневая листовая подкормка (в фазу бутонизации)
	Карбамид N46,2	30		Внекорневая листовая подкормка (в фазу налива семян)

Учетная площадь делянки – 50 м², повторность – четырехкратная, размещение вариантов – систематическое со смещением. В фазу полной спелости с каждой делянки отбирали по 25 случайных растений для детального анализа структуры урожая. Биологическую урожайность (т/га) рассчитывали по массе семян с учетом густоты стояния растений. Достоверность разностей между вариантами оценивали по величине наименьшей существенной разности на 5%-ом уровне значимости (НСР₀₅). Для выявления взаимосвязей между дозами питательных элементов и элементами структуры урожая рассчитывали коэффициенты парной корреляции Пирсона (r).

Работа выполнена в рамках Стратегического технологического проекта «Создание сортов сельскохозяйственных культур и технологическое обеспечение их производства» согласно программе развития университета «Приоритет 2030».

Результаты исследования. Результаты биометрического анализа свидетельствуют о существенном влиянии систем удобрения на все изучаемые параметры (табл. 2). Высота растений значительно увеличивалась под действием удобрений. По сравнению с контролем (97,9 см) наибольшее значение показателя зафиксировано в варианте 5 (106,7 см), что на 8,8 см выше. Высота прикрепления нижнего боба варьировала от 12,6 см (вариант 3) до 15,0 см (варианты 2 и 5), что имеет значение для снижения потерь при уборке. Количество продуктивных бобов на одном растении являлось одним из наиболее чувствительных к питанию признаков. Контрольные растения сформировали в среднем 24,7 боба. Максимальное количество бобов – 33,0 шт. – отмечено в варианте 3 с комбинированным питанием (N₂₈P₁₁₃). Количество семян с растения изменялось сходным образом: от 65,0 шт. в контроле до 86,0 шт. в том же варианте 3. При этом доля абортивных бобов была наименьшей в контроле (0,92 шт./раст.) и варианте 3 (0,90 шт./раст.), что указывает на благоприятные условия для оплодотворения и развития завязей при сбалансированном питании.

Таблица 2

Структура урожая и биологическая урожайность сои сортообразца КИ-50

№ п/ п	Вариант	Высота растений, см	Высота прикреп- ления нижнего бо- ба, см	Количество, шт./раст.				Масса 1000 семян, г	Масса семян с 1 растения, г	Биологическая урожайность, т/га
				ветвей	бобов	абортивных бобов	семян			
1	Контроль	97,9	13,3	0,19	24,7	0,92	65,0	211,0	14,42	4,87
2	N ₁₈ P ₇₈	105,8	15,0	0,39	31,4	2,10	76,4	213,9	16,41	5,64
3	N ₂₈ P ₁₁₃	105,1	12,6	0,48	33,0	0,90	86,0	231,5	19,39	5,67
4	N ₄₃ P ₃₂ K ₃₀ S ₉ B _{0,5} Zn _{0,75}	101,5	14,8	0,45	32,2	1,70	76,2	229,8	16,12	6,33
5	N ₄₃ P ₄₁ K ₃₉ S ₂	106,7	15,0	0,45	30,4	1,48	73,2	241,8	17,70	6,69
	НСР ₀₅	10,2	5,3	0,36	10,2	1,28	25,6	22,8	6,06	3,30

Масса 1000 семян, являющаяся ключевым показателем крупности и потенциальной товарности семян, существенно варьировала в зависимости от системы питания. Наиболее низкое значение было зафиксировано в контроле без удобрений (211,0 г), что подтверждает зависимость этого признака от уровня минерального питания. Применение только фосфорного удобрения (вариант 2) не оказало существенного влияния на массу 1000 семян (213,9 г). Однако включение в систему питания листовых подкормок и расширение спектра элементов (калий, сера, бор, цинк) привело к достоверному увеличению данного показателя. Наибольшая масса 1000 семян была сформирована в варианте 5 с применением диаммофоски и листовых подкормок (241,8 г), что на 30,8 г (или 14,6%) превысило контроль. Вариант 3, показавший максимум по количественным параметрам (бобы, семена), также обеспечил высокую массу семян (231,5 г). Это свидетельствует о том, что для формирования крупных, выполненных семян наиболее эффективны комбинированные системы питания, обеспечивающие растения не только азотом и фосфором, но и серой и микроэлементами в критические фазы налива семян.

