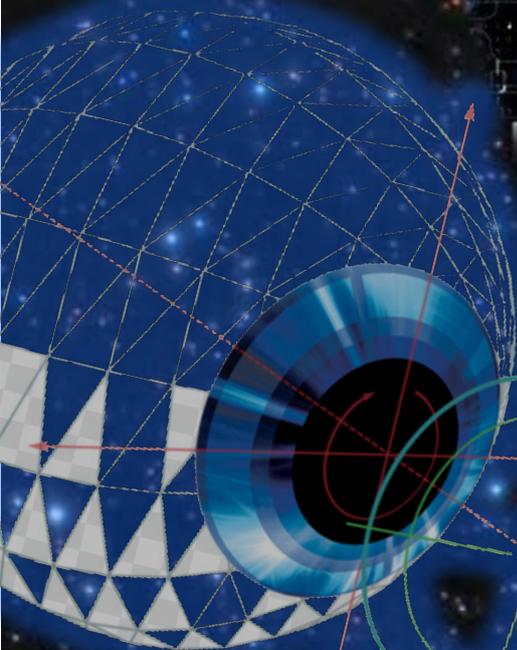
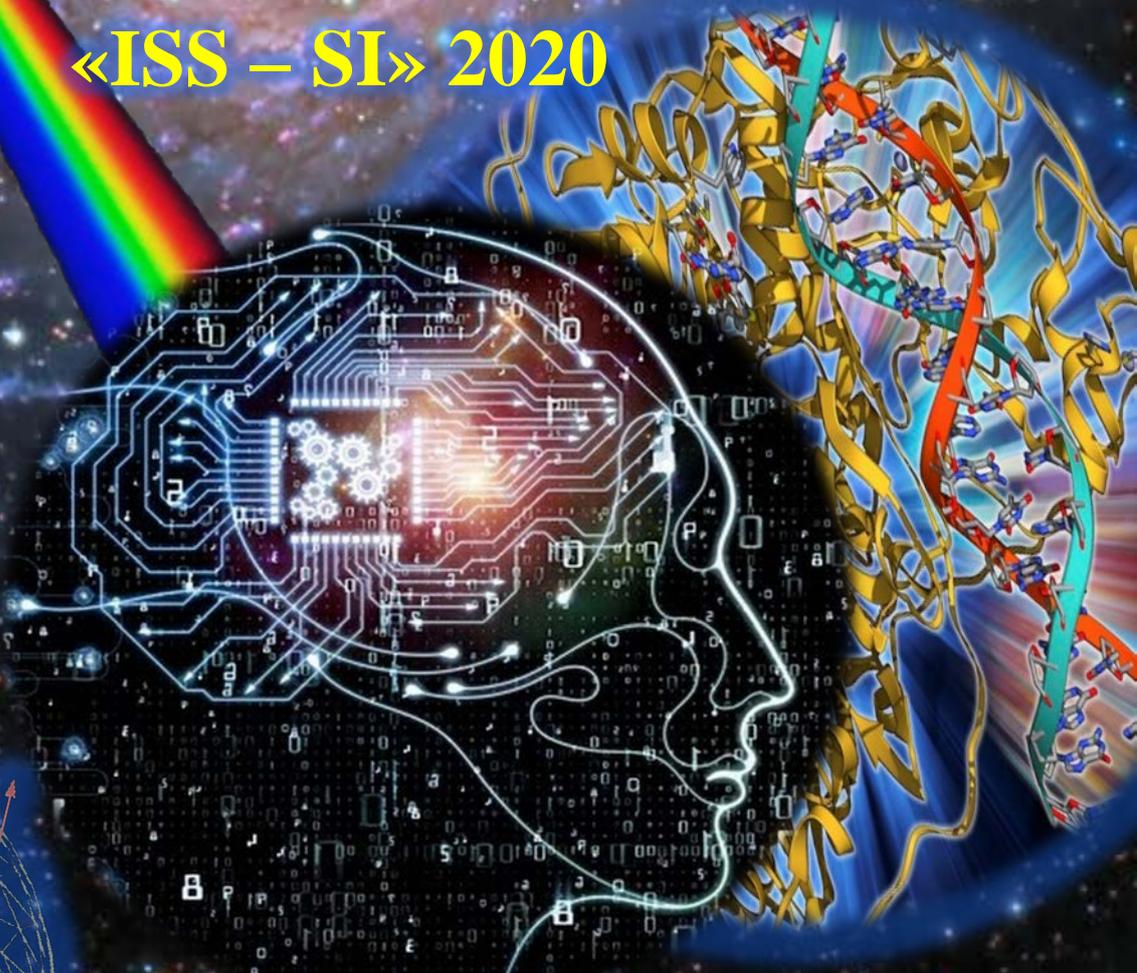


**ПЯТНАДЦАТАЯ
МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ
ШКОЛА «НАУКА И ИННОВАЦИИ»
«ISS – SI» 2020**



Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере
Министерство образования и науки Республики Марий Эл
АНО Поддержки научных разработок «Междисциплинарная Академия Науки и Инноватики»
Поволжский государственный технологический университет
Московский педагогический государственный университет
Институт спектроскопии РАН
Казанский физико-технический институт им. Е.К. Завойского ФИЦ Казанский научный
центр РАН
Казанский (Приволжский) федеральный университет
Марийский государственный университет
Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова
НТЦ «Медасс»
Малое предприятие (бизнес-инкубатор высоких технологий) ООО «ОРОЛ»
Пансионат «Яльчик»

МАТЕРИАЛЫ
ПЯТНАДЦАТОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНОЙ ШКОЛЫ
«НАУКА И ИННОВАЦИИ-2020»
ISS «SI-2020»

Летняя научная сессия АНО ПНР
«Междисциплинарная Академия Науки и Инноватики»

XV Международная научная школа-семинар
«Фундаментальные исследования и инновации:
нанооптика, фотоника, и когерентная спектроскопия»

15 – 22 августа 2020 года

Йошкар-Ола
2020

УДК 001.895:(53+57+316+61)
ББК 26.8
М 341

Программный комитет

Председатель

И.И. Попов – д.ф.-м.н., профессор, Президент АНО ПНР МАНИ

Сопредседатели:

Иванов Д.В. – член.-корр. РАН, д.ф.-м.н., профессор, проректор по науке ПГТУ
В.В. Самарцев – д.ф.-м.н., профессор, зав. лаб. (Казань, КФТИ КазНЦ РАН)

А.В. Наумов - д.ф.-м.н., профессор РАН, зав. отд./зав. кафедрой (Москва, ИСАН/МПГУ)

Члены программного комитета:

В.С. Абрамов (Украина, Донецк)
С.Н. Андрианов (Россия, Казань)
С.М. Аракелян (Россия, Владимир)
Н.М. Арсланов (Россия, Казань)
С.Н. Багаев (Россия, Новосибирск)
А.А. Баев (Россия, Йошкар-Ола)
М.Б. Белоненко (Россия, Волгоград)
А.М. Васильев (Россия, Москва)
Е.А. Виноградов (Россия, Москва)
А.Г. Витухновский (Россия, Москва)
В.А. Голенищев-Кутузов (Россия, Казань)
А.В. Голенищев-Кутузов (Россия, Казань)
В.А. Иванов (Россия, Йошкар-Ола)
А.А. Калачев (Россия, Казань)

Д.И. Камалова (Россия, Казань)
Т.Ю. Могильная (Россия, Москва)
С.А. Моисеев (Россия, Казань)
В.Г. Никифоров (Россия, Казань)
А.А. Роженцов (Россия, Йошкар-Ола)
Н.В. Рябова (Россия, Йошкар-Ола)
Н.И. Сушенцов (Россия, Йошкар-Ола)
А.И. Фишман (Россия, Казань)
О.Х. Хасанов (Беларусь, Минск)
А.В. Шкаликов (Россия Казань)
А.Г. Шмелев (Россия, Казань)
Д.А. Чубич (Россия, Москва)
К.А. Магарян (Россия, Москва)

Ученый секретарь: К.Р. Каримуллин – к.ф.-м.н., с.н.с./зав. лаб. (Москва, ИСАН/МПГУ)

Организационный комитет

Председатель: И.И. Попов – д.ф.-м.н., профессор (Йошкар-Ола, ПГТУ)

Сопредседатель: А.А. Роженцов – д.т.н., профессор, проректор по РУК (Йошкар-Ола, ПГТУ)

Члены оргкомитета:

А.А. Баев (Йошкар-Ола)
Е.И. Гладышева (Йошкар-Ола)
А.А. Гладышева (Йошкар-Ола)
Е.А. Гладышева (Йошкар-Ола)
А.Н. Дедов (Йошкар-Ола)
А.В. Иванов (Йошкар-Ола)
Д.В. Иванов (Йошкар-Ола)
К.Р. Каримуллин (Москва)

В.Ж. Карпов (Йошкар-Ола)
Г.В. Максимов (Йошкар-Ола)
Д.В. Минеев (Йошкар-Ола)
А.В. Мороз (Йошкар-Ола)
Д.А. Никитин (Йошкар-Ола)
А.А. Роженцов (Йошкар-Ола)
Н.И. Сушенцов (Йошкар-Ола)
Д.Е. Шашин (Йошкар-Ола)

Председатель локального организационного комитета:

Гладышева Елена Ивановна,
E-mail: e.glad76@mail.ru, тел. +7 962 588 02 50

М341 Материалы Пятнадцатой международной научной школы «Наука и инновации-2020» ISS «SI-2020» / Редакционная коллегия: проф. И. И. Попов. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2020. – 157 с.

ISBN – 978-5-8158-2161-3

В данный сборник вошли лекционные заметки и статьи приглашенных лекторов по актуальным научным проблемам, сообщения докладчиков по инновационно-ориентированным НИР

https://old.volgatech.net/news/news-of-the-university/77403/?sphrase_id=106257

ISBN – 978-5-8158-2161-3

© ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», 2020

СОДЕРЖАНИЕ

1. Попов И.И. «ИТОГИ ПЯТНАДЦАТИЛЕТНЕГО ЭТАПА СТАНОВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ШКОЛЫ «НАУКА И ИННОВАЦИИ»: МИССИЯ ШКОЛЫ «НАУКА И ИННОВАЦИИ» И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ РЕАЛИЗАЦИИ, ВКЛЮЧАЯ РОЛЬ ОПТИЧЕСКОЙ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ-СЕМИНАРА»	5
2. Попов И.И., Банный Ю.В., Леонтьев А.Ю., Пурьнычева Г.М. УСТРОЙСТВО МИРОЗДАНИЯ И ЭВОЛЮЦИЯ МИРОВОЗЗРЕНИЙ, СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛЮДЕЙ	8
3. Плыкин В.Д. ВИХРЕВАЯ РЕЗОНАНСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ГЛОБАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ РОССИЙСКИХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ	28
II ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПОИСКОВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИКИ	
4. Абрамов В.С. АКТИВНЫЕ ФЕМТО- И НАНООБЪЕКТЫ В АНИЗОТРОПНЫХ МОДЕЛЯХ ФРАКТАЛЬНОЙ КОСМОЛОГИИ	37
III ФИЗИКА-МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ-ТЕХНОЛОГИИ-ОБОРУДОВАНИЕ	
5. Минеев Д.В., Попов И.И., Мороз А.В. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПОСТРОЕНИЮ МОДУЛЯТОРОВ МЕМРИСТОРНЫХ СВОЙСТВ ОКСИДА ЦИНКА НА ОСНОВЕ ПРОЦЕССОВ, ПРОТЕКАЮЩИХ В КВАНТОРАЗМЕРНЫХ ОБЪЕКТАХ В ВИДЕ ЛОВУШЕК ЭКСИТОНОВ	48
6. Иванов А.В., Попов И.И., Мороз А.В. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КОРРЕКЦИИ ТЕКСТУРЫ ТОНКИХ МЕДНЫХ ПЛЕНОК С ПОМОЩЬЮ МОДУЛИРОВАННЫХ АКУСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ДЛЯ ТОНКОПЛЕНОЧНОГО ЭКСИТОН-ЭЛЕКТРОННОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ	50
7. Леонтьев А.Ю., Попов И.И., Мороз А.В., Гладышева А.А., Иванов А.В., Минеев Д.В., Сушенцов Н.И. ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТОДОМ МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ НАНОРАЗМЕРНЫХ ЛОВУШЕК ЭКСИТОНОВ И ТРИОНОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА СВОЙСТВА ТОНКИХ ПЛЕНОК	53
8. Волков С.В., Гарипов И.Х., Орлов А.И., Савельев А.А. КОНСТРУКЦИЯ СИЛОВОЙ ЧАСТИ УСТРОЙСТВА ВЫРАВНИВАНИЯ НАГРУЗКИ ДЛЯ ТРЕХФАЗНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ 0,4 кВ	58
9. Могильная Т.Ю., Васильев А.М., Пагава Л.Л., Ботиков А. Г. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО ПЛАЗМОННОГО РЕЗОНАНСА НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА КРЕМНИЙ НАНО-СЕРЕБРО В БЛОКЕ ЗАПИСИ ИНФОРМАЦИИ ДИАГНОСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКС «ИНТЕСТ»	64
10. Сидорова В.Т., Рокина Е.Г., Софронов М.А. ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС «RTS-СЕРВИС» ДЛЯ ОБРАБОТКИ, АНАЛИЗА И РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАСХОДА РЕАКТИВНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ	73
11. Румянцева Д.Е., Мороз А.В., Михеева Е.В. МЕТОДИКА КОНТРОЛЯ ЧИСТОТЫ ПОВЕРХНОСТИ ПОДЛОЖЕК ПО УГЛУ СМАЧИВАЕМОСТИ	75
IV НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ	
12. Митрасов Ю.Н., Колямшин О.А., Кондратьева О.В., Саулина О.В., Кетме- лева Н.В., Яичникова О.Н., Веселова М.А., Иванова Т.А., Кошелева М.О. РЕАКЦИИ АРОМАТИЧЕСКИХ АЛЬДЕГИДОВ С ГЕТЕРИАЛКИЛ-4-АМИНОБЕНЗОАТАМИ	78

V ЖИВЫЕ СИСТЕМЫ

13. Алтынова Н.В., Шуканов Р.А., Шуканов А.А. КОРРЕКЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ФИЗИОЛОГО-ГИНЕКОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА У ТЁЛОК БИОАКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ В ЙОДОСЕЛЕНОДЕФИЦИТНОМ РЕГИОНЕ	83
14. Алтынова Н.В. КОРРИГИРОВАНИЕ СТАНОВЛЕНИЯ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ ТЕЛЯТ ВО ВЗАИМОСВЯЗИ С ТЕХНОЛОГО-ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ УСЛОВИЯМИ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ	90
15. Волков В.Е., Волков С.В. ДИАГНОСТИКА И ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ЭВЕНТРАЦИИ ДИАФРАГМЫ	91
16. Волков В.Е., Волков С.В. ПРОФИЛАКТИКА ВЕНОЗНЫХ ТРОМБОЭМБОЛИЧЕСКИХ ОСЛОЖНЕНИЙ В ХИРУРГИИ	95
17. Воронов Л.Н., Сапожников С.П., Козлов В.А., Агафошкина Л.Ю., Алексеева Д.Г. ДИНАМИКА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ГЕМОРРАГИЧЕСКОЙ ЛИХОРАДКОЙ С ПОЧЕЧНЫМ СИНДРОМОМ В ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ	99
18. Гималдинова Н.Е., Любовцева Л.А., Любовцева Е.В. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ РЕНТГЕНОМОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЙ В ТУБЕРКУЛОМАХ РАЗНЫХ ФАЗ АКТИВНОСТИ	103
19. Григорьева Е.А., Гордова В.С., Сергеева В.Е., Иванов Д.О., Карышев П.Б. ГИСТАМИНСОДЕРЖАЩИЕ СТРУКТУРЫ ПЕЧЕНИ КРЫС ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ СОЕДИНЕНИЙ КРЕМНИЯ НА РАЗЛИЧНЫХ СРОКАХ ЭКСПЕРИМЕНТА	108
20. Гурьянова Е.А., Тихоплав О.А. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ В КОРРЕКЦИИ РАССТРОЙСТВ ПОХОДКИ	110
21. Гурьянова Е.А., Азизова Г.Д., Тихоплав О.А. ДИНАМИКА ТЕСТА ШЕСТИМИНУТНОЙ ХОДЬБЫ НА АМБУЛАТОРНОМ ЭТАПЕ РЕАБИЛИТАЦИИ У КАРДИОЛОГИЧЕСКИХ ПАЦИЕНТОВ	121
22. Ефейкина Н.Б., Налимова Н.В., Дьячкова И.М., Смирнова Н.В., Подшивалина В.Н. Иванова, Н.Н., Ильина Л.Ю., Агафошкина Л.Ю. РОЛЬ КИШЕЧНОЙ ПАЛОЧКИ В ФОРМИРОВАНИИ МЕСТНОГО ИММУНИТЕТА ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА	127
23. Лежнина М.Н., Софронов В.Г., Шуканов Р.А., Шуканов А.А. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИММУНОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА СВИНЕЙ ЕСТЕСТВЕННЫМИ БИОАКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ ВО ВЗАИМОСВЯЗИ С ФАКТОРАМИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ: ЭКОЛОГО-ОНТОГЕНЕТИЧЕСКИЙ АСПЕКТ	130
24. Мулендеев С.В., Любовцева Л.А., Мулендеев Д.С., Столяров М.В. ВЛИЯНИЕ ПОЗДНИХ ПЕРЕИМПЛАНТИТОВ НА СОДЕРЖАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ДЕСНЫ	133
25. Любовцева Л.А., Волкова Л.П., Любовцева Е.В., Волков А.В. ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТОВ MATRIX VISUM и MATRIX LENS НА НЕЙРОАМИННЫЙ СОСТАВ СЛЕЗЫ ЧЕЛОВЕКА	138
26. Сапожников С.П., Козлов В.А., Ефейкина Н.Б., Голенков А.В. КУРЕНИЕ ТАБАКА И БОЛЕЗНИ ЛЕГКИХ (обзор)	146
ФОТОХРОНИКА ШКОЛЫ	151
ПЕРВОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ СООБЩЕНИЕ	154
ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ – ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ	155

**ИТОГИ ПЯТНАДЦАТИЛЕТНЕГО ЭТАПА СТАНОВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ШКОЛЫ
«НАУКА И ИННОВАЦИИ»**

**Председатель программного и организационного комитетов
д.ф.-м.н., профессор И.И. Попов
biht.orol@gmail.com**

Миссия Международной научной школы «Наука и инновации» заключается в формировании среды развития пассионарных личностей в области научной и инновационной деятельности. Роль пассионариев в науке заключается в восстановлении целостности научных знаний, отражающих полноту восприятия мироустройства. Роль инноваций - в практической реализации в различных сферах жизнедеятельности людей новых продуктов, решающих задачи гармонизации процессов, протекающих в области жизненных интересов человека и окружающей его среды, как минимум в пределах биосферы Земли, потребность в которых вытекает из обобщенной модели мироздания.

В основе создаваемой на Школе модели мироздания лежит система количественных и качественных связей между сферами различных размеров с различным количеством циркулирующих в них энергий, под воздействием встречно направленных по правой и левой конической спиралям Архимеда центробежной и центростремительной сил. Закон Сферы, включающий отражение гравитационных и антигравитационных процессов, протекающих в любой из сфер, позволяет сформировать представление об универсальном первичном элементе мироустройства – обобщенной модели сферы, формируемой из более крупной сферы, соседствующей в количественной иерархии мироздания (образно моделируемых содержанием сувенира «Русская матрешка»).

При формировании научных основ предлагаемого мировоззрения полносферной гармонии использовались все каналы получения информации, предшествующей получению научного знания. Одноразовая фиксация природной информации воспринимается человеком как чудо. Повторяющаяся, но недоступная для воспроизводства информация – как природное явление. Информация, воспроизводимая человеком в эксперименте, воспринимается как его опыт получения дискретных знаний. Обобщенная модель воспроизведенных знаний, отражающая все известные случаи получения опыта и используемая в дальнейшем для прогнозирования вариантов существующей в природе информации, принимается как научное знание, пригодное для использования сторонними людьми.

Изначально на Школе был выбран курс фиксации и обсуждения новых проявлений знаний в природе в виде чуда или явления, сбора опыта отдельных исследователей, поиска проявления общих закономерностей в процессах, протекающих в различных областях жизнедеятельности людей и различных областях развития научных знаний. Этот курс был направлен на формирование на основе аккумулируемой на Школе информации целостного восприятия мироустройства и на оценку мировозданческого вклада обсуждаемых на школе научных результатов. Начинаясь Школа по инициативе специалистов в области оптики. Именно эта область научных знаний является наиболее развитой как в части энергетических, так и полевых обменов между отдельными объектами материального мира. В формировании замысла школы приняли участие доктор физико-математических наук И.И. Попов, его научные наставники профессора В.В. Самарцев (КФТИ КНЦ РАН) и А.П. Сухоруков (МГУ им. М.В. Ломоносова), их партнеры Сухорукова, к.ф.-м.н. (ныне д.ф.-м.н.) А.А. Сухоруков. Поддержал развитие инновационного крыла Школы д.э.н., к.т.н. Зинов В.Г. (декан факультета инновационного бизнеса АНХ при Правительстве РФ).

В проектном наполнении первой Школы участвовал к.с.-х.н. Э.М. Шарапов. По

инициативе А.П. Сухорукова в рамках школы сразу выделилось сателлитное мероприятие – Школа-семинар, в настоящее время получившее название Школа-семинар «Фундаментальные исследования и инновации: нанооптика, фотоника и когерентная спектроскопия» (со статусом научной конференции). За прошедшие 15 лет на Школе выступали как с обзорными лекциями, так и с оригинальными научными докладами академики и члены- корреспонденты РАН в области физики, доктора и кандидаты физико-математических, химических, биологических, медицинских, ветеринарных, технических, психологических, педагогических и экономических наук. Некоторые из них, внесшие наибольший вклад в формирование багажа рассматриваемых на школе знаний, получили признание в рамках школы в качестве ее почетных лекторов. К ним относятся доктора физико-математических наук Самарцев Виталий Владимирович, Сухоруков Анатолий Петрович, Полишук Ростислав Феофанович, Голенищев-Кутузов Вадим Алексеевич, член-корреспондент РАН, д.-ф.м.н. Виноградов Евгений Андреевич, академик РАН, д.ф.-м.н. Салихов Кев Минуллович, доктор экономических наук, кандидат технических наук Зинов Владимир Глебович, доктор биологических наук, кандидат медицинских наук Козлов Вадим Авенирович, доктор ветеринарных наук Шуканов Александр Андреевич, руководитель инновационной компании «Медасс» (г. Москва) Николаев Дмитрий Викторович.

Этапы реализации миссии Школы «Наука и инновации» и становления гармоничной жизни современного общества включают фазу завершающегося накопления содержания (соответствующую первому интервалу жизненного цикла, от 0 до 18 % его протяженности), предстоящую фазу накопления коммуникаций (взаимодействий) (соответствующую второму интервалу жизненного цикла, от 18 до 35 % его протяженности), фазу самореализации субъектов модели (соответствующую третьему интервалу жизненного цикла, от 35 до 50 % его протяженности) и фазу обобщения и развития опыта функционирования жизненных процессов в рамках принятого мировоззрения (вторая половина жизненного цикла любой сферы, охватывающих область интересов отдельного человека или различных сообществ людей).

В основе предлагаемого и обсуждаемого на юбилейной XV Международной научной школе «Наука и инновации – 2020» и ее сателлитном научном мероприятии XV международной научной школе-семинару «Фундаментальные исследования и инновации: нанооптика, фотоника и когерентная спектроскопия» лежит формирование обобщенной модели мироздания, на которой базируется формулируемое мировоззрение современного активно развивающегося общества.

Предлагаемая обобщенная модель мироздания является буферной оболочкой, обладающей свойством эмерджентности, то есть не отторгающей любое вошедшее в нее представление о природных объектах и процессах и, в силу проявления синергетического эффекта, приобретающей от него новые свойства, в то же время, обогащающую его тоже в процессе взаимодействия. Она должна быть работоспособна при проецировании ее на любое периодически повторяющееся проявление природных процессов, будь то объекты микромира или макромира, отдельного человека или любой общности людей.

Ее роль не навязывания человеку нового уклада жизни, а в информировании его о наличии доступного выбора в оценке протекающих вокруг его процессов и событий. В процессе накопления опыта биологической жизни человек сталкивается с вызовами окружающей среды, вырабатывающее в человеке реакцию на них, фиксируемую в системе нейрохимических связей головного мозга в виде аналогов реакции на соответствующие вызовы окружающей среды. Попадая в определенные жизненные ситуации человек из набора этих аналогов выстраивает свое жизненное поведение (реализует свою судьбу, как последствия качества суждения вызовов окружающей среды). Если в процессе накопления и применения этих аналогов человек ощущает комфортное внутренне равновесие во внутреннем стержне мироощущения, то ему не обязательно становится пассионарием (пассионарии это активные люди, обладающие полным сферообразным мировоззрением). Ему достаточно считаться с

соответствующим его внутренней культуре религиозным учением, вселяющим ему веру в правильность своих поступков и ведения жизнедеятельности в соответствии с природным равновесием. Часть людей любого сообщества в объеме не менее 7% способна создать управленческие механизмы и направить свое сообщество в соответствии с поведением, обеспечивающим как минимум сохранность, как максимум наиболее эффективное экологически безопасное ресурсосберегающее развитие.

Исходя из возникающего у человека дискомфорта от ощущений неравновесности с окружающей средой протекающих в нем процессов - при более глубоком осознании смысла жизни, он имеет возможность развивать в себе целостность восприятия и реализацию всех возможностей, данных человеку его природой. Если в среде обитания человек испытывает внутреннее равновесие и устраивающий его комфорт, не ущемляющие интересы окружения, то система взаимоотношений в обществе должна обеспечивать ему возможности для реализации выбранного им образа жизни.

На данной школе представлены результаты обобщения ее 15-летней работы путем проведения очередной научной сессии АНО ПНР МАНИ и выработки конкретных проектных подходов по реализации элементов нового мировоззрения для решения актуальных проблем современного общества по преодолению сложившегося в данный момент системного кризиса управления системами во всех аспектах бытия и имеющихся тенденций дефицита ресурсов.

С целью разработки требований к разрабатываемой АНО ПНР МАНИ в сотрудничестве с ПГТУ образовательной программе дополнительного вузовского образования для творческого развития личности (по формированию пассионарных личностей) на школе рассматриваются результаты оптических научных исследований, развиваемых мировым научным сообществом, и прорывных отраслевых исследований, обладающих потенциалом совершенствования буферной обобщенной модели мироздания и внесения мировозданческого вклада в систему подготовки пассионариев.

В рамках проведения в пяти частях авторского (профессора Попова И.И.) семинара «Основы мировоззрения на основе предлагаемой сферообразной модели мироздания и основные подходы к его реализации» рассматриваются темы формирования требований и содержания учебных курсов Федеральной образовательной программы дополнительного вузовского образования «Траектория творчества и развития». К таким программам, относятся «Нанооптическое и нанoeлектронное поляритон-экситонное приборостроение», «Электронноэнергетическая безопасность жизнедеятельности людей», «Оздоровительное лесопользование и природопользование», «Физкультурно-оздоровительная подготовка на основе сферу образующего мировоззрения», «Аккредитация образовательных программ и учебных курсов» и другие программы.

Предлагаемые подходы имеют перспективы применения для создания нанoeлектронных приборов на новых физических принципах. В том числе ведутся исследования по созданию приборов для регистрации гравитации и антигравитации, в том числе гравитационных и антигравитационных навигаторов, регистраторов уровня природного иммунитета, датчиков уровня согласованности излучаемых человеком и объектами окружающей среды энергий, возникающих под воздействием сферических центробежных и центростремительных сил. Также на Школе рассматриваются основы формируемых подходов к решению актуальных проблем современного общества.

**УСТРОЙСТВО МИРОЗДАНИЯ И ЭВОЛЮЦИЯ МИРОВОЗЗРЕНИЙ,
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛЮДЕЙ**

И.И. Попов^{1,2}, Ю.В. Банный², А.Ю. Леонтьев¹, Г.М. Пурынычева¹

¹ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет

²АНО поддержки научных разработок «Междисциплинарная Академия Науки и Инноватики»

biht.orol@gmail.com

**THE STRUCTURE OF THE WORLD AND THE EVOLUTION OF THE WORLD
OUTLOOK, MODERN TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF HUMAN LIFE**

I.I. Popov^{1,2}, Yu.V. Bannyi², A.Yu. Leontiev¹, G.M. Purynycheva¹

¹FSBEI HE "Volga State Technological University.

²ANO for the support of scientific developments "Interdisciplinary Academy Science and Innovation"

biht.oro1@gmail.com

**ВИХРЕВАЯ РЕЗОНАНСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ГЛОБАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ
РОССИЙСКИХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ**

В.Д. Плыкин

*ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»,
426034, респ Удмуртская, город Ижевск, улица Университетская, 1
E-mail: vplykin@mail.ru*

АКТИВНЫЕ ФЕМТО И НАНООБЪЕКТЫ В АНИЗОТРОПНЫХ МОДЕЛЯХ ФРАКТАЛЬНОЙ КОСМОЛОГИИ

В.С. Абрамов

Государственное Учреждение Донецкий физико-технический институт им. А.А. Галкина
83114, Украина, Донецк-114, ул. Розы Люксембург, 72
vsabramov2018@gmail.com

Параметры активных нанообъектов и фемтообъектов связаны с космологическими параметрами, с новыми значениями постоянных Хаббла. Эти активные объекты могут определять состав, структуру и поведение солнечного ветра (потоков различных частиц) вблизи Солнца, Земли и в межзвездном пространстве (вблизи гелиопаузы). Определены связи таких активных объектов с параметрами бозона Хиггса и полем Хиггса. Оценки основных параметров согласуются с экспериментальными данными, полученными космической обсерваторией Planck (на основе Fermi-LAT и Cerenkov telescopes), радиотелескопами UTR-2 и URAN-2, зондами Parker Solar Probe, Voyager 2 и Voyager 1. В рамках анизотропной модели фрактальной космологии выполнено описание основных характеристик модельного фемтообъекта. Для учета стохастического поведения параметров модельного фемтообъекта (активного объекта с размерами порядка классического радиуса электрона) вводятся случайные величины. На примере атома водорода выполнены оценки радиуса протона, его среднего квадратичного отклонения и сравнение с экспериментом.

Ключевые слова: модельный фемтообъект, бозон Хиггса и поле Хиггса, анизотропные модели фрактальной космологии, постоянные Хаббла, структура солнечного ветра, гелиопауза, атом водорода, радиусы протона и электрона.

The parameters of active nanoobjects and femtoobjects are coupled with cosmological parameters, with new values of the Hubble constants. These active objects can determine the composition, structure and behavior of the solar wind (flows of various particles) near the Sun, Earth and in interstellar space (near the heliopause). The relationships of such active objects with the parameters of the Higgs boson and the Higgs field are determined. Estimates of the main parameters are conformed with the experimental data obtained by the Planck space observatory (based on Fermi-LAT and Cerenkov telescopes), UTR-2 and URAN-2 radio telescopes, Parker Solar Probe, Voyager 2 and Voyager 1. Within the framework of the anisotropic models of the fractal cosmology, a description of the main characteristics of the model femtoobject was performed. To take into account the stochastic behavior of the parameters of a model femtoobject (an active object with dimensions of the order of the classical electron radius), random variables are introduced. Using the example of a hydrogen atom, we estimated the radius of a proton, its mean square deviation, and compared it with an experiment.

Keywords: model femtoobject, Higgs boson and Higgs field, anisotropic models of fractal cosmology, Hubble constants, structure of the solar wind, heliopause, hydrogen atom, proton and electron radii.

1. Введение. Для описания фрактальных космологических объектов (на примере бинарных черных дыр и нейтронных звезд) в работах [1, 2] была предложена модель, которая учитывает связи параметров бозона Хиггса и реликтовых фотонов, гравитонов. В рамках этой модели показана возможность излучения гравитационных волн от таких космологических объектов в режиме сверхизлучения [2]. Учет поля Хиггса позволил предложить анизотропную модель фрактальной космологии, в рамках которой возможно описание эффекта ускоренного расширения Вселенной [3]. При этом возможен переход к описанию атомных дефектов, активных нанообъектов, нейтрино [4, 5]. Активные объекты во фрактальных квантовых системах имеют свои характерные особенности поведения [6 - 8]. При этом возможно появление сверхбезызлучательных состояний активных объектов [7]. При описании различных физических полей (гравитационного, электромагнитного, нейтринного, деформации, напряжения) во фрактальных квантовых системах необходимо учитывать эффект упорядочения соответствующих операторов [8]. Методы когерентной лазерной спектроскопии и современное развитие нанотехнологий дают возможность исследовать активные фемтообъекты (протоны, нейтроны, атомный и мюонный водороды, лептоны) во фрактальных квантовых системах. В работах [9 - 11] были получены оценки характерных размеров для радиуса протона и постоянной Ридберга в атомном и мюонном водородах. Отметим, что активные фемтообъекты типа лептонов имеют аномалии магнитных свойств [12 - 14]. Для нейтрино наблюдается эффект осцилляций (взаимные превращения электронного, мюонного нейтрино и τ -нейтрино друг в друга) [13].

Связи параметров бозона Хиггса с активными наноэлементами во фрактальных системах исследовались в [15 - 17]. Особенности поведения связанных состояний пары вихрь-антивихрь

рассмотрены в [16]. В [17] предложено описание связей параметров бозона Хиггса с космологическими объектами во Вселенной. Для ускоренно расширяющейся Вселенной в рамках этой модели [17] получены связи постоянной Хаббла (старое значение) с параметрами бозона Хиггса и реликтового излучения. Экспериментальные данные о затухании γ -лучей на межгалактическом фоне, полученные космической обсерваторией Planck (на основе Fermi-LAT и Serenkov telescopes), позволили определить новые значения постоянной Хаббла и плотности материи во Вселенной [18]. Авторы объясняют эти новые значения взаимодействием γ -лучей с реликтовыми фотонами. При этом возникает необходимость согласования старого и нового значений постоянных Хаббла как в рамках нашей модели, так и с космологической моделью Λ CDM (плоской космологии). С другой стороны, экспериментальные данные о составе, структуре и поведении солнечного ветра (потоков различных частиц) вблизи Солнца [19 - 24], Земли [25] и в межзвездном пространстве (вблизи гелиопаузы) [26 - 30] также должны быть связаны с новыми значениями постоянной Хаббла, скорости расширения и плотности материи Вселенной.

Целью работы является описание основных характеристик активных фемтообъектов, солнечного ветра, гелиопаузы и их связей с параметрами бозона Хиггса и полем Хиггса во фрактальных моделях Вселенной.

2. Описание модельного фемтообъекта. В состав солнечного ветра могут входить активные нанообъекты [4 – 7] и фемтообъекты. На основе результатов работ [1, 2, 4 - 7] вводим основные параметры ξ_{2p} , Ω_{A0} , r_p модельного фемтообъекта

$$\xi_{2p} = \chi_0 / n'_F = 1 / (N'_p - N); \Omega_{A0} = n_{A0} E_e / E_{H0}; r_p = 2r_e / (z'_\mu n_F), (1)$$

которые связаны с известными параметрами квантовой электродинамики

$$r_e = e^2 / (m_e c_0^2); \hbar c_0 = e \cdot e_{\alpha 0}; e_{\alpha 0} = e \cdot \alpha_0; \alpha_0 = \hbar c_0 / e^2; E_e = m_e c_0^2 = e^2 / r_e;$$

$$r_{0p} = m_e r_e / m_p = e^2 / E_p; E_p = m_p c_0^2 = e^2 / r_{0p}; \mu_B = e \hbar / 2m_e; \mu_N = e \hbar / 2m_p. (2)$$

Здесь r_e и r_{0p} , m_e и m_p , E_e и E_p – классические радиусы, массы покоя, энергии покоя для электрона и протона, соответственно; c_0 – предельная скорость света в вакууме; \hbar – постоянная Планка; e – заряд электрона; α_0 – постоянная тонкой структуры; $e_{\alpha 0}$ – перенормированный заряд электрона; μ_B – магнетон Бора; μ_N – ядерный магнетон.

Далее будем использовать численные значения $E_e = 0.51099907$ МэВ, $m_p / m_e = 1836.152701$, $E_p = 938.2723226$ МэВ, $r_e = 2.81794092$ фм, $r_{0p} = 1.534698568$ ам. Отметим, что в данной работе модельные фемтообъекты – это активные объекты с размерами порядка классического радиуса электрона r_e . Модельные аттообъекты с размерами порядка классического радиуса протона r_{0p} описывают внутреннюю структуру нуклонов (наличие ядра и скалярного, векторного облаков [12]). Во фрактальных квантовых системах (типа атомного и мюонного водорода) модельные аттообъекты могут приводить к изменению основных параметров (1), аномалиям магнитных свойств (2) и стохастическому поведению [8] модельных фемтообъектов, лептонов. В нашей модели основные параметры модельного фемтообъекта связаны с энергией покоя бозона Хиггса E_{H0} , основным параметром n_{A0} для черных дыр [1, 2], числом квантов n_F , n'_F фермионного ($n_F + n'_F = 1$) поля из анизотропной модели (учитывающей наличие поля Хиггса) [3], космологическим красным смещением z'_μ [1, 2], эффективной восприимчивостью χ_0 в отсутствие поля Хиггса [4 - 7], эффективным числом N в модели сверхизлучения Дикке [2]. Численные значения этих параметров равны:

$E_{H0}=125.03238\text{ГэВ}$, $n_{A0}=58.04663887$, $n_F=0.945780069$, $n'_F=0.054219931$, $z'_\mu=7.18418108$, $\chi_0=0.257104198$, $N=17.0073101$. По формулам (1) находим численные значения основных параметров модельного фемтообъекта $\xi_{2p}=4.741876161$, $\Omega_{A0}=237.232775 \cdot 10^{-6}$, $r_p=0.829458098\text{фм}$ и $N'_p=17.21819709$.

Для учета стохастического поведения параметров модельного фемтообъекта введем случайную величину $\hat{\xi}_{rp}$ с двумя возможными значениями ξ_{1p} , ξ_{2p} и соответствующими им вероятностями P_{1p} , P_{2p} , и математическим ожиданием $M(\hat{\xi}_{rp})=1$. На основе параметров ξ_{2p} , Ω_{A0} из (1) находим вероятности P_{1p} , P_{2p} , возможное значение ξ_{1p} , дисперсию $D(\hat{\xi}_{rp})$, среднее квадратичное отклонение $\sigma(\hat{\xi}_{rp})$ по формулам

$$P_{1p}=\xi_{2p}/(\xi_{2p}+\Omega_{A0}); P_{2p}=\Omega_{A0}/(\xi_{2p}+\Omega_{A0}); P_{1p}+P_{2p}=1;$$

$$\xi_{1p}=(1-\xi_{2p}P_{2p})/P_{1p}; D(\hat{\xi}_{rp})=(\xi_{2p}-\xi_{1p})^2P_{1p}P_{2p}; \sigma(\hat{\xi}_{rp})=D^{1/2}(\hat{\xi}_{rp}). \quad (3)$$

Значения этих параметров из (3) равны: $P_{1p}=0.999949973$, $P_{2p}=50.027 \cdot 10^{-6}$, $\xi_{1p}=0.999812796$, $D(\hat{\xi}_{rp})=700.495 \cdot 10^{-6}$, $\sigma(\hat{\xi}_{rp})=0.026466865$.

Далее вводим случайную величину $\hat{r}_p=r_p \cdot \hat{\xi}_{rp}$ с двумя возможными значениями r_p^* , r_e^* и соответствующими им вероятностями P_{1p} , P_{2p} . Если r_p постоянная величина, то возможные значения r_p^* , r_e^* , математическое ожидание $M(\hat{r}_p)$, дисперсию $D(\hat{r}_p)$, среднее квадратичное отклонение $\sigma(\hat{r}_p)$ находим по формулам

$$r_p^*=\xi_{1p}r_p; r_e^*=\xi_{2p}r_p; M(\hat{r}_p)=r_p^*P_{1p}+r_e^*P_{2p}=r_p;$$

$$D(\hat{r}_p)=(r_e^*-r_p^*)^2P_{1p}P_{2p}; \sigma(\hat{r}_p)=D^{1/2}(\hat{r}_p). \quad (4)$$

Численные значения равны: $r_p^*=0.82930282\text{фм}$, $r_e^*=3.933187582\text{фм}$, $D(\hat{r}_p)=481.936 \cdot 10^{-6}(\text{фм})^2$, $\sigma(\hat{r}_p)=0.021953046\text{фм}$. Наше расчетное значение протонного радиуса r_p^* практически совпадает с новым экспериментальным значением 0.8293фм для протонного радиуса в атоме водорода, полученного методом 2S-4P спектроскопии (на основе квантовой интерференции) [11].

На основе анизотропной модели [1, 2, 4], находим связи радиусов r_p , r_p^* с другими характерными параметрами r'_p , x_p , y_p , $r_{p\tau}$, $r_{p\tau}^*$, $r_{p\mu}$

$$r'_p-r_p=x_p; x_p=r_p \operatorname{sn}(u_\mu; k_\mu); y_p=r_p \operatorname{cn}(u_\mu; k_\mu); x_p^2+y_p^2=r_p^2;$$

$$r_p-y_p=3(r'_p-r_{p\tau}); r_{p\tau}^*=r_{p\tau}n_{F\tau}; 2r_{p\mu}=r'_p(1-S_{1u}-S_{2u})-4(r_p-r_p^*). \quad (5)$$

Параметр $\operatorname{sn}(u_\mu; k_\mu)=\sin\varphi_\mu=0.057234291$ связан с углом φ_μ [1, 2]; квантовые числа $n_{F\tau}=0.950987889$, $n'_{F\tau}=1-n_{F\tau}$ связаны с лептонным квантовым числом $\Omega_{\tau L}=(n'_{F\tau})^2=0.002402187$ из [5]; параметры $|S_{1u}|=0.046741575$, $S_{2u}=0.033051284$ определены в [4]. На основе выражений (5) находим численные значения характерных параметров: $r'_p=0.876931544\text{фм}$, $x_p=0.047473446\text{фм}$, $y_p=0.828098429\text{фм}$, $r_{p\tau}=0.876478321\text{фм}$,

$r_{p\tau}^* = 0.833520268$ фм, $r_{p\mu} = 0.841841587$ фм. Наши расчетные значения r'_p и $r_{p\mu}$ практически совпадают со значениями 0.8768 фм (the CODATA value) и 0.84184 фм (определенное на основе тонкого и сверхтонкого расщепления в рамках квантовой электродинамики) [9], соответственно. Наше расчетное значение $r_{p\tau}^*$ практически совпадает со значением 0.8335 фм для мюонного водорода [10]. Наша анизотропная модель [1, 2, 4] также дает возможность оценить погрешность измерений δr_p , $\delta r'_p$ по формулам

$$\delta r_p = \chi_{32} r'_p = r_{p\chi} \operatorname{sn}(u_\mu; k_\mu) [1 + \operatorname{sn}(u_\mu; k_\mu)]; \quad r_{p\chi} = 2r_e \chi_{11} / (z'_\mu n_F);$$

$$\delta r'_p = r_{d\tau} S_{2u}; \quad r_{d\tau} = |\chi_{ef}| r_{F\tau}; \quad r_{F\tau} = n_{F\tau} r'_p. \quad (6)$$

С учетом $\chi_{11} = 0.181800122$, $\chi_{32} = 0.010405201$, $|\chi_{ef}| = 0.250425279$ из [1, 2] и выражений (6) находим оценки погрешностей измерений $\delta r_p = 0.009124649$ фм, $\delta r'_p = 0.006902512$ фм, которые не противоречат экспериментальным оценкам 0.0091 фм из [11], 0.0069 фм из [9], соответственно. При этом расчетное значение радиуса $r_{d\tau} = 0.208842481$ фм из нашей модели находится вблизи среднего квадратичного радиуса распределения электрического заряда в ядре нуклонов равного 0.21 фм [12]. Радиус $r_{F\tau} = 0.833951278$ фм связан с характерными радиусами $r'_{F\tau}$, $r_{\tau L}$ и значением $\Omega'_{\tau L} = 0.97597813$ соотношениями

$$r'_{F\tau} = n'_{F\tau} r'_p; \quad (r'_{F\tau})^2 + (r_{\tau L})^2 = (r'_p)^2; \quad r_{\tau L}^2 = \Omega'_{\tau L} (r'_p)^2; \quad \Omega'_{\tau L} = 1 - \Omega_{\tau L} = n_{F\tau} (1 + n'_{F\tau}). \quad (7)$$

Численные значения этих радиусов равны: $r'_{F\tau} = 0.042980266$ фм, $r_{\tau L} = 0.866334751$ фм.

Аномалии магнитных моментов лептонов могут определяться влиянием реликтового излучения. При этом реликтовое излучение может приводить к эффектам перенормировки исходных параметров: постоянной тонкой структуры α_0 , заряда электрона e , предельной скорости распространения фотонов в вакууме c_0 ; масс покоя m_e , m_μ , m_τ и магнетонов μ_B , $\mu_\mu = e\hbar / 2m_\mu$, $\mu_\tau = e\hbar / 2m_\tau$ для электрона, мюона, τ -лептона, соответственно. Магнитные моменты лептонов $\langle \hat{\mu}_e \rangle$, $\langle \hat{\mu}_\mu \rangle$, $\langle \hat{\mu}_\tau \rangle$ для электрона, мюона, τ -лептона, соответственно, определяются выражениями

$$2 \langle \hat{\mu}_e \rangle = (2 + \Omega_{\mu e}) \mu_B; \quad 2 \langle \hat{\mu}_\mu \rangle = (2 + \Omega_{\mu\mu}) \mu_\mu; \quad 2 \langle \hat{\mu}_\tau \rangle = (2 + \Omega_{\mu\tau}) \mu_\tau. \quad (8)$$

Аномальные вклады в магнитные моменты и эффекты перенормировки описываются параметрами $\Omega_{\mu e}$, $\Omega_{\mu\mu}$, $\Omega_{\mu\tau}$ для электрона, мюона, τ -лептона, соответственно, на основе лептонного числа $\Omega_{\tau L}$

$$\Omega_{\mu e} = \Omega_{\tau L} - \Omega_{HL}; \quad \Omega_{HL} = E_{HL} / E_{H0}; \quad E_{HL} = n'_{H3} E_e; \quad N' = 17.21088699; \quad (9)$$

$$\Omega_{\mu\mu} = \Omega_{\tau L} - \Omega'_{NL}; \quad \Omega'_{NL} = E'_{NL} / E_{H0}; \quad E'_{NL} = N' E_e; \quad (N' - N) \cdot \chi_0 = n'_{\mu F}; \quad (10)$$

$$\Omega_{\mu\tau} = \Omega_{\tau L} - 0.5(\Omega_{HL} + \Omega_{GL}); \quad \Omega_{GL} = E_{GL} / E_{H0}; \quad E_{GL} = n_G E_e. \quad (11)$$

Дополнительные вклады Ω_{HL} , Ω'_{NL} , Ω_{GL} определяются на основе энергий E_{HL} , E'_{NL} , E_{GL} и энергии покоя бозона Хиггса E_{H0} . Из (9) – (11) следует, что указанные дополнительные энергии определяются числами квантов n'_{H3} , N' , n_G и энергией покоя электрона E_e . При этом

$$n'_{H3} = n_{H3} / (1 + \Omega_{0v}); \quad 1 + \Omega_{0v} = 1 + (n'_F)^2 = 1 + (N'_p - N)^2 \cdot \chi_0^2; \quad (12)$$

$$n_{H3} = Q_{H3} n_{h2} = 0.5 Q_{H3} n_{A0}; \quad n_{A0} = z'_\mu (z'_\mu + 1) - n_Q / n_g; \quad n_Q = 2n_G \quad (13)$$

Здесь $n_g = 8$, $n_Q = 6$, $n_G = \langle \hat{c}_G \hat{c}_G^+ \rangle = 3$ и $n'_G = \langle \hat{c}_G^+ \hat{c}_G \rangle = 2$ допускают интерпретацию как чисел квантов глюонного, кваркового, возбужденного и основного состояний гравитационного полей, соответственно; плотность нейтрино $\Omega_{\nu} = 0.002939801$ [4]. На основе (13) находим $n_{H3} = 20.33926863$. С учетом (12), (10) получим $n'_{H3} = 20.27965049$, $n'_{\mu F} = 0.052340473$. На основе (9) - (11) находим энергии $E_{HL} = 10.36288254$ МэВ, $E'_{NL} = 8.794747246$ МэВ, $E_{GL} = 1.53299721$ МэВ; дополнительные вклады $\Omega_{HL} = 82.88159067 \cdot 10^{-6}$, $\Omega'_{NL} = 70.33975716 \cdot 10^{-6}$, $\Omega_{GL} = 12.26080164 \cdot 10^{-6}$. Найденные параметры $\Omega_{\mu e} / 2 = 1159.652705 \cdot 10^{-6}$, $\Omega_{\mu \mu} / 2 = 1165.923621 \cdot 10^{-6}$, $\Omega_{\mu \tau} / 2 = 1177.307902 \cdot 10^{-6}$ практически совпадают с данными [14] для аномалий магнитных моментов лептонов.