Биологическая урожайность, рассчитанная как интегральный показатель продуктивности, наиболее полно отражает реализованный генетический потенциал сортообразца в конкретных агротехнических условиях. Контрольный вариант показал урожайность 4,87 т/га, что можно рассматривать как базовый

уровень продуктивности КИ-5 в условиях опыта без дополнительного минерального питания. Все системы удобрения обеспечили значительную прибавку урожая. При этом выявлены два различных пути достижения высокой урожайности. Первый (вариант 3) был основан на максимальном увеличении числа семян на растении при хорошей их выполненности, что привело к урожайности 5,67 т/га. Второй путь (варианты 4 и 5) связан с формированием меньшего количества, но значительно более крупных и тяжелых семян, что обеспечило максимальную урожайность – 6,33 и 6,69 т/га соответственно. Вариант 5, показавший наивысшую урожайность (6,69 т/га), превысил контроль на 1,82 т/га (37,4%), демонстрируя высокую отзывчивость сортообразца КИ-5 на комплексное NPK-питание с серой. Полученные значения урожайности, особенно в вариантах с полным минеральным питанием, подтверждают высокий генетический потенциал сортообразца КИ-5 и указывают на возможность его успешной интродукции в интенсивные технологии возделывания сои в регионе.

Проведенный корреляционный анализ позволил выявить силу и направленность взаимосвязей между уровнями питания и элементами структуры урожая (рис. 1).

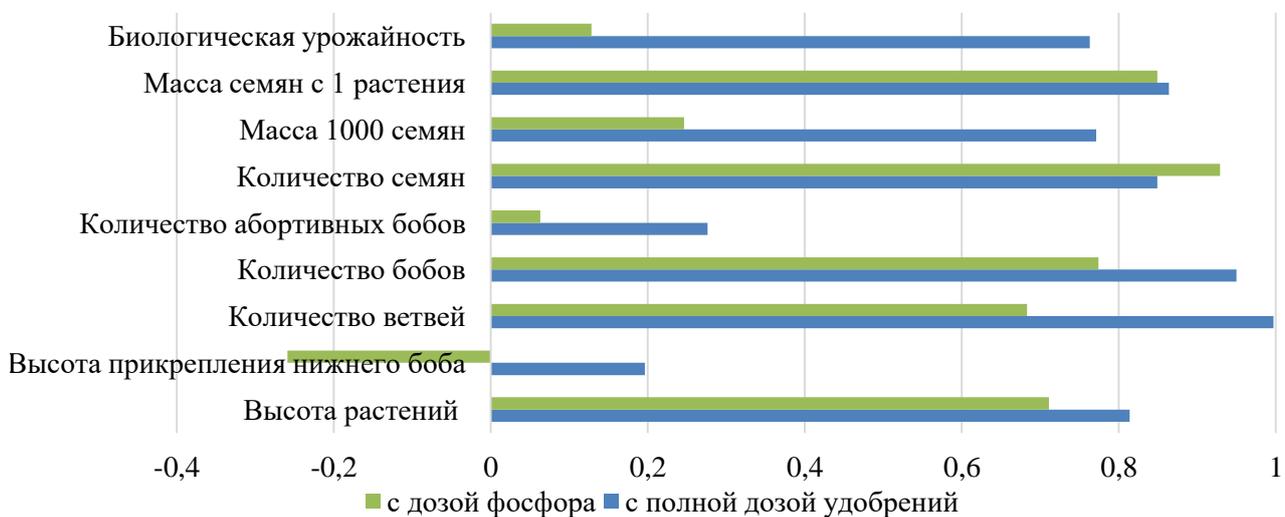


Рисунок 1 – Корреляционные связи элементов структуры урожая с дозой фосфора и полной дозой удобрений ($r_{крит} = 0,878$)

Установлена сильная положительная корреляция между дозой внесенного фосфора и количеством бобов на растении ($r=0,77$), а также количеством семян ($r=0,93$). Это подтверждает ключевую роль фосфора в процессах репродуктивного развития, формирования генеративных органов и семенной продуктивности сои. Полная доза внесенных питательных элементов

(N+P+K+S+микроэлементы) показала сильную положительную связь с количеством ветвей ($r=0,99$), бобов ($r=0,95$), массой 1000 семян ($r=0,77$) и, как следствие, с биологической урожайностью ($r=0,76$). Данная зависимость подчеркивает важность комплексного подхода к питанию для реализации потенциала крупности семян и формирования конечного урожая. При этом корреляция полной дозы удобрений с количеством семян была менее выраженной, чем дозы фосфора, что указывает на разную направленность влияния систем удобрения: повышенные дозы фосфора в большей степени стимулируют «количество», тогда как сбалансированный комплекс элементов – «качество» (массу) семян.