3. Новые постоянные Хаббла. Параметры активных нанообъектов и фемтообъектов связаны с космологическими параметрами. Для описания ускоренно расширяющейся Вселенной в модели I [17] и анизотропной модели [1, 2, 4] были введены постоянные Хаббла H_{01} , H_{02} , H_0 , характерные расстояния L_{01} , L_{02} , L_0 , скорости v_{01} , v_{02} , v_0

$$H_{01} = c_0 / L_{01} = v_{01} / L_0; H_{02} = c_0 / L_{02} = v_{02} / L_0; H_0 = v_0 / L_0. (14)$$

Здесь $L_0 = 1$ Мпк. Значения $H_{01} = 73.2$ км · с⁻¹ · Мпк⁻¹, $L_{01} = 4.0954948$ Гпк (расстояние до сверхновой типа Ia), $v_{01} = 73.2$ км · с⁻¹ и $H_{02} = 70.415674$ км · с⁻¹ · Мпк⁻¹, $L_{02} = 4.2574359$ Гпк (горизонт событий), $v_{02} = 70.415674$ км · с⁻¹ получены на основе анализа взрыва сверхновых типа Ia [3] и измерениям по Цефеидам, соответственно. Постоянная Хаббла $H_0 = 67.83540245$ км · с⁻¹ · Мпк⁻¹, скорость $v_0 = 67.83540245$ км · с⁻¹ были введены в [1, 2, 4] для описания излучения гравитационных волн, реликтовых фотонов от бинарных черных дыр, нейтронных звезд на основе выражения

$$v_0 = v_{01} / \Omega_{iH}; \Omega_{iH} = Q_{H0} + |S'_{01}|; Q_{H0} = v_{01} / v_{02} = H_{01} / H_{02} = L_{02} / L_{01}. (15)$$

Здесь $Q_{H0} = 1.039541282$, $|S'_{01}| = 0.039541282$.

Новые экспериментальные данные о затухании γ -лучей на межгалактическом фоне [18] дают возможность ввести новую постоянную Хаббла H_0^* , скорость v_0^* , плотность материи Ω_m на основе выражений

$$H_0^* = v_0^* / L_0; v_0^* = v_{01} / \Omega_{iH}^*; \Omega_{iH}^* - \Omega_{iH} = S_{012}; S_{012} = |S'_{01}| - S'_{02}. (16)$$

Здесь $S'_{02} = 0.03409$. Численные значения $H_0^* = 67.49443576$ км · с⁻¹ · Мпк⁻¹, $v_0^* = 67.49443576$ км · с⁻¹, $\Omega_m = (n'_F + \Omega'_{c1}) / 2 = 0.141145722$ (параметр $\Omega'_{c1} = 0.228071512$ связан со щелью в энергетическом спектре реликтовых фотонов) близки к экспериментальным данным из [18]. Из (16) следует связь параметров H_{01} , v_{01} для ускоренно расширяющейся Вселенной с новыми параметрами H_0^* , v_0^* . С другой стороны, наши параметры H_0 , v_0 и новые параметры H_0^* , v_0^* близки к основным параметрам H'_0 , v'_0 космологической модели Λ CDM (плоской космологии). В нашей модели H'_0 , v'_0 определяются выражениями

$$H'_0 = v'_0 / L_0; v'_0 = v_{01} / \Omega'_{iH}; \Omega'_{iH} = \Omega_{iH}^* + \Omega_{0\nu} + n_g \Omega_{A0} / n_{A0}. (17)$$

Значения $H'_0 = 67.30995226 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{Мпк}^{-1}$, $\nu'_0 = 67.30995226 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1}$ близки к параметрам модели плоской космологии.

4. Солнечный ветер и гелиопауза. Солнце является источником солнечного ветра (потоков фотонов и различных частиц) [19]. Фотоны достигают Земли за 8 минут, а высокоэнергетические частицы приходят с запаздыванием на 100 минут [20]. Для оценки характерных расстояний и времен используем выражения

$$L'_{ES} = L_{ES} / Q_{H0} = c_0 t_{ES} = \nu_{H0} t'_{ES}; n_{H0} = Q_{H0}^2 = (1 + |S'_{01}|)^2 = \nu_{01}^2 / \nu_{02}^2, \nu_{H0}^2 = c_0^2 / n_{H0}. \quad (18)$$

С учетом численных значений расстояния от Земли до Солнца $L_{ES} = 1 \text{ au} = 1.495995288 \cdot 10^8 \text{ км}$, предельной скорости света в вакууме $c_0 = 2.99792458 \cdot 10^5 \text{ кмс}^{-1}$ находим оценки показателя преломления среды $n_{H0} = 1.080646077$, скорости распространения фотонов в среде $\nu_{H0} = 2.883891801 \cdot 10^5 \text{ кмс}^{-1}$, расстояния $L'_{ES} = 0.961962759 \text{ au}$, времен прихода фотонов на Землю от Солнца в вакууме $t_{ES} = 480.0293392 \text{ с}$ и в среде $t'_{ES} = 499.0103147 \text{ с}$.

Для оценки времени запаздывания t_{0m} частиц, приходящих на Землю от Солнца, используем выражения

$$2t_{0m} = \tau_{0\gamma} \ln N_{0m}; \tau_{0\gamma} = \tau_{0\alpha} / n_{0\alpha}; \tau_{0\alpha} = \nu_{0\alpha}^{-1}; n_{0\alpha} = 1.5 + |\xi_{0H}|^2; \\ \ln N_{0m} = 2n_{0\alpha} \ln N_{0\alpha}; Q_{H2} N_{0\alpha} = 0.5 + \Omega'_{c1} + n'_{F\tau}; \nu_{0\alpha} = \nu_{H0} / N_{0A}. \quad (19)$$

Выражения (19) получены в рамках теории сверхизлучения Дикке и описывают основные параметры $\tau_{0\gamma}$, t_{0m} импульса сверхизлучения в среде из состояния с числом частиц N_{0m} . На основе численных значений $N_{0A} = 3.557716045 \cdot 10^5$, $\nu_{H0} = 50.182731 \text{ Гц}$, $|\xi_{0H}|^2 = 0.181800122$, $Q_{H2} = 1/3$, $n'_{F\tau} = 0.049012111$ находим оценки частоты $\nu_{0\alpha} = 141.0532217 \text{ мкГц}$, времени релаксации $\tau_{0\alpha} = 118.1587096 \text{ мин}$, фрактального параметра $n_{0\alpha} = 1.681800122$, времени когерентной спонтанной релаксации $\tau_{0\gamma} = 70.25728449 \text{ мин}$, эффективных чисел активных частиц $N_{0\alpha} = 2.331250869$ и $N_{0m} = 17.23047995$, времени задержки $t_{0m} = 100.0101199 \text{ мин}$.

Для оценок характерных параметров для области вблизи границы гелиопаузы сначала находим связи энергий покоя E_{0E} и E_{H0} , масс покоя M_E и m_{H0} , гравитационных радиусов Шварцшильда R_{GE} и R_{H0} для Земли и бозона Хиггса, соответственно, по формулам

$$E_{0E} / N_a E_{H0} = M_E / N_a m_{H0} = R_{GE} / N_a R_{H0} = n_{0E}; E_{H0} = c_0^2 m_{H0}; \\ m_{H0} = c_0^2 R_{H0} / 2GN_a; R_{GE} = A_G E_{0E}; A_G = R_{H0} / E_{H0} = 2GN_a / c_0^4; \\ R_{GE} = N_{GE} L_{ES} = n_{0E} N_a R_{H0}; M_E = 5.977 \cdot 10^{27} \text{ г}. \quad (20)$$

На основе выражений (20) находим параметры теории $A_G = 0.960836162 \text{ фм}(\text{эВ})^{-1}$, $n_{0E} = 73.87419814$, $R_{GE} = 5.347530124 \cdot 10^{18} \text{ км}$, $N_{GE} = 3.574563481 \cdot 10^{10}$.

С учетом (18) в рамках анизотропной модели [4] находим характерные скорости ν_{hS} , ν'_{hS} , расстояния L_{hS} , L'_{hS} , время прихода сигнала от гелиопаузы до Земли t_{hS} из выражений

$$\nu'_{hS} = Q_{H0} \nu_{hS} = |\chi_{ef}| \nu_{01}; L_{hS} = N_{hS} L_{ES}; L'_{hS} = N'_{hS} L_{ES}; L^*_{hS} = L_{hS} / Q_{H0};$$

$$N'_{hS} = n_{H0}N_{hS}; L_{hS} / R_{GE} = v_{hS}^2 / c_0^2; L_{hS} / L_{ES} = t_{hS} / t_{ES}. \quad (21)$$

На основе выражений (18) – (21) и значения $|\chi_{ef}| = 0.250425279$ из [4], находим оценки

$$v_{hS} = |\chi_{ef}| v_{02} = 17.63386481 \text{ км с}^{-1}; N_{hS} = 123.6734916; N'_{hS} = 133.6472735;$$

$$L_{hS} = 1.850149607 \cdot 10^{10} \text{ км}; t_{hS} = t_{ES} N_{hS} = 16.49080679 \text{ часа}.$$

Отметим, что скорость v_{hS} близка к скорости $v_{V2} = 17.5 \text{ км с}^{-1}$ зонда V2, расстояние $L_{hS}^* = 118.9692932 \text{ ау}$ находится вблизи расстояния до границы гелиопаузы $L_{V2} = 119 \text{ ау}$ из [26].

Для описания переходной области вблизи границы гелиопаузы вводим моменты времени t_1, t_2, t_3 , расстояния L_1, L_2, L_3 . Далее находим характерные временные интервалы t_{31}, t_{21}, t_{32} по формулам

$$t_{31} = t_3 - t_1 = 1 / v_{31}; v_{31} = (1 - \psi_{02}) v_{H0} S_{2u} / N_{0A}; t_{21} = t_2 - t_1 = t_{31} P_{\tau};$$

$$t_{32} = t_3 - t_2 = t_{31} P'_{\tau}; P_{\tau} + P'_{\tau} = 1; P'_{\tau} = 1 / (2 + S'_{03}). \quad (22)$$

Используя параметры $\psi_{02} = 0.984494334$, $S'_{03} = 0.460458718$ из [4], получим численные значения: частоты $v_{31} = 0.072287263 \text{ мкГц}$; вероятностей $P_{\tau} = 0.593571722$, $P'_{\tau} = 0.406428278$; временных интервалов $t_{31} = 160.1122188 \text{ дней}$, $t_{21} = 95.03808539 \text{ дней}$, $t_{32} = 65.07413336 \text{ дней}$. Полученные значения интервалов t_{21} и t_{32} практически совпадают с временными интервалами 95 дней и 65 дней для переходной области вблизи границы гелиопаузы из [26, Fig. 1a].

Характерное расстояние L_3 для межзвездного пространства (за границей гелиопаузы при $L_3 > L_2$) определяем из выражений

$$L_3 = N_{L3} L_{ES}; N_{L3} = (1 - \Omega_{hL} - S_{2u}) N_{hS}. \quad (23)$$

Используя параметры $\Omega_{hL} = 0.000118617$ из [4, 5], N_{hS} из (21), находим значение $N_{L3} = 119.5712542$ и оценку расстояния $L_3 = 119.5712542 \text{ ау}$. Для оценки расстояния L_1 (внутри гелиосферы при $L_1 < L_2$) используем характерные расстояния $L_{\mu e}, L_{\mu\mu}, L_{\mu\tau}$ для e, μ, τ -лептонов, соответственно, определяемые выражениями

$$L_{\mu e} = N_{\mu e} L_{ES}; N_{\mu e} = n_{\mu e} N_{hS}; n_{\mu e} = (2 + \Omega_{\mu e}) - (1 + S_{1u});$$

$$L_{\mu\mu} = N_{\mu\mu} L_{ES}; N_{\mu\mu} = n_{\mu\mu} N_{hS}; n_{\mu\mu} = (2 + \Omega_{\mu\mu}) - (1 + S_{1u});$$

$$L_{\mu\tau} = N_{\mu\tau} L_{ES}; N_{\mu\tau} = n_{\mu\tau} N_{hS}; n_{\mu\tau} = (2 + \Omega_{\mu\tau}) - (1 + S_{1u}). \quad (24)$$

Используя параметры $\Omega_{\mu e}, \Omega_{\mu\mu}, \Omega_{\mu\tau}$ из (9) – (11), на основе (24) находим оценки расстояний $L_{\mu e} = 118.1796344 \text{ ау}$, $L_{\mu\mu} = 118.1811855 \text{ ау}$, $L_{\mu\tau} = 118.1840014 \text{ ау}$. Для поиска характерного расстояния L_2 (как границы гелиопаузы) рассмотрим случайную величину \hat{L}_2 с двумя возможными значениями L_3 из (23), $L_1 = L_{\mu e}$ из (24) и соответствующими им вероятностями $P_{\psi 01}, P'_{\psi 01}$. Для математического ожидания $M(\hat{L}_2)$, дисперсии $D(\hat{L}_2)$, отклонения $\sigma(\hat{L}_2)$ имеем выражения

$$M(\hat{L}_2) = P_{\psi 01} L_3 + P'_{\psi 01} L_{\mu e} = L_2; D(\hat{L}_2) = (L_3 - L_{\mu e})^2 P_{\psi 01} P'_{\psi 01}; \sigma(\hat{L}_2) = D^{1/2}(\hat{L}_2);$$

$$P_{\psi 01} + P'_{\psi 01} = 1; P'_{\psi 01} = \psi_{01} / (1 + S'_{03} + \psi_{01}); \psi_{01} = 1.015268884. \quad (25)$$

Численные значения расстояния $L_2=119.0005661\text{au}$, пространственных интервалов $L_{32}=L_3-L_2=0.57068813\text{au}$, $L_{21}=L_2-L_{\mu e}=0.8209317\text{au}$ практически совпадают с характерными значениями 119 au, 0.57 au, 0.82 au, соответственно, из [26, Fig. 1a]. На основе (22), (25) находим средние значения скоростей v_{21} (внутри гелиосферы), v_{32} (за границей гелиопаузы), скачок скоростей δv_{21} (на границе гелиопаузы) и отношение скоростей v_{32}/v_{21}

$$v_{21}=L_{21}/t_{21}=L_{31}P_{\psi 01}/t_{31}P_{\tau}; v_{32}=L_{32}/t_{32}=L_{31}P'_{\psi 01}/t_{31}P'_{\tau}; L_{31}=L_3-L_1;$$

$$\delta v_{21}=v_{32}-v_{21}; v_{32}/v_{21}=\psi_{01}=\varepsilon_{01}/E_{H0}=v_{01}/v_{H0}. \quad (26)$$

Численные значения равны: $v_{21}=14.95635805\text{км с}^{-1}$, $v_{32}=15.18472495\text{км с}^{-1}$, $\delta v_{21}=228.366896\text{м с}^{-1}$. Отметим, что вероятности $P_{\psi 01}$ и P_{τ} связаны между собой через условную вероятность $P_{\psi\tau}$, а отношение скоростей и скачок скоростей позволяют ввести вероятности P_{ψ} , P'_{ψ} выражениями типа

$$P_{\psi 01}=P_{\tau}P_{\psi\tau}; P_{\psi\tau}=(2+S'_{03})/(1+S'_{03}+\psi_{01})=1/(1+n_{01}); P_{\psi}+P'_{\psi}=1;$$

$$P_{\psi}=1/\psi_{01}=v_{21}/v_{32}; P'_{\psi}=\delta v_{21}/v_{32}; n_{01}=(\psi_{01}-1)/(2+S'_{03}). \quad (27)$$

Из (27) следует, что n_{01} является функцией двух аргументов ψ_{01} и S'_{03} . Если поле Хиггса отсутствует ($\psi_{01}=1$), то из (27) получим: $n_{01}=0$; вероятности $P_{\psi\tau}=1$, $P_{\psi 01}=P_{\tau}$, $P_{\psi}=1$, $P'_{\psi}=0$; скачок скорости $\delta v_{21}=0$ и равенство скоростей $v_{21}=v_{32}$. Наличие поля Хиггса ($\psi_{01}\neq 1$) приводит к появлению скачка скоростей при пересечении границы гелиопаузы. Замена параметра S'_{03} в (27) на другие параметры S'_{0x} , S_{xu} ($x=1,2,3,4$) энергетических (частотных) спектров приводит к изменению вероятностей и стохастическому поведению скоростей v_{21} , v_{32} .

Анизотропная модель [4] и выражения (1), (4) позволяют нам получить связи скоростей v_{32} , v_{21} с характерными скоростями $v_{\psi u}$, v_{eu} (активных нанообъектов, фемтообъектов, входящих в состав солнечного и галактического ветра) типа

$$v_{32}=n'_F v_{\psi u}=\chi_0 v_{eu}=\psi_{01} v_{21}; v_{\psi u}=\xi_{2p} v_{eu}; \xi_{2p}=r_e^*/r_p. \quad (28)$$

На основе выражений (28) находим оценки скоростей $v_{eu}=59.04358906\text{км с}^{-1}$, $v_{\psi u}=279.9773874\text{км с}^{-1}$. С другой стороны, характерная скорость солнечного ветра $v_{\psi u}$ связана с постоянными Хаббла H_{01} и H_{02} , H_0 , H_0^* , H'_0 , скоростями v_{01} и v_{02} , v_0 , v_0^* , v'_0 для моделей из (14), (15), (16), (17), соответственно, выражениями типа

$$0.5v_{\psi u}=2v_{02}-v_{0A}=v_W-v_q-v_{0A}; v_q=v_{01}-v_{02}=v_W-2v_{02};$$

$$v_W=v_{01}+v_{02}=v_0\Omega_{IH}+v_{02}=v_0^*\Omega_{IH}^*+v_{02}=v'_0\Omega'_{IH}+v_{02}; v_{0A}=c_0/N_{0A}. \quad (29)$$

Значения скоростей равны: $v_{0A}=0.84265426\text{км с}^{-1}$, $v_W=143.615674\text{км с}^{-1}$, $v_q=2.784326\text{км с}^{-1}$. Скорость v_{hS} из (21) связана с характерными скоростями реликтовых фотонов v_{ra} , v_{ra}^* и скоростями v_{02} , v_0^* , $v_{0\rho}$, v_W , $v_{h\rho}$ выражениями типа

$$2v_{hS} v_{ra}=v_{ra}^* v_{02}; v_{ra}=c_0/N_{ra}; v_{ra}^*=2|\chi_{ef}|v_{ra};$$

$$v_{ra}^* v_{0\rho} = v_{ra} v_0^* ; v_W^2 = v_{0\rho}^2 + v_{h\rho}^2 . (30)$$

Значения скоростей равны: $v_{ra} = 287.9039053 \text{ км с}^{-1}$, $v_{ra}^* = 144.1968316 \text{ км с}^{-1}$,
 $v_{0\rho} = 134.7596298 \text{ км с}^{-1}$, $v_{h\rho} = 49.65182785 \text{ км с}^{-1}$.

Экспериментальные данные, полученные зондом Wind (интервал изменения скоростей солнечного ветра $600 \div 300 \text{ км с}^{-1}$, Fig.6 из [25]), на радиотелескопах УТР-2, УРАН-2 (Fig.5 из [25]) показали, что солнечный ветер на орбите и за орбитой Земли состоит из набора потоков частиц с различными скоростями и плотностями. Структура этих потоков зависит от времени, солнечной активности [19, 20]. Анализ [25] межмодовых (внутримодовых) взаимодействий частиц различных потоков был выполнен методом межпланетных мерцаний на основе поведения пространственных и временных корреляционных функций для интенсивности излучения. Значения скоростей $2v_{0\rho}$, $v_{\psi u}$ и v_{ra} близки к характерным скоростям 270, 280 и 290 км с^{-1} отдельных мод солнечного ветра из [25].

Детальный анализ многомодовой структуры солнечного ветра в нашей модели возможен на основе спектров типа $v_{\psi ux} = 2v_{\psi u} S_{xu}$ и $v_{rax} = 2v_{ra} S_{xu}$. Из (30) следует возможность интерпретации скоростей $v_{0\rho}$ и $v_{h\rho}$ как радиальной и поперечной компонент суммарной скорости v_W . Наличие поперечных компонент $\pm v_{h\rho}$ солнечного ветра вблизи Солнца подтверждают экспериментальные данные, собранные зондом Parker Solar Probe [21 - 24]. Поведение поперечной компоненты (Fig. 2 из [22]) является стохастическим и изменяется в диапазоне от 50 до -50 км с^{-1} . В [24] такое поведение медленного солнечного ветра связывают с наличием экваториальных корональных дыр на Солнце. Быстрый солнечный ветер со скоростями $2v_{0\rho}$ возникает вблизи полюсов Солнца.

В нашей модели также возможно описание многомодовой структуры солнечного и галактического ветра при пересечении гелиопаузы на основе скоростей v_{eu} из (28), v_W из (29), v_{ra}^* из (30) и соответствующих им спектров скоростей. Экспериментальные данные (Fig. 4d из [27], Fig. 2 из [29]) подтверждают стохастическое поведение и изменение скорости частиц солнечного ветра при пересечении гелиопаузы от 150 км с^{-1} до 100 км с^{-1} . Сложное динамическое поведение компонент плазмы (Fig. 3, 4 из [29]) со скоростями вблизи v_{eu} , $2v_{eu}$ внутри гелиосферы указывает на наличие граничного слоя вблизи гелиопаузы.

Для оценки характерных энергий ε_{0A} , E_{0A} , $\varepsilon_{\lambda A}$, эффективной длины волны λ_A , эффективного числа N_{0n} частиц используем выражения типа

$$E_{H0} / \varepsilon_{0A} = E_{0A} / E_G = N_{0A} ; E_{H0} / E_{0A} = \varepsilon_{0A} / E_G = N_{0n} ;$$

$$E_{H0} / E_G = N_{HG} = N_{0n} N_{0A} ; \varepsilon_{\lambda A}^2 = \varepsilon_{0A} E_{0A} = E_{H0} E_G ; \lambda_A = a_\lambda / \varepsilon_{\lambda A} . (31)$$

С учетом параметров $N_{0A} = 3.557716045 \cdot 10^5$, $N_{HG} = 1.031830522 \cdot 10^{16}$, a_λ из [6] находим оценки: $\varepsilon_{0A} = 351.4400206 \text{ кэВ}$, $E_{0A} = 4.311073329 \text{ эВ}$, $\varepsilon_{\lambda A} = 1.230887363 \text{ кэВ}$, $\lambda_A = 1.007114093 \text{ нм}$, $N_{0n} = 2.900261036 \cdot 10^{10}$.

Наличие многомодовой структуры солнечного и галактического ветра, поля Хиггса приводит к замене $\varepsilon_{\lambda A}$, λ_A на $\varepsilon_{\lambda A}^*$, λ_A^* по формулам

$$\varepsilon_{\lambda A}^* = \psi_{rc} \varepsilon_{bb} ; \lambda_A^* = a_\lambda / \varepsilon_{\lambda A}^* = 2R_{\lambda A} ; E_{\lambda A} = R_{\lambda A} / A_G ;$$

$$\varepsilon_{bb} = \varepsilon_{0A} (|S_{1u}| + S_{2u}) ; \psi_{rc} = 2\Delta_{rc} / E_{0A} = (\varepsilon_{01} - \varepsilon_{02}) S_{1u} / \varepsilon_{02} S_{2u} . (32)$$

Численные значения параметров равны: $\varepsilon_{bb} = 28.04240401$ кэВ, $\psi_{rc} = 0.04420725$, $\Delta_{rc} = 95.29034744$ мэВ, $\varepsilon_{\lambda A}^* = 1.239677565$ кэВ, $\lambda_A^* = 0.999972933$ нм, $E_{\lambda A} = 0.520365996$ мэВ. Энергия $E_{\lambda A}$ (для частиц солнечного ветра внутри гелиосферы) связана с энергией $E_{\lambda L}$ (для частиц галактического ветра за гелиопаузой) выражениями типа

$$E_{\lambda A} = (\Omega_{\tau L} + n_g \Omega_{0G}) E_{\lambda L}; \quad \Omega_{0G} N_{0A} = 1.5 + \Omega'_{c1} + n'_{F\tau};$$

$$E_{rc}^2 = E_{0A}^2 - 4\Delta_{rc}^2; \quad (E'_{rc})^2 = E_{0A}^2 + 4\Delta_{rc}^2. \quad (33)$$

Численные значения параметров равны: $\Omega_{0G} = 4.99501253 \cdot 10^{-6}$, $E_{\lambda L} = 213.0772532$ мэВ, $E_{rc} = 4.306858745$ эВ, $E'_{rc} = 4.315283797$ эВ.

Полученные в нашей модели оценки энергий ε_{bb} , $E_{\lambda L}$ согласуются с энергиями 28 кэВ, 213 мэВ из эксперимента [26], а энергия $E_{\lambda A}$ согласуется с энергией 0.5 мэВ из эксперимента [28].

Магнитные характеристики частиц солнечного и галактического ветра имеют особенности поведения при пересечении гелиопаузы: наблюдается скачок магнитного поля с 0.42 до 0.68 нТ (Fig. 1a из [27]); компоненты магнитного поля могут иметь различные знаки (Fig. 3 из [27]); наличие магнитного барьера (Fig. 4a из [27]); изменение направления компонент магнитного поля (Fig. 6b, c из [27]).

В нашей модели для оценки компонент магнитных полей $B_{y\beta x}$, $B_{y\beta x}^*$ используем частотные спектры типа

$$v_{y\beta x} = \gamma_n B_{y\beta x} / 2\pi = 2v_{y\beta} S'_{0x}; \quad v_{y\beta x}^* = \gamma_n B_{y\beta x}^* / 2\pi = 2v_{y\beta} S_{ux}; \quad y = 0, 1, 2;$$

$$v_{y\beta} = v_{0y} / N_{ra}; \quad B'_{2\beta 1} = B_{2\beta 1}^* / (1.5 + n'_{zg} + S_{012}); \quad v_{00} = v_{H0}; \quad v_{02} = \psi_{02} v_{H0}. \quad (34)$$

Здесь мы используем известное ядерное гиромангнитное отношение $\gamma_n / 2\pi = 0.6535$ МГц/кэВ для дейтрона (${}^2\text{H}$) [12], $n'_{zg} = 0.114317037$ [4]. На основе (34) находим оценки: частоты $v_{2\beta 1}^* = 4.435348039$ МГц; скачка магнитных полей с $B'_{2\beta 1} = 0.419014654$ нТ до $B_{2\beta 1}^* = 0.678706662$ нТ при пересечении гелиопаузы. Численные значения отклонений полей типа $\delta B = B_{0\beta 1} - B_{0\beta 2} = 0.080401508$ нТ, $\delta B^* = B_{0\beta 1}^* - B_{0\beta 2}^* = 0.201919485$ нТ и суммы отклонений $\delta B + \delta B^* = 0.282320993$ нТ характерны для стохастического поведения магнитного поля от времени внутри гелиосферы и согласуются с экспериментальными данными (Fig. 6 из [27]).

5. Заключение. Во фрактальных квантовых системах рассмотрены модельные фемтообъекты – активные объекты с размерами порядка классического радиуса электрона. Введены основные параметры модельного фемтообъекта, которые связаны с известными параметрами из квантовой электродинамики и бозоном Хиггса. Для учета стохастического поведения параметров вводятся случайные величины с двумя возможными значениями и соответствующими им вероятностями. Показано, что полученные оценки радиуса протона, погрешностей измерений на примере атома водорода и оценки аномалий магнитных моментов лептонов согласуются с экспериментальными данными.

Теоретически исследованы взаимосвязи основных параметров активных фемтообъектов с бозоном Хиггса и полем Хиггса во фрактальных моделях Вселенной. Эти активные объекты могут определять состав, структуру и поведение солнечного ветра (поток различных частиц) вблизи Солнца, Земли и в межзвездном пространстве (вблизи гелиопаузы). Для описания

структуры солнечного ветра, гелиопаузы предложены новые постоянные Хаббла. Оценки основных параметров солнечного ветра согласуются с экспериментальными данными, полученными космической обсерваторией Planck (на основе Fermi-LAT и Cerenkov telescopes), радиотелескопами UTR-2 и URAN-2, зондами Parker Solar Probe, Voyager 2 и Voyager 1.

Результаты могут быть использованы в когерентной лазерной спектроскопии, для поиска решения проблемы, связанной с вирусом Covid-2019 (на основе активных фемтообъектов и нанообъектов), а также в космической медицине.

Автор выражает благодарности председателю организационного и программного комитетов XV Международной научной школы-семинара «Фундаментальные исследования и инновации: нанооптика, фотоника и когерентная спектроскопия» д.ф.-м.н., профессору И.И. Попову, заместителю председателя ученому секретарю к.ф.-м.н. К.Р. Каримуллину за поддержку данной научной тематики и всестороннюю организационную помощь при оформлении статьи.

Список литературы

1. Abramov V.S. // C.H. Skiadas and I. Lubashevsky (eds.), 11th Chaotic Modeling and Simulation International Conference, Springer Proceedings in Complexity. Springer Nature Switzerland AG 2019. P. 1-14.
2. Abramov V.S. // Bulletin of the Russian Academy of Sciences Physics. 2019. V. 83, No 3. P. 364-369.
3. Riess A.G., Filippenko A.V., Challis P. et al. // Astronomical Journal, 1998. V. 116, No 3. P. 1009-1038.
4. Abramov V.S. // Bulletin of the Russian Academy of Sciences Physics. 2019. –V. 83, No 12. P. 1516-1520.
5. Abramov V.S. // Bulletin of the Russian Academy of Sciences Physics. 2020. V. 84, No 3. P. 284-288.
6. Abramov V.S. // C.H. Skiadas and Y. Dimotikalis (eds.), 12th Chaotic Modeling and Simulation International Conference, Springer Proceedings in Complexity. Springer Nature Switzerland AG 2020. P. 1-14.
7. Abramov V.S. // XIII International Workshop on Quantum Optics (IWQO-2019). EPJ Web of Conferences, 220, 2 p., 2019.
8. Abramova O.P. // C.H. Skiadas and Y. Dimotikalis (eds.), 12th Chaotic Modeling and Simulation International Conference, Springer Proceedings in Complexity. Springer Nature Switzerland AG 2020. P. 15-26.
9. Pohl R., Antognini A., Nez F. et al. // Nature. 2010. V. 466 (7303). P. 213-217.
10. Beyer A., Maisenbacher L., Matveev A. et al. // Science. 2017. V. 358 (6369), P. 79-85.
11. Kolachevsky N. // IWQO – 2019: Collection of abstracts. Vladimir, September 9 - 14, 2019. Moscow, Trovant. 2019. P. 32.
12. Вонсовский С.В. Магнетизм микрочастиц. Москва: Наука, 1973. 280 с.
13. Agafonova N., Alexandrov A., Anokhina A. et al. // Phys. Rev. Lett. 2018. V. 120. P. 1-7.
14. Barnett R.M., Carone C.D., Groom D.E. et al. // Phys. Rev. D54. 1996. No 1. P. 1-22.
15. Abramov V.S. // Bulletin of the Russian Academy of Sciences Physics. 2016. –V. 80, No 7. P. 859-865.
16. Abramov V.S. // CMSIM Journal. 2017. No 1. P. 69-83.
17. Abramov V.S. // CMSIM Journal. 2017. No 4. P. 441-455.
18. Domínguez A., Wojtak R., Finke J. et al. // The Astrophysical Journal. 2019. V. 885. No 2. P. 137.
19. Щукина Н. // Вселенная, Пространство, Время. 2016. № 8 (145). С. 4-11.
20. Щукина Н. // Вселенная, Пространство, Время. 2016. № 9 (146). С. 16-23.
21. McComas D.J., Christian E.R., Cohen C.M. et al. // Nature. 2019. V. 576. P. 223-227.
22. Kasper J.C., Bale S.D., Belcher J.W. et al. // Nature. 2019. V. 576. P. 228-231.
23. Howard R.A., Vourlidas A., Bothmer V. et al. // Nature. 2019. V. 576. P. 232-236.
24. Bale S.D., Badman S.T., Bonnell J.W. et al. // Nature. 2019. V. 576. P. 237-242.
25. Kalinichenko N.N., Olyak M.R., Konovalenko A.A. et al. // Kinematics and Physics of Celestial Bodies. 2019. V. 35. No 1. P. 27-41.
26. Krimigis S., Decker R., Roelof E. et al. // Nature Astronomy. 2019. No 3. P. 997-1006.
27. Burlaga L., Ness N., Berdichevsky D. et al. // Nature Astronomy. 2019. No 3. P. 1007-1012.
28. Stone E., Cummings A., Heikkila B. et al. // Nature Astronomy. 2019. No 3. P. 1013-1018.
29. Belcher J.W., Garcia-Galindo P. et al. // Nature Astronomy. 2019. No 3. P. 1019-1023.
30. Gurnett D.A., Kurth W.S. // Nature Astronomy. 2019. No 3. P. 1024-1028.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПОСТРОЕНИЮ МОДУЛЯТОРОВ МЕМРИСТОРНЫХ СВОЙСТВ ОКСИДА ЦИНКА НА ОСНОВЕ ПРОЦЕССОВ, ПРОТЕКАЮЩИХ В КВАНТОРАЗМЕРНЫХ ОБЪЕКТАХ В ВИДЕ ЛОВУШЕК ЭКСИТОНОВ

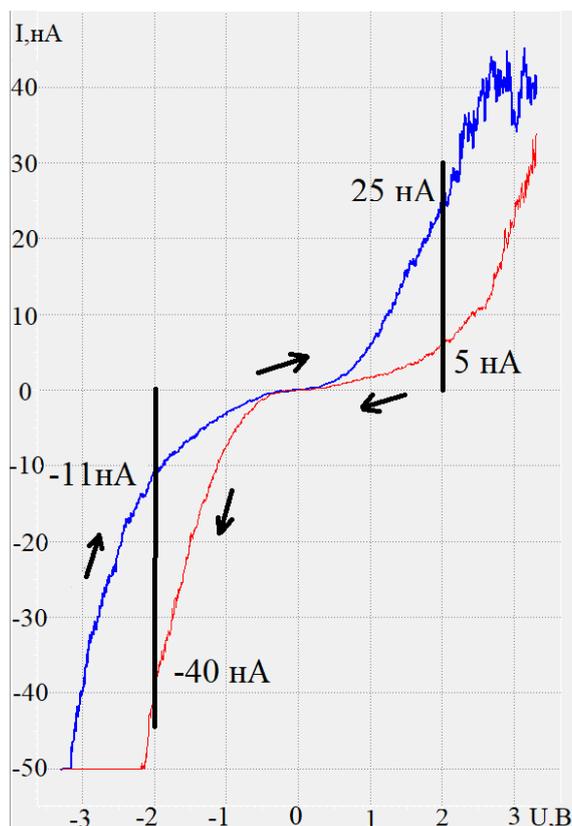
Д.В. Минеев, И.И. Попов, А.В. Мороз

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»
(г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, дом 3)
e-mail: biht.oro1@gmail.com*

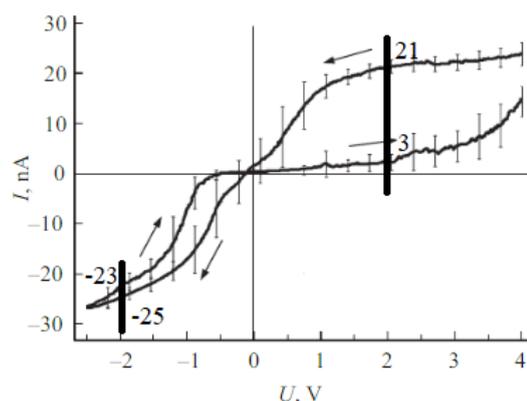
Эффект модулирования мемристорных свойств оксида цинка за счет захвата части электронов в локализованные экситонные состояния. Оригинальными оказались полученные нами результаты экспериментов по исследованию мемристорного эффекта в оксиде цинка. Полученные нами результаты проявления мемристорных свойств оксида цинка существенно отличаются от ранее полученных авторами работы в этой пленке, сформированной методом химического осаждения. Рабочая пленка оксида цинка в нашем эксперименте была изготовлена из десяти слоев оксида цинка, имевших различную концентрацию кислорода от 0 до 90%, отличающуюся между каждыми соседними слоями на 10%. Нижний слой с отсутствием кислорода, то есть состоящий из одного цинка, выполнял роль нижнего контакта мемристора. С другой стороны, к многослойной пленке оксида цинка подводился платиновый электрод зондового микроскопа. Напряжение, подававшееся на платиновый электрод микроскопа относительно нижнего электрода, представленного нижним цинковым слоем, изменялось сначала от $-3,5$ В до $+3,5$ В с шагом $0,007$ В, а затем от $+3,5$ В до $-3,5$ В. При этом снималась вольтамперная характеристика сначала одной ветви петли гистерезиса, затем – другой (см. рис. 2а). Полученная петля гистерезиса, демонстрирующая мемристорный эффект, сравнивалась с аналогичной петлей (рис. 2б), снятой также для пленки оксида цинка, но полученной методом химического осаждения.

При протекании тока диффузии в полупроводниковом материале оксиде цинка в прямом направлении часть узлов кристаллической решетки оказывается задействована в формировании экситонных состояний, локализовавшихся в их ловушках. Эти ловушки возникают в зоне скопления поверхностных дефектов кристаллической решетки, оказавшихся внутри замкнутой кривой линии дислокаций. Участие некоторых узлов кристаллической решетки в формировании экситонных состояний уменьшает величину тока при наращивании и снижении прямого напряжения, прикладываемого к пленке, то есть снижает формирующийся при этом мемристорный эффект пленки, определяемый коэффициентом мемристорного переключения сопротивления. Различное проявление в нашем эксперименте асимметрии верхней и нижней частей петли мемристорного гистерезиса при многократном снятии вольтамперной характеристики пленки связано с меняющимся составом групп, задействованных экситонных ловушек. В случае приложения напряжения в обратном направлении изменение величины переключения сопротивления пленки по сравнению с результатами работы [46] не наблюдается. Это показывает, что отсутствует процесс формирования локализованных экситонных состояний, так как не происходит перевод электрона из валентной зоны в запрещенную. Практическая значимость этой асимметрии, фиксируемой при различных значениях прикладываемого напряжения, может заключаться в использовании ее для характеристики количества и качества экситонных ловушек в тонких пленках, формируемых методом магнетронного распыления. В один из моментов экспериментального наблюдения в оксиде цинка мемристорного эффекта нами зарегистрированы следующие результаты: перепад тока меняется в нашей пленке при обратном напряжении -2 В составил 29 нА (от -11 до -40 нА; при прямом напряжении $+2$ В этот перепад составил 20 нА (от 25 до 5 нА). Получилось, что перепад тока в верхней

половине петли гистерезиса (при прямом токе полупроводника) меньше, чем в нижней (при обратном токе). Перепад обратного тока в пленке, полученной методом химического осаждения [46], при обратном напряжении -2 В равнялся 2 нА (от -25 до -23 нА), а при прямом напряжении $+2$ В он составил 18 нА (от 21 до 3 нА). При этом ток в обратном направлении был больше, чем в прямом. При этом перепад тока в верхней половине петли гистерезиса (при прямом токе полупроводника) был больше, чем в нижней.



а) Перепад тока меняется от -29 нА (при обратном напряжении -2 В) до $+20$ нА (при прямом напряжении $+2$ В), т.е. перепад тока в верхней полупетле (при прямом токе полупроводника) меньше, чем в нижней (при обратном ток).



б) Перепад тока меняется от -2 нА (при обратном напряжении -2 В) до $+18$ нА (при прямом напряжении $+2$ В), т.е. перепад тока в верхней полупетле (при прямом токе полупроводника) больше, чем в нижней (при обратном ток) [17].

Рис. 2. Петля мемристорного гистерезиса в оксиде цинка, полученного:
а) методом магнетронного распыления; б) методом химического осаждения.

Этот результат мы связываем с тем, что в нашем случае, часть узлов кристаллической решетки в момент приложения прямого напряжения участвует в создании экситонных состояний, локализующихся в их ловушках, а потому не участвует в формировании прямого тока, снижая его величину и его перепад между разными ветвями мемристорной петли. Классическое объяснение мемристорного эффекта за счет перетекания кислородных вакансий под воздействием внешнего электрического поля не предусматривает уменьшение тока перепада в верхней половинах петли гистерезиса по сравнению с нижней. Тем самым демонстрируется наличие нового физического эффекта, связанного с влиянием свойств ловушек экситонов на величину потока свободных электронов в зоне проводимости (то есть электрического тока, проходящего через полупроводниковую структуру, обладающую свойством мемристорной памяти).

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КОРРЕКЦИИ ТЕКСТУРЫ ТОНКИХ МЕДНЫХ ПЛЕНОК С ПОМОЩЬЮ МОДУЛИРОВАННЫХ АКУСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ДЛЯ ТОНКОПЛЕНОЧНОГО ЭКСИТОН-ЭЛЕКТРОННОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ**А.В. Иванов, И.И. Попов, А.В. Мороз**

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»
(г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, дом 3)
e-mail: biht.oral@gmail.com

Коррекция текстуры тонких пленок при воздействии кодового акустического сигнала. На характер спектра формирующихся ловушек влияет форма кристаллических волокон. Поэтому с целью разработки методов коррекции формы и ориентации в пространстве кристаллических волокон, формирующих текстуру тонких пленок, получаемых методом магнетронного распыления, проведен цикл исследований по оценке влияния кодовой последовательности акустических импульсов на процесс формирования пленок.

В данном цикле исследований сообщаем также об экспериментальных результатах воздействия на энергию перемещения дислокаций энергией поверхностных акустических волн, возбуждаемых кодовой последовательностью акустических импульсов. Общий вид последовательности приведен на рис. 1. Структурная схема технологического процесса магнетронного формирования тонких пленок при воздействии импульсно-модулированного акустического излучения приведена на рис. 2.

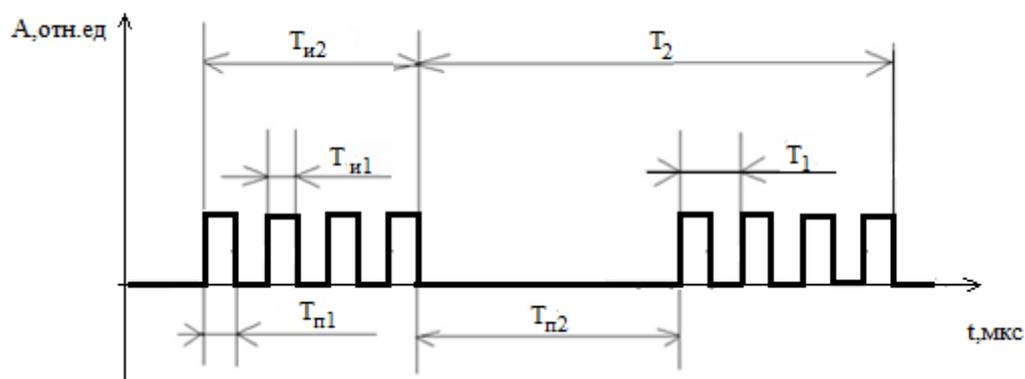


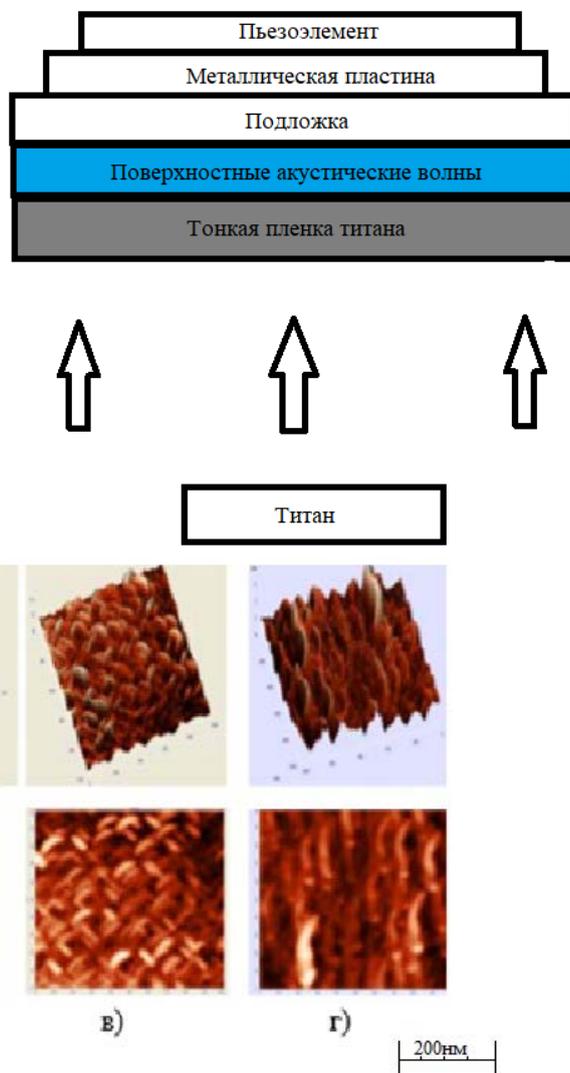
Рис. 1. Диаграмма взаимодействия несущего и модулирующего сигналов с условными обозначениями:

- T_1 – период несущего сигнала, мкс;
- T_2 – период модулирующего сигнала, мкс;
- $T_{И1}$ – импульс несущего сигнала, мкс;
- $T_{И2}$ – импульс модулирующего сигнала, мкс;
- $T_{П1}$ – пауза несущего сигнала, мкс;
- $T_{П2}$ – пауза модулирующего сигнала, мкс.

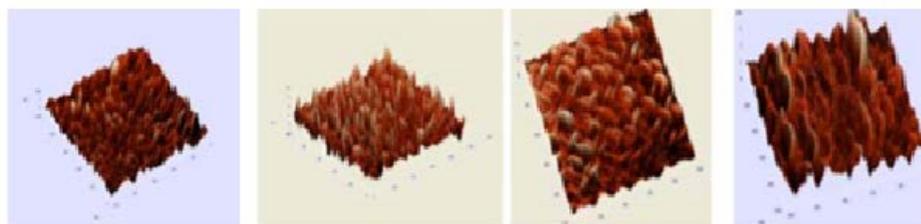
В случае периодического воздействия акустического излучения энергия винтообразного перемещения дислокаций относительно вектора Бюргера может модулироваться энергией акустического излучения. Потому характер притяжения или отталкивания дислокаций вдоль линии дислокации может гаситься или усиливаться по амплитуде отклонения от линии приложения вектора Бюргера, изменяя шаг винта. Воздействие акустического излучения может совпадать по фазе с периодом перетекания дислокаций из одной симметрии анионов относительно катионов в зеркальную, при этом увеличивая амплитуду раскачки.

Качественная зависимость текстуры медной пленки от содержания кодовой последовательности акустических импульсов, полученная в первом эксперименте по коррекции текстуры тонких пленок, приведена на рис. 3.

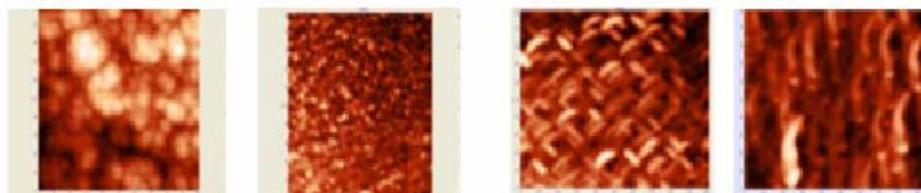
Рис. 2. Структурная схема технологического процесса магнетронного распыления тонких пленок под воздействием импульсно-модулированного акустического излучения.



Вид 3D



Вид сверху



а)

б)

в)

г)

200нм

Рис. 3. Коррекция характера изменения дислокаций при воздействии различных вариантов кодовой последовательности акустических импульсов:

а – контроль;

б – скважность модулирующих импульсов больше 5;

в – скважность равна $(\pi + 1)$;

г – скважность менее e (2,7...).

Формирование нитевидных нанокристаллов меди. Во втором эксперименте при воздействии на процесс формирования пленок меди кодовой последовательности акустических импульсов (параметры которой приведены в таблице 1) имеющей диаграмму, приведенную на рис. 4, на поверхности пленки формируются продольно ориентированные в одном направлении нитевидные нанокристаллы (ННК). Эти ННК имеют винтовую форму поверхности (рис. 5). ННК – это одномерный объект с наноразмерным сечением порядка 100 – 200 нм, у которого длина соизмерима с диаметром. Параметры формируемых ННК (длина и диаметр ННК, шаг винтовой навивки формы ННК и шаг повторения решетки ННК (расстояние между параллельно расположенными ННК) приведены в таблице.

Таблица

Параметры последовательности акустических импульсов (в мкс) и ННК (в мкм)
(во втором эксперименте)

Параметры КПАИ								Параметры ННК		
Несущий сигнал				Модулирующий сигнал						
$\tau_{н1}$	$\tau_{п1}$	f_1	T_1	$\tau_{н2}$	$\tau_{п2}$	f_2	T_2	l	d	t
80	79	6300	159	1000	0	1000	1000	0,64-0,84	0,21-0,34	0,12

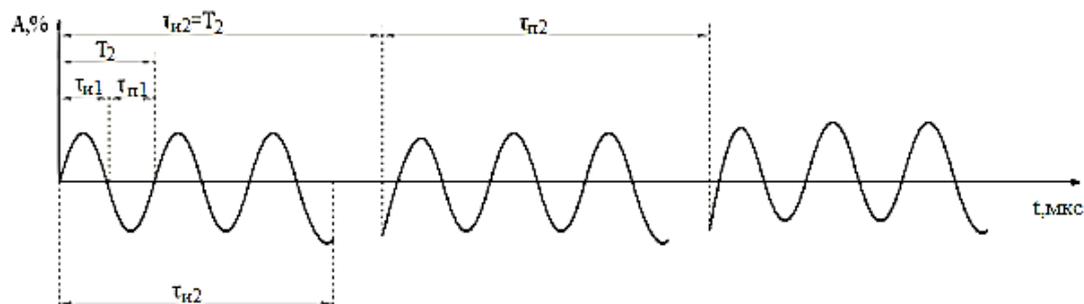
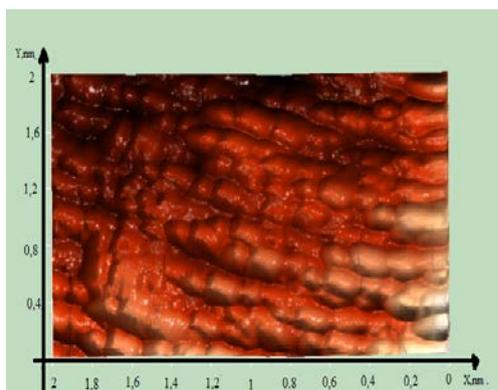
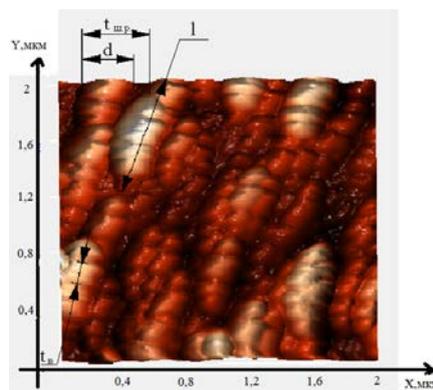


Рис. 4. Кодовая последовательность подряд идущих модулирующих акустических импульсов, когда пауза между ними равна нулю, с разной начальной фазой несущей частотой в каждом импульсе.



а



б

Рис. 5. Тонкие медные плёнки под воздействием последовательных подряд идущих модулирующих акустических импульсов с разной начальной фазой несущей частотой в каждом импульсе: а – контроль; б – эксперимент.

**ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТОДОМ МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ
НАНОРАЗМЕРНЫХ ЛОВУШЕК ЭКСИТОНОВ И ТРИОНОВ
И ИХ ВЛИЯНИЕ НА СВОЙСТВА ТОНКИХ ПЛЕНОК**

**А.Ю. Леонтьев, И.И. Попов, А.В. Мороз, А.А. Гладышева
А.В. Иванов, Д.В. Минеев, Н.И. Сушенцов**

1. Введение. В данной работе представлен обзор оригинальных экспериментальных исследований технологических возможностей метода магнетронного распыления, позволяющих получать тонкие пленки с новыми свойствами, открывающими новое направление в тонкопленочном приборостроении. Предлагаемые технологические подходы формировались на основе полносферного мировоззрения. Наступивший на нашей планете кризис всех систем управления всеми видами бытия породил и нарастание тенденций дефицита ресурсов. Причина кризиса, на наш взгляд в недостатках многие века доминирующего мировоззрения, построенного на единственности материального мира, влияющего на процессы развития жизни на Земле. На самом деле в основе мироздания лежит система сфер, связанных между собой количественной иерархией, в рамках которой осуществляется энергетический обмен между сферами ее каждой ветви, и качественной иерархией, обеспечивающей через упругие полевые взаимодействия модуляцию энергетических процессов в сферах, фазовыми и частотными характеристиками других сфер. В итоге любой объект сферы представляет периодически повторяющийся процесс движения энергии и ее носителей по траектории, определяемой суммой сил, приложенных по двум встречно направленным коническим спиральям Архимеда, одинаково представленным усеченными с двух сторон конусами (параметрами этих сечений определяются граничные значения параметров функционирования сфер). В нижней полусфере доминируют центростремительные силы (направленные против часовой стрелки), определяющие в нижней полусфере гравитационные и другие энергетические свойства твердотельной материи, ее сопредельных фаз физического состояния вещества (конденсата и жидкости), а также свойства других более мелких сфер, относящихся к объектам, ведущим себя в этой полусфере как частица. В верхней полусфере доминируют центробежные силы (направленные по часовой стрелке), определяющие в верхней полусфере антигравитационные силы и другие свойства информации, задающей траекторию движения материи в виде частиц газа и сопредельных с ним фаз физического состояния вещества (конденсата и жидкости), а также характер проявления в этой полусфере внутренних напряжений твердотельных объектов. В гармонично построенной сфере происходит плавное перетекание одного качества движения в другое, с сохранением суммы энергий постоянной (в древней китайской философии такие процессы формализованы как энергии Ян и Инь). При этом отсутствует борьба, конкуренция, лидерство, болезни, процессы, порождающие рыночные отношения, сводящие на нет энергетические ресурсы каждой сферы.

Жизнью продиктована потребность вернуть человечество к полносферному мировоззрению. Произвести это можно через объективно получаемую информацию, путем обеспечения перепрошивки системы нейрохимических связей головного мозга аналогами его реакции на вызовы окружающей среды, опирающимися не только на интересы концентрируемой твердотельной фазы вещества объектов мироздания, но и на информацию, задающей направление процесса дальнейшего развития сферы и ее внутреннего содержания. Для получения объективной информации о всех четырех фазах физического состояния вещества (газе, конденсате, твердотельном состоянии и жидкости), о доминирующей энергии в любой точке сферической поверхности необходимы приборы, принцип действия которых использует полносферное содержание характеристик и свойств датчика (регистратора) информации. Именно этим целям был посвящен цикл проведенных исследований, проводимых с 2012 года и опубликованных в

24 статьях, технологическим аспектам которых посвящена настоящая статья. При этом основу новых материалов составляли наноразмерные ловушки экситонов и трионов, обладающие кванторазмерными свойствами и способностью воспроизводить внутри себя циклические полносферные движения экситонов или трионов. Наличие таких ловушек открыло новую возможность влияния на параметры тока полупроводниковых приборов, обеспечивать регистрацию быстропротекающих процессов в фемтосекундном интервале их временных значений.

Особая роль в данной работе отводится полносферному взгляду на технологию магнетронного распыления, использующей циклически повторяющиеся процессы. Такой подход позволил разработать технологию и получить различные формы поверхностей, содержащих эти ловушки экситонов и трионов с определенными характеристиками. Количественные результаты этих экспериментальных исследований технологий получения тонких пленок методом магнетронного распыления позволили сформулировать не только качественные, но и количественные характеристики функционирования сфер и оценки элементов полносферного мировоззрения.

2. Теоретические основы примененной модели формирования текстуры тонких пленок.

Технология коррекции формы кристаллических волокон, формирующих текстуру тонких пленок, получаемых методом магнетронного распыления при воздействии на подложку акустического кодового сигнала, разрабатывалась исходя из восприятия моделируемого процесса формообразования текстуры пленок согласно полносферному мировоззрению человеком себя и окружающей среды. В основе этого полносферного мировоззрения лежит гиперсферическая модель мироздания. Эта модель предполагает, что в основе мироздания лежит система иерархически построенных и особым образом связанных сферобразных форм материальных объектов и окружающих их физических полей. При этом отдельные сферы объединяются в подклассы, подклассы – в классы, а классы – в систему мироздания, имеющие одну и ту же пропорцию своих характеристик. Внутри сферы класса, формируются сферы подклассов, внутри сферы подкласса формируются первичные сферы нашего рассмотрения. В свою очередь внутри этих первичных сфер формируются еще более мелкие сферы. В нашей работе задействован механизм перетекания энергии и ее носителей из большей сферы в меньшую. Отображение процессов, протекающих внутри любой из сфер, имеет один и тот же характер, одни и те же фазовые характеристики и количественные соотношения линейных размеров и энергии сферы между ее входом и выходом. Любая из сфер формируется под воздействием на носители энергии, поступающие на вход сферы, двух встречно ориентированных правой (задающей направление приложения центробежной силы) и левой (задающей направление приложения центростремительной силы) конических спиралей Архимеда. На входе сферы наибольшую плотность энергии создает центробежная сила, распространяющаяся от верхнего (наименьшего) сечения правого конуса вниз к его наибольшему сечению. На выходе сферы наибольшую плотность энергии создает центростремительная сила, распространяющаяся от нижнего (наименьшего) сечения левого конуса вверх к его наибольшему сечению. На оси вращения сферы верхнее сечение правого конуса совпадает с нижним сечением левого конуса, которые находятся на входе сферы, а нижнее сечение правого конуса совпадает с верхним сечением левого конуса, которые, в свою очередь, находятся на выходе сферы. Величина наибольшей плотности энергии правого конуса на входе сферы равняется наибольшей плотности энергии левого конуса на выходе сферы. Величина наименьшей плотности энергии правого конуса на выходе сферы равняется наименьшей плотности энергии левого конуса на входе сферы. При этом величина плотностей энергии обоих конусов в верхнем сечении каждого конуса в «е»-раз превышает его значение в нижнем сечении, принимаемых за условную для данной сферы «1» (здесь величина «е» – основание натурального логарифма, равная 2,7...). То есть входная величина равна $e^{(«1»)}$. Линейные же размеры входного сечения каждого конуса во столько же раз меньше размеров выходного сечения. Обратная пропорциональная

зависимость размеров и энергии конуса вытекает из обратно пропорциональной зависимости длины волны и частоты колебаний энергии, перетекающей по поверхности сферы по спиралевидной траектории ($\lambda = C/f$, где λ – длина волны, C – скорость движения, f – частота вращения энергии). На экваторе сферы силы центробежные и центростремительные равны, плотности энергии обоих конусов – тоже (значение энергии среднее от разницы между верхом и низом конуса). То есть на экваторе перетекающий по поверхности носитель энергии (мелкодисперсная частица – нуклон или другой объект, ведущий себя как частица) проходит мгновенное состояние динамического равновесия, при котором меняется направление его вращения по поверхности сферы. От входа сферы до экватора доминирует плотность центробежной энергии. При этом скорость перетекания носителя по поверхности сферы, задается центробежной силой по правой спирали (по часовой стрелке), от максимального значения до нуля. От экватора до выхода сферы доминирует плотность центростремительной энергии. При этом скорость перетекания носителя по поверхности сферы, задается центростремительной силой по левой спирали (против часовой стрелки), от нуля до максимального значения.

Носитель энергии, попавший на вход сферы в верхней полусфере, совершает перетекание по ее поверхности по часовой стрелке, перемещаясь ближе к экватору. На экваторе его вращение останавливается. Затем продолжается его перетекание по поверхности нижней полусферы против часовой стрелки, перемещаясь ближе к выходу сферы. На выходе сферы, оставшаяся центробежная энергия, равная условной «1», начинает возрастать в результате перемещения к экватору носителя заряда при его перетекании против часовой стрелки от выхода сферы до экватора (при этом центробежная энергия начинает уменьшаться). На экваторе снова наступает мгновенное состояние динамического равновесия и происходит смена направления перетекания носителя энергии, продолжающегося по поверхности верхней полусферы. При этом центробежная энергия достигает наибольшего значения по мере приближения ко входу сферы, а центростремительная – наименьшего, равного условной «1». Таким образом, охлажденные носители энергии в газовой фазе с упорядоченным движением от верхних сфер гиперсферы, войдя в сферу, смешиваются с потоком разогретого хаотически движущегося газа, поступившего в завершённом цикле от экватора ко входу в сферу. Разогретый газ в результате обмена энергией с охлажденным упорядоченным газовым потоком конденсируется, переходят в районе экватора к состоянию конденсата. После экватора под воздействием центростремительных сил конденсат структурируется и переходит в твердое (упругое) фазовое состояние, пополняя материальный объект новым слоем твердой (упругой) материи. В интервале перехода носителей энергии от выхода сферы до экватора происходит разложение твердотельной структуры и происходит переход их из твердого фазового состояния в разогретую жидкость. После экватора в разогретой жидкости происходит разъединение частиц вещества, переходящих в хаотическое движение разогретого газа.

Таким образом, перемещаясь в продольном сечении сферы, носитель энергии совершает цикл из четырех фазовых переходов (газ, конденсат, твердотельная фаза, разогретая жидкость и снова разогретый газ). В первой четверти периода происходит конденсация ранее разогретого газа, во второй четверти периода – структуризация вещества и придание ему упругих свойств. В третьей четверти периода – разложение твердотельной структуры и в четвертой четверти разрыв энергетических связей между частицами жидкости, переходящими в разогретый газ. В верхней полусфере характерно движение в газовой фазе в центробежном направлении с увеличением диаметра поперечного сечения сферы (диаметра витка спирали) по мере продвижения к экватору.

Вместе с тем у каждой сферы есть свои значения граничных значений линейных размеров и перетекающей по ее поверхности энергии, изменяющихся от величины условной для этой сферы единицы «1» до значения $e^{(«1»)}$. Эти значения энергий центробежной и центростремительной равномерно гармонично перетекают из одного качества движения в другое, по мере

продвижения по этому продольному циклу (в древних китайских учениях энергии Ян и Инь), сохраняя сумму этих энергий постоянной для конкретной сферы. Если на входе сферы центробежная энергия и число ее носителей в «е»-раз больше, чем на выходе, то возникает вопрос, на что расходуется разность между входной и выходной энергией? А расходуется она на образование меньших сфер внутри каждой из рассматриваемых сфер путем перетекания разностной части носителей и энергий из большей сферы во внутренние меньшие сферы.

В поперечном сечении сферы также в течении движения по одному витку происходит перетекание центростремительной энергии в центробежную и наоборот. В моменты выравнивания этих энергий и совпадения фаз поперечного перетекания с фазой продольного движения происходит перетекание энергий и частиц в новую сферу. Канал перетекания энергии и ее носителей между сферами представляет собой две цилиндрические спирали разных диаметров, имеющие общую ось вращения. Значения диаметров и распределение плотности энергии между внешней поверхностью спирали меньшего диаметра и внутренней поверхностью спирали большего диаметра меняется в пределах между значением условной для этой сферы единицы («1») и значением, равным $e^{(«1»)}$. Нахождение энергии в этом диапазоне значений, обеспечивает постоянное доминирование внешней центробежной энергии, задающей направление продвижения носителей энергии вдоль ост вращения этих цилиндрических спиралей. Вместе с тем происходит плавное перетекание соотношения центробежных и центростремительных сил, влияющих на траекторию движения носителей энергии между этими спиралями. В результате доминирующее значение центробежной силы принимает максимальное импульсное значение с максимальной плотностью энергии или минимальное значение, соответствующее паузе между этими импульсами. В итоге внутри движущегося потока носителей энергии возникают пульсации плотности энергии с частотой повторения этих импульсов. В то же время носители энергии, перетекающие по поверхности верхней полусферы (по часовой стрелке) в верхней газовой среде и против часовой стрелки – в нижней полусфере, совершают периодическое движение в поперечном к оси сферы сечении от 0 до 360° при прохождении каждого витка спирали. При фазе этого движения, равной 0°, носители энергии испытывают наибольшее действие центробежной силы, а в противофазе – центростремительное. То есть перетекание Ян и Инь энергий происходит как продольном сечении сферы, так и в поперечном. Если на входе сферы появляется импульс пульсаций центробежной энергии, а вектор поперечного вращения носителя энергии по поверхности сферы равен нулю, то происходит частичное перетекание газовой среды с ее энергией в направлении ортогональном оси сферы, сопровождаемое центробежной траекторией движения. Когда фаза поперечного вращения носителя энергии по поверхности сферы равна 180° при наличии импульса внешних пульсаций, то происходит притяжение центростремительной силой носителей энергии из окружающей среды. Эти две встречные силы переходя в форму конических спиралей формируют новую (младшую) сферу. В нормальных условиях за один период продольного цикла перетекания носителя энергии по поверхности сферы на вход сферы поступает 6 импульсов внешних пульсаций с фазами (для продольного цикла, отличающимися на 60°. В итоге за один продольный цикл сферического движения происходит 6 моментов усиления роста твердотельной фазы. Вектор поперечного вращения носителя энергии 6 раз за продольный цикл пересекает импульсы внешней пульсации, обеспечивая 6 максимумов формирования твердой фазы винтообразно сдвинутых на 60° относительно оси сферы. По этой причине, как правило, кристаллическая структура формирующейся твердотельной фазы вещества имеет гексагональную форму.

3. Методология применения полносферной модели формирования материальных объектов для коррекции текстуры тонких пленок, получаемых методом магнетронного распыления. Рассчитав траекторию движения материала, распыляемого в установке магнетронного формирования тонких пленок, определяем параметры импульса и периода модуляции искусственного акустического кодового сигнала, модулирующего естественный процесс

полносферного формирования пленки искусственными импульсами внешних пульсаций. Исходя из размеров и времени осаждения на подложке капле распыляемого вещества рассчитывается несущая частота акустического кодового сигнала.

Таким образом формируются условия параллельного полносферного формирования материальной фазы из потока носителей энергии, поступающего на подложку в виде разогретого газового состояния. Акустический кодовый сигнал выполняет роль потока импульсов внешних пульсаций, упорядочивающих движение остывающего конденсируемого на подложке вещества. В результате энергообмена между подложкой и конденсатом распыляемого вещества происходит формирование твердотельной фазы этого вещества. На рис. 1б приведены результаты эксперимента, выполненного при совпадении по времени, частоте и фазе импульсов модуляции акустического излучения (у которых при совпадении частоты модуляции используются импульсы внешних искусственных пульсаций с более крутыми фронтами и уменьшенной длительностью (при большей скважности импульсов)) с естественными импульсами внешних пульсаций, участвующими в формировании винтообразной структуры кристаллических волокон пленки, получает вариант интенсификации этого процесса формирования этих волокон в виде волокон меньшего диаметра и более крутыми стенками их конусов. На рис. 1г приведены результаты эксперимента, когда при условиях, аналогичных предыдущему эксперименту, длительность модулирующего импульса значительно превышает длительность импульса естественных внешних пульсаций. В этом случае после завершения действия естественного импульса внешних пульсаций продолжалось укладывание твердотельной фазы вещества, пока не завершался акустический импульс искусственных внешних пульсаций. Поэтому произошло размазывание формы волокна за пределы его естественного состояния, приведенного на рис. 1а (вариант контроля). На рис. 1в приведены результаты эксперимента, когда длительность акустического импульса искусственных пульсаций соответствовал времени заполнения пространства между противофазными источниками центробежной и центроостремительной сил. Два ортогональных направления выкладки твердой фазы вещества связаны с тем, что медь имеет кубической решетки (то есть за один продольный цикл сферического движения на вход сферы поступает четыре импульса естественных внешних пульсаций). В этом случае фаза вектора поперечного движения по каждому витку спирали сферы совпадала с одной или другой парой противофазных импульсов внешних пульсаций, ортогональных друг другу.

Далее путем манипуляции длительностью, частотой модуляции акустического излучения, длительностью импульсов и несущей частотой их повторения создавались различные ситуации отклонения процесса выкладки твердой фазы распыляемого вещества относительно от естественного режима, что приводило к созданию различных оригинальных симметрией построения формы кристаллических волокон.

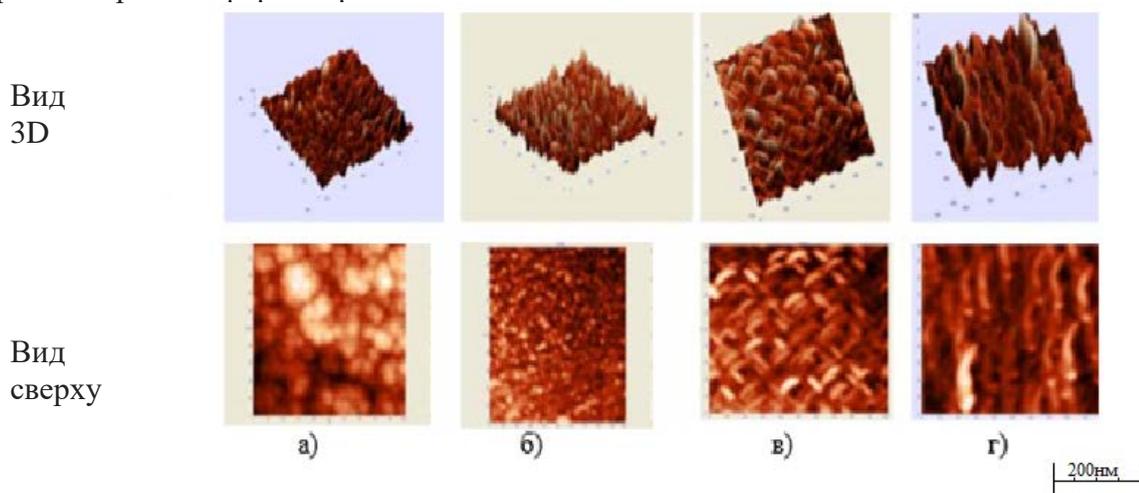


Рис. 1. Коррекция характера изменения дислокаций при воздействии различных вариантов кодовой последовательности акустических импульсов:

а – контроль;

б – скважность модулирующих импульсов больше 5;

в – скважность равна $(\pi + 1)$;

г – скважность менее e (2, 7...).

УДК 621.31

**КОНСТРУКЦИЯ СИЛОВОЙ ЧАСТИ УСТРОЙСТВА ВЫРАВНИВАНИЯ НАГРУЗКИ
ДЛЯ ТРЕХФАЗНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ 0,4 кВ**С.В. Волков¹, И.Х. Гарипов¹, А.И. Орлов¹, А.А. Савельев²¹ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет»,²Филиал «Маризнерго» ПАО «МРСК Центра и Приволжья»

E-mail: karlorlov@gmail.com

Работа посвящена вопросам создания устройства выравнивания нагрузки коммутационного типа для трехфазных электрических сетей низкого напряжения. Кратко описывается принцип работы, назначение устройства, основные конструктивные элементы и их технические характеристики. Приводится силовая схема устройства, содержащая параллельно включенные основную и шунтирующую цепи. Даются условия и алгоритм перехода с основной схемы на шунтирующую. Устройство блока управления не рассматривается. Описывается экспериментальный стенд, его конструкция и возможности, применяемая измерительная аппаратура. Приводится конструкция силовой части устройства. В работе приводятся результаты комплексного опробования устройства: выполнение коммутаций круговых перестановок и изменений чередования фаз на холостом ходу и под нагрузкой, испытания под расчетной нагрузкой, включая исследование температурного режима. Приводятся обоснования изменений в конструкции устройства и алгоритме его работы. По результатам работы обоснована возможность применения устройства по назначению.

The paper is devoted to the creation of a switching-type load equalization device for three-phase low-voltage electrical networks. The principle of operation, the purpose of the device, the main structural elements and their technical characteristics are briefly described. The power scheme of the device containing the main and shunt circuits connected in parallel is given. The conditions and algorithm for switching from the main circuit to the shunt circuit are given. The device of the control unit is not considered. The experimental stand, its design and capabilities, and the measuring equipment used are described. The design of the power part of the device is given. The paper presents the results of complex testing of the device: performing switching of circular permutations and changes in phase alternation at idle and under load, testing under design load, including the study of the temperature regime. The reasons for changes in the device design and algorithm of its operation are given. Based on the results of the work, the device can be used for its intended purpose.

1. Введение. На шинах ТП 6–10/0,4 кВ или на в узловых точках линии 0,4 кВ трехфазных распределительных электрических сетей во многих случаях имеет место неравномерное распределение нагрузки. Даже при идеально равномерно распределенной нагрузке по фазам на этапе проектирования при наличии однофазных потребителей периодически возникает перегрузка отдельных фаз. С развитием электрической сети, изменением состава и мощности энергопринимающих устройств потребителей, неравномерность нагрузки по фазам, как правило, возрастает. Если систематическую перегрузку отдельных фаз можно устранить за счет перераспределения фаз отходящих фидеров нагрузки вручную, то случайно возникающую неравномерность нагрузки устранить таким способом невозможно. Неравномерность нагрузки, по причине падений напряжения на сопротивлениях линии, влияет на симметрию напряжений в точках ее общего присоединения. Наличие составляющих обратной и нулевой последовательности снижает эффективность и надежность трехфазных и однофазных устройств потребителей. Нормируемое стандартом ГОСТ 32144-2013 [1] предельно допустимое значение коэффициента несимметрии напряжений по обратной последовательности K_{U2} , усредненное за 10 минут, составляет 4%.

Известны устройства, позволяющие снизить неравномерность напряжений. Так, трансформаторы типа ТМГСУ имеют дополнительную обмотку поверх фазных обмоток, по которой протекает ток нейтрального проводника обмотки НН, соединенной по схеме Y_0 . [2] Повышая за счет этого сопротивление токам нулевой последовательности, снижается коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности, но составляющие обратной последовательности никак не ограничиваются. Существуют устройства трансформаторного типа, работающие по принципу вольтодобавки в отдельных фазах [3] Устройства типа

параллельных активных фильтров, описание которых приведено в работе [4], также позволяют влиять на равномерность нагрузки по фазам за счет перераспределения мощности на интервале времени в 1 период промышленной частоты. Известны также устройства равномерного распределения электрической нагрузки по фазам электрической сети за счет выполнения определенных присоединений фаз нагрузки к фазам электрической сети, устройство [5], стоимость которых принципиально ниже по сравнению с устройствами других типов за счет относительной простоты силовой схемы и системы управления.

В работе рассматривается устройство выравнивания нагрузки (УВН) коммутационного типа, позволяющее с высокой скоростью выполнять круговую перестановку или изменение чередования фаз нагрузки относительно фаз источника питания. Устройство располагается на одной или нескольких 3-фазных отходящих линиях узла электрической сети: на фидере 6–10/0,4 кВ или отпайке линии электропередачи, см. блок-схему на рис. 1.

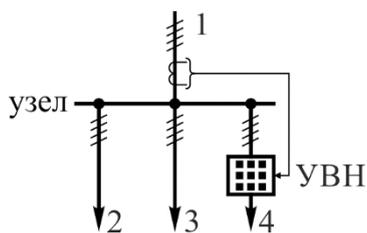
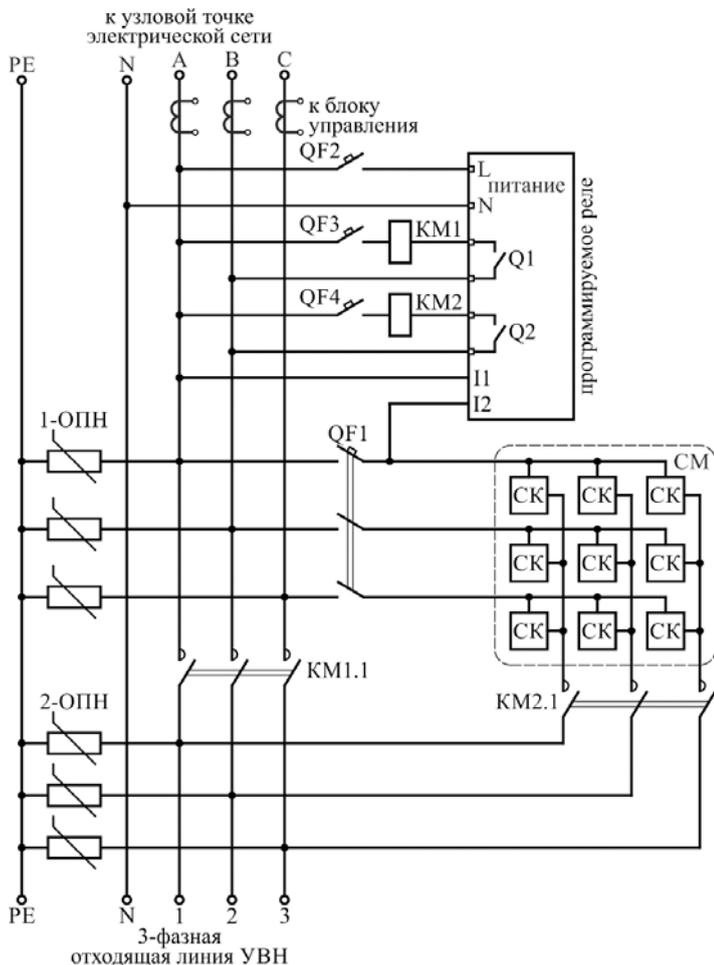


Рис. 1. Блок-схема установки устройства:

- 1 – линия от источника к узлу электрической сети;
- 2 и 3 – отходящие линии;
- 4 – отходящая линия, подключенная к устройству выравнивания нагрузки (УВН)

На блок-схеме, рис. 1 фидеры нагрузки 2 и 3 подключены к узлу электрической сети непосредственно, фидер 4 – через устройство выравнивания нагрузки УВН. Действие устройства направлено на выравнивание нагрузки по фазам в узле (линии 1) за счет реализации оптимальной схемы присоединения фаз нагрузки 4 к узлу. Принцип и алгоритм работы устройства приводится в работах [6]–[11].

Схема и принцип работы экспериментального образца устройства. Схема силовой



части экспериментального образца выравнивания нагрузки показана на рис. 2. Контакты показаны в нормальном положении, когда на них не оказывается управляющих воздействий, а питание отключено. В основном режиме работы устройства питание нагрузки осуществляется через силовой модуль СМ, который по команде блока управления реализует одну из 6 схем соединения фазных проводников нагрузки с фазами источника при питании 3-фазной нагрузки: 3 схемы круговой перестановки × 2 чередования фаз (прямое и обратное), или полностью отключает нагрузку. Устройство блока управления не рассматривается в данной работе. При подключении нагрузки по основной схеме автоматический выключатель QF1 и силовой контакт KM2.1 контактора KM2 включен. Блок управления не показан на схеме рис. 2. Силовой модуль состоит из 9 силовых ключей СК на основе симисторов.

Рис. 2. Принципиальная схема силовой части устройства выравнивания нагрузки

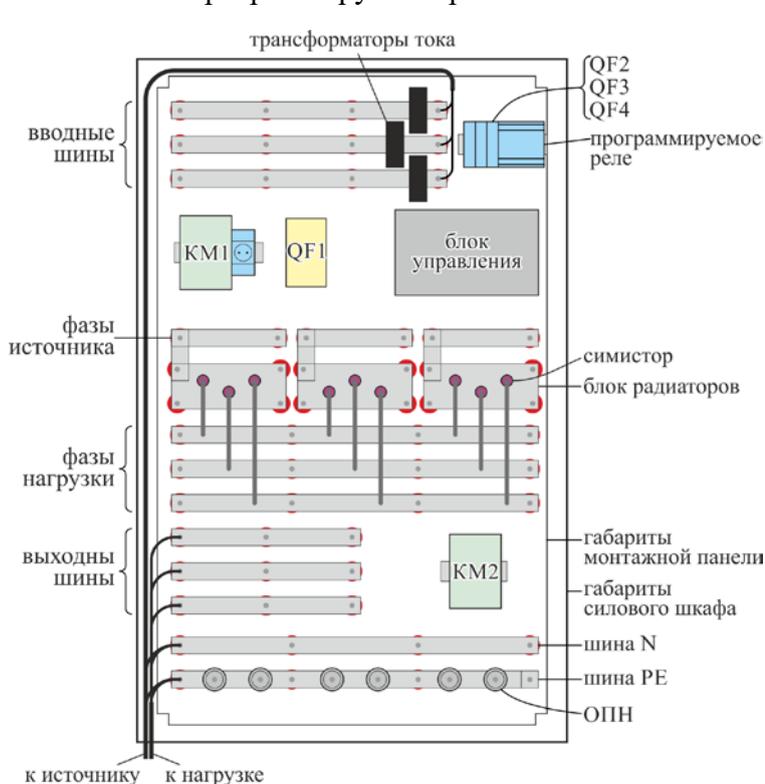
В схеме предусмотрена возможность отключения силового модуля СМ при сохранении бесперебойного электроснабжения потребителей, например, в случае его отказа.

Логику срабатывания контакторов КМ1 и КМ2 реализует программируемое реле. Во избежание короткого замыкания основная схема (замкнуты QF1 и КМ2.1), и шунтирующая (замкнуты КМ1.1) не должны включаться одновременно. При отключении QF1 программируемое реле размыкает контакт Q2, отключая контакт КМ2.1 контактора КМ2, и, спустя заданную выдержку времени, включает контакт Q1, включая контакт КМ1.1 контактора КМ1. Автоматические выключатели QF2–QF4 замкнуты. Включение автоматического выключателя QF1, наоборот, приводит к размыканию Q1 и, спустя выдержку времени, замыканию Q2. При этом устройство включается по основной схеме. Для включения устройства необходимо замкнуть автоматические выключатели QF2–QF4.

Ограничители перенапряжения нелинейные 1-ОПН и 2-ОПН предназначены для защиты устройства от атмосферных и коммутационных перенапряжений амплитудой свыше 2 кВ.

Конструкция экспериментального образца устройства. Экспериментальный образец устройства рассчитан на рабочий ток 75 А, собран в силовом щите с монтажной панелью типа ЦМПП-6 1200×750×300 IP66. Корпус имеет заведомо избыточные габариты для удобства монтажа и наладки, легкодоступности всех элементов при исследовании. За счет оптимизации расположения существует возможность разместить эти же компоненты в корпусе в 2–4 раза меньшего объема. Расположение элементов устройства на монтажной панели показано на рис. 3. Вводное отверстие расположено в нижней части (в основании) шкафа. Внутри шкафа фазные проводники протянуты к вводным шинам, нулевой проводник – к шине N, заземление – к шине PE, которые расположены внизу шкафа.

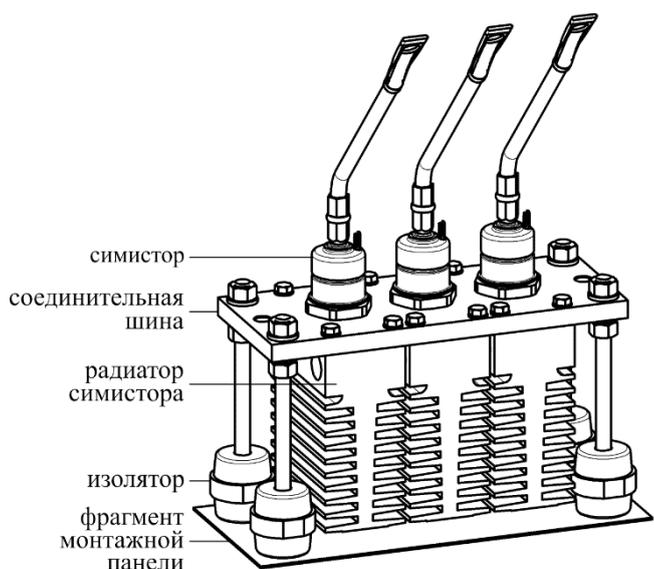
Контакторы КМ1 и КМ2, автоматический выключатель QF1 крепятся непосредственно к монтажной панели. Автоматические выключатели QF2–QF4 устанавливаются на DIN-рейку типа ТН35. Программируемое реле типа Овен ПР110-220.8ДФ.4Р управляет контакторами



КМ1 и КМ2, реализуя логику переключения основной схемы питания нагрузки на шунтирующую и обратно. В качестве силовых ключей приняты симисторы ТС161-200-14, имеющие обратное напряжение 1400 В, максимальный средний ток в открытом состоянии 200 А при 85 °С. Симисторы с охладителями типа О171, подключенные к одной фазе источника, сгруппированы в блоки по 3 элемента как показано на рис. 4.

Одновременно из 3 симисторов в блоке работает только 1, поэтому теоретическая максимальная рассеиваемая мощность блока радиаторов избыточна. Достаточная теплопроводность между симисторами и блоком радиаторов обеспечивается за счет применения кремнийорганической терморасты КПТ-8.

Рис. 3. Расположение элементов устройства выравнивания нагрузки на монтажной панели



Радиаторы симисторов и соединительная шина, выполнены из алюминия марки АД31, установлены на монтажной панели на 4-х шпильках с изоляторами SM-35. Шины установлены на изоляторах. Ограничители перенапряжений ОПН монтируются на шине РЕ, которая в свою очередь металлически соединяется с корпусом шкафа.

Рис. 4. Конструкция блока радиаторов силовых ключей (симисторов)

Экспериментальный стенд для испытаний. Экспериментальный стенд должен удовлетворять требованиям по напряжению, мощности, характеру нагрузки и возможности ее регулирования.

Стенд должен позволять включать устройство под расчетной нагрузкой 75 А при номинальном линейном напряжении 380 В на все 3 фазы. Должна быть возможность изменения характера нагрузки с активного на активно-индуктивный, а также возможность ее регулирования. В качестве нагрузки, удовлетворяющей данным требованиям выбраны блоки сопротивлений типа ЯСЗ, на основе которых собран экспериментальный стенд для испытаний. В качестве индуктивной составляющей нагрузки использовался электродвигатель АИР100L2 5,5 кВт на холостом ходу. Возможность изменения активной составляющей нагрузки обеспечивалась за счет изменения числа и схемы соединения секций блока сопротивлений.

Результаты опробования и изменения в конструкции устройства

В результате опробования проверена возможность включения и отключения устройства на холостом ходу, возможность перехода с основной схемы на шунтирующую; возможность работы под расчетной нагрузкой; возможность выполнения коммутаций под нагрузкой активного и активно-индуктивного характера (круговой перестановки и изменения чередования фаз). Все эти операции выполнены успешно. Управление режимом выполнялось дистанционно путем подачи команд в блок управления через Bluetooth. В результате опробования и наладки в конструкцию устройства внесены следующие доработки.

1. Введены шунтирующие RC-цепочки для симисторов. В ходе лабораторных испытаний обнаружено явление самопроизвольного срабатывания симисторов при включении или отключении напряжения питания или переходе с основной схемы питания нагрузки на шунтирующую. Для предотвращения срабатываний применены шунтирующие RC-цепочки (снабберные цепи) между силовыми электродами симисторов как показано на рис. 5. Снабберные цепи ограничивают скорость изменения напряжения между электродами и, как следствие, величину его всплесков.

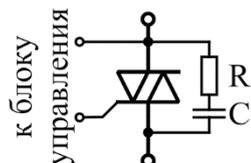


Рис. 5. Схема силового ключа на базе симистора

Для RC-цепочки выбран керамический конденсатор 0,33 мкФ, 630 В и керамический резистор 10 Ом, 10 Вт. Постоянная времени данной цепочки составляет 3,3 мкс. При включении на амплитудное напряжение 311 В максимальная скорость нарастания напряжения составляет 93,3 В/мкс. В результате экспериментальной проверки установлено, что после введения данной RC-цепочки ложные открывания симисторов прекратились.

2. Программно увеличено время бестоковой паузы при выполнении любых коммутаций силовым модулем устройства с 10 мс до 60 мс. Данное решение позволило исключить

аварийную ситуацию, возникающую в 3–5 % коммутаций индуктивной нагрузки: некоторые закрываемые симисторы не успевали закрыться до подачи управляющих сигналов на открытие другой комбинации симисторов, что приводило к коротким замыканиям и срабатыванию защиты. Увеличение бестоковой паузы путем внесения изменений в управляющей программе решило данную проблему.

3. Во избежание коротких замыканий при переходе с основной схемы питания нагрузки на шунтирующую и обратно введена задержка времени 80 мс. Управление переключением схем питания выполняется программируемым реле в зависимости от положения автоматического выключателя QF1: при его отключении мгновенно отключаются также силовые контакты КМ2.1, и затем с выдержкой времени замыкается контакт КМ1.1; при включении мгновенно отключается контакт КМ1.1, и с выдержкой времени замыкается КМ2.1.

4. Обоснована возможность уменьшения размеров силовой части устройства с теми же техническими характеристиками, но в более компактных размерах. Один из вариантов компактной конструкции силового модуля показан на рис. 8. Шины источника и нагрузки в данном варианте конструкции направлены под углом 90° и лежат в разных плоскостях по высоте. Силовые ключи (симисторы) сочленяются с шинами источника и радиаторами охлаждения.

В ходе испытаний под расчетной нагрузкой температура элементов устройства контролировалась тепловизором Fluke Ti100. Термограммы нагруженных элементов устройства под расчетным током 75 А в режиме теплового равновесия показаны на рис. 6. На рис. 6 (а) и (б) показаны симистор и болтовое соединение. Видно, что наиболее нагретой частью является корпус симистора и соединительный проводник. Максимальная температура составила 56°C . Блок радиаторов остается практически при комнатной температуре. Относительно нагретыми элементами являются резисторы снабберной цепи. Нагрузочные сопротивления нагреваются до высокой температуры более 275°C .

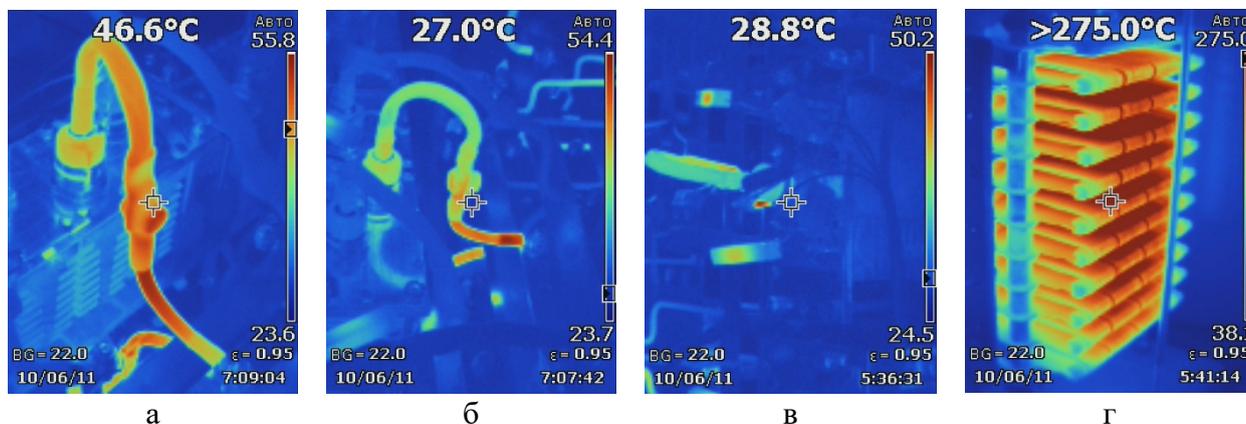


Рис. 6. Термограммы элементов устройства выравнивания нагрузки под рабочим током 75 А после наступления теплового равновесия: а, б – симистор и болтовое соединение; в – резистор снабберной цепочки; в – нагрузка (блок сопротивления ЯСЗ)

После полевых испытаний устройства, составляющих перспективу дальнейших исследований, планируется доработка конструкции по их результатам. Существует возможность уменьшения габаритных размеров и массы устройства за счет оптимизации конструкции силового модуля, например, как показано на рис. 8. Матричное расположение силовых элементов позволит отказаться от выходных шин и в целом сократить площадь, занимаемую силовым модулем на монтажной панели, в 3–4 раза. Рассматривается возможность изменения элементной базы силовых ключей с целью снижения рабочих потерь.

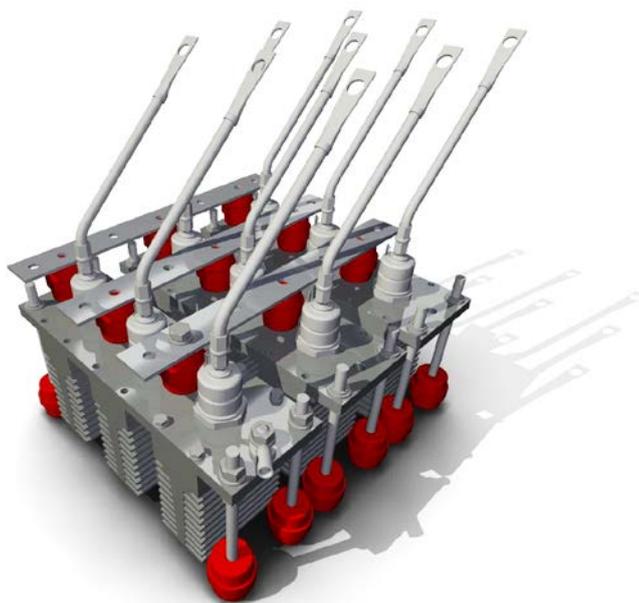


Рис. 7. Вариант компактной конструкции силового модуля

Результаты работы показывают, что предложенная конструкция устройства работоспособна. Собранная статистика по работе устройства в полевых условиях, как ожидается, позволит оптимизировать конструкцию устройства с целью минимизации его размеров и массы, снижению рабочих потерь.