Выводы. Таким образом, высокий генетический потенциал сортообразца сои КИ-5 в полной мере может быть реализован только при использовании интенсивных комбинированных систем удобрения, которые обеспечивают: достаточное фосфорное питание для закладки и развития большого числа репродуктивных органов; комплексное снабжение макро- (N, P, K, S) и микроэлементами для формирования крупных, выполненных семян с высокой массой 1000 семян; гибкое управление питанием через листовые подкормки в ключевые фазы развития (бутизация, налив семян), позволяющее минимизировать стресс и точно удовлетворить потребности растений. Полученные данные служат научной основой для разработки рекомендаций по оптимизированной агротехнике возделывания перспективного сортообразца КИ-5 и подобных ему высокопродуктивных генотипов сои в почвенно-климатических условиях Дальнего Востока России.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белик М.А., Юрина Т.А., Негреба О.Н., Чаплыгин М.Е. Эффективность листовой подкормки удобрениями с микроэлементами в технологии возделывания сои // Техника и оборудование для села. 2021. № 4 (286). С. 24–27.
2. Расулова В.А. Влияние элементов технологии возделывания на продуктивность сои // Зернобобовые и крупяные культуры. 2025. № 1 (53). С. 32–39.

Д.В. Тузов, студент, 1 курс магистратуры, **С.О. Мельников**, студент, 1 курс магистратуры, **Е.М. Веселова**, канд. физ.-мат. наук, **Н.Н. Максимова**, канд. физ.-мат. наук
ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет», г. Благовещенск

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА СУДЕБНЫХ ЗАЯВЛЕНИЙ И ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Введение. В последние годы технологии искусственного интеллекта (ИИ) активно внедряются в судебную систему. Это стало неотъемлемой частью ее цифровизации [2, 5]. С ростом документооборота и усложнением процедур растёт и нагрузка на судебных работников, значительная доля которой приходится на выполнение рутинных операций. К числу таких операций относятся предварительный анализ процессуальных документов, проверка их на соответствие установленным требованиям и подготовка черновиков ответов с юридическим обоснованием. Эти процессы требуют точности, но при этом характеризуются повторяемостью, что делает их перспективным направлением для автоматизации с использованием современных языковых моделей.

Целью работы является разработка архитектуры и прототипа системы поддержки принятия решений для анализа заявлений о вынесении судебных приказов.

Материал и методы исследования. Появление крупных языковых моделей ознаменовало качественный скачок в возможностях обработки естественного языка, продемонстрировав их способность генерировать связный текст, обобщать информацию, отвечать на сложные запросы и даже моделировать логические рассуждения. Такие языковые модели, как GPT-серия, LLaMA или отечественные аналоги, показали впечатляющие результаты в задачах понимания текста, перевода, суммаризации и диалогового взаимодействия. Однако при всей их универсальности модели, основанные исключительно на предобучении, обладают принципиальными ограничениями, которые делают их непригодными для использования в юридической практике без существенной доработки.

Существующие ИИ-решения в юриспруденции можно разделить на три основные категории:

– Информационно-поисковые – расширяют функционал традиционных правовых систем (умный поиск, тематическая кластеризация, рекомендации). Примеры: «КонсультантПлюс», «Гарант», LexisNexis Context [2, 7].

– Аналитические – направлены на оценку рисков, выявление противоречий, прогнозирование исходов. Примеры: Casetext CARA, «Гарант-Аналитик».

– Генеративные – автоматически формируют проекты юридических документов: жалоб, договоров, меморандумов. Примеры: DoNotPay, некоторые стартапы (например, Harvey AI, партнёрство с PwC и Allen & Overy).

Существующие системы сталкиваются с рядом принципиальных ограничений: отсутствие глубокого контекстуального понимания, слабая адаптация к российскому процессуальному праву, зависимость от облачной инфраструктуры. Эти ограничения указывают на наличие устойчивого разрыва между технологическими возможностями и практическими потребностями судебной системы, что и определяет актуальность разработки специализированных, локальных, процессуально-ориентированных ИИ-ассистентов.

Основные ограничения LLM для правовой сферы:

– фиксированные знания на момент обучения (не учитывают новые законы и практику);

– склонность к «галлюцинациям» – выдумыванию фактов и ссылок;

– отсутствие строгой привязки к проверяемым источникам.

Архитектура retrieval augmented generation (RAG) была разработана именно как способ преодолеть эти ограничения за счёт органичного объединения двух фундаментальных механизмов: точного поиска релевантных документов из внешней базы знаний и генеративных возможностей языковой модели [7]. В общем виде RAG система функционирует по следующему принципу: на первом этапе запрос пользователя преобразуется в векторное представление и используется для поиска наиболее близких по смыслу фрагментов из корпуса документов; на втором этапе эти фрагменты передаются языковой модели в качестве расширенного контекста, который служит основой для формирования связного и обоснованного ответа.

В контексте правовой аналитики это означает, что система может:

– при обработке процессуального документа выделять ключевые сущности (участники, суммы, ссылки на нормы, сроки, виды требований);

– находить в базе знаний фрагменты законов, подзаконных актов, судебных решений и разъяснений, которые относятся к данной категории дел;

– формировать черновик заключения, пояснения или рекомендации, при этом сопровождая каждое утверждение ссылками на соответствующие источники.

Преимущества RAG для судебной практики:

- Динамическое обновление знаний без переобучения модели.
- Полная отслеживаемость источников каждого вывода.
- Работа с актуальными редакциями нормативных актов.

Визуальная схема логики работы системы представлена на рисунке 1.

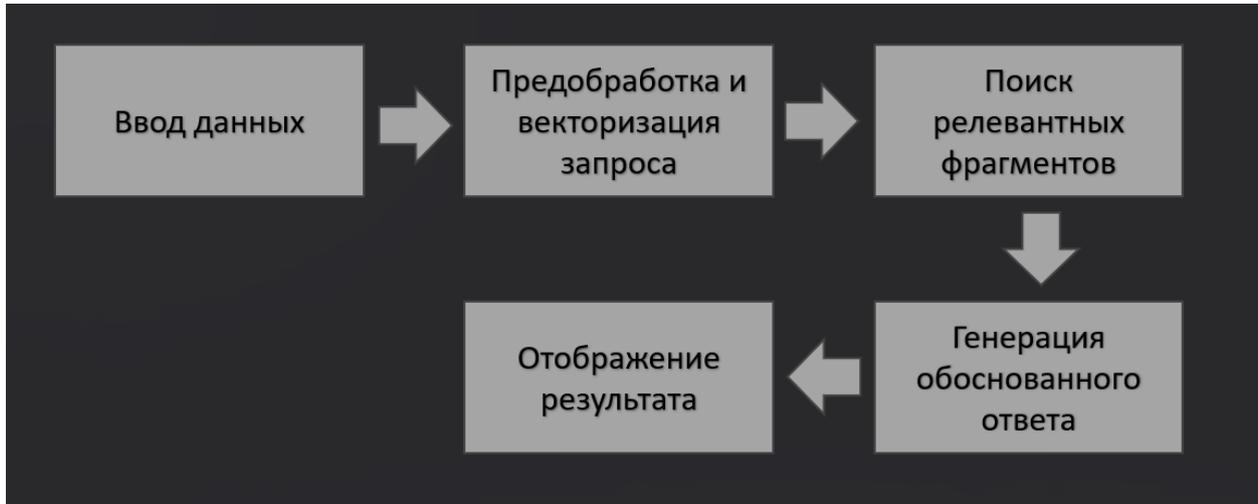


Рисунок 1 – Схема архитектуры RAG-системы

Архитектура RAG системы для анализа правовых документов строится вокруг взаимодействия нескольких ключевых компонентов, каждый из которых отвечает за определённый этап обработки информации – от поступления запроса до формирования финального обоснованного вывода. В отличие от традиционных информационных систем, где акцент делается на хранении и поиске, RAG представляет собой полноценный аналитический цикл, объединяющий извлечение знаний, их интерпретацию и генерацию рекомендаций в едином процессе.

Основные компоненты RAG архитектуры:

- база знаний с предобработанными правовыми документами;
- модуль семантического поиска и векторного представления;
- генеративная языковая модель;
- подсистема объяснимости и отслеживания источников;
- интерфейс пользователя для ввода запросов и просмотра результатов.

Принцип работы RAG в одном цикле:

- Загрузка заявления → извлечение ключевых сущностей
- Семантический поиск → топ-10 релевантных фрагментов
- Генерация ответа LLM → структурированный анализ

- Вывод с источниками → проверка специалистом

Такая модульная архитектура обеспечивает не только высокую производительность, но и гибкость: отдельные компоненты можно обновлять независимо друг от друга (новая модель эмбедингов, расширение базы знаний, смена LLM), что делает систему пригодной для поэтапного внедрения в условиях ограниченных ресурсов государственных учреждений.

Ключевые требования к RAG системам в судебной среде:

- полная актуальность и полнота базы знаний с учётом всех редакций нормативных актов;
- полная прослеживаемость источников каждого сгенерированного вывода;
- отсутствие алгоритмической предвзятости и систематических ошибок;
- соответствие требованиям защиты персональных данных и служебной тайны.