Конфликт интересов – авторы подтверждают, что публикуемый ими материал не нарушает авторских и/или материальных прав третьих лиц, в том числе юридических, не являющихся авторами данной статьи.

Список литературы

1. ГОСТ 32144-2013 / EN 50160:2010 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. М.: Стандартинформ, 2014.
2. ООО «МИТЭК». Трехфазные масляные силовые трансформаторы ТМГСУ 25–63 кВА, ТМГСУ11 100–250 кВА, напряжением 6 (10) кВ. URL: <http://www.mitek.spb.ru/catalog/id12/>
3. Самарин Г.Н., Сукиасян С.М., Егоров М.Ю. Проблема несимметрии напряжений в сельских сетях и ее решение посредством разработки устройства симметрирования напряжений // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. С. 42–46.
4. Akagi H. Watanabe E.H., Aredes M. Instantaneous Power Theory and Applications to Power Conditioning. Wiley-IEEE Press, 2007, 379 p.
5. Пат. 2200364 РФ, МПК H02J 1/10 (2000.01) Устройство равномерного распределения электрической нагрузки по n-фазной сети распределения электроэнергии / Давид Яир, Виттнер Лупу; заявитель и патентообладатель ТАРДЖЕТ-ХАЙ-ТЕК ЭЛЕКТРОНИКС ЛТД. Заявка: № 99115774/09, 05.12.1997; опубл. 10.03.2003 Бюл. № 7. 20 с.
6. Заявка на пат. № 2016127923, 11.07.2016. Способ симметрирования многофазной электрической сети и устройство для его реализации / Орлов А.И., Савельев А.А.
7. Орлов А.И., Волков С.В., Савельев А.А. Анализ влияния устройства выравнивания нагрузки на показатели несимметрии электрической сети // Вестник Чувашского университета. – № 3, 2016, С. 100–108.
8. Орлов А.И., Волков С.В., Савельев А.А. Алгоритмы управления трехфазным устройством выравнивания нагрузки электрической сети // Вестник Чувашского университета. 2017. № 1. С. 162–171.
9. Орлов А.И., Волков С.В., Савельев А.А. Снижение потерь в трехфазных трансформаторах при выравнивании несимметричной нагрузки // Вестник Чувашского университета. 2018. № 1. С. 52–60.
10. Орлов А.И., Волков С.В. Сравнение алгоритмов управления устройствами выравнивания нагрузки при их групповой работе // Вестник Чувашского университета. 2018. № 1. С. 93–101.
11. Пат. 162639 РФ, МПК H02J 1/00 (2006.01) Устройство симметрирования нагрузки / Орлов А.И., Савельев А.А.; заявитель и патентообладатель Орлов А.И., Савельев А.А. Заявка: № 2015146070/07, 26.10.2015; опубл. 20.06.2016 Бюл. № 17. 2 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО ПЛАЗМОННОГО РЕЗОНАНСА НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА КРЕМНИЙ НАНО-СЕРЕБРО В БЛОКЕ ЗАПИСИ ИНФОРМАЦИИ ДИАГНОСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКС «ИНТЕСТ»

¹Т.Ю. Могильная, ¹А.М. Васильев, ¹Л.Л. Пагава, ²А.Г. Ботиков

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» 125993 г Москва Волоколамское шоссе д 4

²Федеральное государственное бюджетное учреждение «ФНИЦЭМ им. Н.Ф. Гамалеи» Минздрава РФ 125098 Москва ул. Гамалея д 18

E-mail: mogilnay@mail.ru

В работе представлено исследование принципиальной возможности реализации бесконтактной записи информации комплекса для экспресс-диагностики организма на наличие возбудителей инфекционных заболеваний, который получил название «Диагностический комплекс «Интест». Построена математическая модель лазерного излучения с кристаллом микросхемы, проведены расчеты в программном комплексе Comsol 5-5. Результаты оптимизационных расчетов показали при каких параметрах кристалла возможна реализация бесконтактной записи.

1. Введение. Научно-техническим коллективом ООО «СЭРВЭТ» совместно с МАТИ – РГТУ им Циолковского (в настоящее время МАИ-НИУ) и институтом вирусологии им. Ивановского (в настоящее время институт Эпидемиологии и Микробиологии им Н.Ф. Гамалеи) за последние несколько лет были проведены научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области разработки новых методов медицинской диагностики инфекционных заболеваний, а также оборудования, связанного с ранним и оперативным обнаружением инфекционных заболеваний человека, определением качественных и количественных характеристик инфекций в организме человека. Создан действующий образец не имеющего аналогов в мире компактного медицинского диагностического комплекса для экспресс-диагностики организма человека на наличие возбудителей инфекционных заболеваний, который получил название «Диагностический комплекс «Интест»».

Использование в медицинской практике «Диагностического комплекса «Интест»» позволит незамедлительно (до 1 минуты вместо 1-3 дней) получать сведения о наличии или отсутствии в организме пациента различных возбудителей без «забора материала» (кровь, моча, ткань и т.д.) и без нарушения кожного покрова (разрезы, проколы) и/или ввода какого-либо диагностического устройства в организм человека.

Получены патенты Российской Федерации №2190350 «Способ неинвазивной экспресс-диагностики», № 2190349 «Устройство для неинвазивной экспресс-диагностики», и № 2238032 «Устройство для обнаружения биологических агентов и химических веществ». Проведены медицинские (клинические) испытания в Гематологическом научном Центре Российской Академии медицинских наук РФ и Кафедре педиатрии с детскими инфекциями факультета усовершенствования врачей Российского государственного медицинского университета. Проведены технические испытания на базе Всероссийского научно-исследовательского и испытательного института медицинской техники МЗ РФ.

Основным принципиальным механизмом диагностики является регистрация излучений акустико-электромагнитных полей структуры ДНК. Известно, что характеристики излучения индивидуальны. В настоящее время перед авторским коллективом стоит задача перехода на бесконтактный метод записи и снятия информации с использованием явления поверхностного плазмонного резонанса (ППР). В настоящее время ППР широко применяется при создании химических и биологических сенсоров. При контакте с биообъектами (ДНК, вирусы, антитела) плазмонные эффекты позволяют более чем на порядок увеличить интенсивность сигналов флуоресценции, то есть значительно расширяют возможности обнаружения, идентификации

и диагностики биологических объектов. Явления плазмонного резонанса также используются при записи информации в разработанном нами диагностическом комплексе «Интест»[1].

В то же время возникновение плазмонного резонанса зависит от большого количества факторов, таких как форма частиц, материал частота падающего излучения. Особенно, свойства локализованных плазмонов критически зависят от формы наночастиц, что позволяет настраивать систему их резонансов на эффективное взаимодействие со светом или элементарными квантовыми системами. Поэтому представляет интерес построение математической модели и проведения расчетов для оптимизации вышеупомянутых параметров и для разработки новых технологий. Подобный подход позволил сократить время на исследования и оптимизацию таких технологических процессов как создание коллоидных растворов для изготовления для повышения КПД накопителей энергии [2] и для модификации поверхности ФЭП.

Для дальнейшего понимания принципов применения явлений плазмонного резонанса при записи информации в комплексе «Интест-1», предлагается рассмотреть структурную схему записи характеристик возбудителей в базу данных прибора и процесс диагностики. Создания прибора можно разделить на два этапа. Запись информации в базу данных и сам процесс диагностики. Представляет интерес исследовать принципиальную возможность исследовать появление плазмонного резонанса, что необходимо для реализации бесконтактной записи.

Принципиальная схема работы прибора. Устройство для обнаружения микроорганизмов и органических веществ включает источник питания, активный и опорный электроды, блок анализа измеряемого тока, блок управления, базу данных из ячеек для записи информации, которую предварительно получают, следующим образом: на базовую среду (воду, спирт, солевые растворы и т. д), содержащую биологический агент (вирус, бактерию) направляют излучение от монохроматического когерентного источника в видимом или ближнем ИК диапазоне излучения. После прохождения среды с биологическим агентом, излучение поступает в ячейку для записи, состоящую из полупроводникового, магнитооптического или другого материала, обладающего свойствами сохранять информацию, в реальном режиме времени, включенную в цепь постоянного тока.

Каждая из этих ячеек содержит информацию, соответствующую спектральной характеристике электромагнитного излучения определенного химического вещества или микроорганизма. Устройство содержит также коммутатор для подключения ячеек. Источник питания выполнен с возможностью формирования переменного или постоянного тока в цепи. Блок анализа измеряемого тока и блок управления представляют собой единый блок, который соединен с активным электродом, источником питания и с коммутатором базы данных. Опорный электрод соединен с источником питания, а выход коммутатора подключения ячеек соединен с опорным электродом.

База данных из ячеек для записи и коммутатор подключения ячеек также могут быть встроены в единый блок анализа и управления. При этом единый блок может быть выполнен в виде программированного микроконтроллера или программируемого микропроцессора, или программируемой логической интегральной схемы, которые совмещают функции анализа измеряемого тока, управления, базы данных из ячеек для записи информации и коммутатора подключения ячеек.

Устройство содержит электроды, единый блок анализа измеряемого параметра тока и управления, базу данных, состоящую из ячеек для записи, каждая из которых соответствует спектральной характеристике электромагнитного излучения определенного вида биологического агента или химического вещества, снабженную коммутатором и источник питания. Электроды находятся в контакте с исследуемым объектом. При подаче на объект электромагнитного излучения слабой мощности (электрического тока), в нем возбуждается волновой пакет спектрального состава, соответствующего особенностям спектральным характеристикам всех объектов. При этом в цепи повторяет особенности спектральных характеристик объекта.

В случае, если источник питания формирует в цепи постоянный ток, один из электродов служит активным (измерительным), а второй – опорным электродов. При работе на переменном токе каждый из электродов выполняет указанные функции попеременно в соответствии с мгновенным направлением тока. В устройстве последовательно соединены первый электрод, единый блок анализа и управления и второй электрод, образующие вместе с исследуемым объектом контур тока. База данных через коммутатор соединена с контуром тока (предпочтительно непосредственно с единым блоком). Источник питания также соединен с контуром через единый блок. Сложение двух спектральных характеристик, от источника и ячейки для записи дает биение в результате интерференции двух сигналов близких сигналов, что вызывает увеличение тока в цепи. Каждая ячейка для записи формируется путем предварительной регистрации, соответствующей спектральной характеристики электромагнитного излучения определенного вида химического вещества или биологического агента и последующей определенной технологической обработки составляющих ячейку элементов. Ячейка для записи содержит, по крайней мере, два элемента, один из которых является диэлектриком, а другой – полупроводником или проводником. Ячейка для записи может быть выполнена из серебра или алюминия, зафиксированного на основе из монооксида кремния.

Устройство работает следующим образом. Электроды размещают на исследуемом объекте в произвольных точках. От источника опорного напряжения на электроды подается напряжение и через исследуемый объект пропускают переменный или постоянный ток величиной 2-15 мкА, выбираемой из условия обеспечения наилучшего информационного отклика. Единый блок после анализа входного сигнала формирует команду управления на электронный коммутатор базы данных, который подключает к контуру тока ячейку для записи, соответствующую определенному виду биологического агента или химического вещества, наличие которого требуется определить в исследуемом объекте. Из ячейки базы данных в контур тока поступает отклик, вид которого повторяет характер спектральной характеристики подключенной ячейки. При наличии в исследуемом объекте биологического агента или химического вещества, соответствующего подключенной ячейке, динамическая характеристика вызовет, в результате интерференции сигналов увеличение тока, величина которого оцифровывается и проходит обработку по алгоритму работы блока. На основании соответствия между параметрами динамической характеристики структуры подключенной ячейки и изменением величины измеряемого тока диагностируют наличие в исследуемом объекте химического вещества или биологического агента, соответствующего подключенной ячейке.

Принципиальная схема записи информации. В процессе записи излучение от лазерного источника проходит через образец, который состоит из нейтрального раствора и диагностируемого компонента. (см рис.1.) При этом, кювета помещена в проводящую металлическую капсулу и соединена с ячейкой для записи информации проводником из того же металла. Ячейка для записи информации состоит из двух слоев кристаллического состава с различными параметрами решетки и различными типами проводимости (полупроводник, металл, диэлектрик металл и т.д.). Эта ячейка помещена в блок обработки информации, который позволяет сохранить особенности распределения электромагнитного поля нашего объекта (в данном случае возбудителя). Если эту информацию сравнить с информацией об электромагнитном поле объекта в человеке или животном, то по выделению общих характеристик можно судить о наличии или отсутствии возбудителя в данном объекте.

Лазерный луч, попадая в образец с возбудителем инфекционного заболевания, возбуждает в нем дополнительное оптическое излучение, как правило, это двухфотонное возбуждение, которое в литературе принято называть суперлюминесценцией т.е. мы имеем модулированное электромагнитное поле с параметрами модуляции индивидуальными для каждой инфекции, как это было сказано выше, т.е. параметры излучения (уровень возбуждения, частота, поляризация, когерентность) имеют индивидуальные особенности для каждого возбудителя.

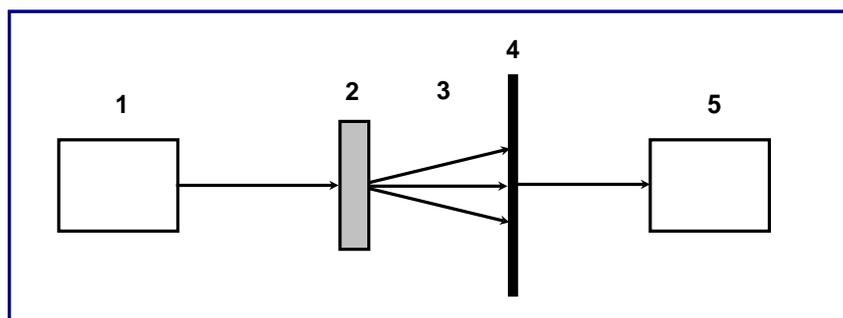


Рис. 1. Структурная схема записи информации прибора «Интест-1»:

1. Лазерный излучатель. 2. Кювета с возбудителем. 3. Электромагнитное поле с характеристиками возбудителя. 4. Ячейка микросхемы для записи информации. 5. Блок обработки информации.

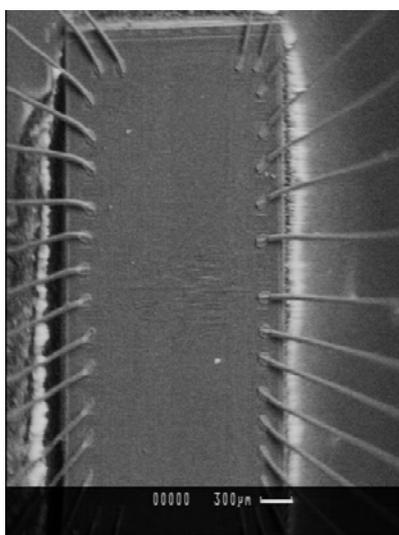


Рис. 2. Фотография микросхемы

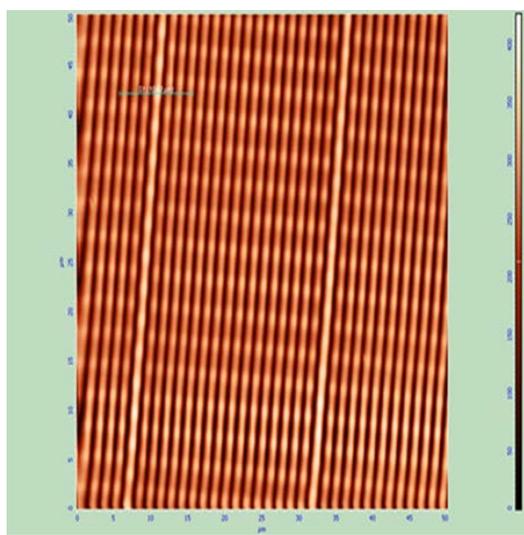


Рис. 3. фотография кристалла

Таким образом, оптическое излучение, модулированное информацией о параметрах электромагнитного поля объекта, вызывает ток в проводнике, который поступает в микросхему (рис. 2), содержащую кристалл кремния с нанесенными на нее серебряными или алюминиевыми нитями (рис. 3). Измерения и фотографии проводились на атомно силовом микроскопе. Подложка, выполненная по технологии кремний на изоляторе, представляет собой трёхслойный пакет, который состоит из монокристаллической кремниевой пластины, диэлектрика и размещённого на нём тонкого поверхностного слоя кремния.

Для перехода к бесконтактной записи можно использовать прямое падение оптического излучения на поверхность кристалла, подобно тому, как это делается в фотоэлектронных преобразователях. Для изучения необходимо было исследовать процессы, происходящие при падении электромагнитного излучения на поверхность кристалла. Частота колебаний поверхностного плазмона определяется значениями диэлектрической проницаемости частицы и матрицы. В случае металлических включений действительная часть диэлектрической проницаемости отрицательна, что может приводить к возникновению резонансного поглощения. При полном внутреннем отражении вдоль отражающей свет поверхности распространяется электромагнитная волна, скорость которой и зависит от угла падения. Если при определенном угле падения скорость этой волны совпадет со скоростью поверхностного плазмона на поверхности металла, то условия полного внутреннего отражения нарушатся, и отражение перестанет быть полным, возникнет поверхностный плазмонный резонанс [2].

Результаты измерений топографии кристалла микросхемы. Кристалл был извлечен из корпуса микросхемы, отмыт от посторонних загрязнений в нейтральной среде. После этих операций проводились измерения топографии поверхности двух прямоугольных площадок. Проведенные измерения выявили идентичность топографии обеих участков. В связи с этим, приведенные на рисунках результаты в равной степени относятся к обеим областям. На рис. 3 приведен вид топографии поверхности, измеренный на площади 50×50 мкм². Видна линейная периодическая структура. Измеренный период (см. рис.3) равен 1,46 мкм. Обращает на себя факт, что каждый 17-й период выделен линией с более высоким рельефом. Помимо этого, можно заметить, что линии имеют периодические утолщения. Высота линейного рельефа, определенная из гистограммы имела значение 220 нм. Высота выделяющихся линий на 50 нм. больше. Очевидно, именно на этих выступающих линиях может возникать явление плазмонного резонанса.

Модель распространения излучения по поверхности кристалла. Для решения задачи о принципиальной возможности реализации бесконтактной записи информации была разработана модель и были проведены в программном пакете COMSOL 5-5. На рис.4 представлена схема падения лазерного излучения на пластину с нано проволокой на диэлектрическом материале с показателем преломления n_β . Постоянная решетки или расстояние между проводами равно d . Плоская электромагнитная волна падает на проволоочную решетку на диэлектрической подложке и распространяется в среде с показателем преломления n_α , падает на решетку под углом α в плоскости, перпендикулярной решетке. При этом $n_\alpha = 1$ для воздуха и n_β для диэлектрической подложки. Углы падения, постоянные решетки d , длина волны падающего излучения λ_0 произвольны и именно по этим параметрам проходила оптимизация. Для проволоки выбиралась комплексная диэлектрическая проницаемость равная диэлектрической проницаемости материала серебра или алюминия. Рассчитывались как поперечное электрическое (TE), так и поперечное магнитное (TM) поле. Для TE волны рассчитывалась компонента электрического поля в направлении z , вне XY-плоскости. Помимо параметров оценки реализации плазмонного резонанса, модель вычисляет коэффициенты передачи и отражения для преломления, зеркального отражения и дифракции первого порядка.

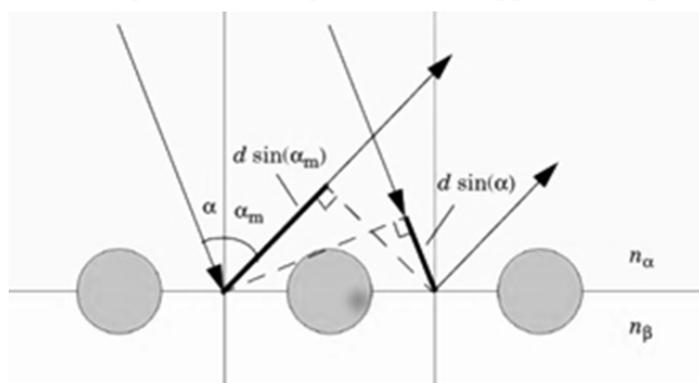


Рис. 4. Схема падения излучения на кристалл

За основу расчетов параметров рассеянного и падающего излучения была выбрана модель электрического поля в приближении Друде-Лоренца для дисперсии поля, в предположении, что все процессы образования плазмонного резонанса происходят в скин-слое, где коэффициенты взаимодействия зависят от степени ионизации атомов (1-3):

$$\epsilon_r = (n - ik)^2, \quad (1)$$

где n - действительный коэффициент преломления, k мнимая часть коэффициента преломления, а ϵ_r -комплексный коэффициент преломления (4):

$$\epsilon_r = \epsilon_\infty + \sum_{j=1}^M \frac{f_j \omega_p^2}{\omega_0^2 j - \omega^2 + i\Gamma_j \omega}, \quad (2)$$

$$B = \mu_0 \mu_r H. \quad (3)$$

Выражение для падающего двумерного гауссова пучка (4) (параксиальное приближение) имеет вид:

$$E_G(x, y) = E_0 \sqrt{\frac{\omega_0}{\omega(y)}} \cdot e^{-(x/\omega(y))^2} \cdot \exp\left(-i \left(ky - \eta(y) + \frac{kx^2}{2R(y)}\right)\right) e. \quad (4)$$

и аппроксимируется расширением плоской волны (5):

$$E_{pw} = \sum_{j=-Mk=0}^M * \sum_{j=-Mk=0}^1 \alpha_{jk} \hat{u}_k(k_j) \cdot \exp\left(-i(k_j \cdot r)\right) \quad (5)$$

Где каждый волновой вектор k_j указывает в разных направлениях для каждого значения индекса j , а α_{jk} – амплитуда, которая имеет различное значение для каждого волнового вектора, а также для каждого из двух возможных направлений поляризации на волновой вектор, $\hat{u}_k(k_j)$. Дисперсию для металлических частиц, для относительной диэлектрической проницаемости можно записать в виде (6):

$$\varepsilon(\omega) = 1 - \frac{\omega_p^2}{\omega^2}, \quad (6)$$

где угловая частота плазмы определяется ω_p – частота плазмы.

$$\omega = \frac{2\pi c}{\lambda}, \quad (7)$$

Выражение для коэффициента поглощения имеет вид:

$$p = D^3 \frac{\varepsilon - \varepsilon_h}{\varepsilon + 2\varepsilon_h} E_{loc}. \quad (8)$$

Образование плазмонного резонанса в интересующем диапазоне длин волн происходит в скин-слое, глубину которого можно вычислить следующим образом:

$$\delta = \frac{1}{\operatorname{Re} \sqrt{-k_0^2 \varepsilon_r}} \varepsilon \quad (9)$$

где k_0 – волновое число в свободном пространстве, а ε_r – комплексная относительная диэлектрическая проницаемость скин-слоя.

ε – эффективная диэлектрическая проницаемость двухкомпонентной среды, содержащей сферические наночастицы, определяется выражением [3]:

$$\varepsilon = \varepsilon_h \left[1 - \frac{3f(\varepsilon_h - \varepsilon_p)}{2\varepsilon_h + \varepsilon_p + (\varepsilon_h - \varepsilon_p)} \right] \quad (10)$$

где $(\varepsilon_h, \varepsilon_p)$ – соответственно комплексные диэлектрические проницаемости наноматериала и окружающей среды, f – относительная концентрация нанообъектов.

Для возбуждения ППР падающей на границу раздела электромагнитной волной необходимо, чтобы соблюдались законы сохранения энергии и проекции квазиимпульса объемной и поверхностной плазмонной волны: Где соответственно: ω – круговая частота света; ω_{sp} – частоты плазмон-поляритонов; \vec{k}_c – волной вектор света; K – волновой вектор плазмон-поляритонов.

$$k_{sp} = k_x \pm iG_x \pm jG_y \quad (11)$$

$G_{x,y}$ – волновые вектора обратной решетки поверхности структуры;

i, j – целые числа, k_{sp} – волновой вектор поверхностного плазмона;

k – волновой вектор возбуждающего фотона

Анализ результатов. В данной работе была произведена серия расчетов, с целью решить следующие вопросы: во-первых, возможно ли использовать полосы, изготовленные из алюминия,

во-вторых, как распределено поле вокруг полос по интенсивности и углу в зависимости от угла падения, расстояния между нитями, с целью уменьшения дифракционных потерь. Модель рассчитывает коэффициенты пропускания и отражения для преломления, зеркальный, отражение и дифракция первого порядка. Ниже приведены расчеты в программном пакете COMSOL 5-5.

Из всех металлов серебро имеет наибольшую интенсивность полосы ППР. Серебро обладает самым высоким коэффициентом экстинкции в максимуме полосы ППР не только среди металлов, но и среди всех других известных материалов, поглощающих в той же области спектра. Однако в приборах, основанных на возбуждение резонанса с помощью электрического тока хорошие характеристики давали кристаллы с нитями из алюминия, что значительно упростило технологический процесс изготовления прибора. Для проверки возможности применения алюминия были проведены расчеты распределения поля вокруг нанонитей при падении на них электромагнитного излучения в видимой и ближней ИК области спектра.

На рис. 5 а, б представлено распределения x -компонента электрического поля (линия 2) и фоновое поле гауссова пучка (линия 1) в наноклстерах алюминия электрического поля для нанонитей из серебра и алюминия при выполнении условий плазмонного резонанса. Видно, что вокруг полос из серебра в узком пространстве возникает устойчивое поле, которое часто называют полосой ППР. Возникновение полосы ППР — это результат взаимодействия падающего на поверхность нано-объектов света с электронами проводимости металла. Согласно теории, электронного газа, электроны внутренних оболочек локализованы вблизи атомного ядра, а электроны внешних валентных оболочек могут свободно перемещаться внутри металлической нано-проволоки обуславливают, в частности, высокую электропроводность металлов. Под действием переменного электрического поля светового луча подвижные электроны проводимости смещаются. Если размер частицы много меньше длины волны падающего света, то перемещение электронов приводит к возникновению диполя колеблющегося с частотой возбуждающего электрического поля. Известно, что области положительного и отрицательного заряда, сформировавшиеся вблизи поверхности нано-проволоки результате смещения электронов проводимости, вызывают поляризацию окружающей среды, в которой находится частица металла. Такая поляризация приводит к уменьшению величины и частоты колебаний индуцированного диполя и, как следствие, к сдвигу полосы ППР в длинноволновую область [3]. Эти эффекты выражены тем сильнее, чем больше способность окружающей среды к поляризации, т. е. чем больше диэлектрическая проницаемость окружающей среды. Поэтому отсутствие выраженного пика, скорее всего, определяется более низкой диэлектрической проницаемостью алюминия по сравнению с серебром. К тому же некоторые особенности наблюдаются при взаимодействии света с сильно вытянутыми металлическими нано-стержнями ($a \gg b$) – нано-проводами, длина которых сравнима или превышает длину волны падающего света. В этом случае значения напряженности электрического поля падающего света на концах нано-провода существенно различаются, поэтому диполь, индуцированный на одном из концов, вызывает поляризацию прилегающих участков нанопроволоки, и вместо локализованного в пространстве колеблющегося диполя на металлической поверхности возникает бегущая волна, которая распространяется от одного конца нано-провода к другому [4].

Если свет падает только на один конец нано-провода при облучении лазером, то бегущая волна, дойдя до другого конца, индуцирует образование колеблющегося диполя, который излучает свет той же длины волны, что и падающий [4]. Таким образом, серебряные нано-провода могут служить эффективными волноводами для узкой полосы резонансных частот, в то время как алюминиевые приведут к «расползанию» поля по поверхности подложки, и как следствие потере точности определения прибора. Для частиц несферической формы или частиц, находящихся в неоднородном окружении, например закрепленных на подложке, различные ориентации частицы по отношению к падающей световой волне неравноценны.

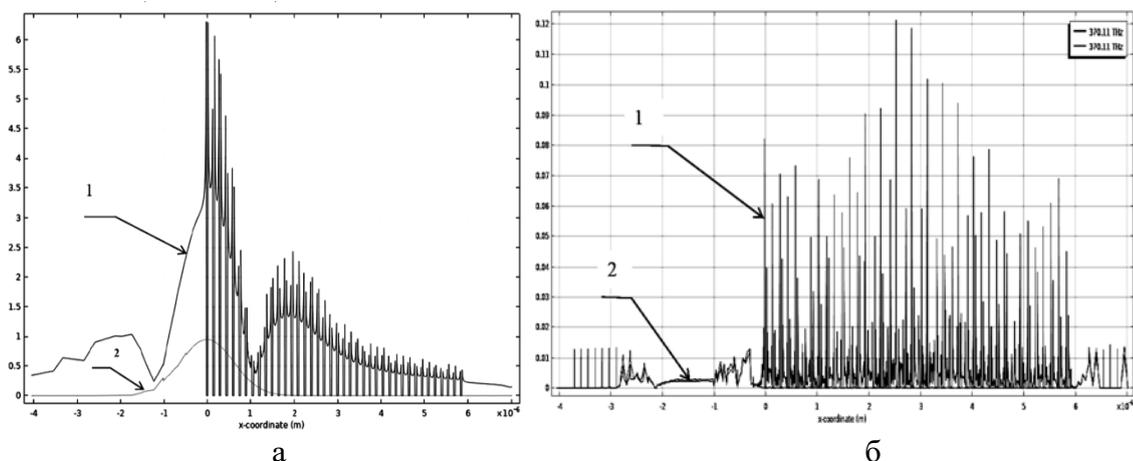


Рис. 5. x-компонента электрического поля (линия 1) и фоновое поле гауссова пучка (линия 2) в нано-нитях серебра (а) и алюминия(б)

Как было сказано выше, помимо выше сказанного, нас интересуют коэффициенты отражения в зависимости от угла падения на поверхность пластины

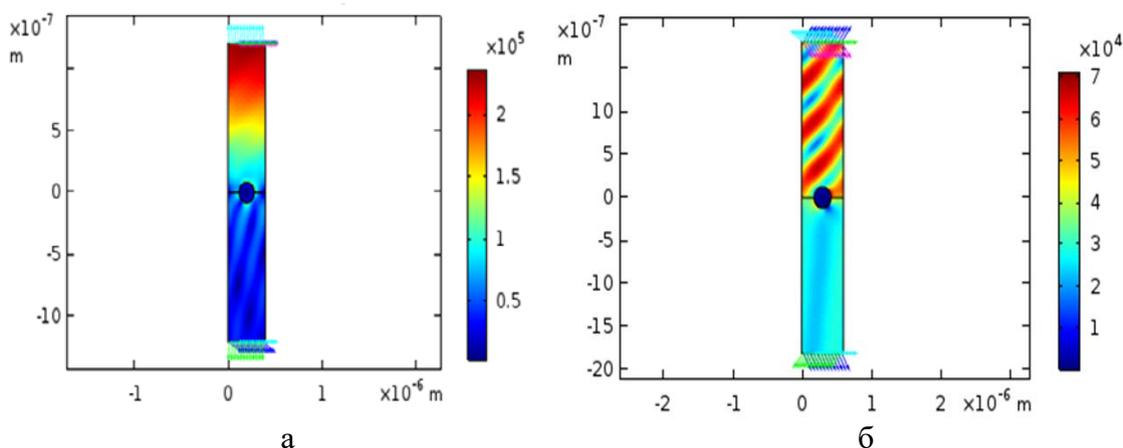
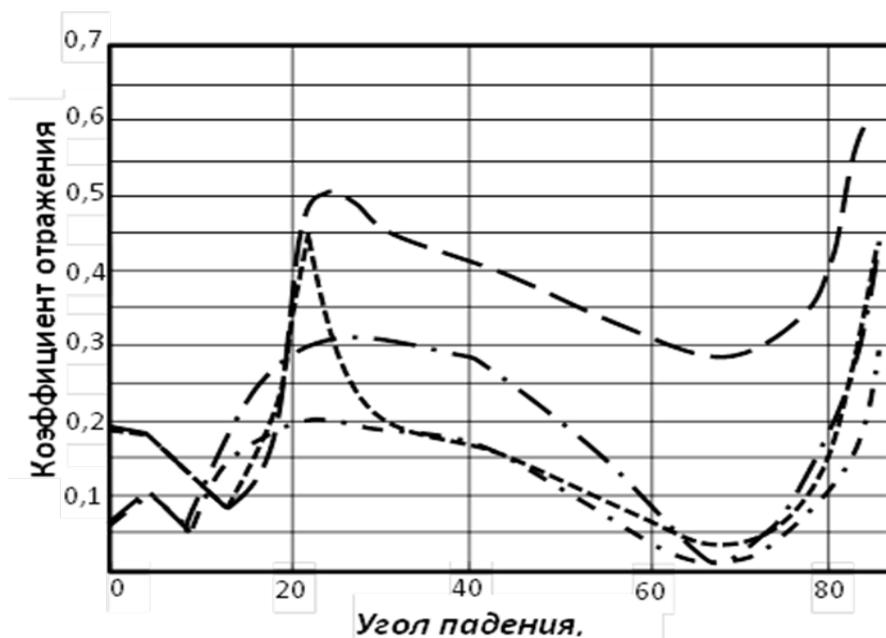


Рис. 6. Распределение электрического поля вокруг нити для а – серебра, б – для алюминия.

Мы оценили распределение поля вокруг проволоки, интенсивность коэффициента отражения от угла падения на проволоку в зависимости от длины волны и значения дифракционных потерь в зависимости от расстояния между проволокой. Расчеты показали, что для выбранного диапазона длин волн при расстоянии между нано-проволоками больше 1.2 мкм дифракционными потерями можно пренебречь. На рис 6 а б показано распределение поля вокруг нити а – для серебра, б- для алюминия. Видно, что для алюминия помимо того, что часть энергии поля уходит в подложку, поле вокруг нити не постоянно, что может привести к увеличению погрешности при диагностике сигнала.

На рис 7 представлено распределение коэффициента отражения от угла падения на кристалл для длин волн 0.441мкм, 0.670мкм, 0.830 мкм и 1.2 мкм. Видно, что коэффициент отражения является быстроменяющейся функцией угла падения и максимален для длин волн в зеленой области (0.441мкм), однако в области ближнего ИК он более стабилен (0.830 мкм) в диапазоне от 20° до 40°. Таким образом, с учетом расходимости лазерного излучения эта длина волны более перспективна для практического использования.



1 $\lambda_0 = 0.441$ мкм — — — — — 2 $\lambda_0 = 0.670$ мкм - - - - -
 3 $\lambda_0 = 0.830$ мкм - · - · - · - · - 4 $\lambda_0 = 1.200$ мкм - · - · - · - · -

Заключение. Таким образом, расчеты показали, что для реализации бесконтактной записи информации в комплексе «Интест» возможно использовать только нано-нити для серебра. При этом расстояние между ними должно не меньше 1.2 мкм. Для записи перспективными являются лазеры с длиной волны 0.83 мкм.

Список литературы:

[1] T. Mogilnaya A.Botikov, E. Sagitiva Proceeding of Spie 31 .07 -4.07, USA Volume 5908-41 (2005)
 [2] T. Yu. Mogilnaya, A. M. Vasiliev, D. Yu. Kukushkin, A. G. Botikov Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics, , Vol. 83, No 10, pp 1302–1306 (2019)
 [3] Дёмичев, И.А., Сидоров, А.И. / Учеб.-метод. пособие по выполнению лабораторного практикума. – СПб: Университет ИТМО, (2016). – 52 с.
 [4] Григорьева Л, Князев Г, Толстик А, *Известия ран. серия физическая*, том 79, № 12, с. 1622–1626 (2015).

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС «RTS-СЕРВИС» ДЛЯ ОБРАБОТКИ, АНАЛИЗА И РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАСХОДА РЕАКТИВНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

В.Т. Сидорова, Е.Г. Рокина, М.А. Софронов

*ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет»,
Россия, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, 1
E-mail: veranig@yandex.ru*

В данной работе рассматривается вопрос размещения компенсирующих устройств реактивной составляющей энергии в сетях 0,4 кВ. Предлагается усовершенствование алгоритма разработанного программного обеспечения при помощи машинного обучения.

Ключевые слова: компенсирующие устройства, машинное обучение, компенсация реактивной мощности, метод оптимизации.

This paper discusses the issue of placing compensating devices for the reactive energy component in 0.4 kV networks. It is proposed to improve the algorithm of the developed software using machine learning.

Keywords: compensating devices, machine learning, reactive power compensation, optimization method.

За последние 5 лет наблюдается стремительная динамика развития в электроэнергетической отрасли (вводятся цифровые подстанции, энергосберегающие осветительные устройства, оборудование высокого класса энергоэффективности и др.). Однако, ввиду тенденции сокращения потребления активной мощности, реактивная составляющая остается на прежнем уровне, поэтому потенциал развития комплекса мер по снижению реактивной мощности в сетях низкого напряжения является актуальным. Эффективность снижения потерь электрической энергии ввиду того, что в сетях низкого напряжения имеется значительная доля реактивной составляющей, напрямую зависит от выбора мест установки компенсирующих устройств (КУ). Цель проекта – разработка программного комплекса «RTS-сервис» (RTS – reactive technology solution) по определению мест установки КУ реактивной мощности, обработки информации, полученной с линий электропередачи, распределительной подстанции и ее трансформаторной подстанции, а также хранения этой информации и вывода результатов в соответствии с заданными параметрами потребителя (в соответствии с ГОСТ 32144-2013 [1]).

В работе [2] для выгодного размещения КУ применяют оптимизационные методы, позволяющие разместить их таким образом, чтобы экономическая выгода от установки КУ росла, это повлечет за собой более быструю окупаемость данных установок. В настоящее время быстрыми темпами идет развитие методов машинного обучения. Согласно [3], машинное обучение – класс методов искусственного интеллекта, характерной чертой которых является не прямое решение задачи, а обучение в процессе применения решений множества исходных задач. Для построения таких методов используются средства математической статистики, численных методов, методов оптимизации, теории вероятностей, теории графов, различные техники работы с данными в цифровой форме. То есть эффективно использовать машинное обучение, которое позволит по множеству имеющихся данных параметров сетей, подобрать нужный алгоритм расчета мест установки КУ. Целевая функция такого алгоритма, очевидно, должна включать потери активной энергии, стоимость установок, значения напряжений в узлах сети и т.д. С появлением в сети источников локальной генерации активной мощности – возможна доработка алгоритма.

После необходимой компенсации реактивной мощности потери напряжения могут быть уменьшены на 3% от номинального, потери активной мощности – на 30% от общих потерь, коэффициенты несимметрии – на 30% от существующих [4-5]. Готовый программный продукт позволит загружать данные непосредственно из протокола замеров качества электроэнергии и

представлять результаты расчетов в виде таблицы с рекомендуемым количеством КУ, их мощностей и окупаемости для рассматриваемой сети. При этом будут представлены значения сэкономленной электроэнергии и значения основных показателей сети. Программное обеспечение позволит проводить расчет для не менее 50 контрольных точек на линии со всеми их параметрами. Основной потребительский сегмент программного решения «RTS-сервис» включает электросетевые организации, владеющие распределительными электрическими сетями 0,4 кВ (составляют порядка 45% рынка сбыта), проектные организации, разрабатывающие схемы энергоснабжения потребителей низкого напряжения (28%), промышленные предприятия, на балансе которых имеются распределительные сети 0,4 кВ (18%).

На рынке внедрения программного комплекса в сфере энергетики нет явно выраженных монополистов. Если говорить о платформах, то до недавнего времени отмечалось увеличение доли решений на базе программного комплекса РТП-3, как наиболее доступных для российских компаний, однако данный продукт не имеет возможности решать ряд технических и экономических задач. Дальними аналогами «RTS-сервис» являются РТП-3, EnergyCS, РАП-Стандарт, которые не решают задачу определения мест установки КУ и имеют достаточно высокую стоимость.

На данном этапе разработан опытный образец программного обеспечения, получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ [6], проведены его испытания на лабораторной установке и исследования на данных реальной линии электропередачи.

Список литературы

- [1] ГОСТ 32144-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. [Электронный ресурс]: сайт. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200104301>.
- [2] M. M. Aman, G. B. Jasmon, K. H. Solangi, A. H. A. Bakar, and H. Mokhlis Optimum Simultaneous DG and Capacitor Placement on the Basis of Minimization of Power Losses // International Journal of Computer and Electrical Engineering, Vol. 5, No. 5, October 2013.
- [3] https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%BE%D0%B1%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5
- [4] Сидорова В.Т., Рокина Е.Г., Рокина А.Г., исследование коэффициентов несимметрии при компенсации реактивной мощности в воздушных сетях 0,4 кВ // Энергоэнергия: Передача и распределение, 2019, №4 (55). С. 34-37.
- [5] Sidorova, V.T., Rokina, E.G., Orlov A.I. Research of the voltage unbalanced coefficient at compensation of reactive power on 0,4 kV overhead networks // International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, 2020.
- [6] Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ "Определение точек эффективной компенсации реактивной мощности в малых распределительных сетях 0,4 кВ" - № 2018664570 от 19.11.2018 (заявка № 2018661002). Правообладатели – Рокина Е.Г., Сидорова В.Т.

**МЕТОДИКА КОНТРОЛЯ ЧИСТОТЫ ПОВЕРХНОСТИ ПОДЛОЖЕК
ПО УГЛУ СМАЧИВАЕМОСТИ****Д.Е. Румянцева, А.В. Мороз, Е.В. Михеева**

*ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет»
Российская федерация, 424000, Марий Эл, Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3
E-mail: MorozAndrey2405@mail.ru*

Представлена оригинальная методика численного контроля чистоты поверхности подложки по углу смачиваемости. Приведены опыты, подтверждающие адекватность разработанной методики.

Ключевые слова: шероховатость, степень загрязнения подложки, угол смачиваемости.

An original technique for numerical control of the substrate surface cleanliness by the contact angle is presented. Experiments are presented that confirm the adequacy of the developed technique.

Key words: roughness, degree of substrate pollution, contact angle.

На параметры микроэлектронных изделий большое влияние оказывает чистота применяемых подложек [1]. Как правило, для очистки подложек используется 3-4 этапа (механическая очистка, очистка в моющем средстве с применением ультразвуковых ванн, очистка в парах спирта) [2]. Тем не менее, контроль чистоты подложек после последнего этапа очистки является неизменным этапом. Существуют оперативные методики, которые позволяют качественно оценить чистоты подложки (по углу смачиваемости [3], по фигурам запотевания [4]), но они не дают количественного результата. С другой стороны, существуют методы количественной оценки загрязненности подложки, например атомно-силовая микроскопия [5]. Но все эти методики требуют специализированного оборудования и высококлассных специалистов. Данная работа направлена на разработку простой оперативной методики количественного контроля чистоты поверхности подложек, которая не требовала больших трудозатрат, специализированного оборудования и высококлассных специалистов. Анализ существующих методик показал, что за основу эффективнее всего взять метод оценки чистоты поверхности по углу смачиваемости. Данная методика заключается в нанесении капли дистиллированной воды на очищенную поверхность и визуальной оценки угла смачиваемости (угла, образованного поверхностью подложки и касательной, проведенной к поверхности капли). Подложка считается чистой, если этот угол является острым. Анализ поверхностей, применяемых в микроэлектронике подложек с различной степенью загрязненности показал, что загрязнения влияют на шероховатость подложки при замере ее при помощи атомно-силового микроскопа Ntegra Prima, при этом среднеарифметическая шероховатость чистой поверхности ($R_{aAGП}$) отличалась от загрязненной поверхности ($R_{aЗП}$) на единицы нанометра. При этом выход годных элементов на чистой подложке из ситалла $R_{aAGП}=3,2$ нм и загрязненной подложке с шероховатостью $R_{aЗП}=8,6$ нм снижается с 90% до 18%. Очевидно, что результат оценки чистоты подложки при помощи существующей методики контроля чистоты по углу смачиваемости не может дать удовлетворительный результат. Поэтому цель данной работы, заключающаяся в разработке методики количественного контроля чистоты поверхности подложки по углу смачиваемости, является актуальной.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- вывести формулу для замера шероховатости по параметрам смачиваемости;
- оценить относительную систематическую погрешность;
- разработать методику контроля степени чистоты подложки;
- провести эксперименты, подтверждающие работоспособность предложенной методики.

Исходя из формулы расчета углу смачиваемости, разработанного М.Г. Киселевым и др. [6], была выведена формула количественной оценки коэффициента шероховатости (k). Этот

коэффициент является отношением шероховатости загрязненной подложки ($R_{a3П}$) к шероховатости атомно-гладкой подложки ($R_{aAGП}$):

$$k = \frac{R_{a3П}}{R_{aAGП}} \quad (1)$$

Согласно работе [6], коэффициент шероховатости связан с высотой капли на поверхности (h), углом смачиваемости (α) и диаметром капли (l) формулой (2):

$$\sin\alpha = \frac{lhk^2}{\left(\frac{l}{2}\right)^2 k^4 + h^2} \quad (2)$$

Из формулы (2), решив биквадратное уравнение и зная шероховатость атомно-гладкой подложки и параметры капли можно найти шероховатость загрязненной подложки.

Анализ погрешностей измерения капли дают оценку относительной погрешности методики – 3,4 %. Предложенная методика (рис. 1) заключается в нанесении капли дистиллированной воды на поверхность подложки при помощи пипетки с фиксированной высоты.



Рис. 1. Нанесение капли и замер её параметров

Далее происходит контроль массы капли при помощи микровесов. Это необходимо, чтобы объем капель был одинаков. Далее производится фотофиксация двух изображений капли, с заранее расположенной на фоне миллиметровой бумагой, в двух направлениях – перпендикулярном и параллельном разделу границы капли и подложке (рис. 2). По данным изображениям измеряются все необходимые параметры капли (высота (h) диаметр (l) капли на поверхности и угол смачиваемости (α)).



Рис. 2. Изображения капли.

Для подтверждения работоспособности методики были проведены измерения шероховатости подложек из ситалла, стекла, полированного кремния и полированной нержавеющей стали. Первые 3 материала традиционно широко применяются в микроэлектронике в качестве подложек. Полированная нержавеющая сталь была взята для оценки эффективности применения методики контроля на поверхностях с значительно более высокой шероховатостью.

Результаты измерения шероховатостей материалов предложенной методикой показал, что в зависимости от степени загрязненности подложки: для шлифованного кремния шероховатость колеблется от $3,6 \pm 0,1$ нм до $4,2 \pm 0,1$ нм; для нержавеющей стали – от $714 \pm 29,1$ нм до $858 \pm 26,2$ нм; для ситалла от $7,9 \pm 0,3$ нм до $8,6 \pm 0,3$ нм; для стекла от $6,9 \pm 0,3$ нм до $8,2 \pm 0,2$ нм. Для контроля шероховатости подложек применялся атомно-силовой микроскоп Ntegra Prima. За шероховатость чистых подложек (R_{a311}) брались значения шероховатостей подложек, полученных атомно-силовым микроскопом, после чистки этих подложек при помощи ионного источника Анализ полученных данных показывает применимость предложенной методики.