Результаты исследования. Разработана концептуальная архитектура интеллектуальной системы анализа правовых документов на основе retrieval-augmented generation (RAG) для задач судебного делопроизводства. Исследование охватило роль искусственного интеллекта в юридической сфере, проблемы традиционных информационных систем и специфику RAG-подхода с учётом строгих требований к достоверности, объяснимости и актуальности выводов. Изучены конкурентные решения на зарубежном и отечественном рынках.

Параллельно разрабатываемая система продвигается как проект под названием «Судебный ИИ-помощник» в рамках программы «Университет 20.35». Также, проект был представлен в рамках акселерационной программы «Техноимпульс Амур. Осень 2025»

ЛИТЕРАТУРА

1. Антохина Ю.А., Кричевский М.Л., Оводенко А.А. Искусственный интеллект. Цифровые гуманитарные науки: учебное пособие. Санкт-Петербург: ГУАП, 2024. 309 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/497492>
2. Бердникова Е.Ю. О перспективах использования технологии искусственного интеллекта в цивилистическом процессе России // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Право, 2023. № 2. С. 5–12. URL: <https://doi.org/10.17308/law/1995-5502/2023/1/123-130>
3. Вайпман В.А., Ильюшин Е.А., Патенкова В.Ю. Информационные технологии в юридической деятельности (правовая информатика в цифровую

эпоху): учебное пособие. Москва: Юстицинформ, 2024. Часть 1. 260 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/398663>

4. Вайпман В.А., Воронин М.В., Ильюшин Е.А. Информационные технологии в юридической деятельности (правовая информатика в цифровую эпоху): учебное пособие. Москва: Юстицинформ, 2025. Часть 2. 436 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/445466>

5. Вронская М.В., Кузнецов А.В. Цифровизация правосудия и искусственный интеллект: компаративистское исследование // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета, 2025. Т. 17, № 2. С. 149-161. URL: <https://doi.org/10.63973/2949-1258/2025-2/149-161>

6. Соломонов Е.В. Юридическая ответственность искусственного интеллекта // Вестник Омского университета. Серия: Право. 2025. Т. 22, № 2. С. 62-71. URL: [https://doi.org/10.24147/1990-5173.2025.22\(2\).62-71](https://doi.org/10.24147/1990-5173.2025.22(2).62-71)

7. Lewis P., Perez E., Piktus A. et al. Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks // Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS). 2020. Vol. 33. P. 9459–9474. URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2005.11401>

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Банецкая Е.В. – 86
Баранников С.В. – 33
Бельмач Н.В. – 70
Бочарова Н.В. – 13
Буренкова И.С. – 61
Веселова Е.М. – 92
Волосник А.С. – 53
Гальшев А.Н. – 66
Гетманская А.Е. – 57
Евсеева Г.П. – 10
Журавлева Е.В. – 82
Зубов А.А. – 36
Иванов А.В. – 66
Казумова А.Б. – 50
Кальницкая А.А. – 74
Карпенко Д.В. – 57
Кирьяков Н.В. – 70
Кислицкий В.М. – 40
Кондратенко И.А. – 53
Кондратьева Е.В. – 21
Крюков И.А. – 74
Кулик Е.Г. – 5
Лязгиян К.С. – 7
Лямзин А.В. – 80
Макаров И.Ю. – 47
Максимова Н.Н. – 92
Маргелов С.А. – 70
Мельников С.О. – 92
Михайленко М.С. – 86
Пилецкая О.А. – 66
Полтавченко А.Е. – 10
Пчелина К.Э. – 42
Свистова В.А. – 13
Сидлецкая К.А. – 13
Тузov Д.В. – 92
Хасанов С.М. – 25
Хасанова Г.А. – 25
Черенков Д.Н. – 18
Чурикова Т.С. – 47
Шадрин И.Ю. – 21
Шульга А.С. – 27
Щегорцова Ю.Ю. – 29

МАТЕРИАЛЫ
научной конференции
«Молодые ученые – науке»

5-6 февраля 2026 года,
г. Благовещенск

Авторы несут ответственность за достоверность информации
и представленных сведений

Компьютерная верстка Н.В. Соколова

Сверстано редакционной службой ДНЦ ФПД,
675000, Благовещенск, ул. Калинина, 22.
Отпечатано в ООО «ИПК «ОДЕОН», г. Благовещенск, ул. Вокзальная, 75
Формат 60×90/8. Усл. печ. л. 5,54. Тираж 300.
Подписано к печати 12.03.2026.