Список литературы:

- [1] Маркова, Т.В., Шероховатость поверхности: Метод. указания. / Т.В. Маркова, И.М. Крыжановская // СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2006, – 32с.
- [2] Филимонов, В.Е. Технология очистки подложек микро- и нанoeлектроники [Текст : Электронный ресурс] : [учеб. пособие для студентов вузов по направлениям подгот. 211000 "Конструирование и технология электрон. средств", 210100 "Электроника и нанoeлектроника"] / В. Е. Филимонов, Н. И. Сушенцов ; М-во образования и науки РФ, ГОУ ВПО "Мар. гос. техн. ун-т". – Йошкар-Ола : МарГТУ, 2011. – 159 с.
- [3] Huhtamäki, T., Tian, X., Korhonen, J.T. et al. Surface-wetting characterization using contact-angle measurements. Nat Protoc 13, 1521–1538 (2018). <https://doi.org/10.1038/s41596-018-0003-z>
- [4] Способ контроля чистоты поверхности изделий: пат. 1771532 Сов. Союз: G 01 N21/88/ авторы и заявители Синенко Б.В. [и др.]; патентообладатель НПО «Персей».
- [5] Миронов, В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии / В.Л. Миронов // Н. Новгород: Институт физики микроструктур РАН, 2004. – 110 с.
- [6] Киселев, М.Г. Определение краевого угла смачивания на плоских поверхностях / М.Г. Киселев, В.В. Савич, Т.П. Павич, // Наука и техника. – 2006. – № 1. – С. 38-41.

УДК 547.741+547.554

РЕАКЦИИ АРОМАТИЧЕСКИХ АЛЬДЕГИДОВ
С ГЕТЕРИЛАЛКИЛ-4-АМИНОБЕНЗОАТАМИЮ.Н. Митрасов¹, О.А. Колямшин², О.В. Кондратьева³, О.В. Саулина¹, Н.В. Кетмелева¹,
О.Н. Яичникова¹, М.А. Веселова¹, Т.А. Иванова¹, М.О. Кошелева¹¹ Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева² Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова³ Чувашский республиканский институт образования

e-mail: mitrasov_un@mail.ru

Взаимодействием ароматических альдегидов с 2-(5,5-диметилгидантоин-3-ил)этил-, (1,3-диоксолан-2-ил)метил- и [2-(3- или 4-нитрофенил)-5-хлорметил-1,3-диоксан-5-ил]метил-4-аминобензоатами синтезированы новые типы оснований Шиффа.

Ключевые слова: ароматические альдегиды, N-арилимины, гетерилалкил-4-аминобензоаты, биологическая активность.

The interaction of aromatic aldehydes with 2-(5,5-dimethylhydantoin-3-yl)ethyl-, (1,3-dioxolan-2-yl)methyl- and [2-(3- or 4-nitrophenyl)-5-chloromethyl-1,3-dioxan-5-yl]methyl-4-aminobenzoates synthesized new types of Schiff bases.

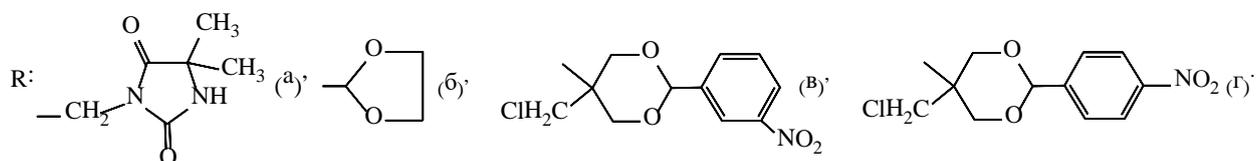
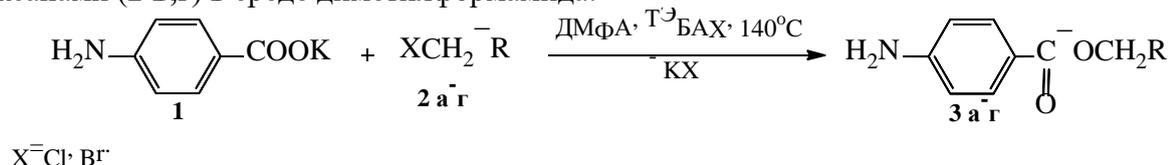
Key words: aromatic aldehydes, N-arylimines, heterylalkyl-4-aminobenzoates, biological activity.

1. Введение. Основания Шиффа (N-арилимины) находят широкое применение в органическом синтезе и химии полимеров, а также в медицине и сельском хозяйстве, поскольку обладают широким спектром биологического действия [1, 2]. Поэтому синтез новых типов N-замещенных иминов и исследование их свойств является одной из актуальных проблем современной синтетической органической химии. Одним из перспективных направлений при решении этой задачи представляется синтез N-арилиминов, функционализированных различными биогенными группами, например, введением фрагментов 4-аминобензойной кислоты (4-АБК), содержащими в кислотной части эффективные фармакофоры. Это обусловлено тем, что 4-АБК и ее производные представляют большой интерес в связи с широким спектром биологического действия и низкой токсичностью. 4-АБК является «фактором роста» для многих видов бактерий, она участвует в синтезе витамина В₉, пуринов и пиримидинов и, следовательно, РНК и ДНК [3]. Производные *n*-АБК занимают также значительное место в ряду лекарственных препаратов, в частности местных анестетиков [4, 5]. Наряду с этим производные *n*-АБК представляют интерес в синтезе жидкокристаллических соединений, обладающих мезоморфизмом смектического и нематического типов, в качестве мономеров для получения веществ, перспективных в качестве флюоресцентных зондов, селективных к амилоиду [6-8], а также полиэфиров, полиамидов, полиуретанов и полимочевин, обладающих высокими эксплуатационными свойствами [9-12].

Для синтеза новых типов оснований Шиффа нами предлагается использовать производные *n*-АБК, содержащие в сложноэфирном фрагменте такие высокоэффективные фармакофорные группы как 1,3-диоксолановый, 1,3-диоксановый или гидантоиновый циклы, которые входят в состав многих биологически активных соединений, обладающих разноплановым действием, в том числе лекарственных средств, предназначенных для лечения раковых заболеваний [13-18]. Значительный интерес при синтезе иминов представляло использование в качестве карбонильного соединения 3,5-дихлорсалицилового альдегида, выбор которого был продиктован тем, что ряд соединений, содержащих 2-гидрокси-3,5-дихлор(дибром)фенильную группу проявляют высокую биологическую активность. Например, 2,4-диоксо-5-(2-гидрокси-3,5-дихлор- или дибром)бензиденимино-1,3-пиримидины обладают противовирусным, иммуностимулирующим, антихламидийным, противотуберкулезным, психодепрессивным, анальгезирующим и гепатопротекторным действием [19-22].

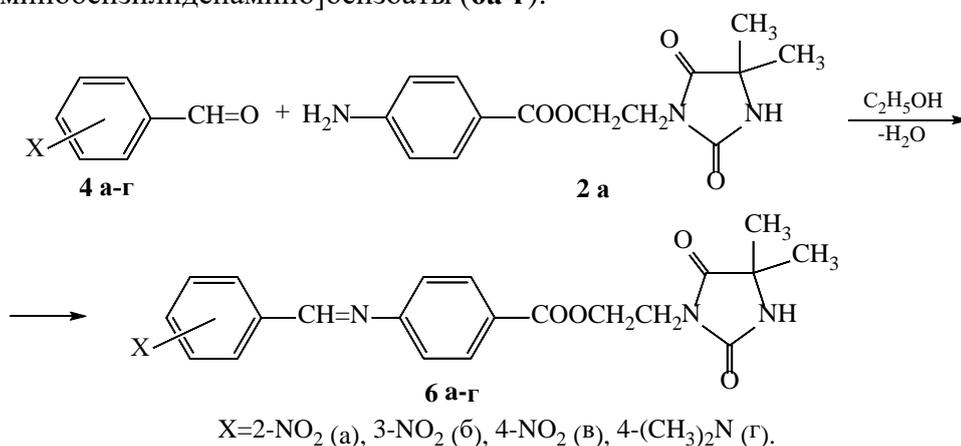
2. Цель исследования. Изучение реакций ароматических альдегидов с гетерилалкил-4-аминобензоатами.

3. Материал и методы. В качестве производных *p*-АБК нами были использованы 2-(5,5-диметилгидантоин-3-ил)этил- (3 а), (1,3-диоксолан-2-ил)метил-(3б) и [2-(3- или 4-нитрофенил)-5-хлорметил-1,3-диоксан-5-ил]метил-4-аминобензоаты (3 в,г). Они были синтезированы взаимодействием калий *p*-аминобензоата калия (1) с 5,5-диметил-3-(2-хлорэтил)гидантоином (2а), 2-бромметил-1,3-диоксоланом (2б) и 2-(3- или 4-нитрофенил)-5,5-бис(хлорметил)-1,3-диоксанами (2 в,г) в среде диметилформаида:



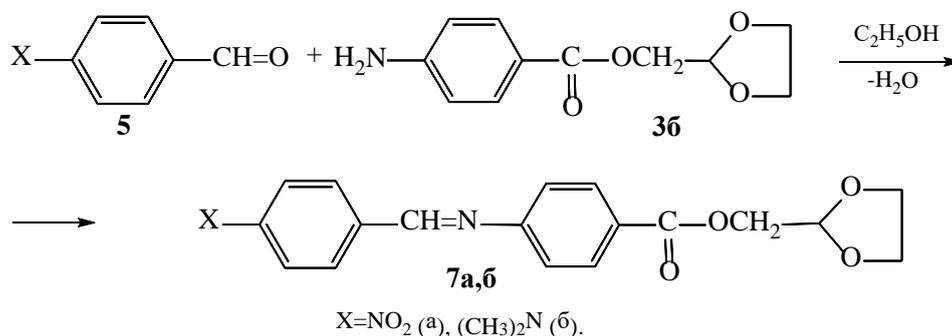
В случае галогенидов **2а,б** реакции привели к ожидаемым аминобензоатам **3а,б**. Однако при действии 4-аминобензоата калия на дихлориды (**2в,г**) независимо от соотношения реагентов (1:1 или 2:1) в реакцию нуклеофильного замещения вступает лишь одна хлорметильная группа. Это, по-видимому, связано с пространственными затруднениями, возникающими на стадии образования переходного комплекса при атаке 4-аминобензоат-анионом второй хлорметильной группы. Наличие нитро- и галогенометильных групп в аминобензоатах (**3в,г**) несомненно расширит как ассортимент потенциально биологически активных веществ, так и сырьевую базу для их синтеза. В качестве ароматических альдегидов были использованы товарные изомерные нитро- и 4-*N,N*-диметиламинобензальдегиды (**4а-г**), а также 3,5-дихлорсалициловый альдегид (**5**). Контроль за протеканием реакций осуществляли с помощью тонкослойной хроматографии. Строение всех синтезированных соединений подтверждали данными масс-спектрометрии, ИК и ЯМР ^1H спектроскопии, а состав – элементным анализом.

4. Результаты исследования и их обсуждение. Нами показано, что аминобензоат (**2а**) легко реагирует с ароматическими альдегидами (**4а-г**) с образованием соответствующих оснований Шиффа. Процесс проводили в среде этанола при нагревании эквимольной смеси реагентов температуре 80°C . После охлаждения реакционной смеси целевые имины выпадали в виде желтых кристаллов, которые очищали перекристаллизацией из спирта. В результате реакции с высоким выходом образуются 2-(5,5-диметилгидантоин-3-ил)этил-4-[2-(3,4)нитро- или 4-*N,N*-диметиламинобензилиденамино]бензоаты (**6а-г**):

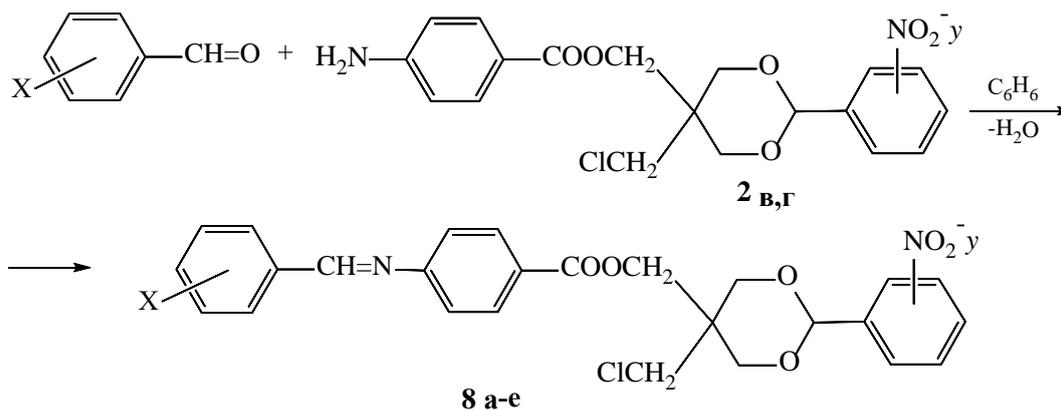


В аналогичных условиях взаимодействием аминобензоата **3б** с 4-нитро- и 4-*N,N*-

диметиламинобензальдегидами синтезированы (1,3-диоксан-2-ил)метил-4-[(4-нитро- или 4-N,N-диметиламинобензилиден)амино]бензоаты (**7а,б**):

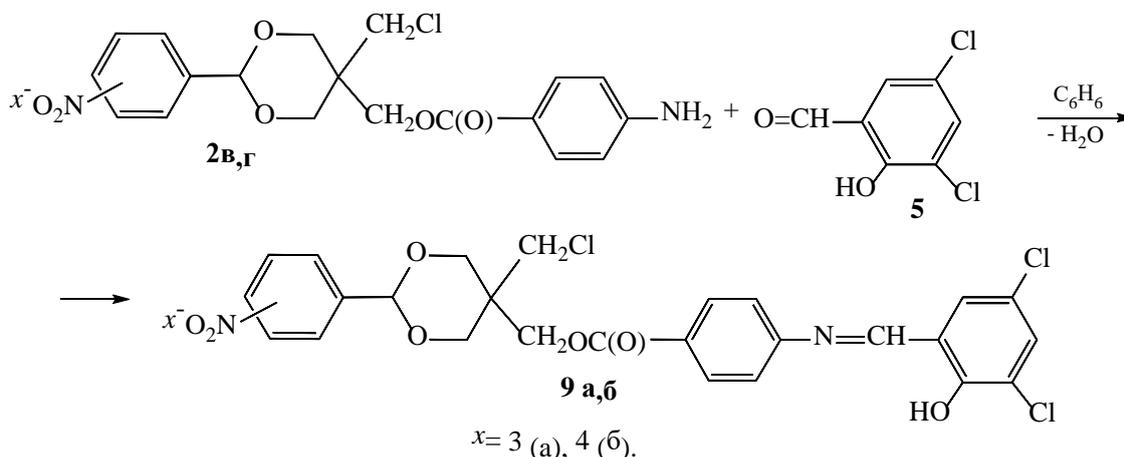


Взаимодействие ароматических альдегидов с аминобензоатами (**2в,г**) проводили в среде абсолютного бензола с азеотропной отгонкой выделяющейся воды с помощью насадки Дина-Старка. Образующиеся [2-(3-или 4-нитрофенил)-5-хлорметил-1,3-диоксан-5-ил]метил-4-бензилиденаминобензоаты (**8 а-е**) после отгонки растворителя выпадают в виде желтых или оранжевых твердых парафинообразных продуктов, которые очищали перекристаллизацией из спирта:



y=3, X=2-NO₂ (а), 3-NO₂ (б), 4-NO₂ (в), 4-(CH₃)₂N (г); y=4, X= 4-NO₂ (д), 4-(CH₃)₂N (е).

Реакции 3,5-дихлорсалицилового альдегида (**5**) с аминобензоатами (**2в,г**) проводили аналогично вышеописанному. Образующиеся [2-(3- или 4-нитрофенил)-5-хлорметил-1,3-диоксан-5-ил]метил-[4-(2-гидрокси-3,5-дихлорбензилиден)амино]бензоаты (**9а,б**) после отгонки растворителя выпадают в виде оранжево-красных твердых парафинообразных продуктов, которые очищали перекристаллизацией из спирта:



5. Выводы. Установлено, что реакции ароматических альдегидов с 2-(5,5-диметилгидантоин-3-ил)этил-, (1,3-диоксолан-2-ил)метил- и [2-(3- или 4-нитрофенил)-5-хлорметил-1,3-диоксан-5-ил]метил-4-аминобензоатами протекают с образованием 2-(5,5-диметилгидантоин-3-ил)этил-, (1,3-диоксан-2-ил)метил- и [2-(3-или 4-нитрофенил)-5-хлорметил-1,3-диоксан-5-ил]метил-4-(X-бензилиденамино)бензоатов.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Список литературы

- [1] Минбаев Б.У. Шиффовы основания. – Алма-Ата : Наука, 1989. – 140 с.
- [2] Овденко В.Н. Полиазометины. синтез, свойства и применение // Полимерные материалы и технологии. – 2017. – Т. 3, №1. – С. 6-31.
- [3] Скотт Дж. Метилтетрагидрофолат – превосходная альтернатива фолиевой кислоте // Эффективная фармакотерапия. Акушерство и гинекология. – 2012. – № 4. – С. 40-62.
- [4] Белобородов В.П. Зурабян С.Э., Лузин А.П., Тюкавкина Н.А. Органическая химия. Кн. 1. / В.П. Белобородов, – М.: Дрофа, 2003. – С. 600.
- [5] Общая органическая химия / Под ред. Д. Бартона, У. Д. Оллиса. Т. 4. – М. : Химия, 1983. – С. 257.
- [6] Козлов В.А., Сапожников С.П., Митрасов Ю.Н., Авруйская А.А., Карышев П.Б., Шептухина А.И., Николаева О.В. Способ флуоресцентного гистологического выявления амилоида // Патент России № 2611408. 2017. Бюл. № 6.
- [7] Сапожников С.П., Карышев П.Б., Шептухина А.И., Николаева О.В., Авруйская А.А., Митрасов Ю.Н., Козлов В.А. Новые флуоресцентные зонды для выявления амилоида // Современные технологии в медицине. – 2017. – Т. 9, № 2. – С. 91-98.
DOI: 10.17691/stm2017.9.2.11.
- [8] Козлов В.А., Сапожников С.П., Митрасов Ю.Н., Авруйская А.А., Карышев П.Б., Шептухина А.И., Николаева О.В. Амилоид и молекулярные моторы // Материалы Десятой международной научной школы «Наука и инновации – 2015» (Йошкар-Ола, 06-12 июля 2015). – Йошкар-Ола, 2015. – С. 197-204.
- [9] Колямшин О.А., Данилов В.А., Кольцов Н.И. Синтез новых бис-малеинимидов на основе алкилароматических диаминов // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. – № 4. – С. 46-48.
- [10] Колямшин, О.А. Митрасов Ю.Н., Данилов В.А., Авруйская А.А. Синтез и реакции 2,2-дихлорциклопропилметил-4-(2,5-дигидро-2,5-диоксо-1Н-пиррол-1-ил)бензоата со вторичными аминами // Журнал общей химии. – 2019. – Т. 89, № 9. – С. 1321-1326.
DOI: 10.1134/S0044460X19090026. Kolyamshin O.A., Danilov V.A., Mitrasov Y.N., Avruiskaya A.A. Synthesis and reactions of 2,2-dichlorocyclopropylmethyl-4-(2,5-dihydro-2,5-dioxo-1H-pyrrol-1-yl)benzoate with secondary amines // Russian Journal of General Chemistry. – 2019. – Vol. 89, № 9. – P. 1740-1743.
- [11] Колямшин О.А. Кузьмин М.В., Игнатьев В.А., Рогожина Л.Г., Кольцов Н.И. Синтез новых алкилароматических эфиров N-(2,5-диоксо-2,5-дигидро-1Н-пирролил)бензойных кислот // Журнал органической химии. – 2015. – Т. 51, № 6. – С. 917-918.
DOI: 10.1134/S1070428015060159.
- [12] Колямшин О.А., Данилов В.А., Игнатьев В.А., Кузьмин М.В. Синтез бис-[4-(2,5-диоксо-2,5-дигидро-1Н-пирролил)- фенилкарбониламино]-3,3'-дихлордифенилметана и 1,4- бис-{2-[4-(2,5-диоксо-2,5-дигидро-1Н-пирролил)фенилкарбонилокси]- этилокси}бензола // Журнал органической химии. – 2019. – Т. 55. – № 11. – С. 1717-1721.
DOI: 10.1134/S0514749219110089. Kolyamshin O.A., Danilov V.A., Ignatev V.A., Kuzmin M.V. Synthesis of 4,4'-bis[4-(2,5-dioxo-2,5-dihydro-1H-pyrrol-1-yl)-phenylcarbonyl-amino]-3,3'-dichlorodiphenylmethane and 1,4-bis{2-[4-(2,5-dioxo-2,5-dihydro-1H-pyrrol-1-yl)-

- phenylcarbonyloxy}ethoxy}benzene // Russian Journal of Organic Chemistry. – 2019. – Vol. 55, № 11. – P. 1686-1689.
- [13] Пуату Л., Тюрью К., Бро В. Производные гидантоинов, тиогидантоинов, пиримидиндионов, тиоксопиримидинонов, способ их получения (варианты), промежуточные продукты и фармацевтическая композиция // Патент России № 2277093. 2006. Бюл. № 15.
- [14] Прево Г., Овэн С., Ланко К., Либератор А.-М., Лавернь О. Производные имидазолидин-2,4-диона и их применение в качестве лекарственного средства против рака // Патент № 2497812. 2013. Бюл. № 15.
- [15] Лукичева С.А., Голованов А.А., Начкебия Я.А., Бекин В.В., Раскильдина Г.З., Злотский С.С. Синтез и некоторые превращения циклических ацеталей пропаргилового спирта // Журнал общей химии. – 2018. – Т. 88, № 2. – С. 333-337.
- [16] Злотский С.С., Раскильдина Г.З., Голованов А.А., Бормотин А.А., Бекин В.В. Синтез 1,3-диоксациклан-2-илзамещенных 1,2,3-триазолов // Докл. АН. – 2017. – Т. 472, № 1. – С. 43-46. DOI: 10.7868/S0869565217010121.
- [17] Комиссаров В.В., Валуев-Эллистон В.Т., Иванова О.Н., Кочетков С.Н., Крицын А.М. Синтез ω -(2-арил-1,3-диоксолан-2-ил)алкильных производных пуринов и их активность в отношении обратной транскриптазы ВИЧ // Биоорганическая химия. – 2015. – Т. 41, № 1. – С. 44-53. DOI: 10.7868/S0132342315010066].
- [18] Савин Г.А. Дипентаэритрит в синтезе новых типов фосфолипидов // Биоорганическая химия. – 2005. – Т. 31, № 6. – С. 657-658.
- [19] Крутиков В.И., Ашкинази Р.И. 2,4-Диоксо-5-арилиденимино-1,3-пиримидины // Патент России № 2198166. 2003. Бюл. № 4.
- [20] Тец В.В., Тец Г.В., Крутиков В.И. Фунгицидное средство // Патент России 2448960. 2012. Бюл. № 12.
- [21] Тец В.В., Тец Г.В., Крутиков В.И. Соли 2,4-диоксо-5-(2-гидрокси-3,5-дихлорбензиден)имино-1,3-пиримидина // Патент России № 2260590. 2005. Бюл. № 26.
- [22] Тец В.В., Тец Г.В., Крутиков В.И. Фунгицидное средство // Патент России № 2525911. 2014. Бюл. № 23.

УДК 636.083:619:614.22/.28

**КОРРЕКЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ
ФИЗИОЛОГО-ГИНЕКОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА У ТЁЛОК
БИОАКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ В ЙОДОСЕЛЕНОДЕФИЦИТНОМ РЕГИОНЕ****¹Н.В. Алтынова, ²Р.А. Шуканов, ²А.А. Шуканов**¹ФГБОУ ВО «Чувашский государственный аграрный университет», г. Чебоксары²ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина», г. Москва

e-mail: naltynova 777@mail.ru

В моделируемых опытах показано, что комплексное назначение телкам трепела и «Полистима» или йодомидола и селенопирана согласно разработанным схемам с учетом локального йодоселенового дефицита в регионе сопровождалось корригированием становления физиолого-гинекологического статуса организма

Ключевые слова: телки, первотельные, трепел, «Полистим», йодомидол, селенопиран, физиолого-гинекологический статус

In the simulated experiments showed that multi-purpose heifers of diatomaceous earth and «Polistim» or iodamide and selenopyran according to the developed schemes based on local iodosultsag deficit in the region was accompanied by a correction of the formation of physiological and gynecological status of the organism

Key words: heifers, primary, trepel, «Polistim», iodomidol, selenopiran, natural resistance, physiological and gynecological status

1. Введение. Почвенные покровы Центра Чувашии – одной из 7 биогеохимических провинций республики, характеризуются низким уровнем содержания йода, селена, марганца, молибдена, хрома, бора [1]. Между тем по данным отечественных и зарубежных ученых-аграриев [2, 3, 4, 5], недостаток этих минеральных компонентов в пищевой цепи вызывает у продуктивных животных разные эндемические болезни. Из них нозологически глобальными считают эндемический зоб и беломышечную болезнь, регистрируемые в условиях дефицита йода и селена. Физиолого-биохимическая роль этих биогенных микроэлементов в организме многогранна, при активном участии которых комплементарно или синергически возникают положительные противooksидационный, адаптационный, иммуностимулирующий и соматотропный эффекты.

Исходя из вышеизложенного следует, что проведение физико-химического анализа континентальных территорий по выявлению избытка, недостаточности и нарушения баланса имеющих минеральных веществ, а также разработка эффективного предупреждения микро- и макроэлементозов у сельскохозяйственных животных с учетом региональной биогеохимической специфичности представляют собой востребованный научно-практический интерес [6, 7, 8].

Следовательно, целью исследования является обоснование становления физиолого-гинекологического статуса тёлочек в условиях комплексного применения трепела и «Полистима» или йодомидола и селенопирана с учетом региональной йодоселеновой недостаточности.

2. Материал и методы. В молочном комплексе СХПК «Новый путь», расположенного на территории Центра Чувашии, провели одну серию научно-хозяйственных опытов с использованием 200 голов крупного рогатого скота черно-пестрой породы. Для постановки моделируемых экспериментов сформировали 3 группы тёлочек-аналогов по 12 голов. Их в течение 1 сут. выращивали вместе с коровами в родильных денниках, в дальнейшем – при повышенных температурах воздуха ($8,7 \pm 0,38 \dots 23,6 \pm 0,73$ °C) согласно адаптивной технологии: с 2 до 30 дней в индивидуальных профилакториях, а с 31 до 150 дней жизнедеятельности в групповых павильонах. Далее до 1057-дневного возраста (продолжительность опытов) они содержались в типовых помещениях в соответствии с биоиндустриальной технологией. Исследования проводили на фоне основного рациона (ОР) по нормам кормления РАСХН [9]. При этом телкам 2-й группы с 21- до 150-дневного возраста ежедневно скармливали трепел из расчета 1,25 г/кг массы тела (МТ) в

комбинации с внутримышечным введением на 2, 31, 151, 571 день жизни «Полистима» в количестве по 0,1; 0,03; 0,03; 0,02 мл/кг МТ. Животным 3-й группы в то же время внутримышечно применяли йодомидол в сочетании с селенопираном в дозе соответственно по 0,1, 0,03, 0,03, 0,02 мл/кг и 0,1, 0,1, 0,1, 0,1 мг Se/кг МТ. Сверстникам группы контроля в эти же сроки внутримышечно вводили физраствор из расчета по 0,1, 0,03, 0,03, 0,02 мл/кг МТ.

При содержании подопытных тёлочек по адаптивной технологии ежемесячно оценивали состояние микроклимата [10]. У 5 животных сравниваемых групп в 1-, 30-, 60-, 150-, 390-, 600-дневном возрасте определяли показатели физиолого-клинического статуса (температура тела, частота дыхательных движений и сердечных сокращений, МТ и её среднесуточный прирост – ССП, уровень селена и тиреоглобулинов в сыворотке крови), а у тёлочек и первотельных – в соответствующие фазы постнатального развития параметры гинекологического статуса (возраст и МТ при осеменении, продолжительность стельности, МТ новорожденных, длительность сервис-периода, удой за лактацию, содержание жира в молоке) по стандартным в агробиологии и ветеринарии методам.

Полученный в опытах цифровой материал подвергнут биометрическому анализу с использованием программных пакетов Statistica for Windows и Microsoft Excel - 2016.

3. Результаты и их обсуждение. Установлено, что за время содержания подопытных животных в индивидуальных профилакториях и групповых павильонах температура воздуха составила усредненно $17,1 \pm 0,60$ °С, относительная влажность – $73,0 \pm 0,90$ %, скорость движения – $0,43 \pm 0,11$ м/с концентрация в нем диоксида углерода – $0,04 \pm 0,001$ %, а наличия аммиака и сероводорода не обнаружено. Следовательно, в этих типах помещений с нерегулируемым микроклиматом имела место достаточно благоприятная для организма среда обитания, практически лишенная вредных газов и не содержащая ядовитых.

В таких условиях микроклимата температура тела обследуемых тёлочек от начала к концу опытов постепенно снижалась в узком интервале ($39,2 \pm 0,29$ – $39,3 \pm 0,31$ против $38,6 \pm 0,20$ – $38,7 \pm 0,22$ °С), а число дыхательных движений и сердечных сокращений в 1 мин – в более широком диапазоне (соответственно $39,0 \pm 1,98$ – $40,0 \pm 2,13$ против $21,0 \pm 1,36$ – $22,0 \pm 1,52$ и $126,0 \pm 2,80$ – $127,0 \pm 2,89$ против $85,0 \pm 1,98$ – $86,0 \pm 2,69$) без достоверного различия в межгрупповом разрезе. Отсюда следует, что изученные физиолого-клинические параметры животных сопоставляемых групп находились в пределах физиологической изменчивости, характеризующей здоровый габитус организма. В ходе анализа вариативности ростовых процессов установлено (Рис. 1), что МТ тёлочек контрольной и опытных групп по мере взросления нарастала с разной интенсивностью соответственно от $30,7 \pm 1,22$ до $462,9 \pm 6,14$ кг и от $30,3 \pm 1,40$ – $30,5 \pm 1,33$ до $483,9 \pm 6,10$ – $490,2 \pm 5,98$ кг. При этом 150-, 390-, 600-дневные животные 2(трепел + «Полистим») и 3-й (селенопиран + йодомидол) групп по изучаемому параметру значительно превосходили интактных сверстников ($P < 0,05$). Соизмеримо с возрастной вариативностью МТ находилась динамика её ССП. Так, данный ростовой показатель в среднем за опытный период у тёлочек 2-й и 3-й групп ($732,0 \pm 12,99$ и $720,0 \pm 13,29$ г) был больше такового в группе контроля ($685,0 \pm 11,87$ г) соответственно на 6,4 и 4,9% ($P < 0,05$).

Проявление мгновенной ответной реакции макроорганизмов на воздействие негативных факторов внешней и внутренней среды свидетельствует, как правило, об усилении свободнорадикальной оксидации (СРО) и нарастании интенсивности перекисной оксидации липидов в биосистемах. При этом СРО характеризуется образованием и накоплением в клетках вторичных продуктов перекисидации, приводящих к нарушению проницаемости мембранных структур с дальнейшим развитием функциональных расстройств. Регулирование в организме СРО происходит с участием неферментативных и ферментативных факторов системы антиоксидантной защиты, где существенное значение имеют селен, витамины А и Е, ферменты глутатионпероксидаза, супероксиддисмутаза и др. [11, 12]. Выявлено (Рис. 2), что уровень селена в сыворотке крови тёлочек контрольной группы повышался с 1 до 390 дней ($25,14 \pm 2,32$ против

57,96±4,58), а далее снижался к концу исследований до 55,07±4,80 мкг/л. Одновременно у животных 2 (трепел + «Полистим») 3 (йодомидол + селенопиран) групп изучаемый показатель постоянно повышался и достоверно превышал контрольные параметры соответственно в 600-дневном и 60-, 150-, 390- и 600-дневном возрасте. Следует обозначить, что у 60- и 600-дневных тёлочек 3 группы концентрация селена была выше на 8,6-11,7% ($P < 0,05-0,01$), чем у сверстниц 2 группы. Этот факт убедительно подтверждает более выраженное проявление организмом антиоксидантного эффекта в условиях комплексного применения йодомидола и селенопирана.

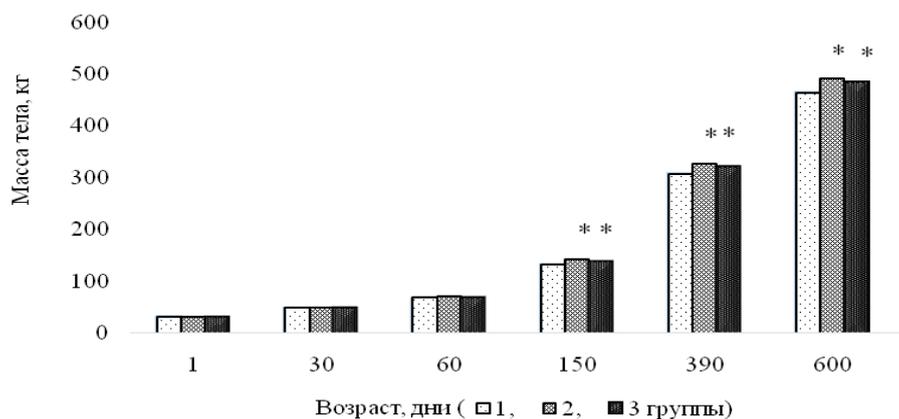


Рис. 1. Характер изменений МТ

Примечание: * – различия между подопытными и опытыми группами статистически значимы

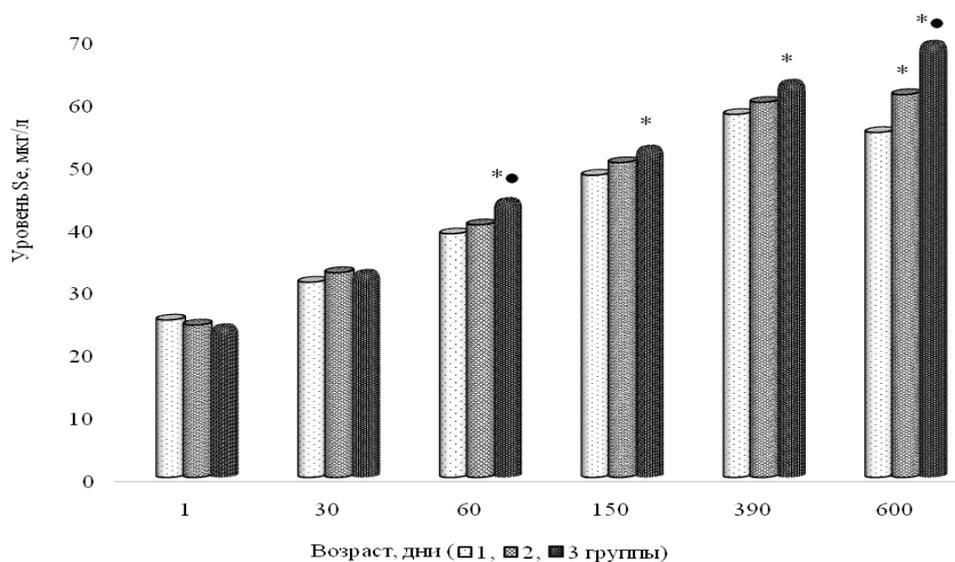


Рис. 2. Характер изменений содержания селена

Примечание: *● - различия соответственно между подопытными и опытыми группами статистически значимы

Установлено, что содержание тиреоглобулинов у животных интактной и опытных групп по мере взросления увеличивалось неуклонно: от 97,30±4,60 до 155,20±8,84 и от 94,80±5,07 – 98,10±4,90 до 180,40±9,79 – 190,70±10,34 мкг/л соответственно, которое в 600-дневном (2 группа) и 150, 390, 600 дней (3) превосходило контрольное значение на 14,0% ($P < 0,01$) и 8,4–18,6 % ($P < 0,05-0,005$). При этом 600-дневные тёлочки 3-й группы по данному фактору естественно превышали сверстниц 2-й группы на 5,4% ($P < 0,05$), что свидетельствует о более выраженном тиреотропном влиянии на организм йодомидола с селенопираном, нежели трепела

с «Полистимом».

Аналогичная закономерность выявлена в возрастной изменчивости параметров гинекологического статуса у животных сравниваемых групп, выращенных в моделируемых условиях. Так у тёлочек 2-й (трепел + «Полистим») и 3 (йодомидол + селенопиран) групп были выше в среднем соответственно: МТ при осеменении на 23,2 и 19,6 кг ($P < 0,05$); МТ новорожденных на 0,7 и 0,5 кг ($P > 0,05$); удой за лактацию на 160 ($P > 0,05$) и 211 кг ($P < 0,05$); их возраст при осеменении, продолжительность стельности и сервис-периода, наоборот, – меньше соответственно на 4 дня и 6 дней, 2 и 3 дня ($P > 0,05$), 2 и 2 дня ($P < 0,05$) по сравнению с аналогичными показателями у контрольных сверстниц. В то же время содержание жира в молоке у подопытных первотельных усредненно было практически равнозначным ($4,18 \pm 0,11$ – $4,19 \pm 0,12$ %).

4. Выводы

1. Установлено, что комбинированное назначение тёлочкам испытываемых биоактивных веществ естественной природы согласно научно-обоснованным схемам с учетом локальной йодноселеновой недостаточности в регионе сопровождалось направленной коррекцией формирования и развития их физиолого-гинекологического статуса.
2. В моделируемых экспериментах если синергическое воздействие трепела с «Полистимом» (2 группа) или йодомидола с селенопираном (3) на физиолого-клинический и гинекологический профили организма было практически одинаковым, то тиреотропный эффект значительно выразительнее у тёлочек 3 группы.

Список литературы

- [1] Арчиков Е.И. География Чувашской Республики / Е.И. Арчиков, З.А. Трифонова. – Чебоксары: Чуваш. кн. изд-во, 2002. – 160 с.
- [2] Кудрин, А.В. Иммунофармакология микроэлементов / А.В. Кудрин, А.В. Скальный, А.А. Жаворонков и др. – М.: КМК, 2000. – 537с.
- [3] Скопичев В.Г. Микроэлементозы животных: учебное пособие / В.Г. Скопичев, Л.В. Жичкина, О.М. Попова и др. – СПб., 2015. – 288 с.
- [4] Jankowski J. Metabolic and immune response of young turkeys originating from parent flocks fed diets with inorganic or organic selenium / J. Jankowski, Z. Zduńczyk, K. Sartowska et al. // Polish journal of veterinary sciences. – 2011. – № 14. – P.353-358.
- [5] Wang Z. G. Methionine and selenium yeast supplementation of the maternal diets affects antioxidant activity of breeding eggs / Z. G. Wang, X. J. Pan, W. Q. Zhang et al. // Poultry science, 2010. – № 85. – P. 931–937.
- [6] Лежнина М.Н. Формирование и развитие иммунофизиологического статуса свиней в постнатальном онтогенезе при назначении биогенных соединений с учетом региональных климатогеографических особенностей / М.Н. Лежнина, В.И. Максимов, Р.А. Шуканов и др.: монография. Казань: Отечество, 2019. – 204 с.
- [7] Муллакаев О.Т. Возрастная динамика гематологических и биохимических показателей бычков во взаимосвязи с технологическими и экологическими условиями содержания / О.Т.
- [8] Муллакаев Р.А. Шуканов, Н.В. Алтынова, А.А. Шуканов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – Казань, 2020. – Т. 141 (I). – С.151-155.
- [9] Калашников А.П. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочное пособие / А.П. Калашников, В.И. Фисинин, В.В. Щеглова и др. – М.: Знание, 2003. – 456 с.
- [10] Кочиш И.И. Практикум по зоогиgiene / И.И. Кочиш, П.Н. Виноградов, Л.А. Волчкова и др. – СПб: Лань, 2012. – 416 с.
- [11] Абрамченко В.В. Антиоксиданты и антигипоксанты в акушерстве: оксидативный стресс и его терапия антиоксидантами и антигипоксантами / В.В. Абрамченко. – СПб.: ДЕАН, 2001. – 400 с.
- [12] Любина Е.Н. Функциональная взаимосвязь бета-каротина, витамина А и минеральных веществ в антиоксидантной защите организма / Е.Н. Любина, Н.А. Любин. – Ульяновск: УлГСХА им. П.А. Столыпина, 2013. – 178 с.

УДК 636.4:619:616.085

**КОРРИГИРОВАНИЕ СТАНОВЛЕНИЯ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ ТЕЛЯТ
ВО ВЗАИМОСВЯЗИ С ТЕХНОЛОГО-ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ
УСЛОВИЯМИ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ****Н.В. Алтынова***ФГБОУ ВО «Чувашский государственный аграрный университет», г. Чебоксары*
e-mail: naltynova 777@mail.ru

Применительно к региону с йодно-селеновой недостаточностью обоснована целесообразность применения телятам, содержащимся по адаптивной технологии, йодомидола с селенопираном, что способствовала биобалансу между прооксидационными и противоксидационными факторами антирадикальной системы

Ключевые слова: телята, йодомидол, селенопиран, про- и противоксидационные факторы, антиоксидантная система

In relation to the region with iodine-selenium deficiency, the expediency of using iodomidol with selenopiran for calves kept using adaptive technology was proved, which contributed to the biobalance between Pro-oxidative and anti-oxidative factors of the anti-radical system

Key words: calves, iodomidol, selenopiran, pro-oxidative and anti-oxidative factors, antioxidant system

1. Введение. Накопленный за последние 15-20 лет передовой опыт ведения аграрного производства, как в зарубежных государствах, так и в нашей стране объективно свидетельствует о необходимости перехода от издавна существующей триады: *больное животное – диагноз – лечение* к современному экологическому постулату: *популяция животных – среда обитания – профилактика*. Особенно актуализируется отмеченная глобальная проблема в условиях научной разработки и внедрения в агропромышленный комплекс инновационных технологий (адаптивно-ландшафтная в земледелии и эколого-адаптивная в животноводстве, а также ресурсосберегающие и экологически безопасные в переработке растениеводческой и животноводческой продукции) [1, 2, 3, 4, 5].

В этом контексте мониторингирование региональных территорий по выявлению очаговых почвенных покровов с дефицитом, избытком или дисбалансом соответствующих микро-, макроэлементов в пищевой цепи и последующее научное обоснование обогащения кормовых рационов биогенными веществами преимущественно естественной природы, направленные на эффективную профилактику различных биогеохимических энзоотий и максимальную реализацию антиоксидантно-иммунного потенциала у продуктивных животных, которые составляют одну из актуальных проблем современной медицины и ветеринарии [6, 7, 8, 9].

Цель исследования – обосновать направленное формирование и развитие устойчивой системы антиоксидантной защиты у телят в условиях эколого-адаптивной технологии с назначением йодомидола и селенопирана, учитывая йодоселеновый дефицит в регионе.

2. Материал и методы. Научно-производственные опыты проведены на поголовье молодняка крупного рогатого скота черно-пестрой породы (n=97), содержащегося в условиях йодоселенодефицитной агроэкосистемы Центра Чувашской Республики. Для осуществления моделируемых экспериментов сформированы 2 группы телят по принципу аналогов по 12 голов в каждой. Их в течение суток выращивали в родильных денниках вместе с коровами, далее – в режиме эколого-адаптивной системы: с 2- до 30-дневного возраста в индивидуальных профилакториях; с 31- до 150-дневного в групповых павильонах; с 151- до 180-дневного (длительность исследований) в типовом телятнике, оборудованном групповыми клетками с боксами. Подопытных телят кормили по рационам РАСХН [10]. При этом животным 2 группы на 2, 31, 151 день жизнедеятельности назначали йодомидол с селенопираном из расчета соответственно 0,1; 0,03; 0,03 мл/кг и по 0,1 мг Se/кг массы тела (МТ). Интактным сверстникам в эти же сроки вводили

физиологический раствор в дозе 0,1, 0,03, 0,03 мл/кг МТ. В ходе исследований ежемесячно определяли параметры микроклимата [11]. У 5 телят сопоставляемых групп в 1-, 30-, 60-, 150-, 180-дневном возрасте изучали показатели физиолого-клинического состояния (температура тела, число дыхательных движений – ЧДД и сердечных сокращений – ЧСС, МТ и её среднесуточный прирост – ССП), а также возрастную изменчивость в крови и её сыворотке прооксидационных (уровень малонового диальдегида – МДА, пероксидной окислации липидов – ПОЛ) и антиоксидационных (содержание Se, глутатионпероксидазы – ГПО, витамина Е – вит. Е) факторов антиоксидантной системы – АОС организма согласно стандартным методам исследований на сертифицированном научном оборудовании.

Полученный в моделируемых экспериментах цифровой материал подвергнут биометрической обработке, используя программные комплексы статистического анализа Statistica for Windows и Microsoft Excel - 2016.

3. Результаты и их обсуждение. Отмечено, что выращивание телят обеих групп в условиях эколого-адаптивной технологии сопровождалось возрастной изменчивостью изученных физиолого-клинических факторов, которые не выходили за пределы физиологической нормы. Так, по мере их взросления температура тела умеренно понижалась от $39,2 \pm 0,29$ – $39,3 \pm 0,25$ до $38,8 \pm 0,23$ – $38,9 \pm 0,22$ °С, а ЧДД и ЧСС – соответственно от $39,0 \pm 2,20$ – $40,0 \pm 2,13$ до $28,0 \pm 1,79$ – $28,0 \pm 1,82$ и от $126,0 \pm 3,03$ – $127,0 \pm 2,89$ до $94,0 \pm 2,50$ – $95,0 \pm 2,10$ ($P > 0,05$). При этом МТ телят интактной и опытной групп увеличивалась с различной интенсивностью ($30,7 \pm 1,22$ против $157,7 \pm 4,04$ и $30,3 \pm 1,40$ против $160,7 \pm 3,98$ кг соответственно), которая у 150- и 180-дневных животных 2 группы (йодомидол + селенопиран) превышала контрольное значение на 4,3 и 4,4% ($P < 0,05$). В соответствии с динамикой МТ была возрастная волатильность её ССП.

Анализ вариативности прооксидационных факторов АОС показал, что если концентрация МДА в сыворотке крови телят 1 группы (контроль) с возрастом неуклонно усиливалась от $2,79 \pm 0,13$ до $3,30 \pm 0,16$ нмоль/мл, то у сверстников 2 группы первоначально так же нарастала с 1- до 30-дневного возраста ($2,81 \pm 0,13$ против $2,96 \pm 0,12$), а далее постоянно снижалась до завершения экспериментов ($2,80 \pm 0,10$ нмоль/мл). Причем 150-, 180-дневные интактные животные поэтому прооксидантному показателю достоверно превосходили сверстников 2-й группы (йодомидол + селенопиран). Этот факт свидетельствует об угнетении процессов свободнорадикальной окислации липидов в организме, обусловленном использованием исследуемых биогенных соединений.

Соизмеримо с возрастным характером колебаний уровня МДА наблюдали постнатальную динамику активности ПОЛ (рис. 1), которая у 60-, 150-, 180-дневных телят группы контроля превосходила аналогичный фактор у опытных сверстников на 7,1-17,3% ($P < 0,05$ - $0,005$).

В ходе оценки изменчивости антиоксидационных параметров АОС установлено, что содержание Se в кровяной сыворотке телят контрольной и опытной групп в связи с взрослением увеличивалось с разными количественными показателями: соответственно от $25,14 \pm 2,32$ до $48,98 \pm 3,79$ и от $23,97 \pm 2,56$ до $60,69 \pm 4,57$ мкг/л. При этом опытные животные на 60, 150, 180 день жизни по изучаемому фактору имели статистически значимое антиоксидантное преимущество над контрольными сверстниками.

В соответствии с динамикой концентрации Se происходила возрастная изменчивость активности ГПО (рис. 2), где показано, что 60-, 150-, 180-дневные телята в условиях назначения йодомидола с селенопираном по данному ферменту достоверно превышали интактных сверстников. Аналогичная закономерность, но менее выразительно, выявлена в динамике содержания вит. Е в сыворотке крови подопытных животных, которое по мере их физиологического развития постепенно повышалось ($2,33 \pm 0,09$ – $2,36 \pm 0,09$ против $2,60 \pm 0,15$ – $2,86 \pm 0,18$ МЕ) с достоверным превосходством у 150- и 180-дневных телят 2 группы (йодомидол + селенопиран).

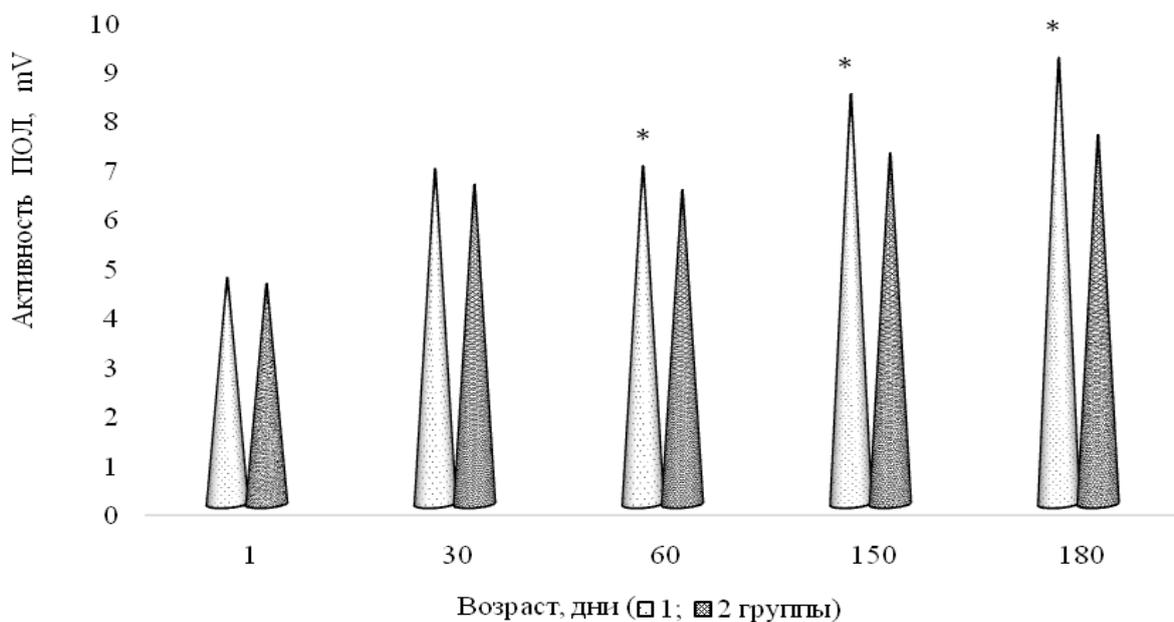


Рис. 1. Вариативность активности ПОЛ

Примечание: * - различия между группами статистически значимы

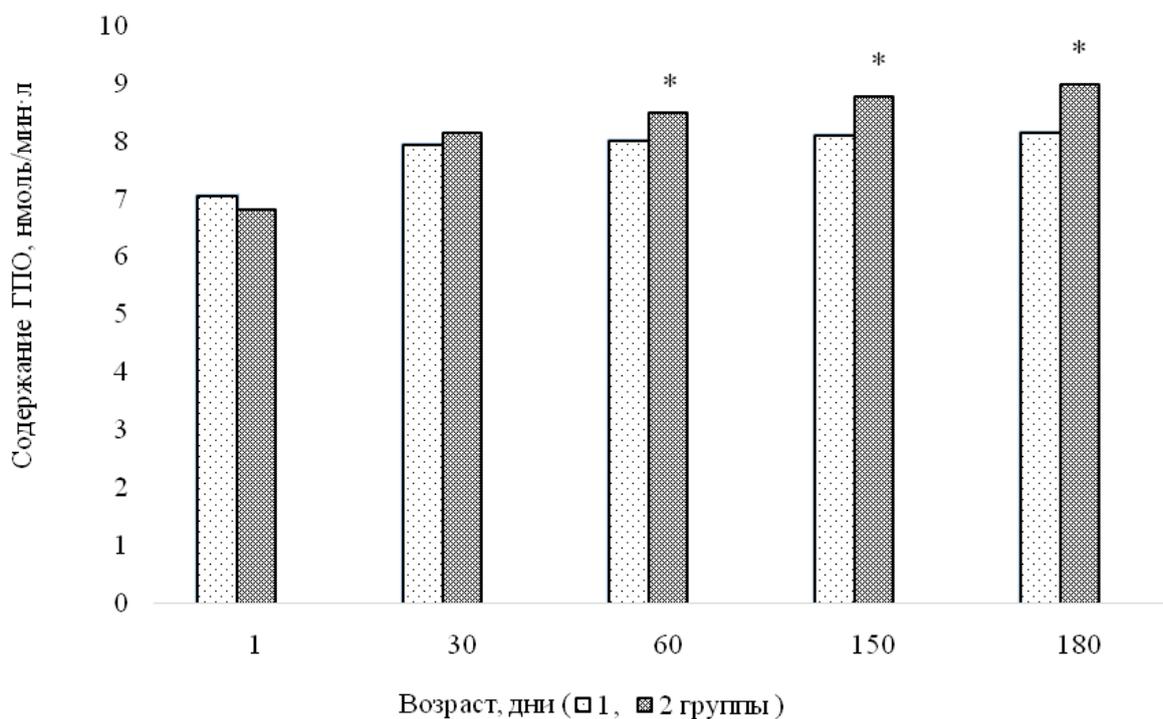


Рис. 2. Вариативность уровня ГПО

В соответствии с современным воззрением функциональная активность вит. Е в организме проявляется с участием Se, а активность этого микроэлемента – в присутствии α -токоферола, активность которого основана на способности создавать устойчивые радикалы в процессе отщепления протона от гидроксидной группы. Эти радикалы, как правило, вступают во взаимодействие со свободными радикалами, участвующими в синтезировании органических пероксидов. Связывание свободных радикалов с α -токоферолом предотвращает

оксидацию ненасыщенных липидов, предохраняя мембраны клеток от деструкции [12, 13].

4. Заключение. В условиях эколого-адаптивной технологии содержания телят доказана физиологическая целесообразность комплексного назначения йодомидола и селенопирана согласно разработанным схемам с учетом йодной и селеновой недостаточности в регионе, что сопровождалось подавлением прооксидационных (снижение концентрации МДА, активности ПОЛ) и стимулированием противooksидационных (повышение содержания Se, фермента ГПО, вит. Е) факторов и, как следствие, способствовало становлению устойчивой антиоксидантной системы организма.

Список литературы

- [1] Иванов А.И. Эколого-экономические аспекты охраны степных ландшафтов / А.И. Иванов, Г.Е. Гришин, В.А. Вихрева // Нива Поволжья. – Пенза: РИО ПГСХА, 2012. – № 3 (24). – С. 86-92.
- [2] Марчев Й. Возможности улучшения воспроизводства аборигенной породы Восточно-Балканская свинья в естественной среде обитания / Й. Марчев, Н. Палова, Д. Абаджиева и др. // Современные аспекты воспроизводства сельскохозяйственных животных: сб. статей Междунар. научно-практич. конф. Пенза: РИО ПГСХА, 2015. – С.3-11.
- [3] Муллакаев О.Т. Возрастная динамика гематологических и биохимических показателей бычков во взаимосвязи с технологическими и экологическими условиями содержания / О.Т. Муллакаев, Р.А. Шуканов, Н.В. Алтынова, А.А. Шуканов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – Казань, 2020. – Т. 141 (I). – С. 151-155.
- [4] Мысик А.Т. Состояние животноводства и инновационные пути его развития / А.Т. Мысик // Зоотехния, 2017. – № 1. – С. 2-9.
- [5] Софронов В.Г. Оценка клинико-физиологического состояния и качества мяса у бычков в условиях эколого-адаптивной системы содержания / В.Г. Софронов, Н.В. Алтынова, Р.А. Шуканов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – Казань, 2020. – Т. 142 (II). – С.171-176.
- [6] Кармолиев Р.Х. Биохимические процессы при свободнорадикальном окислении и антиоксидантной защите / Р.Х. Кармолиев // Сельскохозяйственная биология. – 2002. – № 2. – С. 19.
- [7] Кочиш И.И. Коррекция постнатального становления системы протиooksидационной защиты организма применением селеноорганических соединений / И.И. Кочиш, Р.А. Шуканов, А.В. Никулина, А.А. Шуканов // Известия Международной академии аграрного образования. – 2018. – №40 (2018). – С. 148-152.
- [8] Муллакаев А.О. Постнатальное становление морфофизиологического статуса продуктивных животных при использовании цеолитов месторождений Среднего Поволжья: монография / А.О. Муллакаев, А.А. Шуканов, К.Х. Папуниди и др. – Казань: Отечество, 2019. – 196 с.
- [9] Gruber F.O. Antioxidant therapy in veterinary / F. O. Gruber // Fiding ime, 2008. – № 5. – P. 8-10.
- [10] Драганов И.Ф. Кормление животных / И.Ф. Драганов, Н.Г. Макарецев, В.В. Калашников // М.: РАГУ–МСХА им. К.А. Тимирязева, 2010. – 341 с.
- [11] Кузнецов А.Ф. Практикум по зоогигиене / А.Ф. Кузнецов, А.А. Шуканов, В.И. Баланин и др. – М.: Колос, 1999. – 208 с.
- [12] Емельянова Т.П. Витамины и минеральные вещества / Т.П. Емельянова // Полная энциклопедия. – СПб: Весь, 2001. – 368 с.
- [13] Козлов В.А. Витамины (история, химия, биохимия, фармакология, клиника) / В.А. Козлов // Учебное пособие. – 3-е изд. с изм. и доп. – Чебоксары: Чуваш. гос. пед. ун-т им. И.Я. Яковлева, 2008. – 144 с.

УДК 616.381-001.365-07-08

ДИАГНОСТИКА И ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ЭВЕНТРАЦИИ ДИАФРАГМЫ

В.Е. Волков, С.В. Волков

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары

В работе представлены результаты хирургического лечения 9 пациентов, страдающих эвентрацией диафрагмы. Возраст больных составляет от 31 г до 52 лет. Левосторонняя эвентрация диафрагмы отмечена у 8 пациентов и правосторонняя – у одного. Приведена современная классификация эвентрации диафрагмы, которая дополнена классификацией основных клинических форм заболевания и его осложнений. Даны рекомендации по выбору оперативного доступа, объема хирургического вмешательства и профилактике послеоперационных осложнений. Летальных исходов не отмечено.

Ключевые слова: эвентрация диафрагмы, клинические формы, осложнения, классификация, хирургическое лечение

The paper presents the results of surgical treatment of 9 patients suffering from diaphragm eventration. The age of patients is from 31 g to 52 years. Left – sided eventration of the diaphragm was observed in 8 patients and right-sided-in one. A modern classification of diaphragm eventration is given, which is supplemented by a classification of the main clinical forms of the disease and its complications. Recommendations on the choice of surgical access, the volume of surgical intervention and prevention of postoperative complications are given. No fatalities were reported.

Key words: diaphragm eventration, clinical forms, complications, classification, surgical treatment

1. Введение. Среди различных заболеваний диафрагмы (грудобрюшной преграды) особое место занимает эвентрация диафрагмы, остающейся до настоящего времени менее изученной патологией этого органа. Это заболевание в отечественной литературе обычно носит название «релаксация диафрагмы», что следует считать терминологически не совсем правильным, поскольку никаких критериев релаксации, как центральной (сухожильной) части диафрагмы, так и краевой (мышечной) части не наблюдается. Это заболевание в литературе иногда встречается под другим названием: гипоплазия или атрофия диафрагмы, болезнь Пти и др. Однако более удачным следует считать термин «эвентрация диафрагмы», поскольку речь идет в каждом конкретном случае о пролабировании диафрагмы в грудную полость, что приводит к перемещению некоторых органов брюшной полости (желудок, селезенка, печень и др.) в левую или правую плевральную полости. От эвентрации диафрагмы следует отличать так называемую элевацию данного органа, при которой также отмечается высокое ее стояние, но выраженные морфологические изменения отсутствуют. Подъем диафрагмы при эликации обычно является вторичным (чаще двусторонним) и наблюдается при асците, беременности, паралитической кишечной непроходимости, выраженном метеоризме и др. Выделение эликаций в отдельную группу представляется целесообразным потому, что в этих случаях после устранения причин, вызвавших подъем диафрагмы, она возвращается в нормальное положение и функция ее полностью восстанавливается.

При выраженной левосторонней эвентрации диафрагмы куполообразное выпячивание всей ее левой половины может подниматься в виде дугообразной линии с вершиной на уровне II ребра, чаще на уровне III-IV ребра. При левосторонней эвентрации наблюдается смещение сердца вправо. Иногда оно бывает настолько выраженным, что позволяет говорить о декстропозиции сердца. При этом отмечается в большинстве случаев ротация сердца вокруг вертикальной оси с преимущественным смещением верхушки сердца. Сдавлению также сильно подвергается нижняя доля легкого, что приводит к развитию легочной гипертензии и ателектазу сегментов этой доли легкого, в результате чего они перестают участвовать в акте дыхания [1, 4].

При левосторонней эвентрации под куполом диафрагмы располагаются перемещенные вверх желудок с перегибом дистального отдела пищевода, селезенка, поперечноободочная кишка, левая доля печени, большой сальник, иногда почка и хвост поджелудочной железы. У многих больных отмечаются образование спаек и сращений этих органов с поверхностью диафрагмы. В ряде случаев происходит перегиб желудка с образованием в нем как бы двух полостей, что приводит, особенно в сочетании с перегибом пищевода, к нарушению эвакуации

пищи из желудка в кишечник. Правосторонняя эвентрация диафрагмы встречается сравнительно редко и обычно бывает ограниченной. В этих случаях к истонченной зоне диафрагмы прилежит печень, которая в виде овального купола выбухает в сторону грудной полости.

Приведенный выше анализ данных об эвентрации диафрагмы и ее возможных осложнениях свидетельствует о тяжести сравнительно редкой патологии, включающую в себя одновременно заболевания как грудной, так и брюшной полости. Частота эвентрации диафрагмы колеблется от 0,5 до 4% [1, 3]. Возможность развития тяжелых и опасных осложнений позволяет отнести эвентрацию диафрагмы к разделу патологии, требующей хирургического лечения. Однако до настоящего времени в литературе, включая классические руководства по хирургии (Greenfield's Surgery, 2006; Schwartz's Manual of Surgery, 2006; и др.), не приводится анализа непосредственных и отдаленных результатов хирургического лечения данной патологии. По мнению Б.В. Петровского [3], личный опыт большинства хирургов слишком мал, чтобы дать общую оценку результатов лечения этого заболевания. Все это, в целом, убеждает в практической значимости проблемы эвентрации диафрагмы и необходимости дальнейшей ее разработки.

Цель работы – уточнить классификацию осложнений эвентрации диафрагмы и ее клинические формы, обосновать целесообразность более широкого использования трансабдоминального доступа при оперативном лечении этого заболевания.

2. Материал и методы. Под нашим наблюдением находилось 9 больных с эвентрацией диафрагмы. Возраст больных от 31 г до 52 лет. Все больные были мужского пола. Из 9 пациентов у 8 была диагностирована левосторонняя эвентрация диафрагмы и у одного пациента правосторонняя. У всех больных были проведены общеклинические исследования (рентгеноскопия и графия грудной клетки, эзофагоскопия и гастроскопия и др.). У всех больных была диагностирована приобретенная форма эвентрации диафрагмы. У анализируемой группы пациентов под эндотрахеальным наркозом были произведены радикальные операции трансабдоминальным доступом. Пластика диафрагмы осуществлялась методом формирования гофрирующих швов на диафрагму. У одного пациента отмечено развитие пневмоторакса, который успешно был устранен путем дренирования плевральной полости с активной аспирацией. Летальных исходов в анализируемой группе пациентов не отмечено.

3. Результаты и обсуждение. Анализ данных современной литературы подтверждает тот факт, что этиология и патогенез эвентрации диафрагмы до настоящего времени изучены крайне недостаточно. Большинство авторов придерживается теории врожденного происхождения этого заболевания [2, 4]. Считается, что причиной эвентрации диафрагмы являются нарушения внутриутробного развития. Большое значение придается при этом следующим факторам: аплазии и внутриутробной травме грудобрюшного нерва, недоразвитию мышц диафрагмы, позднему формированию в процессе эмбриогенеза левой половины диафрагмы. При наличии врожденной неполноценности мышцы диафрагмы и резкого снижения ее тонуса создаются условия, в результате которых диафрагма не может противостоять воздействию двух факторов: внутрибрюшного давления и эластической силы легкого. При преобладании силы воздействия первого фактора наступает эвентрация диафрагмы кверху-внутрь грудной полости. Начало этого процесса эвентрации может проявиться еще во внутриутробном периоде, вызывая появление клинических признаков эвентрации уже у новорожденного. Если не возникает значительного несоответствия между внутрибрюшным давлением и тонусом диафрагмы, то эвентрация диафрагмы и внутренних органов в сторону грудной полости происходит постепенно и благодаря адаптации организма не появляется выраженных симптомов данного заболевания. Поэтому для клинического проявления заболевания существенную роль играет фактор времени. Только по истечении ряда лет у некоторых больных появляются те или иные симптомы заболевания. Наряду с врожденными факторами в развитии эвентрации диафрагмы определенную роль могут играть так называемые приобретенные факторы. В случаях приобретенной эвентрации речь идет о значительных атрофических и дистрофических изменениях мышц диафрагмы. Причины развития приобретенной эвентрации диафрагмы следующие:

- первичное воспаление диафрагмы;
- переход воспалительного процесса с плевры или брюшины на диафрагму;
- травматическое повреждение диафрагмы или диафрагмального нерва во время операции;
- паралич диафрагмального нерва;
- вовлечение диафрагмального нерва в инфильтрат или рубцы, образовавшиеся вследствие

воспалительного процесса;

- вовлечение нерва в опухолевый инфильтрат.

С учетом указанных факторов в литературе в течение многих десятилетий существует упрощенная классификация эвентрации диафрагмы:

- 1) врожденная;
- 2) приобретенная.

Врожденная эвентрация диафрагмы обычно встречается у новорожденных и у детей младших возрастных групп, а приобретенная форма чаще встречается у лиц в возрасте 30-40 лет в большинстве случаев у мужчин. Однако такой упрощенный вариант классификации не может иметь для клинициста решающей роли, как в плане диагностики, так и выборе лечебной тактики. На наш взгляд, клиницист должен руководствоваться в первую очередь клиническими формами патологии. Исходя из этого, является более целесообразным идентифицировать в каждом конкретном случае следующие две основные клинические формы эвентрации диафрагмы:

- 1) кардиореспираторная;
- 2) гастроэзофагеальная.

С учетом этих клинических форм патологии является целесообразным классифицировать следующие осложнения эвентрации диафрагмы.

- Ателектаз легкого;
- Дисфункция/недостаточность респираторной системы;
- Легочная гипертензия;
- Смещение и ротация сердца;
- Аритмия, экстрасистолия;
- Синдром Удено-Ремхельда (нарушение внутрипредсердной проводимости с удлинением зубца Р интервала PQ и комплекса QRS, QRST);
- Хронический заворот желудка;
- Рефлюкс-эзофагит.

Данные классификации позволяют, на наш взгляд, рассматривать основные клинические формы эвентрации и осложнения этого заболевания в их общей патогенетической связи, проводить дифференциальную диагностику и определять способы рационального лечения.

Не затрагивая описание широко известных клиницистам многочисленных симптомов заболевания, остановимся лишь на рассмотрении принципиально важных вопросов, касающихся показаний к оперативному лечению, выбора оперативного доступа и метода оперативного вмешательства. По нашему мнению, оперативное лечение показано у больных с осложненными формами эвентрации диафрагмы (хронический и особенно острый заворот желудка, тяжелые кардиореспираторные нарушения и др.). Такая лечебная тактика оправдана, прежде всего, у новорожденных и детей младшего возраста. У этой категории детей прогрессирование кардиореспираторных расстройств в ряде случаев является показанием к выполнению неотложной хирургической операции.

Большинство хирургов при наличии эвентрации диафрагмы используют следующие оперативные доступы:

- 1) трансторакальный (через VII-VIII или IX межреберье с пересечением или без пересечения реберных хрящей);
- 2) трансабдоминальный;
- 3) комбинированный торакоабдоминальный доступ (тораколапаротомия).

При эвентрации диафрагмы у детей трансабдоминальный доступ является методом выбора у новорожденных и младенцев [2]. Б. В. Петровский с соавт. [3] у взрослых больных с эвентрацией диафрагмы считает методом выбора трансторакальный доступ в VIII межреберье с пересечением реберной дуги. По мнению авторов, операция по поводу правосторонней эвентрации диафрагмы должна производиться только трансторакальным доступом. Однако наши клинические наблюдения показали, что при левосторонней эвентрации диафрагмы операция может с успехом производиться трансабдоминальным доступом (верхнесрединная лапаротомия) с использованием специальных ранорасширителей М.З. Сигала. По нашему мнению, трансабдоминальный доступ является менее травматичным, чем трансторакальный доступ. При правосторонней эвентрации диафрагмы нами используется классический доступ Федорова в правом подреберье с соответствующей коррекцией доступа ранорасширителями М.З. Сигала.

Для устранения эвентрации диафрагмы в настоящее время широко производятся оперативные вмешательства на самой диафрагме, целью которых являются низведение диафрагмы и перемещение органов брюшной полости в нормальное положение и укрепление истонченной диафрагмы. В ряде случаев при этой операции дополнительно производятся паллиативные операции на пищеводе, желудке и толстом кишечнике для устранения отдельных патологических синдромов. До настоящего времени для лечения эвентрации диафрагмы предложены десятки радикальных и паллиативных операций. Суть всех радикальных операций сводится к пластике диафрагмы (создание дубликатуры, простое сшивание тканей и др.). Из группы паллиативных операций при эвентрации диафрагмы используются следующие: гастропексия, гастрозентеростомия, фундопликация и др.

Согласно нашим наблюдениям, наиболее эффективной операцией при эвентрации диафрагмы является гофрирование диафрагмы по методу С.Я. Долецкого [2]. Изучение ближайших и отдаленных результатов этой операции подтверждает высокую надежность данного метода. Однако следует учитывать, что при наложении гофрирующих швов на диафрагму при трансабдоминальном доступе иногда возникает возможность ранения иглой ткани легкого, что может привести к развитию пневмоторакса. Из 9 оперированных нами больных подобное осложнение наблюдалось у одного пациента, что потребовало выполнения после операции дренирования плевральной полости с активной аспирацией.

При эвентрации диафрагмы, осложненной хроническим заворотом желудка, в большинстве случаев наряду с френопликацией необходимо производить также низведение и фиксацию желудка тем или иным способом к передней брюшной стенке (гастропексия). Благодаря этому предотвращается возможность перегиба пищевода и повторного заворота желудка вокруг его оси, а также полностью устранить его смещения в сторону поддиафрагмального пространства. Если у больного с эвентрацией диафрагмы при рентгенологическом и эзофагоскопическом исследовании установлено наличие перегиба пищевода в дистальном отделе, а эндоскопически подтверждено наличие эрозивного или язвенного эзофагита, то перед выполнением гастропексии следует произвести фундопликацию пищевода по методу Ниссена. Это дополнительное вмешательство позволит скорректировать тягостные для больного проявления рефлюкс-эзофагита [1].

Анализ приведенных выше данных позволяет рассматривать эвентрацию диафрагмы как заболевание, подлежащее хирургическому лечению. В каждом случае вопрос об операции должен рассматриваться с учетом наличия осложненной формы эвентрации диафрагмы, возраста пациента, характера выраженности, динамики клинических симптомов и тяжести состояния больного.

Выводы:

1. Тяжесть течения эвентрации диафрагмы в значительной степени определяется наличием различных осложнений клинических форм: кардиореспираторной и гастроэзофагеальной;
2. При выполнении операции у больных с эвентрацией диафрагмы является целесообразным расширить показания к выполнению трансабдоминального доступа, как менее травматичного и способного обеспечить пластику диафрагмы.

Список литературы

1. Волков В.Е. Руководство по клинической хирургии // Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2017, 976 с.
2. Долецкий С.Я. Диафрагмальные грыжи у детей // М.: Медгиз, 1960
3. Петровский Б.В., Каншин Н.Н., Николаев Н.О. Хирургия диафрагмы // М.: Медицина, 1966.
4. Mulholland M.W., Lillemol K.D. Greenfields Surgery // Philadelphia, Baltimore, New York, 2006; p. 1873-1875.

УДК 617.55–089–005.6/7–06–084 (075.8)

**ПРОФИЛАКТИКА ВЕНОЗНЫХ ТРОМБОЭМБОЛИЧЕСКИХ
ОСЛОЖНЕНИЙ В ХИРУРГИИ****Волков В.Е., Волков С.В.***ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары*

В статье представлены результаты применения антикоагулянтов для профилактики венозных тромбоэмболических осложнений в двух анализируемых группах: у 50 пациентов, умерших от острого некротического панкреатита в лечебных учреждениях Чувашской Республики за период 2018 года и 21 пациентов, перенесших расширенные и комбинированные гастрэктомии по поводу рака желудка. Пациенты были в возрасте от 30 до 90 лет. Мужчин было 41 человек, женщин – 30 человек. Авторами отмечено отсутствие качественной профилактики венозных тромбоэмболических осложнений, в частности тромбоза легочной артерии (ТЭЛА), в группе умерших от острого панкреонекроза, что привело к развитию ТЭЛА как основной причины смерти 3 (6%) пациентов. Указывается, что профилактика венозных тромбоэмболических осложнений должна проводиться со строгим соблюдением сроков антикоагулянтной терапии с учетом факторов риска у каждого пациента.

Ключевые слова: венозные тромбоэмболические осложнения, факторы высокого риска, антикоагулянты, профилактика

The article presents the results of the use of anticoagulants for the prevention of venous thromboembolic complications in two analyzed groups: 50 patients who died from acute necrotic pancreatitis in medical institutions of the Chuvash Republic in the period of 2018 and 21 patients who underwent extended and combined gastrectomies for stomach cancer. The patients were between 30 and 90 years old. There were 41 men and 30 women. The authors noted the lack of quality prevention of venous thromboembolic complications, in particular pulmonary embolism (PE), in the group of deaths from acute pancreonecrosis, which led to the development of PE as the main cause of death in 3 (6%) patients. It is indicated that the prevention of venous thromboembolic complications should be carried out with strict compliance with the terms of anticoagulant therapy, taking into account the risk factors in each patient.

Key words: venous thromboembolic complications, high-risk factors, anticoagulants, prevention

1. Введение. Венозные тромбоэмболические осложнения (ТЭО), к которым относят тромбоз глубоких вен нижних конечностей (ТГВ) и тромбоз легочной артерии (ТЭЛА), являются наиболее тяжелой и опасной патологией в хирургии и многих других медицинских специальностях (онкологии, кардиологии и др.). В США ежегодно регистрируется около 300 000 новых случаев ТЭО, однако это количество примерно в 3-4 раза больше, что обусловлено отсутствием очевидных симптомов венозной патологии. В этой стране ежегодно умирают 47 000-50 000 пациентов в возрасте свыше 60 лет. Частота ТЭО увеличивается в несколько раз, достигая 200 случаев на 100 000 жителей в год [1, 2]. В России, согласно данным статистики, ежегодно регистрируется около 80 000 новых случаев ТГВ [3]. ТЭЛА вызывает постоянное беспокойство за судьбу каждого пациента, находящегося как в отделении интенсивной терапии, так и периоде реабилитации, исчисляемого неделями, месяцами и годами. Если осведомленность клиницистов об опасности ТГВ в какой-то мере существует, то мнение врачей о ТЭЛА однозначно, вызывает, на наш взгляд, сочетание двух слов: непредсказуемость и смерть. Так, молниеносная форма острой ТЭЛА почти в 100% случаев заканчивается смертью больного [4]. Не удивительно поэтому, что все усилия клиницистов должны быть сосредоточены в предоперационном периоде, во время операции, в послеоперационном периоде до выписки больного из стационара и в последующий реабилитационный период на предупреждение ТЭЛА в каждом из указанных периодов.

Анализ современной литературы свидетельствует о том, проблема профилактики ТЭЛА у больных хирургического профиля освещена недостаточно. Это подтверждается отсутствием четких указаний о длительности проведения профилактики ТГВ и ТЭЛА, имеется недостаточно сведений об эффективности того или иного антикоагулянта и нередко затруднен выбор его дозы. До настоящего времени отсутствуют данные о качестве профилактических мероприятий не только в хирургии, но и при других медицинских специальностях (онкологии,

урологии и др.). К тому же клиницисты недостаточно осведомлены о факторах риска развития ТГВ и ТЭЛА у больных, подвергшихся различным по тяжести оперативным вмешательствам или консервативной терапии.

Проведенные данные убеждают в необходимости разработки проблемы профилактики ТЭЛА какой бы врачебной специальности она не касалась.

Цель работы – дать клиническую оценку качества профилактики тромбоэмболических осложнений у больных с хирургической патологией.

2. Материал и методы. За период 2018 года нами был проведен ретроспективный анализ частоты применения антикоагулянтов с целью профилактики ТЭЛА в двух группах больных.

I-группа – включает 50 пациентов, умерших от острого некротического панкреатита в различных лечебных учреждениях Чувашской Республики.

II-группа – объединяет 21 пациентов, перенесших стандартные и комбинированные гастрэктомии по поводу рака желудка. У всех пациентов данной группы наступило выздоровление, и они выписаны на амбулаторное лечение. Тромбоэмболических осложнений у них не отмечено.

Возраст больных – 30 до 90 лет. Мужчин было 41, женщин – 30. Профилактика ТЭЛА была проведена у 44 пациентов низкомолекулярными антикоагулянтами. Операции были проведены 54 пациентам. Из группы хирургических больных умерли от ТЭЛА три пациента, а остальные 47 чел. – от панкреонекроза, осложненного перитонитом, полиорганной недостаточностью.

У анализируемых больных для профилактики ТЭЛА чаще использовался нефракционированный гепарин в малых дозах по следующей схеме: за 2 часа до операции вводился гепарин подкожно в дозе 5000 ЕД. Через 8 часов после операции этот препарат вводился подкожно в дозе 5000 ЕД. Затем в течение 5-7 дней после операции вводился гепарин 1 раз в день подкожно в дозе 5000 ЕД. Наряду с нефракционным гепарином больным II группы с целью профилактики ТЭЛА назначались низкомолекулярные формы гепарина: фраксипарин (клексан), дельтапарин и др. Указанные препараты вводились 1-2 раза в сутки после операции в дозе в зависимости от массы тела – 0,3 до 0,5 мл.

У большинства анализируемых пациентов широко использовался метод неспецифической профилактики ТЭЛА: ранняя двигательная активность после операции (ранняя «ходьба»), пневмомассаж, бинтование нижних конечностей эластическими бинтами и др.

3. Результаты и обсуждение. По данным патологоанатомических исследований у группы умерших больных в 80% случаев истории болезней не содержат обоснований для проведения профилактических мероприятий тромбоэмболических осложнений, своевременно не были выявлены ТГВ нижних конечностей.

Анализ качества профилактики ТЭЛА показал, что в городах и районах Чувашской Республики из 50 умерших пациентов профилактика ТЭЛА проводилась только у 26 больных. Из 24 пациентов, у которых не проводилось профилактики ТЭЛА, умерли три пациента.

У онкологических больных, перенесших гастрэктомию, профилактические мероприятия были проведены у всех пациентов (100%). Тромбоэмболических осложнений в этой группе пациентов не наблюдалось. Наиболее часто с профилактической целью использовались следующие препараты: гепарин, клексан и др.

Наряду с другими авторами, при назначении антикоагулянтов мы придерживались и учитывали основные факторы риска ТЭЛА. Среди них практическую значимость имеют следующие:

1. Возраст старше 40 лет;
2. Длительная неподвижность (иммобилизация), постельный режим более 4 суток (особенно в послеоперационный период);
3. Варикозное расширение вен нижних конечностей;
4. Венозные тромбозы в анамнезе;

5. Операция на органах брюшной полости и малого таза;
6. Длительность оперативного вмешательства (более 2-х часов);
7. Повторные оперативные вмешательства на фоне тяжелых послеоперационных осложнений;
8. Тромбофилии, повышенная свертываемость крови, эритремия;
9. Перенесший инфаркт миокарда;
10. Инсульт;
11. Злокачественные новообразования пищеварительного тракта, легких, предстательной железы;
12. Химиотерапия, рентгенотерапия у онкологических пациентов;
13. Сепсис;
14. Циркуляторный шок;
15. Нарушение ритма сердца по типу мерцательной аритмии (фибрилляция предсердий);
16. Тромбоз глубоких вен нижних конечностей;
17. Рожистое воспаление в области нижних конечностей;
18. Локальные гнойно-септические заболевания (острый холецистит, острый некротический панкреатит и др.);
19. Флотирующие тромбы, ТЭЛА в анамнезе;
20. Ампутированная культя в области бедра или голени (тромбоз и тромбоз флебит глубоких и поверхностных вен);
21. Перенесенный Корона-вирус – 19.

Как явствует из приведенного перечня риска факторов, многие из них дополнены нами с учетом их практической значимости в хирургии и онкологии.

Анализ полученных результатов исследований показал, что обоснованием для проведения профилактики у больных, перенесших расширенные и комбинированные гастрэктомии, являлся рак желудка I-III степени. Практически каждый из пациентов этой группы имели не только один фактор риска (раковая опухоль), а два и более факторов риска. Все это, в целом, свидетельствует о высоком риске ТЭЛА, требующем выбора антитромботических средств с высокой антикоагуляционной активностью. Для этой цели препаратами выбора могут являться нефракционированный или низкомолекулярный гепарин или фондапаринукс натрия. Дозы этих антикоагулянтов с целью профилактики ТЭЛА указаны ниже:

1. Эноксапарин 1,0 мг/кг или 1,5 мг/кг каждые 12 часов или 1 раз в сутки;
2. Делтепарин натрия 100 МЕ или 200 МЕ/кг каждые 12 часов или 1 раз/сут.;
3. Тинзапарин 175 ЕД/кг 1 раз/сут.;
4. Надропарин 86 МЕ/кг или 171 МЕ/кг каждые 12 часов или 1 раз/сут.;
5. Фондапаринукс 5 мг (масса тела < 50 кг); 7,5 мг/кг (масса тела 50-100 кг); 10 мг (масса тела > 100 кг).

Все указанные препараты вводятся подкожно. Введение эноксапарина в дозе 1,5 мг/кг 1 раз/сут одобрено в США и некоторых европейских странах для профилактики ТЭЛА в стационарных условиях. У больных раком делтепарин применяется в дозе 200 МЕ массы 1 раз/сут в течение 5 месяцев. После этого следует продолжить терапию антагонистами витамина К или низкомолекулярным гепарином бессрочно пока не будет излечен рак. Надропарин одобрен для профилактики ТЭЛА в некоторых европейских странах.

Низкомолекулярные гепарины используют для профилактики тромбоза и ТЭЛА при любом, особенно высоком, риске развития флеботромбоза с подбором индивидуальной дозы. Для достижения максимального профилактического эффекта первую дозу низкомолекулярного гепарина следует вводить не ранее, чем за 2 часа до операции и продолжить введение в течение 7 дней и более после операции.

Введение антикоагулянтов снижает образование флотирующих тромбов, останавливает рост тромба, уменьшает угрозу отрыва и миграции сформированного тромба.

Профилактика ТГВ и ТЭЛА у хирургических и онкологических больных в реабилитационном периоде должна быть длительной – не менее 28 суток, а в некоторых случаях продолжаться месяцами и годами. Недостаточная осведомленность клиницистов в отношении сроков проведения профилактики ТГВ и ТЭЛА часто приводит к проведению предельно короткого курса антикоагулянтной терапии, нередко без учета эффективности применяемого препарата, без регулярного клинического осмотра больного (наличие гематом, кровоизлияний и др.).

Методы хирургической профилактики:

1. Тромбэктомия;
2. Имплантация кава-фильтра пациентам, имеющим абсолютные противопоказания к тромболитической терапии, а также при отсутствии эффекта адекватно проводимой антикоагулянтной терапии у больных с часто рецидивирующей ТЭЛА. Кава-фильтры обычно устанавливаются в просвете нижней полой вены непосредственно под устьем почечных вен, а при наличии тромба в почечных венах – над устьем. Следует отметить, что не рекомендуется рутинная установка кава-фильтров у больных с ТЭЛА;
3. Кава-пликация;
4. Перевязка вен.

В заключение следует указать, что венозные тромбоэмболические осложнения в частности ТЭЛА и ТГВ, продолжают оставаться до настоящего времени одним из наиболее опасных осложнений с высокой летальностью, не имеющей тенденции к ее снижению. При этом тяжелом и опасном осложнении особую роль приобретает своевременная профилактика. С учетом решения этой задачи каждое лечебное учреждение хирургического профиля должно располагать действенной программой проведения широких профилактических мероприятий, направленных на предупреждение этого грозного осложнения. Профилактика венозных тромбоэмболических осложнений требует строго соблюдения сроков проведения антикоагулянтной терапии. Короткий или прерванный курс применения антикоагулянтов не способен предупредить развитие тромбоэмболических осложнений. Следует учитывать, что длительное применение антикоагулянтов у больных в период реабилитации, особенно с применением варфарина, может приводить к образованию обширных кровоизлияний и гематом, чаще в забрюшинной клетчатке.

Выводы:

1. ТЭЛА – жизнеугрожающее осложнение с трудно прогнозируемым сроком возникновения и требующей срочной готовности медицинского персонала к оказанию реанимационной помощи включая ИВЛ и внутривенное введение высокоэффективных антикоагулянтов;
2. Профилактика ТЭЛА и ТГВ у каждого пациента должна быть индивидуальной и строиться на качественной основе с учетом факторов риска, и ряда других факторов (выбор лечебного препарата и его дозы, строгое соблюдение сроков применения антикоагулянтов с регулярным контролем коагуляционных показателей и др.), а при соответствующих показаниях, больным производить необходимые оперативные вмешательства (перевязки вен, установка кава-фильтров и др.).

Список литературы

1. Баешко А.А. Профилактика тромбоэмболии легочной артерии / А.А. Баешко, А.А. Радюкевич // Хирургия, 2004. № 12. – С. 76-73.
2. Марино П.Л. Интенсивная терапия / П.Л. Марино пер. с англ. // М.: Геотар – Медиа, 2012. – С. 73-88.
3. Савельев В.С. Роль хирурга в профилактике и лечении венозного тромбоза и легочной эмболии / 50 лекций по хирургии / Под ред. В.С. Савельева // М., 2003. – С. 92-99.
4. Тромбоэмболия легочной артерии / В кн.: Критические состояния в хирургии // В.Е. Волков, С.В. Волков // Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2015. – С. 57-69.

УДК 616.92/93-06:616.61-008.6(08)
ББК 55.1+56.9я431

ДИНАМИКА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ГЕМОРРАГИЧЕСКОЙ ЛИХОРАДКОЙ С ПОЧЕЧНЫМ СИНДРОМОМ В ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

¹Л.Н. Воронов, ¹С.П. Сапожников, ¹В.А. Козлов,
¹Л.Ю. Агафошкина, ²Д.Г. Алексеева

¹ФБГОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», Чебоксары
²Центр гигиены и эпидемиологии в Чувашской Республике – Чувашии, Чебоксары
Invoronov@mail.ru, adaptagon@mail.ru, pooh12@yandex.ru

В статье анализируется современное состояние заболеваемости населения Чувашской Республики геморрагической лихорадкой с почечным синдромом. Для анализа использовались данные мониторинга природных очагов ГЛПС на территории Чувашской Республики, материалы по заболеваемости в области и Российской Федерации. Удалось установить, что чаще болеет городское население – 59,9 % случаев. Болеют преимущественно мужчины (в 4-5 раз чаще женщин). В январе – феврале 2020 года зарегистрировано 86 случаев заболевания, по сравнению с аналогичным периодом 2019 года произошел рост заболеваемости в 2,7 раза. Существует четкая сезонная зависимость заболеваемости ГЛПС от минимальных цифр среднегодовой заболеваемости в марте-апреле с последующим ее повышением к маю и достижением максимума к октябрю – ноябрю.

Ключевые слова: геморрагическая лихорадка с почечным синдромом, эпидемиология, Чувашская Республика

In the article, the current state of morbidity in the Chuvash Republic is analyzed by hemorrhagic fever with renal syndrome (HFRS). To analyze the data, we used monitoring of natural foci of HFRS on the territory of the Chuvash Republic, materials on morbidity in the region and the Russian Federation. It was found that the urban population is more often ill – 59.9 % of cases. Mostly men get sick (4-5 times more often than women). In January – February 2020, 86 cases of the disease were registered, compared to the same period in 2019, the incidence increased by 2.7 times. A clear seasonal incidence of GLP depends on the minimum numbers of the average annual incidence in March-April, followed by its increase by May and reaching a maximum by October – November.

Keywords: hemorrhagic fever with renal syndrome, epidemiology, Chuvash Republic

1. Введение. В природе, независимо от деятельности человека, существует группа так называемых природно-очаговых болезней. Восприимчивость людей к данным заболеваниям достаточно высока. Заболеваемость человека природно-очаговыми инфекциями (ПОИ) постоянно находится в сфере внимания практического здравоохранения, поскольку при некоторых формах эти инфекции характеризуются тяжелым течением болезни, высокой степенью летальности, регистрацией групповых заболеваний, отсутствием методов специфической профилактики [4].

Геморрагическая лихорадка с почечным синдромом (ГЛПС) в России занимает ведущее место среди зоонозных и одно из первых мест среди других природно-очаговых инфекций [5]. Начиная с 1978 г., когда была введена официальная регистрация заболеваемости ГЛПС МЗ РФ, по 2015 г. Включительно зарегистрировано более 245 тыс. клинически диагностированных случаев ГЛПС. Более 98% от общего числа случаев ГЛПС выявлено в европейской части страны и около 2% – в азиатской части, главным образом на Дальнем Востоке.

Наибольшее число (до 80%) случаев ГЛПС регистрируется в Приволжском федеральном округе (ПФО), где имеются активные природные очаги [6]. Выделяют 4 группы территорий. Первая группа с чрезвычайно высоким уровнем заболеваемости включает в себя Республику Башкортостан, Удмуртскую Республику; ко второй группе с высоким уровнем заболеваемости можно отнести Республику Марий Эл, Оренбургскую область, Республику Татарстан; группа со средним уровнем заболеваемости – Пензенская и Ульяновская области, Республика Мордовия, Самарская область, Чувашская Республика, Пермский край; остальные территории

имеют относительно низкий уровень заболеваемости ГЛПС.

2. Целью исследования явилось оценка современного состояния заболеваемости населения Чувашской Республики геморрагической лихорадкой с почечным синдромом. Для анализа использовались данные мониторинга природных очагов ГЛПС на территории Чувашской Республики, материалы по заболеваемости в области и Российской Федерации.

3. Материалы и методы. Материал по динамике заболеваемости геморрагической лихорадкой с почечным синдромом был получен в «Центре гигиены и эпидемиологии в Чувашской Республики – Чувашии». Полученный числовой материал обработан методами дескриптивной и вариационной статистики. Данные представлены в виде $\bar{M} \pm m$, где \bar{M} – средняя, m – стандартное отклонение. Различия выборок проверяли с помощью критерия F Фишера (критерия U Манна-Уитни, критерия χ^2). Различия относительных величин – z -теста. Различия частот встречаемости признака осуществляли с помощью критерия Колмогорова-Смирнова с поправкой Лиллиефорса с помощью программного пакета «Statistica 10.0».

4. Результаты исследования и их обсуждение. На территории Чувашской Республики ежегодно регистрируются случаи заболевания ГЛПС. В 2019 г. зарегистрировано 282 случая ГЛПС. Заболеваемость зарегистрирована в 23 муниципальных районах и городских округах (2018 г. – в 22) (Рис. 1). Показатель заболеваемости на 100 тыс. населения был выше показателя 2018 года в 1,8 раза, ПФО – в 1,7 раза, РФ – в 2,4 раза. Высокие показатели заболеваемости ГЛПС зарегистрированы в Шумерлинском – 164,8 (14 сл.), Порецком – 92,41 (11 сл.), Алатырском – 63,31 (9 сл.) и Ибресинском – 52,42 (11 сл.) районах [10]. Чаще болеет городское население – 59,9 % случаев. Болеют преимущественно мужчины (в 4-5 раз чаще женщин). В январе – феврале 2020 года зарегистрировано 86 случаев заболевания, по сравнению с аналогичным периодом 2019 года произошел рост заболеваемости в 2,7 раза.

Основными источниками, поддерживающими циркуляцию вируса в природных очагах, являются грызуны семейств *Muridae* и *Cricetidae*. В природных очагах Российской Федерации среди грызунов установлена циркуляция пяти хантавирусов, патогенных для человека возбудителей ГЛПС, относящихся к семейству Буньявирид (*Bunjaviridae*), роду Хантавирусов (*Hantavirus*), включая вирусы Хантаан (*Hantaan*), Сеул (*Seul*), Амур (*Amur*), Пуумала (*Pumala*) и Добрава/Белград (*Dobrava/Belgrade*) [3]. На территории европейской части России ГЛПС вызывается вирусами Пуумала и Добрава/Белград (генотипы Куркино и Сочи), природными резервуарами для которых являются рыжая полевка (*Myodes glareolus*), западный подвид полевой мыши (*Apodemus agrarius agrarius*) и кавказская лесная мышь (*Apodemus ponticus*) соответственно. Эпидемиологический анализ заболеваемости ГЛПС в России показал, что 97,7% всех случаев ГЛПС этиологически обусловлены вирусом Пуумала, 1,5% – вирусами Хантаан, Амур, Сеул и 0,8% – вирусами Куркино и Сочи, что указывает на ведущую этиологическую роль вируса Пуумала в структуре заболеваемости ГЛПС в РФ [1, 8].

Существует четкая сезонная зависимость заболеваемости ГЛПС от минимальных цифр среднегодовой заболеваемости в марте-апреле с последующим ее повышением к маю и достижением максимума к октябрю – ноябрю. Заболевают чаще мужчины (70-90%) трудоспособного возраста, реже дети (3-5%), женщины и лица пожилого возраста (5-15%) вследствие меньшего контакта с природной средой, иммуногенетическими и гормональными особенностями [7]. Среди заболевших преобладают городские жители, что связано с более низким уровнем иммунной прослойки (6 – 10% по городам РБ, по некоторым районам – до 35%).

Наиболее часто заражение больных вирусом ГЛПС Пуумала происходит во время посещений леса, чаще всего во время прогулок, при выездах на рыбную ловлю, охоту, при работе в садах и на огородах, при уходе за домашними животными, а также путем непосредственного контакта поврежденных кожных покровов или слизистых с экскрементами инфицированных грызунов или слюной в случае укуса человека зверьком [2].

Территория Чувашской Республики является неблагоприятной по ГЛПС.

4. Существует четкая сезонная зависимость заболеваемости ГЛПС от минимальных цифр среднегодовой заболеваемости в марте-апреле с последующим ее повышением к маю и достижением максимума к октябрю – ноябрю.

Конфликт интересов – авторы подтверждают, что публикуемый ими материал не нарушает авторских и/или материальных прав третьих лиц, в том числе юридических, не являющихся авторами данной статьи.

Список литературы

1. Мартыненко А.Ю., Томилка Г.С., Сидельников Ю.Н. Эпидемиология геморрагической лихорадки с почечным синдромом на юге Хабаровского края // *Врач.* – 2014. – №8. – С. 84–87.
2. Нафеев А.А. Эпидемические проявления геморрагической лихорадки с почечным синдромом в регионе с активными природными очагами // *Медицинская паразитология и паразитарные болезни.* – 2009. – №4. – С. 26–30.
3. Митрофанова Н.Н., Мельников В.Л., Золина Н.Ф., Скороходова Е. Д. Анализ клинико-эпидемиологических и эпизоотических особенностей заболеваемости геморрагической лихорадки с почечным синдромом на территории Пензенской области // *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки.* – 2009. – №3 (11). – С. 109–116.
4. Никитин П. Н. Современное состояние заболеваемости природно-очаговыми инфекциями населения Нижегородской области / П. Н. Никитин, О. И. Дерябина, Н. Н. Сидорова // *Научное обеспечение противоэпидемической защиты населения: материалы Всероссийской научно-практической конференции.* – Нижний Новгород, 2009. – С. 305–308.
5. Организация и проведение на территории Российской Федерации мероприятий по неспецифической профилактике заболеваний геморрагической лихорадкой с почечным синдромом: методические указания МУ. – Москва, 2008. – 42 с.
6. Анисимова Т.А., Ефимова Э.В. Современное состояние заболеваемости геморрагической лихорадкой с почечным синдромом в регионах Приволжского Федерального округа // *Инфекционные болезни.* – 2012. Т. – 10. – №S1. – С. 24.
7. Алехин Е.К., Камилов Ф.Х., Хунафина Д.Х., Валишин Д.А., Шайхуллина Л.Р., Мурзабаева Р.Т., Галиева А.Т., Бурганова А.Н., Хабелова Т.А., Старостина В.И., Сыртланова Г.Р. Геморрагическая лихорадка с почечным синдромом // *Медицинский вестник Башкортостана.* – 2013. – Т. 8. – № 5. – С 24–31.
8. Десяткова Е.Л., Алексеева Д.Г., Першев В.Е., Зайцев И.И., Исаев Н.И., Прокопьева Е.Г., Смирнов М.М., Жуков В.И., Транквилевский Д.В. Характеристика природных очагов геморрагической лихорадки с почечным синдромом (ГЛПС) в Чувашии за 2008-2011 гг. // *Инфекция и иммунитет.* – 2012. – № 1-2. – С. 135–136.
9. Указ Президента Чувашской Республики О Лесном плане Чувашской Республики (В редакции Указа Президента Чувашской Республики от 29.12.2011 г. N 131)
10. Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Чувашской Республике – Чувашия, 2020 <http://21.rospotrebnadzor.ru/content/644/50808/>
11. Анисимова Т.А. Мониторинг природного очага геморрагической лихорадки с почечным синдромом на территории Чувашской Республики // *Перспективы науки.* – 2012. – № 12 (39). – С. 007–010.

УДК 616-71

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ РЕНТГЕНОМОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЙ
В ТУБЕРКУЛОМАХ РАЗНЫХ ФАЗ АКТИВНОСТИ****Н.Е. Гималдинова¹, Л.А. Любовцева¹, Е.В. Любовцева²**¹ *ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, Московский проспект 45, г. Чебоксары, Россия*² *Бюджетное учреждение «Республиканское бюро судебно-медицинской экспертизы» Минздрава Чувашии, ул. Пирогова 24, г. Чебоксары, Россия
e-mail: ngimaldinova@yandex.ru*

Рентгенологический метод является одним из основных в выявлении туберкулом легких. Однако, патоморфологическая картина их не всегда совпадает с рентгенологическим описанием, что может привести к ошибочной тактике ведения больных с этой формой туберкулеза.

Целью данной работы явился сравнительный анализ данных рентгенологического исследования с патоморфологической картиной рецензированных участков легких у больных с разной степенью активности туберкулом.

Материал и методы исследования. Материалом исследования послужил биопсийный материал легких 90 больных туберкуломой. Проведен анализ медицинской документации с целью выявления степени выраженности туберкулезного процесса, изучены рентгенограммы и гистологические микропрепараты, окрашенные гематоксилин-эозином.

Результаты исследования. Биопсийный материал разделили на 5 групп по степени активности специфического воспаления. Первую группу составили неактивные туберкуломы, без признаков специфического воспаления в капсуле, участков распада и перифокального воспаления. В гистологических микропрепаратах в 13% случаях определялись участки дистелектаза, отсутствующие на рентгенограммах. Во второй группе участки просветления на снимках, интерпретированные как распад, морфологически не подтверждены. В микропрепаратах определялись участки гомогенного казеоза, чередующегося с кальцинированными участками и фиброзными прослойками. Морфологический анализ в третьей группе у 5% больных выявил слоистую туберкулому, которую не удалось диагностировать рентгенологически. В четвертой группе наблюдений туберкулом средней степени активности патоморфологические и рентгенологические признаки полностью совпадали. Участки расплавления казеоза (серповидной формы) и нечеткие контуры туберкулом соответствовали прогрессирующему течению воспалительного процесса. В пятой группе у 15% случаев туберкуломы оказались слоистыми, рентгенологически при этом определялась только нечеткость контуров.

Заключение. Сравнительный рентгеноморфологический анализ туберкулом позволил разделить рентгенологические признаки активности специфического воспаления на редко диагностируемые (участки дистелектаза, рубцующиеся гранулемы, слоистые туберкуломы) и достоверные признаки (распад, инфильтрация и свежие очаги вокруг туберкулом).

Ключевые слова: туберкулома, рентгенография легких, биопсия

1. Введение. Туберкуломы легких являются формой вторичного туберкулеза, отличающейся малосимптомным или бессимптомным течением, и практически не поддаются лечению противотуберкулезными препаратами [1]. При отсутствии благоприятного лекарственного прогноза, больным с туберкуломами назначают хирургическое лечение. Показанием к нему являются туберкуломы крупных (более 4 см) и средних (2-4 см) размеров, с распадом, с периодическими обострениями и бацилловыделением. Выбор врачебной тактики связан с активностью процесса [2]. Несмотря на то, что основные вопросы патогенеза, клиники и диагностики туберкулом изучены довольно подробно, удельный вес их среди других форм вторичного туберкулеза легких составляет более 10%. По результатам резекционных материалов доля туберкулом доходит до 18,3% [3]. Использование клинко-рентгенологических методов определения активности процесса является одним из сложных и недостаточно разработанных. Проведение компьютерной томографии, не всегда представляется возможным, что может быть связано с удаленностью проживания от мест нахождения необходимых приборов или их отсутствия в районных медицинских учреждениях. Гистологическая картина туберкулом в зависимости от активности процесса отличается [4, 5]. Характерными микроскопическими признаками активной фазы туберкуломы легких являются казеозные массы, окруженные слоем специфической грануляционной ткани с наличием эпителиоидных, лимфоидных, гигантских многоядерных

клеток типа Пирогова-Ланганса, за которым располагается фиброзная ткань, инфильтрированная лимфоцитами и гистиоцитами. В фазе неактивной туберкуломы казеозные массы ограничены однослойной капсулой, состоящей из зрелой соединительной ткани. Капсула и перифокальная зона инфильтрирована лимфоидными и гистиоцитарными клеточными элементами [5, 6].

Цель исследования. Целью работы является сопоставление данных рентгенологического исследования с патоморфологической картиной рецензированного участка легких у больных с разной степенью активности специфического воспалительного процесса при туберкуломе.

2. Материал и методы исследования. Материалом исследования послужил биопсийный материал резецированных участков легких от 90 больных туберкулезом. В данную группу вошли 80 мужчин и 10 женщин в возрасте от 20 до 59 лет. Отбор больных осуществлялся на основе анализа медицинской документации с целью выявления степени выраженности туберкулезного процесса по результатам компьютерной рентгенографии и бактериологического исследования мокроты. Гистологическое исследование проводили путем окрашивания срезов ткани гематоксилин-эозином. На основе ряда ранее установленных морфологических признаков, определяли степень активности специфического воспалительного процесса в каждом случае [3]. С учетом морфологической степени активности туберкулезного воспаления, были сформированы 5 групп исследования: 1-ю группу составили 30 случаев неактивных туберкулом; 2-ю – 22 случая туберкулом с минимальной (низкой) активностью туберкулезного процесса; 3-ю – 20 туберкулом средней степени активности без признаков деструкции; 4-ю – 9 туберкулом средней степени активности с признаками деструкции; 5-ю – 9 туберкулом с высокой степенью активности специфического воспалительного процесса по состоянию стенки туберкуломы и состоянию казеозных масс.

3. Результаты исследования и их обсуждение. При гистологическом исследовании резецированных участков легких в 60 случаях наблюдались патоморфологические признаки активности туберкулезного процесса, а в 30 случаях признаки активной фазы туберкуломы отсутствовали (Рис. 1, Рис. 2А, Б). Неактивные туберкуломы не имели признаков специфического воспаления в капсуле, отсутствовали участки расплавления казеоза и свежих туберкулезных изменений в окружающей туберкулому легочной ткани (Рис. 2 А). Данные случаи были отнесены в I группу. Следует отметить, что больные с неактивной туберкуломой жалоб не предъявляли, диагноз базировался в основном на данных рентгенологического исследования. Рентгенологически туберкуломы, отнесенные в I группу исследования, относились к солитарным с однородной структурой. В 84% случаев, неактивные туберкуломы имели четкую округлую, а в 16% случаев – неправильную форму. Деформация капсулы туберкулом была обусловлена пневмосклерозом, фиброзными тяжами. В 20% наблюдений по величине туберкуломы были крупные, в 70% – средние. Рентгенологическая и морфологическая картина отличалась в 4 случаях. На рентгенограмме туберкуломы не имели участков дистелектаза, однако при морфологическом исследовании они определялись (Рис. 2Б)

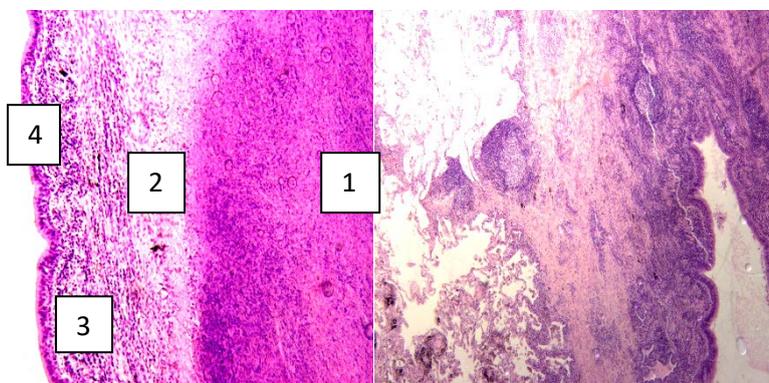
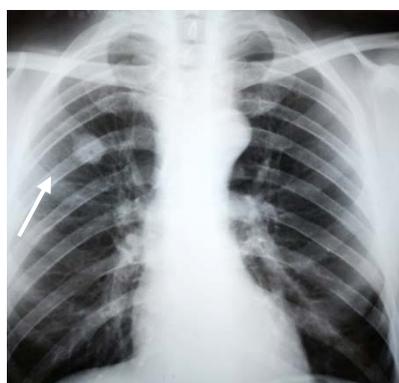
Вторую группу составили туберкуломы с минимальной активностью туберкулезного процесса (Рис. 3, Рис. 4 (А, Б)). При морфологическом исследовании в них определялись единичные рубцующиеся гранулемы. Рентгенологически 76% туберкулом этой группы были средних и 24% малых размеров, округлой формы. В центре туберкулом определялись участки просветления, чередующиеся с участками затемнения, что интерпретировалось как очаг распада (см. Рис. 3). Следует отметить, что в 40% наблюдений при рентгенологическом исследовании определяемый распад гистологически подтвержден не был. Просветление симулировано, вероятно, наличием участков гомогенного казеоза, чередующегося с кальцинированными участками и фиброзными прослойками. В третью группу были отнесены больные с туберкуломами средней степени активности без признаков деструкции (Рис. 5, рис. 6).

Гистологически в капсуле туберкулом имелись специфические бугорки (53%), маргинальные полости (42%), единичные бронхогенные и лимфогенные отсеы продуктивного характера в прилежащей или окружающей паренхиме.

Рентгенологически определялись солитарные туберкуломы, овальной формы с нечеткими или размытыми контурами по периферии, зоны просветления в них не выявлялись. У 50% пациентов в резецированном легком отмечалась инфильтративная дорожка к корню легкого, что является прямым рентгенологическим признаком, который указывает на активность процесса. Косвенным признаком распада явилось наличие очагов лимфогенной и бронхогенной диссеминации. Следует отметить, что морфологический анализ у 5% больных выявил слоистую туберкулому, которую не удалось диагностировать рентгенологически. В солитарной слоистой туберкуломе были четко выраженные концентрические слои казеозно измененной ткани. Коллагеновые волокна располагались циркулярно между казеозными массами, и напоминали пластины. Стенка капсулы у слоистой туберкуломы была тонкая, состояла из одного слоя чередующихся коллагеновых и аргирофильных волокон. В 95% случаев рентгенологические и патоморфологические сопоставления подтверждают, что рентгенологический симптом нечеткости контуров туберкулом указывает на прогрессирование процесса.

К четвертой группе наблюдений туберкулом средней степени активности с признаками деструкции отнесены случаи со следующими гистологическими признаками: в капсуле туберкулом выявлен слой специфических грануляций, деструкция и бронхо-лимфогенные отсеы. При рентгенологическом исследовании туберкуломы имели округлую (75%) и неправильную (25%) форму с нечеткими контурами. Определялся участок просветления, располагающийся эксцентрично, что характеризует распад казеозных масс. Полость напоминала по форме серп, стенка была неодинаковой толщины, а в бухтообразных выступах полости определялись кальцификаты. Сравнимые патоморфологические и рентгенологические признаки в данной группе наблюдения полностью совпадают. Участки расплавления казеоза (серповидной формы) и нечеткие контуры туберкулом соответствуют прогрессирующему течению воспалительного процесса (Рис. 7, Рис. 8).

В пятую группу были отнесены туберкуломы с наиболее выраженными признаками туберкулезного воспаления (Рис. 9, Рис. 10, Рис.11). Морфологическое исследование подтвердило наличие высокой активности туберкулезного процесса. Характерными микроскопическими признаками активной фазы туберкуломы легких этой группы было наличие распада, преобладание грануляционного слоя в капсуле с хаотичным расположением коллагеновых волокон и выраженной лимфоидной инфильтрацией, бронхогенного обсеменения.



А Б

Рис. 1. Туберкулома верхней доли правого легкого. На рентгенограмме стрелкой указана округлая, гомогенная тень с четкими границами, соответствующая неактивной туберкуломе.

Рис. 2А. Неактивная туберкулома легкого. 1 – казеозные массы, 2 – слой фиброзной ткани упорядочен, 3 – клеточная инфильтрация, 4 – эпителий бронха. Окраска гематоксилином эозином, ув. 40, ок. 10

Рис. 2Б. Участки деструктаза.

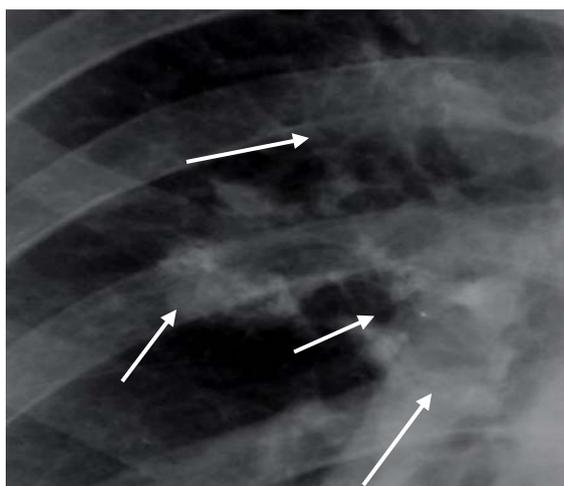
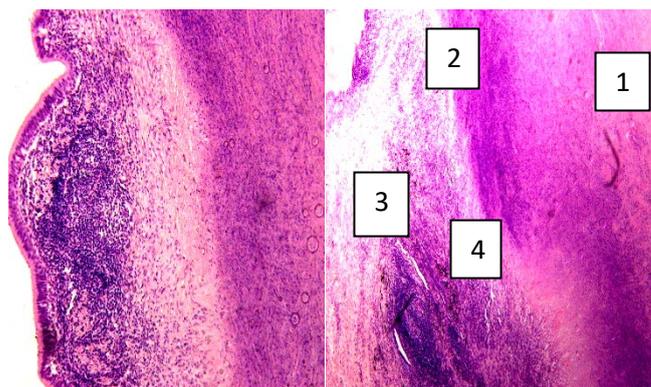


Рис. 3. Туберкулома верхней доли правого легкого (увеличенный фрагмент рентгенограммы). На увеличенном фрагменте в туберкуломе определяются кальцинаты, и в окружающей легочной ткани в виде «плотных» очагов. Усиление и деформация рисунка, обусловленные фиброзными изменениями.



А Б

Рис. 4А, Б. Туберкулома легкого 2 группы с минимальной активностью. 1 – казеозные массы, 2 – слой фиброзной ткани, 3 – рубцующаяся гранулема, 4 – участок кальцификации. Окраска гематоксилином эозином, ув. 40, ок. 10

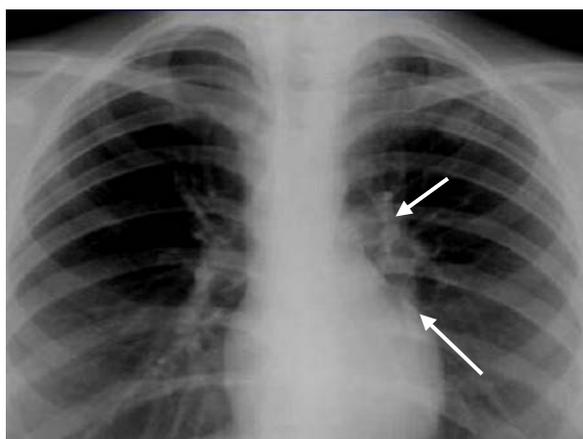


Рис. 5. Туберкулома верхней доли левого легкого с очагами диссеминации.

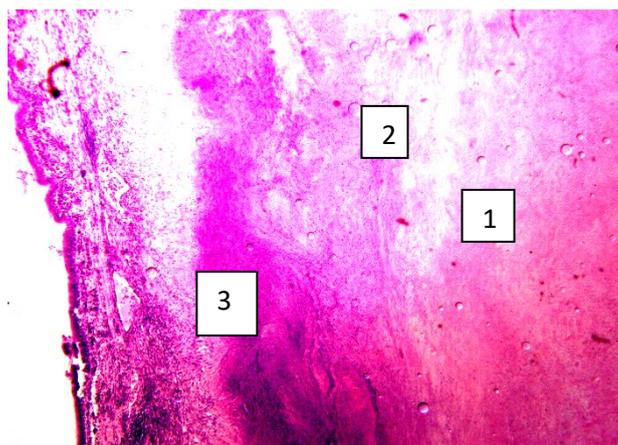


Рис. 6. Слоистая туберкулома. 1 – казеозные массы, 2 – коллагеновые волокна, 3 – участок кальцификации. Окраска гематоксилином эозином, ув. 40, ок. 10



Рис. 7. Туберкулома верхней доли левого легкого (линейная томограмма). В нижнемедиальном отделе туберкуломы видна полость распада, что означает прогрессирование процесса. Над туберкуломой определяются частично кальцинированные очаги.

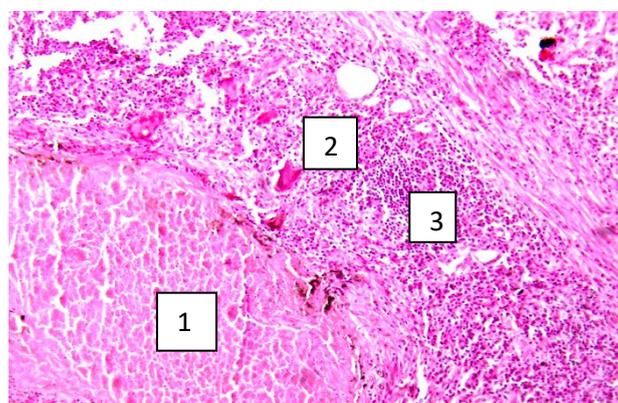


Рис. 8. Активная туберкулома легкого. 1 – начало распада казеозных масс, 2 – слой фиброзной ткани с появлением грануляционной неупорядоченной массы и клетками Пирогова-Ланганса, 3 – клеточная инфильтрация. Окраска гематоксилином эозином, ув. 40, ок. 10

Структура тени прогрессирующих туберкулом рентгенологически была неоднородной за счет наличия очагов кальцинатов и участков просветления. Они имели большие размеры, нечеткие контуры, признаки бронхо-лимфогенной диссеминации, одну или несколько полостей распада. В 15% случаев туберкуломы оказались слоистыми, рентгенологически при этом определялась только нечеткость контуров, которая может характеризовать выраженное перифокальное воспаление.

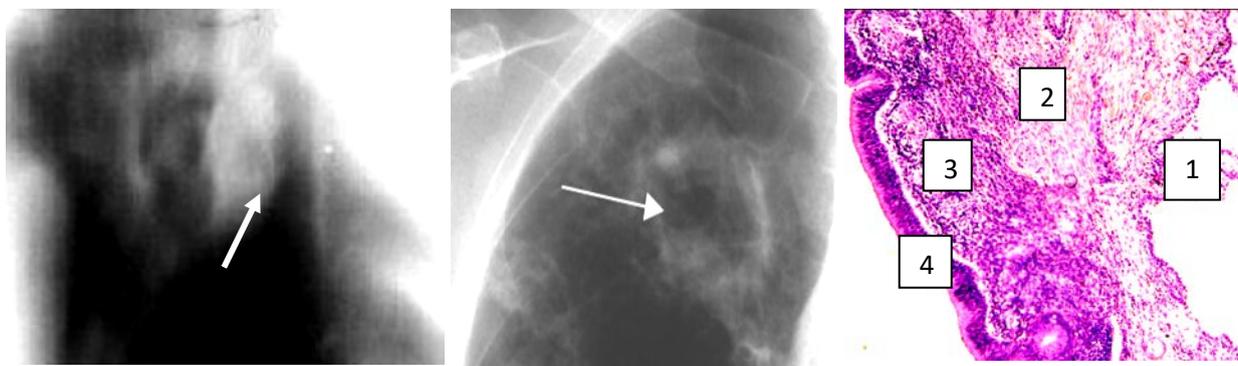


Рис. 9. Туберкулома верхней доли правого легкого (увеличенный фрагмент). В центральных отделах определяется полость, в капсуле очага кальцификатов.
Рис. 10. Туберкулома верхней доли правого легкого. В центральных отделах определяется полость, в капсуле очага кальцификатов.
Рис. 11. Туберкулома легкого с распадом. 1 – распад казеозных масс, 2 – слой фиброзной ткани с появлением грануляционной неупорядоченной массы и клетками Пирогова-Ланганса, 3 – клеточная инфильтрация, 4 – эпителий бронха. Окраска гематоксилин-эозином, ув. 40, ок. 10.

Выводы:

1. К редко рентгенологически диагностируемым признакам туберкуломы можно отнести: участки дистелектаза, рубцующиеся гранулемы, ошибочно рентгенологически принимаемые за участки распада тканей, слоистые туберкуломы.
2. Наиболее достоверными рентгенологическими признаками активности специфического воспалительного процесса оказались по данным нашего исследования: распад, инфильтрация и свежие очаги вокруг туберкулом.
3. Для более точного определения степени активности туберкулом и выбора тактики лечения больных, необходим комплексный анализ, включающий не только рентгенологические данные, но и результаты клинического, лабораторного и патоморфологического исследований.

Конфликт интересов – авторы подтверждают, что публикуемый ими материал не нарушает авторских и/или материальных прав третьих лиц, в том числе юридических, не являющихся авторами данной статьи.

Список литературы

- [1] Ерохин В.В. Научные исследования во фтизиатрии: достижения и перспективы // Туберкулез и болезни легких. – 2013. – №5. – С. 16-23.
- [2] Ерохин В.В., Земскова З.С. Современные представления о туберкулезном воспалении // Проблемы туберкулеза. – 2003. – №3. – С. 11-21.
- [3] Холодок О.А., Григоренко А.А., Черемкин М.И. Клиническое наблюдение течения туберкулом легкого с морфологической интерпретацией их активности // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. – 2014. – Вып. 51. – С. 137-140.
- [4] Холодок О.А., Черемкин М.И. Морфологические аспекты активности туберкулом легкого // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. – 2013. – Вып. 49. – С. 51-54.
- [5] Liskina I.V., Zagaba L.M., Oleksinskaya O.A. Kliniko-morfologicheskie osobennosti tuberkulem legkih s morfologicheskimi priznakami aktivnosti specificheskogo processa. Perspektivi medicini ta biologii. – 2013. – Grud 5;V(2):93-100.
- [6] Воробьева О.В., Любовцева Л.А., Ласточкин А.В., Гималдинова Н.Е. Случаи конкурирующих заболеваний: внутримозговая гематома и цирроз печени // Актуальные вопросы производства судебно-медицинской экспертизы новорожденных и детей. Сб. науч.-практ. конф. – 2019. – С. 132-138.

УДК 577.175.824:[616.36:616-092.4]:[546.284:628.1.033]

ГИСТАМИНСОДЕРЖАЩИЕ СТРУКТУРЫ ПЕЧЕНИ КРЫС ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ
СОЕДИНЕНИЙ КРЕМНИЯ НА РАЗЛИЧНЫХ СРОКАХ ЭКСПЕРИМЕНТАЕ.А. Григорьева¹, В.С. Гордова², В.Е. Сергеева¹, Д.О. Иванов¹, П.Б. Карышев¹¹ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Московский пр., 15²ФГАОУ ВО «БФУ им. И. Канта», г. Калининград, ул. Александра Невского, 14

e-mail: shgrev@yandex.ru

В статье приведены результаты собственного исследования изучения влияния водорастворимого соединения кремния на гистаминсодержащие структуры печени лабораторных крыс на сроках два и девять месяцев. Выявлено, что в печени интенсивность люминесценции гистамина возрастает в гепатоцитах и снижается в окружающей соединительной ткани триады на обоих сроках эксперимента. Содержание гистамина в стенке центральных вен, люминесцирующих гранулярных клетках и их микроокружении отличается от продолжительности срока воздействия, поступающего с питьевой водой кремния.

Ключевые слова: кремний, гистамин, печень, биогенные амины, гепатоциты, люминесцирующие гранулярные клетки

The article presents the results of our own research of studying the effect of water-soluble silicon on histamine-containing structures of the liver of laboratory rats for a period of two and nine months. It was revealed that in the liver, the intensity of histamine luminescence increases in hepatocytes and decreases in the surrounding connective tissue of the triad for both periods of the experiment. The content of histamine in the wall of central veins, luminescent granular cells and their microenvironment differs from the duration of exposure to silicon in drinking water.

Key words: silica, histamine, liver, biogenic amine, hepatocytes, luminescent granular cells

1. Введение. Гистамин, как известно, является важным химическим медиатором, который способен повышать проницаемость стенок сосудов, вызывать их расширение и способствовать развитию анафилактических реакций [1]. Данный диамин и рецепторы к нему представляют собой сложную систему иммунорегуляции. Активность этого медиатора, как правило, зависит от стадии дифференциации клеток, а также влияния микро среды. Гистамин способен стимулировать воспалительные и регуляторные реакции, способствующие развитию патологических процессов, таких как индукция аллергии, а также гомеостатических функций – регуляция кишечника [2]. H₄-рецептор гистамина преимущественно экспрессируется в кишечнике, селезенке, тимусе, костном мозге, периферических кроветворных клетках и клетках врожденной и адаптивной иммунной системы. Активация этого рецептора вызывает хемотаксис тучных клеток и эозинофилов [3, 4].

Ранее нами были изучены гистаминсодержащие клетки лимфоидных органов животных, получавших кремний с питьевой водой на сроках два и девять месяцев. В селезенке и в подслизистых агрегированных лимфоидных узелках тонкого кишечника на сроке девять месяцев наблюдаются более выраженные сдвиги в интенсивности люминесценции гистамина изучаемых структур, но при этом сохраняется увеличенная интенсивность люминесценции гистамина, в сравнении с показателями на сроке два месяца. Интенсивность люминесценции гистамина в структурах тимуса крыс, получавших *ad libitum* питьевую воду с добавлением кремния на сроке два месяца от начала эксперимента, возрастает. Однако в структурах тимуса крыс опытной группы на сроках девяти месяцев происходит уменьшение этого показателя. Интенсивность люминесценции гистамина в люминесцирующих гранулярных клетках и их микроокружении также повышается в обоих изучаемых органах. Это позволяет предположить, что гистамин непосредственно участвует в модуляции иммунного ответа, опосредованного поступлением кремния с питьевой водой [5].

Также было исследовано влияние водорастворимого кремния на морфологическую картину печени крыс на сроке девять месяцев. Так, в препаратах печени крыс, окрашенных гематоксилин-эозином, наблюдались следующие изменения микроморфологии: печеночные

балки располагались беспорядочно, центральные вены были расширены, отмечались выраженная клеточная инфильтрация в области воротного канала, а также равномерное диффузное набухание синусоидных капилляров и отек перисинусоидального пространства [6].

Особый интерес представляло изучение гистаминсодержащих структур печени крыс в эксперименте. Предыдущие исследования показали, что интенсивность люминесценции гистамина в структурах печени крыс, получавших кремний в течение девяти месяцев, также изменяется. Возрастают показатели интенсивности люминесценции гистамина в стенках сосудов печени крыс и уменьшаются в гепатоцитах, в люминесцирующих гранулярных клетках и их микроокружении соответственно [7].

Однако вопрос о содержании этого диамина в гистаминсодержащих структурах печени крыс остался раскрытым не полностью. В связи с этим нами был воспроизведен и расширен эксперимент с воздействием водорастворимого кремния на печень лабораторных крыс.

Цель исследования. Изучить интенсивность люминесценции гистамина в различных структурах печени крыс при воспроизведении эксперимента [7] с поступлением кремния с питьевой водой в концентрации 10 мг/л в пересчете на кремний в течение двух и девяти месяцев.

2. Материалы и методы. Изучали реакцию гистаминсодержащих структур печени белых нелинейных крыс ($n=15$) на поступление девятиводного метасиликата натрия с питьевой водой в концентрации 10 мг/л в пересчете на кремний. Животные были разделены на две группы: контрольная группа ($n=8$) получала бутилированную воду, опытная группа ($n=7$) получала ту же самую воду, но с добавлением водорастворимого соединения кремния ($\text{Na}_2\text{SiO}_3 \times 9\text{H}_2\text{O}$). Через два и девять месяцев животные были выведены из эксперимента. Для идентификации гистаминсодержащих структур свежие криостатные срезы печени обрабатывали люминесцентно-гистохимическим методом Кросса, Эвена, Роста, количественные концентрации гистамина в гистаминсодержащих структурах печени оценивали с помощью метода цитоспектрофлуориметрии по отработанной методике [8, 9]. Измерение интенсивности люминесценции гистамина производили в следующих структурах печени: в гепатоцитах, в стенке центральных вен (соединительнотканый слой), в соединительной ткани, окружающей триады печени, а также в люминесцирующих гранулярных клетках и их микроокружении. Средние значения интенсивности люминесценции (в условных единицах) гистамина в таблице приведены как среднее и стандартное отклонение ($M \pm SD$). Статистическую значимость различий средних величин определяли методами непараметрической статистики, отличия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

3. Результаты исследования и их обсуждение. При визуальном осмотре препаратов печени крыс обеих экспериментальных групп на люминесцентном микроскопе ЛЮАМ-4 ($\times 100$, $\times 900$) можно четко выделить следующие структуры: печеночные дольки, гепатоциты, центральные вены, триады печени, а также люминесцирующие гранулярные клетки. В печени крыс, получавших водорастворимый кремний в течение двух месяцев, выраженных изменений в люминесцентной морфологии, по сравнению с печенью крыс контрольных групп, не наблюдается, кроме изменения флуоресценции гистамина от центральной вены (желтый) к периферии печеночной дольки (зеленый).

В печени крыс, получавших кремний с питьевой водой в течение девяти месяцев, наблюдаются более заметные различия: изменяется форма печеночных долек (нарушается форма правильного шестиугольника), увеличиваются размеры центральных вен (Рис.).

Интенсивность люминесценции гистамина в структурах печени неодинакова на разных сроках эксперимента (Табл. 1). Как показано в таблице, интенсивность люминесценции гистамина возростала в гепатоцитах на обоих сроках эксперимента. В стенке центральных вен печени крыс этот показатель оставался сопоставимым на сроке два месяца, но на сроке эксперимента в девять месяцев интенсивность люминесценции гистамина статистически значимо увеличивалась. Отметим, что данный результат оказался воспроизводим по сравнению с ранее

проведенным экспериментом [7]. Интенсивность люминесценции гистамина в окружающей соединительной ткани триады печени уменьшалась у крыс опытной группы на обоих сроках эксперимента, что соответствовало визуальной картине люминесцентной морфологии печени крыс. В люминесцирующих гранулярных клетках и в их микроокружении интенсивность люминесценции гистамина увеличивалась на сроке эксперимента два месяца, в то же время на сроке девять месяцев цифры статистически значимо снижались в люминесцирующих гранулярных клетках и не изменялись в их микроокружении.

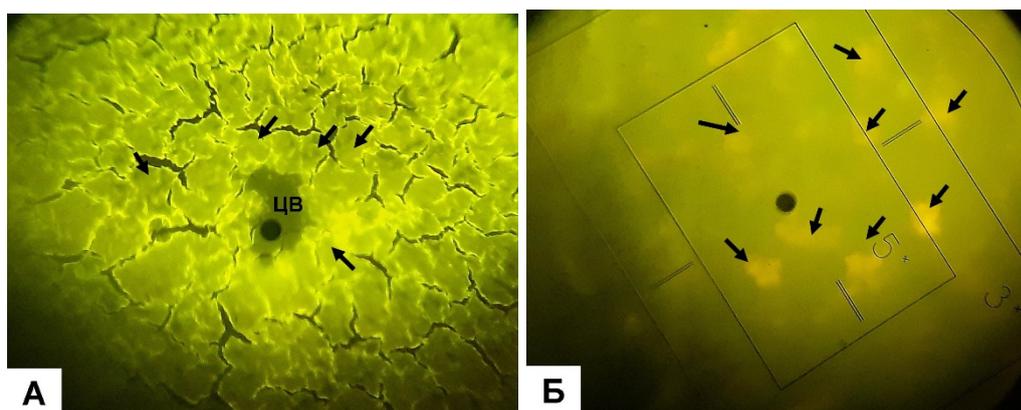


Рис. Люминесцентная морфология печени крыс (девять месяцев эксперимента). 1А – стрелками показаны гепатоциты, зонд установлен на центральной вене печени. Ок.10. Об.10. Зонд 0.5. 1Б – стрелками показаны люминесцирующие гранулярные клетки печени. Ок.10. Об.90. Зонд 0.5. Метод *Cross-Ewen-Rost*. Микроскоп Люмам-4.

Таблица.

Интенсивность люминесценции гистамина (у.е) в структурах печени лабораторных крыс на разных сроках эксперимента ($M \pm SD$)**

Изучаемая структура печени	Срок эксперимента			
	2 месяца		9 месяцев	
	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт
Гепатоциты	0,30±0,08	0,37±0,10*	0,42±0,06	0,44±0,06*
Стенка центральных вен	0,21±0,08	0,21±0,06	0,38±0,06	0,39±0,07*
Соединительная ткань, окружающая триады	0,29±0,08	0,20±0,05*	0,42±0,09	0,36±0,05*
Люминесцирующие гранулярные клетки	1,02±0,26	1,11±0,40*	1,10±0,28	1,06±0,23*
Микроокружение люминесцирующих гранулярных клеток	0,68±0,13	0,83±0,35*	0,72±0,19	0,71±0,19

Примечание:

* – различия по сравнению с контролем являются статистически значимыми ($p < 0,05$).

** – данные в таблице представлены как среднее и стандартное отклонение.

Поступление кремния с питьевой водой в организм крыс на сроках два и девять месяцев приводит к увеличению интенсивности люминесценции гистамина в гепатоцитах и уменьшению его в окружающей соединительной ткани триады печени. Содержание гистамина в стенке центральных вен, люминесцирующих гранулярных клетках и их микроокружении отличалась от продолжительности срока воздействия, поступающего с питьевой водой кремния. Можно утверждать, что результаты эксперимента, модулирующего поступление кремния с питьевой водой в течение девяти месяцев, достаточно полно воспроизводятся на уровне цифр интенсивности люминесценции гистамина в различных структурах печени [6]. Это еще раз доказывает, что действие поступающего с питьевой водой кремния имеет системный характер и зависит от времени воздействия.

4. Вывод. Поступление с питьевой водой соединения кремния изменяет гистаминовый статус печени в зависимости от срока воздействия и затрагивает при этом разные структуры.

Конфликт интересов – авторы подтверждают, что публикуемый ими материал не нарушает авторских и/или материальных прав третьих лиц, в том числе юридических, не являющихся авторами данной статьи.

Список литературы

- [1] O'Mahony L. Regulation of the immune response and inflammation by histamine and histamine receptors / L. O'Mahony, M. Akdis, C.A. Akdis // *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. – 2011. – Vol. 128, N. 6. – P. 1153–1162.
- [2] Branco A.C. Role of Histamine in Modulating the Immune Response and Inflammation / A.C. Branco, F. Yoshikawa, A.J. Pietrobon, M.N. Sato // *Interplay between Hormones, the Immune System, and Metabolic Disorders*. – 2018. – Vol. 2018. – <https://doi.org/10.1155/2018/9524075>
- [3] Gutzmer R. The histamine H4 receptor is functionally expressed on TH2 cells / R. Gutzmer, S. Mommert, M. Gschwandtner, K. Zwingmann, H. Stark, T. Werfel // *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. – 2009. – Vol.123, N. 3. – P. 619–625.
- [4] Козлов В.А., Бусова О.С. Миграция тучных клеток в почке // *Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева*. 2010. № 1 (65). С. 40-45.
- [5] Гордова В.С. Гистаминсодержащие клетки лимфоидных органов лабораторных грызунов в эксперименте / В.С. Гордова, В.Е. Сергеева, А.И. Коршунова, Е.А. Григорьева и др. // *Вестник новых медицинских технологий*. – 2018. – Т. 25, № 3. – С. 107–115
- [6] Григорьева Е.А. Морфологические особенности печени при воздействии водорастворимого соединения кремния / Е.А. Григорьева // *Медицинский академический журнал* – 2016. – Т. 16, № 4. – С. 71–72.
- [7] Смирнова С.С. Эозинофилы как возможные регуляторы уровня гистамина в печени крыс / С.С. Смирнова, Е.А. Григорьева, В.А. Голенкова, Д.В. Тихонов // *Морфология в теории и практике. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 95-летию со дня рождения доктора медицинских наук, профессора Дины Семеновны Гордон (Чебоксары, 22 ноября 2017 г.)*. – Чебоксары, 2017. – С. 221–223.
- [6] Сергеева В.Е. Люминесцентная гистохимия биогенных аминов в морфофункциональном состоянии органов и тканей в эксперименте (научно-исторический обзор) / В.Е. Сергеева, В.С. Гордова, Д.С. Гордон // *Acta Medica Eurasica*. – 2017. – № 3. – С. 39–49.
- [9] Гордова В.С. Гистаминсодержащие структуры лимфоидных органов лабораторных крыс при длительном поступлении соединения кремния с питьевой водой / В.С. Гордова, В.Е. Сергеева, П.Б. Карышев // *Материалы Восьмой международной научной школы «Наука и инновации-2013»*. – 2013. – С. 165–170.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ В КОРРЕКЦИИ РАССТРОЙСТВ ПОХОДКИ

Е.А. Гурьянова^{1,2}, О.А. Тихоплав²

¹ ГАУ ДПО «Институт усовершенствования врачей» Министерства Здравоохранения
Чувашской Республики, Чебоксары, 428027, ул. М. Сеселя, 27

² ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», Чебоксары,
428015, пр. Московский, Д. 45
Email: tihoplav.oleg@gmail.com

В статье приведен систематический обзор результатов исследований, посвященных изучению эффективности применения технологии функциональной электростимуляции (ФЭС) в реабилитации пациентов, перенесших инсульт. Рассматриваются вопросы клинико-функциональных изменений походки, возникающих у пациента после инсульта, юридическую обоснованность применения функциональной электрической стимуляции в реабилитации пациентов, перенесших инсульт в различных странах, описаны современные технологии ФЭС и их отличительные особенности, сведения о влиянии ФЭС на скорость ходьбы. Приведена сравнительная характеристика эффективности ФЭС и голеностопного отреза, описаны сведения о влиянии ФЭС на диапазон движений в голеностопном суставе и клиренс стопы, а также приведены сведения о влиянии ФЭС на кинематику и симметрию походки.

Ключевые слова: инсульт, реабилитация, ФЭС, функциональная электростимуляция, нарушение походки.

The article provides a systematic review of the results of studies devoted to the study of the effectiveness of using the technology of functional electrical stimulation (FES) in the rehabilitation of patients after stroke. The issues of clinical and functional gait changes occurring in a patient after a stroke, the legal validity of the use of functional electrical stimulation in the rehabilitation of stroke patients in different countries are considered, modern FES technologies and their distinctive features, information on the effect of FES on walking speed are described. A comparative characteristic of the efficiency of FES and the ankle cut is presented, information on the effect of FES on the range of motion in the ankle joint and the clearance of the foot is described, and information on the effect of FES on the kinematics and gait symmetry is presented.

Keywords: stroke, post-stroke rehabilitation, FES, functional electrical stimulation, gait disorder, spasticity, falls.

1. Введение. Инсульт — это острое заболевание, охватывающее широкий спектр клинических состояний, включающих в себя тромбоз, кровоизлияние и эмболию. Смертность от инсульта колеблется в пределах 12-29%, уступая лишь смертности от заболеваний сердца и злокачественных опухолей. Инсульт имеет тяжелые последствия, часто сопровождается инвалидизацией, и только 20% пациентов, перенесших данный недуг, возвращаются к трудовой деятельности. Инвалидизация после инсульта занимает первое место среди других заболеваний и составляет 3,2 на 10000 населения [1].

Одной из наиболее выраженных проблем пациентов после инсульта, способствующих повышению уровня инвалидизации, являются нарушения походки и ходьбы, что заключается не только в снижении скорости ходьбы, но и в изменении кинематики походки, ее асимметрии, появлении компенсаторных движений, нестабильности походки и быстро наступающей утомляемости пациентов. Перечисленные выше негативные факторы, безусловно, могут поставить под угрозу свободу передвижения пациента, снизить безопасность его ходьбы, а также привести к увеличению количества падений, высокая вероятность которых у пациентов, перенесших инсульт, хорошо известна. В свою очередь, падения способствуют травматизации пациентов, особенно пожилых, и ведут к существенному снижению качества их жизни [1, 2].

Помимо этого, существует несколько очень распространенных проблем, затрудняющих реабилитацию пациентов, одной из важнейших среди которых является так называемая свисающая стопа (foot drop), которая формируется в результате парезов и параличей мышц, участвующих в подъеме передней части стопы.

Главным фактором формирования свисающей стопы является слабость разгибателя голеностопного сустава (дорсифлексия), которая связана с невозможностью сокращения

передней большеберцовой мышцы, длинного разгибателя большого пальца стопы и длинного разгибателя пальцев. Слабость мышц, участвующих в экстензии голеностопа и стопы, приводит к многочисленным нарушениям походки, в том числе к снижению скорости ходьбы и асимметрии [3].

Следующим негативным фактором являются всевозможные варианты нарушения рисунка ходьбы, такие как: «перетаскивание» стопы и пальцев ног или применение компенсаторных стратегий, адаптивная пассивная тугоподвижность (плантарфлексия), периферические круговые движение конечностью [4]. Поскольку для предотвращения препятствий требуется модулирование длины шага и изменение траектории переноса конечности при переходе через препятствие, преодоление препятствий становится проблематичным у пациентов со свисающей стопой, особенно когда паретичная нога преодолевает преграду со значительно меньшим клиренсом (степень поднятия стопы при ходьбе), чем здоровая нога. Показано, что у данных пациентов в существенной степени повышается риск падения по сравнению со здоровыми пациентами [5, 6]. Также высокой клинической значимостью обладает и скорость походки. Как правило, не выходящий из дома пациент, имеет скорость ходьбы менее 0,4 м/с, а человек, перемещающийся со скоростью в диапазоне от 0,4 до 0,8 м/с, имеет ограниченную способность передвижения по месту проживания. Скорость ходьбы для работающего пациента составляет 0,8 м/с и выше [7].

Важно отметить, что фактором, способствующим развитию асимметрии походки у пациента после инсульта, является спастичность мышц голеностопного сустава. Во время ходьбы динамическая спастичность сгибателей подошвы (плантарфлексия) способствует увеличению пространственной асимметрии шага, а скованность голеностопного сустава является предиктором падений, особенно у пациентов старческого возраста [8, 9]. Все перечисленные выше нарушения активного мышечного сокращения, а также асимметричная кинематика походки и компенсаторные стратегии приводят к снижению качества и эффективности походки, а также к увеличению риска падения.

Частой жалобой пациентов, перенесших инсульт, является быстрая усталость и утомляемость, которая связана с низкой безопасностью и повышенным риском падения. Было установлено, что энергозатраты на ходьбу прямо пропорциональны скорости ходьбы [10], и чем выше энергозатраты пациента на ходьбу, тем быстрее он утомляется [11].

2. Цель обзора – обобщить опубликованные в научной литературе данные по вопросам применения функциональной электростимуляции в медицинской реабилитации неврологических пациентов, а также анализ опыта, накопленного в мировых медицинских системах по данной проблеме.

С целью осуществления поставленной задачи выполнены систематический поиск информации в таких источниках данных, как PubMed, Cochrane, Web of Science, ScienceDirect, Embase, Redgo. Поиск проводился по ключевым словам и комбинациям следующих слов: «инсульт», «реабилитация», «ФЭС», «функциональная электростимуляция», «ходьба», «нарушение походки», «stroke», «post-stroke rehabilitation», «FES», «functional electrical stimulation».

3. Юридическая обоснованность применения функциональной электрической стимуляции в реабилитации.

Функциональная электростимуляция (ФЭС) относится к технологиям, используемым в физической реабилитации пациентов после инсульта. ФЭС передней большеберцовой мышцы, приводящая к тыльному сгибанию голеностопного сустава, может способствовать предотвращению падения стопы (foot drop) в фазе переноса ноги. Согласно отечественным Клиническим рекомендациям по ведению пациентов с ишемическим инсультом и транзиторными ишемическими атаками (2017 г.) «влияние технологий физической реабилитации на исход и степень функционального восстановления оценено как уровень доказательности – 1А» [12]. Согласно клиническим рекомендациям «Диагностика и реабилитация нарушений функции ходьбы и

равновесия при синдроме центрального гемипареза в восстановительном периоде инсульта» (2017 г), ФЭС рекомендовано пациентам модели В1 и В2 [13].

Отметим, что пациентом модели В является пациент с умеренным или выраженным гемипарезом. Пациент подгруппы В1 способен самостоятельно стоять и ходить (допускается ходьба с опорой на трость). Согласно шкале оценки функции ходьбы и риска падения (Dinamic Gait Index – DGI), пациент данной подгруппы соответствует II группе (низкий риск падения) при ходьбе с тростью и I группе (высокий риск падения) при ходьбе без опоры, согласно шкале баланса Берг, – II группе (ходьба с поддержкой). Кроме того, пациент подгруппы В1 имеет 2-3 балла, согласно шкале Ашворта, и от 39 до 52 баллов, согласно разделу двигательной активности по шкале функциональной независимости (Functional Independence Measure – FIM).

Пациент подгруппы В2 способен самостоятельно стоять и ходить с опорой на трость или ходунки. Согласно шкале оценки функции ходьбы и риска падения (DGI), пациент данной подгруппы соответствует I группе (высокий риск падения) при ходьбе с тростью, согласно шкале баланса Берг, – II группе (ходьба с поддержкой). Согласно шкале Ашворта, пациент подгруппы В2 имеет 2-3 балла, согласно разделу двигательной активности по шкале функциональной независимости (FIM) – от 26 до 39 баллов.

Технология ФЭС также рекомендована к использованию, согласно Клиническим рекомендациям Великобритании (2013, 2016) и Канады (2015) по реабилитации пациентов после инсульта. Использование ФЭС в мировой медицинской практике признано Национальным институтом качества медицинских услуг в здравоохранении NICE и Королевским медицинским колледжем RCP (более 100 клиник по всему миру) [14, 15, 16, 17].

4. Современные технологии ФЭС и их отличительные особенности.

В настоящее время существуют на рынке достаточно много моделей медицинских аппаратов ФЭС, разработанных для пациентов с различными неврологическими заболеваниями. Устройства достаточно универсальны по принципу действия и подходят для всех патологий поражения центральной нервной системы (рассеянный склероз, инсульт, церебральный паралич, спинальные травмы и т.д.). К числу наиболее известных электростимуляторов относятся устройства с торговыми наименованиями Walkaide, MyGait, Odstock, Bioness L300go, STIMuSTEP, FESIA WALK. Все эти устройства являются медицинским оборудованием 2а класса риска (медицинские изделия со средней степенью риска) и обладают зарубежными разрешениями FDA (Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов, США) и CE (стандарт Европейского союза) для проведения нервно-мышечной электростимуляции при центральных и периферических парезах [18, 19].

Все имеющиеся системы ФЭС можно разделить на две группы в зависимости от уровня инвазивности: имплантируемые и с накладываемыми электродами. Системы STIMuSTEP и ActiGait имплантируются, требуя интервенции нейрохирурга. При использовании других стимуляторов электроды накладывают на кожу для чрескожной электростимуляции.

Большинство современных систем нейростимуляции представляют собой «open-loop» системы, которые весьма популярны сейчас благодаря их простому применению. К сожалению, в «open-loop» системах отсутствует обратная биологическая связь от мышцы и нерва, то есть при их использовании остается нерешенной проблема с возникающей мышечной усталостью. Будущие аппараты «closed-loop» будут иметь возможность обратной связи от мышцы и нерва, благодаря применению технологии, использующей электромиографию и электронейрографию [18, 20].

Существуют модели, в которых вместо датчика под стопой, используется датчик наклона, который измеряет ориентацию голени в пространстве, вызывая включение стимулятора во время фазы переноса ноги и выключение во время фазы опоры ноги в цикле ходьбы человека. Датчик наклона расположен в блоке управления, который прикреплен к манжете, расположенной на голени (в проекции большеберцовой кости). Когда голень наклонена назад

в конце фазы опоры, датчик наклона срабатывает как триггер и включает стимуляцию, затем отключая стимуляцию в тот момент, когда нога наклоняется вперед в начале фазы опоры во время контакта пятки с полом. Оптимальное время стимуляции обычно длится всю фазу переноса ноги, однако точное время начала и окончания стимуляции адаптируется в соответствии с индивидуальными потребностями каждого конкретного пациента [21].

Ряд исследований подтвердили обоснованность использования и надежность датчиков наклона, а также то, что устройства с акселерометром предоставляют достоверные данные для мониторинга и измерения результатов функционирования нижних конечностей во время проведения реабилитационных мероприятий при инсульте [21].

5. Влияние ФЭС на скорость ходьбы. Сравнительная характеристика эффективности ФЭС и голеностопного отреза.

Проводя обзор современных исследований, посвященных влиянию современных устройств ФЭС на восстановление функции ходьбы у пациентов после инсульта, прежде всего мы рассматривали интересующие специалистов реабилитологов актуальные вопросы в области восстановления ходьбы, такие как: повышение скорости ходьбы, диапазон движения голеностопного сустава, клиренс стопы, улучшение кинематики и симметрии походки, уменьшение спастичности мышц, снижение энергозатрат на ходьбу, уменьшение частоты падений, способность преодоления препятствий и повышение уверенности при ходьбе, а также проведение сравнительной характеристики эффективности с голеностопным ортезом (ГСО).

Установлено, что включение в программу реабилитации тренировочной ходьбы, выполняемой с нейростимулятором в фазе ранней реабилитации после инсульта способствует значительному улучшению скорости ходьбы в группе пациентов, у которых применялся функциональный электростимулятор (WalkAide) по сравнению с контрольной группой, которая проходила стандартную реабилитацию без использования данного электростимулятора [22].

Кроме того, Taylor P.N. и соавт. (2013) [23] обнаружили, что при использовании ФЭС скорость ходьбы пациентов после инсульта в среднем на 45% больше, в том числе имел место 24% тренировочный эффект, выполнение функционального теста ходьбы (Functional Ambulation Categories) улучшилось на 52%. Данный тест представляет собой 6-ти балльную шкалу, которая оценивает способность пациента к передвижению, определяя, нуждается ли пациент в поддержке другого человека при ходьбе, независимо от того, использует ли пациент персональное вспомогательное устройство или не использует.

В исследовании F. Bethoux (2014) при сравнении параметров ходьбы и качества жизни среди 495 пациентов после инсульта со свисающей стопой при применении функционального электростимулятора WalkAide и традиционного ортеза на голеностопный сустав в 30 реабилитационных исследовательских центрах США (242 человек в группе с использованием нейро-ортеза и 253 человек в группе с голеностопным ортезом) были выявлены значительное улучшение двигательной активности [24].

Исследуемыми критериями эффективности реабилитации в рамках проведения данного исследования служили скорость ходьбы и суммарный балл по шкале SIS (Stroke Impact Scale). Результаты анализа первичных критериев эффективности (скорость ходьбы и суммарный балл по шкале SIS) и первичных критериев безопасности (частота серьезных неблагоприятных явлений, связанных с использованием изделия) показали, что нейро-ортез не уступает голеностопным ортезам ни по одному критерию.

Пациенты в группе с нейро-ортезом в отличие от группы пациентов, использующих голеностопные ортезы (ГСО), также продемонстрировали статистически значимое улучшение в отношении функционального улучшения показателей ходьбы, измеряемым посредством теста mEFAP (Modified Emory Functional Ambulation Profile). Данный тест определяет способность пациента к передвижению на разной местности с использованием вспомогательных устройств или без таковых. Результаты данного исследования согласуются с выводом о том, что

применение нейро-ортезов приводит к значимому улучшению функциональной способности передвижения пациентов с клинической точки зрения, и поэтому может считаться эффективной альтернативой традиционному методу фиксации свисающей стопы, в том числе и у пациентов после инсульта. Данное исследование также продемонстрировало, что функциональное улучшение ходьбы может быть получено даже в хронической фазе заболевания при условии правильно выбранного лечения. У пациентов, использующих устройство ФЭС (Walkaide) после инсульта, улучшились параметры функционального равновесия, способности передвигаться по дому и вне дома, улучшилось физиологическое сгибание и разгибание в голеностопном суставе с осуществлением всех моторных и сенсорных функций, присущих активному мышечному сокращению, включая повышение скорости ходьбы и улучшение общего качества ходьбы у пациентов после инсульта [24].

В многоцентровом, рандомизированном контролируемом исследовании Everaert D.G. и соавт. (2013 г.) в параллельные группы были распределены 93 пациента, перенесшие инсульт в течение последних 12-ти месяцев, и имеющих, как следствие, резидуальные симптомы свисающей стопы. Сравнивались клинические эффекты применения устройства ФЭС (WalkAide) и голеностопного ортеза [25]. Результаты данного исследования наглядно продемонстрировали эффективность применения функциональной электростимуляции после инсульта. Пациенты были разделены на три параллельные группы, каждая из которых наблюдалась в течение 12-ти недель (по 6 недель – на каждый метод лечения): группа 1 – нейро-ортез и затем – голеностопный ортез (n = 38); группа 2 – голеностопный ортез и затем – нейро-ортез (n = 31); группа 3 – голеностопный ортез и затем – вновь голеностопный ортез (n = 24). Функциональное состояние оценивали согласно скорости ходьбы и индексу физиологических затрат на основании восьми двигательных тестов. Моторное (двигательное) тестирование выполнялись с аппаратом и без аппарата на 1-й, 3-й, 6-й, 9-й и 12-й неделях.

Согласно результатам исследования, оба вида аппаратной реабилитации показали значительный ортопедический и терапевтический эффект, заключающийся прежде всего в повышении скорости ходьбы. В то же время, если применение голеностопных ортезов оказало значительное влияние на индекс физиологических затрат и отличалось более лучшим ортопедическим эффектом (значимым к 12-й неделе), то использование нейро-ортеза способствовало в статистически значимой степени большему влиянию именно на скорость передвижения по сравнению с применением голеностопных ортезов.

Участники исследования высоко оценили безопасность обоих устройств, но значительно чаще предпочитали использование нейро-ортеза [25].

6. Влияние ФЭС на диапазон движений в голеностопном суставе и клиренс стопы. Изучение диапазона движений в голеностопном суставе и клиренса стопы (расстояние между опорой и стопой) во время ходьбы, способность преодоления препятствий как значимого фактора, определяющего прогноз восстановления пациентов после инсульта, стало предметом нескольких исследований. Так в исследовании, проведенном Van Swigchem R. и соавт. (2011), показано, что как имплантированные, так и поверхностные чрескожные устройства ФЭС позволяют пациенту достичь адекватный подъем стопы. Авторы данного исследования утверждают, что ФЭС применительно к перонеальной группе мышц эффективно активирует разгибатели голеностопного сустава (dorsiflexion), выводя данный сустав наружу (eversion), а также разгибатели пальцев нижней конечности. Вмешательство подобного рода может привести к значительному улучшению паттерна ходьбы и повышению ее скорости по сравнению с ходьбой без использования средств ФЭС [26, 27]. В исследовании, проведенном Gervasoni E. и соавт. (2017), использование неинвазивной ФЭС у неврологических пациентов оказало положительный эффект на движения в голеностопном суставе, а также на увеличение клиренса стопы во время фазы переноса ноги в цикле шага [28]. Van Swigchem R. и соавт. (2010, 2011) утверждают, что ФЭС перонеальной группы мышц активирует дорсифлексию и эверсию голеностопного

сустава, мышцы-разгибатели пальцев нижних конечностей и способствует значительному улучшению паттерна ходьбы по сравнению с ходьбой без посторонней помощи. Авторы обнаружили, что при ФЭС углы сгибания суставов паретичной стороны схожи с аналогичными углами сгибания суставов здоровой стороны. В то же время при использовании голеностопных ортезов характер движений в суставах паретичной и здоровой конечностей существенно отличался (отмечалось смещение по времени в начале фазы переноса ноги). Приведенные результаты свидетельствуют, что при использовании ФЭС характер движения суставов становится более симметричным, а диапазоны движений в голеностопном и коленном суставах и в бедре практически нормализовались [26, 27].

Согласно исследованию Street T. и соавт. ФЭС оказала наиболее значительный терапевтический и ортопедический эффект на группу пациентов, страдающих от незначительных нарушений ходьбы. По мнению автора, для того чтобы получить большую ясность в отношении эффективности терапевтического воздействия ФЭС, потребуются дополнительные исследования по применению нейро-ортеза не только в качестве ассистивного ортопедического устройства, но и в роли устройства восстановительного лечения двигательной функции [29].

7. Влияние ФЭС на кинематику и симметрию походки. Нарушения кинематики суставов и асимметрия походки, развивающиеся у больных после инсульта, представляют существенную проблему для проведения реабилитации и восстановления пациентов. Активация мышц-разгибателей стопы с помощью ФЭС коррелирует с улучшением кинематики, симметрии и паттерном походки у пациентов. Исследований, посвящённых данной проблематике достаточно много.

В частности, показано, что при использовании ФЭС аппаратов происходит активация голеностопного сустава, улучшение рисунка ходьбы и повышение уровня ее безопасности, что подтверждается увеличением скорости, улучшением кинематики и симметрии походки, уменьшением выраженности спастичности, компенсаторных движений и аномальных паттернов, снижением утомляемости и количества падений, повышением уверенности пациента [30].

Также, последние исследования показали, показали, что применение ФЭС для мышц разгибателей стопы улучшает кинематику походки, симметрию и паттерн ходьбы. Так, I.A. Wilkinson и соавт. (2014) сообщают, что только у пациентов группы ФЭС отмечается внутригрупповое статистически значимое улучшение по визуальному анализу походки Rivermead уже на 8-й неделе реабилитации с сохранением улучшений и на 20-й неделе [31]. Dujovic S. и соавт. (2017) сообщают, что использование ФЭС по сравнению с традиционными программами реабилитации более эффективно в отношении улучшения подвижности нижних конечностей, восстановления баланса и ежедневной жизнедеятельности [32].

Другое рандомизированное контролируемое исследование 2017 г., в рамках проведения которого была использована беспроводная стимуляция малоберцового нерва, где триггером являлся акселерометр (WAFES), показало, что в течение 10-ти недельной тренировки ходьбы улучшилась кинематика голеностопного сустава (скорость движения голеностопного сустава и максимальный угол его разгибания в пассивном режиме) и кинематика коленного сустава (сгибание коленного сустава на высокой скорости) [33]. Помимо этого, кинематический анализ походки до и после применения ФЭС показал увеличение скорости движения и максимального угла разгибания голеностопного сустава (дорсифлексия в пассивном режиме) и угла сгибания коленного сустава [28, 30, 33].

Ещё одно исследование продемонстрировало улучшение углов сгибания бедра и колена, а также улучшение симметрии движения бедра и колена во время ходьбы [26]. Данные улучшения углов сгибания, сопровождаемые улучшенным отталкиванием в конце фазы опоры стопы, в сочетании демонстрировали восстановление симметрии походки почти до нормальной [26]. Данные результаты показывают, что ФЭС улучшает не только тыльное сгибание голеностопного сустава и симметрию переноса конечностей, но и всю структуру паттерна шага [26].

Исследование Kyeongjin L. (2020 г.) было проведено для изучения влияния тренировки

баланса с функциональной электростимуляцией, вызванной электромиограммой (FES, запускаемой ЭМГ), для улучшения статического баланса, динамического баланса и активации мышц голеностопного сустава у пациентов с инсультом. Сорок девять участников (> 6 месяцев после инсульта) были случайным образом распределены в экспериментальную группу (n = 25) и контрольную группу (n = 24). Экспериментальная группа прошла тренировку баланса с ФЭС, запускаемой ЭМГ, в течение 40 минут в день, 5 дней в неделю, в течение 6-недельного периода в дополнение к общей реабилитации. Контрольная группа прошла тренировку баланса без ФЭС, вызванной ЭМГ, наряду с традиционной терапией. Результаты измерения включали в себя способность к статическому равновесию, способность к динамическому равновесию и активацию мышц ног. Способности к статическому и динамическому равновесию были значительно улучшены после вмешательства в обеих группах ($p < 0,05$), хотя экспериментальная группа показала значительно большее улучшение, чем контрольная группа ($p < 0,05$). Активация мышц ног на пораженной стороне привела к значительным улучшениям в экспериментальной группе ($p < 0,05$) по сравнению с исходным уровнем, но не в контрольной группе. Тренировка баланса с помощью ФЭС, запускаемой ЭМГ, является приемлемым и эффективным вмешательством для улучшения статического баланса, динамического баланса и активации мышц голеностопного сустава у пациентов с инсультом [34].

Заключение. Таким образом, кратко- и долгосрочное использование устройств, использующих ФЭС, является потенциально эффективной стратегией улучшения биомеханических и нейрофизиологических параметров ходьбы пациентов, перенесших инсульт [35, 36]. Функциональная электростимуляция, согласно результатам многочисленных исследований, является эффективным и безопасным методом нормализации ходьбы. В результате проведения многочисленных исследований получены убедительные свидетельства того, что функциональная электрическая стимуляция с использованием низкочастотных сигналов для активации нервно-мышечных компонентов разгибателей стопы способствует значительному улучшению моторной функции и безопасности ходьбы неврологических пациентов посредством улучшения ее скорости и качества походки, повышения функциональной подвижности.

ФЭС, способствуя увеличению объема движений пациентов, представляет собой одно из эффективных направлений восстановительного лечения, основанного на принципах моторного переобучения. Как показывают результаты различных исследований повышению эффективности использования ФЭС способствует максимально частое ее применение, в адекватных дозах и в наиболее соответствующем контексте терапии в период реабилитации.

Анализ данных литературы убедительно свидетельствует о том, что применение технологий ФЭС является неотъемлемой частью реабилитационного лечения пациентов, перенесших инсульт, и при наличии у больного двигательных расстройств функциональная электростимуляция приобретает ведущее значение в программе нейрореабилитации.

Конфликт интересов – публикуемый материал не нарушает авторских и/или материальных прав третьих лиц, в том числе юридических, не являющихся авторами данной статьи. Конфликт интересов отсутствует.

Список литературы

1. Абабков В.А., Авакян Г.Н., Авдюнина И.А. и др. Неврология: национальное руководство. Москва, 2018. Том 1 (2-е издание, переработанное и дополненное).
2. Маглакелидзе Л., Максимов Р.С., Деомидов Е.С. Особенности головокружения у больных с сердечно-сосудистой патологией и инсультом // В книге: XXI ДАВИДЕНКОВСКИЕ ЧТЕНИЯ. сборник тезисов. 2019. С. 183-184

3. Lin P.Y., Yang Y.R., Cheng S.J., Wang R.Y. The relation between ankle impairments and gait velocity and symmetry in people with stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2006; Apr;87(4):562-8 .
4. Lamontagne A., Malouin F., Richards C.L.: Contribution of passive stiffness to ankle plantarflexor moment during gait after stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2000; Mar;81(3):351-8.
5. Taga G. A model of the neuro-musculo-skeletal system for anticipatory adjustment of human locomotion during obstacle avoidance. *Biol Cybern.* 1998, 78(1): 9–17.
6. Weerdesteyn V., Nienhuis B., Duysens J. Advancing age progressively affects obstacle avoidance skills in the elderly. *Hum Mov Sci.* 2005; Oct-Dec;24(5-6):865-80. PMID: 16337021 DOI: 10.1016/j.humov.2005.10.013.
7. Schmid A., Duncan P.W., Studenski S. et al. Improvements in Speed-Based Gait Classifications Are Meaningful. *Stroke.* 2007;38:2096-2100.
8. Гаврилова Э.С., Комелягина Н.А., Ухтерова Н.Д. Перспективы снижения ятрогенного риска у пациентов пожилого и старческого возраста // В сборнике: Совр. методы медицинской реабилитации в практике врачей различных специальностей. Материалы научно-практ. конф., посвященной 35-лет. АО "Санаторий "Чувашиякурорт". Под ред. Л.М. Карзаковой. 2019. С. 59-62.
9. Литвак Ф. Г., Гурьянова Е. А., Самойлов А. А. Применение функциональной электрической стимуляции для коррекции ходьбы // В сборнике: Вопросы медицинской реабилитации. Сборник научных трудов по итогам Межрегиональной научно-практической конференции. Чебоксары, 2020. С. 120-123.
10. Motl R.W., Sandroff B.M., Suh Y., Sosnoff J.J. Energy cost of walking and its parameters, daily activity and fatigue in persons with mild to moderate Multiple Sclerosis. *Neurorehabil Neural Repair* 2012;26: 1015–21.
11. De Groot M.H., Phillips S.J., Eskes G.A. Fatigue associated with stroke and neurologic conditions: implications for stroke rehabilitation // *Arch Phys Med Rehabil* 2003;84:1714-20.
12. Клинические рекомендации по ведению больных с ишемическим инсультом и транзиторными ишемическими атаками, 2017. [http:// neuroreab.ru>...insultom...ishemicheskimi-atakami.pdf](http://neuroreab.ru>...insultom...ishemicheskimi-atakami.pdf).
13. Диагностика и реабилитация нарушений функции ходьбы и равновесия при синдроме центрального гемипареза в восстановительном периоде инсульта // rehabrus.ru>Docs/2020/Rek_po_gemiparezu.pdf. С. 25
14. Stroke rehabilitation in adults. National Institute for Health and Care Excellence. <https://www.nice.org.uk/guidance/cg162>. Published June 2013. Accessed 1 Jan 2016.
15. Functional electrical stimulation for drop foot of central neurological origin. National Institute for Health and Care Excellence. <https://www.nice.org.uk/guidance/ipg278>. Published January, 2009.
16. National clinical guideline for stroke. Royal College of Physicians. <https://www.rcplondon.ac.uk/guidelines-policy/stroke-guidelines>. Published Fifth Edition October, 2016.
17. Hebert D, Lindsay MP, McIntyre A, et al. Canadian stroke best practice recommendations: Stroke rehabilitation practice guidelines, update 2015. *Int J Stroke.* 2016;11(4):459-484. doi:10.1177/1747493016643553.
18. C. Marquez-Chin, M. R. Popovic Functional electrical stimulation therapy for restoration of motor function after spinal cord injury and stroke: a review *Biomed Eng Online.* 2020; 19: 34. Published online 2020 May 24. doi: 10.1186/s12938-020-00773-4;
19. Miller L., Rafferty D., Paul L., Mattison P. A comparison of the orthotic effect of the Odstock Dropped Foot Stimulator and the WalkAide functional electrical stimulation systems on energy cost and speed of walking in Multiple Sclerosis. *Disabil Rehabil Assist Technol.* 2015 Nov;10(6):482-485. doi: 10.3109/17483107.2014.898340.
20. Gil-Castillo et al. Advances in neuroprosthetic management of foot drop: a review. *Adv. J. NeuroEngineering and Rehabilitation.* 2020: 17:46 1-19 <https://doi.org/10.1186/s12984-020-00668-4>
21. Dobkin B.H., Xu X., Batalin M., Thomas S., Kaiser W. Reliability and Validity of Bilateral Ankle

- Accelerometer Algorithms for Activity Recognition and Walking Speed After Stroke. *Stroke*. 2011. 42(8): 2246–2250. doi:10.1161/STROKEAHA.110.611095.
29. Barrett C., Taylor P. The effects of the odstock drop foot stimulator on perceived quality of life for people with stroke and multiple sclerosis. *Neuromodulation*. 2010 Jan;13(1):58-64. 2008;87(1): 4-13.
30. Morone G., Fusco A., Di Capua P., Coiro P., and Pratesi L. Walking Training with Foot Drop Stimulator Controlled by a Tilt Sensor to Improve Walking Outcomes: A Randomized Controlled Pilot Study in Patients with Stroke in Subacute Phase // *Stroke Res Treat* 2012; 2012: 523-564.
23. Taylor P., Humphreys L., Swain I. The long-term cost- effectiveness of the use of Functional Electrical Stimulation for the correction of dropped foot due to upper motor neuron lesion. *J Rehabil Med*. 2013;45(2):154-60.
24. Bethoux F., Rogers H. L., Abrams G. M. et al. The Effects of Peroneal Nerve Functional Electrical Stimulation Versus Ankle-Foot Orthosis in Patients With Chronic Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Neurorehabilitation Neural Repair*. 2014 Sep;28(7):688-97. doi: 10.1177/1545968314521007.
25. Everaert D.G., Stein R.B., Abrams G.M. et al. Effect of a foot-drop stimulator and ankle-foot orthosis on walking performance after stroke: a multicenter randomized controlled trial. *Neurorehabilitation Neural Repair*. 2013;27(7):579-591. doi:10.1177/1545968313481278.
26. Van Swigchem R., Weerdesteyn V., van Duijnhoven H.J., den Boer J, Beems T., Geurts A.C. Near-Normal Gait Pattern with Peroneal Electrical Stimulation as a Neuroprosthesis in the Chronic Phase of Stroke: A Case Report. *PMR*. 2011;92:320-324.
27. Van Swigchem R., Vioothuis J., den Boer J., Weerdesteyn V., Geurts A.C. H. Is transcutaneous Peroneal stimulation beneficial to patients with chronic stroke using an ankle-foot orthosis? A within subjects study of patients' satisfaction, walking speed and physical activity level. *J Rehabil Med*. 2010;42:117-121.
28. Gervasoni E., Parelli R., Uszynski M. et al. Effects of functional electrical stimulation on reducing falls and improving gait parameters in multiple sclerosis and stroke. *PMR*. 2017 Apr; 9(4):339-347.
29. Street T, Swain I, Taylor P. Training and orthotic effects related to functional electrical stimulation of the peroneal nerve in stroke. *J Rehabil Medicine* 2017; 49:1-7.
30. Jaqueline da Cunha M, Rech K.D, Salazar A.P, Pagnussat A.S. Functional electrical stimulation of the peroneal nerve improves post-stroke gait speed when combined with physiotherapy. A systematic review and meta-analysis [published online ahead of print, 2020 May 24]. *Ann Phys Rehabil Med*. 2020; S1877-0657(20)30091-9. doi:10.1016/j.rehab.2020.03.012.
31. Wilkinson I.A., Burridge J., Strike P., Taylor P. A randomized controlled trial of integrated electrical stimulation and physiotherapy to improve mobility for people less than 6 months post stroke. *Disabil Rehabil Assist Technol*. 2014 May 14:1-7.
32. Dujovic S., Malesevic J., Malesevic N. et al. Novel multi-pad functional electrical stimulation in stroke patients: A single-double blind randomized study. *Neuro Rehabilitation*. 2017; 41(4):791-800.
33. Ghedira M., Albertsen I., Mardale V., Gracies J. et al. Wireless, accelerometry-triggered peroneal nerve stimulation in spastic paraparesis: A randomized, controlled pilot. *Official Journal of RESNA*. 2017; 29(2): 99-105.
34. Kyeongjin L. Balance Training with Electromyogram-Triggered Functional Electrical Stimulation in the Rehabilitation of Stroke Patients *Brain Sci*. 2020 Feb; 10(2): 80. Published online 2020 Feb 2. doi: 10.3390/brainsci10020080]
35. Тихоплав О.А., Иванова В.В., Гурьянова Е.А., Иванов И.Н. Эффективность роботизированной механотерапии комплекса "ЛОКОМАТ PRO" у пациентов, перенёсших инсульт *Вестник восстановительной медицины*. 2019. № 5 (93). С. 57-64.
36. Klochkov A. S., Khizhnikova A. E., Kotov-Smolenskaya A. M. et al. Modern Technologies of Functional Stimulation in Central Paresis. *Human Physiology*. 2019. Vol. 45:342–348. DOI: 10.1134/S0362119719030071

УДК 616.127-005.8

ДИНАМИКА ТЕСТА ШЕСТИМИНУТНОЙ ХОДЬБЫ НА АМБУЛАТОРНОМ ЭТАПЕ РЕАБИЛИТАЦИИ У КАРДИОЛОГИЧЕСКИХ ПАЦИЕНТОВ**Гурьянова Е. А.^{1,2} Азизова Г.Д.³, Тихоплав О.А.⁴**

¹ ГАУ ДПО «Институт усовершенствования врачей» Минздрава Чувашии,
428000, г. Чебоксары, ул. М. Сеспеля, 27

² ФГБОУ ВО «Чувацкий государственный университет им. И.Н. Ульянова»,
428000, г. Чебоксары, Московский проспект, 15

³ БУ «Республиканский кардиологический диспансер», 428000, г. Чебоксары, ул. Гладкова, 29А

⁴ БУ «Республиканская клиническая больница», 428000, г. Чебоксары, Московский проспект, 9

Проанализирована эффективность третьего этапа кардиологической реабилитации пациентов с острым инфарктом миокарда в условиях дневного стационара. В исследование включены пациенты как после реваскуляризации миокарда, так и после консервативного лечения острого коронарного синдрома. Критериями эффективности проводимых реабилитационных мероприятий использовались шкала реабилитационной маршрутизации, тест шестиминутной ходьбы, психологические тесты и шкалы. Проанализированы истории болезни 101 пациента после перенесенного коронарного ишемического события, прошедших амбулаторный этап кардиологической реабилитации в условиях дневного стационара в санатории. Более половины пациентов (52,34%) были госпитализированы с диагнозом острый инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST, трансмуральное повреждение миокарда было у 48,65% пациентов. Рентгенконтрастное исследование коронарных артерий проведено у 86 пациентов (94,5%). Давность инфаркта миокарда менее 12 месяцев зарегистрирована у 65 человек, более 12 месяцев – у 36 человек. Установлено, что у пациентов с выполненной реваскуляризацией миокарда (коронарное стентирование или баллонная ангиопластика) в остром периоде инфаркта миокарда отмечена тенденция к более эффективному восстановлению двигательной активности.

Ключевые слова: кардиореабилитация, инфаркт миокарда, коронароангиография, тромболитизис, чрескожное коронарное вмешательство

DYNAMICS OF THE SIX-MINUTE WALK TEST AT THE OUTPATIENT STAGE OF REHABILITATION IN CARDIAC PATIENTS**Guryanova E.A.^{1,2}, Azizova G.D.³, Tichopav O.A.⁴**

¹ GAU DPO "Institute for Advanced Medical Studies" of the Ministry of Health of Chuvashia,
428000, Cheboksary, M. Sespel str., 27

² FSBEI Of HE "Chuvash State University Named after I.N. Ulyanova ", 428000, Cheboksary,
Moskovsky prospekt, 15

³ BA "Republic Cardiology Dispancery", 428000, Cheboksary, F. Gladkova str., 29 A

The effectiveness of the third stage of cardiological rehabilitation of patients with acute myocardial infarction in a day hospital was analyzed. The study included patients both after myocardial revascularization and after conservative treatment of acute coronary syndrome. The criteria for the effectiveness of rehabilitation measures were the scale of rehabilitation routing, the six-minute walk test, psychological tests and scales. The article analyzes the medical history of 101 patients after a coronary ischemic event who passed the outpatient stage of cardiological rehabilitation in a day hospital in a sanatorium. More than half of the patients (52.34%) were hospitalized with a diagnosis of acute ST-segment elevation myocardial infarction, and 48.65% of patients had transmural myocardial damage. X-ray contrast examination of the coronary arteries was performed in 86 patients (94.5%). The duration of myocardial infarction less than 12 months was registered in 65 people, more than 12 months-in 36 people. It was found that patients with performed myocardial revascularization (coronary stenting or balloon angioplasty) in the acute period of myocardial infarction showed a tendency to more effective recovery of motor activity.

Keywords: cardiorehabilitation, myocardial infarction, coronaroangiografia, trombolysis, percutaneous coronary intervention

1. Введение. Сердечно-сосудистые катастрофы входят в лидирующую тройку в структуре причин смертности и инвалидизации трудоспособного населения. Так, ежегодно в Российской Федерации сердечно-сосудистые заболевания уносят жизни около 1,3 млн человек (751

человек на 100 тыс. населения), на их долю приходится более половины всех случаев смерти [1]. В группе высокого риска летального исхода находятся преимущественно пациенты с острым инфарктом миокарда (ОИМ) с подъемом сегмента ST, поскольку доля летальности пациентов составляет более 20% [2].

Несмотря на современные успехи интервенционного и консервативного лечения пациентов с острым инфарктом миокарда, их бывает недостаточно для полного восстановления пациента. В структуру медицинской помощи пациентам с сосудистыми катастрофами включена трехэтапная медицинская реабилитация.

2. Цель исследования:

Определить эффективность кардиореабилитации пациентов после ОИМ, ЧКВ, КШ на третьем этапе реабилитации в условиях дневного стационара на базе АО «Санаторий «Чувашиякурорт» с использованием физической реабилитации, сухих углекислых ванн, психотерапии и других немедикаментозных методик.

Выявить возможную разницу динамики восстановления физических функций в зависимости от вида лечения (ЧКВ, АКШ, ТЛТ, классическая терапия) на ранних этапах реабилитации у пациентов с ОИМ.

3. Материалы и методы. Ретроспективно проанализирована медицинская документация пациентов, прошедших амбулаторный этап кардиореабилитации в условиях дневного стационара. В течение исследуемых 2 лет пролечено 101 пациент после перенесенного ОИМ, 38 женщин и 63 мужчин. Отбор пациентов для третьего этапа кардиологической реабилитации производился участковой терапевтической службой согласно рекомендациям с предыдущего этапа реабилитации (первого или второго) с учетом Клинических рекомендаций Союза реабилитологов России «Острый инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST электрокардиограммы: реабилитация и вторичная профилактика» [3]. Учитывалась оценка по Шкале реабилитационной маршрутизации (ШРМ) 2-3 балла.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием программного пакета IBM SPSS Statistica в качестве основного метода анализа данных был взят вариант сравнения средних значений, для повышения достоверности полученного результата выполнен расчёт доверительных интервалов с использованием критериев Стьюдента – коридор 3 сигм, и рассчитана средняя ошибка – коэффициент Р, для каждого среднего значения. Для каждого показателя, измеряемого по количественной шкале, а также определялся интервал вариации (минимум и максимум), среднее групповое значение (М) и среднее квадратичное отклонение (SD23). Степень достоверности различий между группами переменных оценивали с помощью t-критерием Стьюдента для независимых выборок или парным t-тестом для сравнения зависимых групп переменных. Статистически значимые различия имели $p < 0,05$.

Таблица

Критерии включения в исследование

Наименование	Характеристика критерия
Срок от начала ИМ в диапазоне,	от 2 мес до 1,4 года
Возраст мужчин,	<75 лет, женщин <70 лет
Информированное согласие на участие в исследовании	Дано
Отсутствие общих противопоказаний для выполнения физической реабилитации, а именно:	аневризма левого желудочка (ЛЖ) с тромбозом
	инсульт в острой или подострой стадии
	серьезные нарушения ритма и работы проводящей системы сердца
	тромбоэмболия
	аневризма аорты
	синкопальные состояния в анамнезе
	тромбофлебит вен нижних конечностей
флеботромбоз	
	заболевания в стадии декомпенсации

Курс реабилитации состоял из 10-12 рабочих дней и начинался с осмотра членами мультидисциплинарной бригады, установления уровня реабилитационного потенциала и формирования индивидуального плана реабилитации.

Клиническим психологом было проведено комплексное психологическое обследование с использованием специфических валидных тестов, состояние пациента определялась по следующим интегральным показателям: степень психоэмоционального напряжения, общий показатель настроения, общее качество сна, уровень раздражительности, уровень тревожности. Результаты такого комплексного и мультидисциплинарного осмотра позволяют определить уровень реабилитационного потенциала и составить индивидуальный план реабилитации.

Для определения толерантности к физической нагрузке и коррекции величины тренирующей нагрузки проводилась нагрузочная проба на велоэргометре. У исследуемых пациентов исходный диапазон составлял допустимой нагрузки по результатам первичного функционального тестирования составлял от 30 до 40 Вт (в среднем $36,0 \pm 1,3$ Вт), что как раз соответствует щадящему режиму. Показатели не различались во всех трёх группах независимо от этого, какое первичное лечение получили пациенты, что подтверждается коэффициентом $p < 0,05$.

Физическая работоспособность оценивалась при помощи теста 6-минутной ходьбы (ТШХ) в 1-ый и в 10-ый день лечения. Тест выполнялся по стандартизованному протоколу в соответствии с рекомендациями Американского торакального общества 2002 г. [9]. ТШХ проводился в коридоре отделения, на полу нанесены цветные разметки. Длина одного отрезка ходьбы ограничена длиной коридора и составляла 30 м. Изменение физической подготовки оценивалось в изменении дистанции ТШХ (в метрах и в процентах) от первого ко второму исследованию. «Прирост дистанции от первого ко второму исследованию более 10% расценивался как истинное увеличение ФР вследствие терапевтического вмешательства в соответствии с рекомендацией С. Opasich, основанной на результатах специального исследования, посвященного воспроизводимости ТШХ» [4, 5].

Программа лечения включала в себя следующие группы мероприятий:

- Медикаментозная терапия включала в себя β -адреноблокаторы, ингибиторы АПФ или сартаны, антагонисты кальция, статины, дезагрегантную терапию и диуретики.
- Лечебная физкультура проводилась вначале в щадящем, а затем в щадяще-тренирующем режиме.

Основная форма проведения занятий – урок лечебной гимнастики, в качестве дополнительных форм ЛФК пациентам, назначались самостоятельные ежедневные занятия и утренняя гигиеническая гимнастика. Вначале каждый пациент занимался с инструктором индивидуально, не менее 1-2 раз. Затем он включался в одну из групп лечебной гимнастики и продолжал занятия в зале ЛФК, где использовались малые группы (до 6 человек). Занятия проводились сертифицированным инструктором-методистом по ЛФК под контролем врача-кардиолога ежедневно, преимущественно до 13 часов дня, исключая воскресенье, в течение 10-12 дней. Продолжительность каждого занятия составляла 30-45 мин, моторная плотность занятия в начале составляла 65-70%, в конце курса лечения доводилась до 80-85%. В первые дни занятия проводились в щадящем режиме, где пороговое значение ЧСС не превышало 90 ударов в мин и исключались интенсивные упражнения, при этом пиковая мощность не превышала 50 Вт [5]. Затем пациенты переводились в щадяще-тренирующий режим, где допускалась пиковая ЧСС до 110 ударов в минуту и пиковая нагрузка до 85 Вт для женщин и 100 Вт для мужчин. Пороговые значения допустимой нагрузки для пациента при велоэргометрии определялся согласно тесту «пороговой ЧСС». При этом определяли величину нагрузки в ваттах (Вт), при которой ЧСС пациента не выходила за предел в 90 ударов в минуту, допустимый для пациентов, находящихся на щадящем режиме [6].

Данные тесты помогли определиться с функциональным состоянием пациентов и выставить адекватное значение нагрузки Вт на кг массы тела, а также служили критерием

увеличения допустимой нагрузки и основанием для перевода наблюдаемого с щадящего режима на щадяще-тренирующий режим.

- Дополнительно при отсутствии противопоказаний проводились занятия ЛФК в бассейне санатория (длина 10 м, глубина не превышает 1,5 м) под руководством инструктора ЛФК. В зале лечебной физкультуры проводились велотренировки (с использованием специализированных кардиовелоэргометров), на территории санатория и близлежащего парка – дозированная ходьба. Параметры тренировочной ходьбы задавался индивидуально с учетом результатов велоэргометрической пробы. Необходимый темп дозированной ходьбы можно рассчитать для каждого больного по формуле Д.М. Аронова:

$$\langle TX = 0,042 \times M + 0,15 \times ЧСС + 65,5,$$

где TX – искомый темп ходьбы (шагов в 1 мин.), M – максимальная нагрузка при ВЭМ-пробе в кгм/мин (нагрузку в Вт умножаем на 6), ЧСС – ЧСС на максимальной нагрузке при ВЭМ-пробе».

Все пациенты занимались по одинаковой программе, независимо от того, какое именно они получили первичное лечение.

- Сухие углекислые ванны, как процедура, практически не имеющая противопоказаний, рекомендована 87 пациентам (96,8%). Применение сухих углекислых ванн улучшает показатели гемодинамики.

- Магнитотерапия низкочастотным магнитным полем с целью снижения тонуса сосудов, улучшения кровоснабжения миокарда была назначено 54 пациентам (60%), в основном с сопутствующей артериальной гипертензией.

- При наличии сопутствующей патологии органов дыхания (хроническая обструктивная болезнь легких, бронхиальная астма, аллергические заболевания) рекомендованы сеансы в солевой пещере 16 участникам исследования (15,8%)

- Лечебный массаж получили 86 пациентов (94,5%). Продолжительность массажа составила 10-15 минут, на курс – 10 сеансов массажа. Сеанс массажа включал в себя комбинацию из приёмов общего массажа (оказание общего трофического и адаптогенного воздействия), сегментарно-рефлекторного массажа (нормализация работы вегетативной и центральной нервной системы) и точечных воздействий на акупунктурные точки (включая специфические точки для сердечно-сосудистой системы и точки общего действия). Длительность сеансов начиналась с 7-10 минут и постепенно увеличивалась до 15 минут. Сеансы проводились ежедневно, кроме выходных, перед сеансом и после него обязательно осуществлялся контроль гемодинамических показателей (пульс, АД, сатурация крови).

- Рефлексотерапия (иглоукальвание) проводилась на точки общего действия с целью нормализации психоэмоционального состояния, снижения пекталгического синдрома, улучшения микроциркуляции и нормализации гомеостаза. Использовались точки общего действия и командные точки меридианов. Наличие клеток нейроэндокринной системы в коже является ключевым звеном в цепи механизмов действия иглоукальвания [7, 8].

- Психологическая реабилитация включала в себя первичную консультацию психолога и последующая индивидуальная и групповая психотерапия. Психотерапия проводилась как индивидуальным, так и групповым методом.

4. Результаты и их обсуждение. В структуре пациентов, перенесших инфаркт миокарда, вариант ОИМ с подъемом сегмента ST имел место у 53 человек (52,34%), Q-образующий инфаркт миокарда подтвержден у 48 человек (48,65%). Все пациенты с ОИМ были доставлены бригадами скорой медицинской помощи «03» в первичные сосудистые отделения многопрофильных больниц и кардиологического диспансера, где прошли первый этап медицинской реабилитации. Коронароангиография была выполнена у 86 пациентов (84,5%). Давность острого инфаркта миокарда была представлена периодом с 2017 по 2019 год. Пациенты были распределены на две группы: первая – давность инфаркта миокарда менее одного года (65

пациентов), вторая – давность инфаркта миокарда более 1 года (36 пациентов). Распределение пациентов по возрасту было следующим: от 40 до 50 лет – 16 пациентов, от 51 до 60 лет – 35 пациента, от 61 года до 70 лет – 35 пациентов, старше 70 лет – 15 пациентов.

Среди поступивших было 71 пациент (70,2%) после проведения ЧКВ (баллонной ангиопластики и стентирования коронарных артерий), 4 пациента тромболитическую терапию. После хирургической реваскуляризации миокарда было 20 пациентов (10,9%). Тромболитическая терапия проводилась препаратами пулолаза и фортелизин согласно Стандарту оказания медицинской помощи при инфаркте, осложнения зарегистрированы не были. Остальным 10 пациентам была проведена консервативная терапия ИМ без тромболитика и ЧКВ.

У поступивших на реабилитацию пациентов 82 человека (81,1%) имели оценку 3 балла по ШРМ, 19 человек (21,9%) – 2 балла. В группе пациентов после ЧКВ средний балл по ШРМ составлял $3,0 \pm 0,2$ балла, результат ТШХ – 381 м; в группе пациентов без вмешательств оценка по ШРМ составляла $2,84 \pm 0,3$ балла, результат ТШХ – 337 м; в группе пациентов после ЧКВ и тромболитика оценка по ШРМ составила $2,96 \pm 0,2$ балла, результат ТШХ – 371 м. Дополнительно отметим, что 50% пациентов после перенесенного ИМ имели признаки СН I-II ФК по NYHA. Исходных различий между пациентами по величине ИМТ не наблюдалось: у женщин ИМТ составил $27,4 \pm 2,6$ кг/м², у мужчин – $27,9 \pm 2,9$ кг/м² ($p > 0,05$).

В результате проведенного лечения во всех 3 группах наблюдалась положительная динамика при выполнении ТШХ. В группе пациентов с ЧКВ увеличилось пройденное расстояние на 68 м и составило 449 м (I функциональный класс согласно классификации NYHA). В группе ТЛТ + ЧКВ дистанция увеличилась на 61 м и составила 432 м (I функциональный класс), в группе с медикаментозным лечением – на 53 м, и составила 390 м (II функциональный класс).

При сравнении результатов у пациентов в различных возрастных группах, независимо от того, какое именно они получили лечение, выявлен прирост проходимого расстояния в ТШХ от изначальных показателей. В группе лиц 41-50 лет – дистанция увеличилась на 64,5 м и составила 438,7 м (I функциональный класс согласно классификации NYHA). В группе лиц 51-60 лет – увеличилась на 70 м и составила 419,1 м (I функциональный класс). В группе лиц 61-70 лет – увеличилась на 68 м, и составила 395,18 м (II функциональный класс). В группе лиц старше 70 лет – с 311,4 увеличилась на 59 м и составил 370,4 м (II функциональный класс).

У пациентов с сопутствующей артериальной гипертензией результат ТШХ увеличился с 340,9 м на 66 м, и достиг 406,9 м (II функциональный класс). У пациентов с сопутствующим сахарным диабетом результат увеличился с 307,18 м на 65 м и составил 372,18 м (II функциональный класс).

К концу курса лечения показатели ТШХ у пациентов в группах ЧКВ, и ТЛТ достигли норматива, рекомендованного ВОЗ, в частности «Пациент, находящийся на 3 этапе реабилитации, к моменту выписки должен пройти тест на I ФК (не менее), который соответствует 426-550 м» [16].

Пациенты, получавшие исключительно консервативное лечение, а также лица, относящиеся к возрастным группам 61-70 лет, и старше 70 лет, не смогли достигнуть рекомендованного ВОЗ норматива, поскольку изначально имели показатели, не достигающие норматива для второго этапа реабилитации (300-425 м) [16].

В группе пациентов с ЧКВ наблюдалось изменение показателей ШРМ: зарегистрировано снижение показателя на 1 балл у 75,6% реабилитируемых; с 3 до 1 балла – у 5% пациентов, осталось на прежнем уровне – у 19,4% пациентов. В группе пациентов с ТЛТ + ЧКВ оценка по ШРМ снизилась на 1 балл у всех пациентов.

В группе пациентов без чрескожного коронарного вмешательства показатель ШРМ остался без изменения на уровне 3 баллов более чем у половины пациентов (55%). Всем пациентам проведено анкетирование по опроснику SF-36 (опросник качества жизни). Более 75%

пациентов оценили свое здоровье по сравнению с тем, что было год назад, перед реабилитацией как несколько хуже, а после лечения – как несколько и значительно лучше, чем год назад.

Результатом применения психологической реабилитации стала положительная динамика по показателям общего эмоционального фона (70%), и тревожности (34%).

4. Выводы. Медицинская реабилитация на третьем этапе в условиях санаторно-курортной организации показала положительные клинические эффекты, выражающиеся в повышении показателей толерантности к физической нагрузке, улучшении клинического течения болезни и качества жизни пациента. Выявлено, что у пациентов с вовремя проведенными кардиовмешательствами после острого инфаркта миокарда наблюдается тенденция к более успешной реабилитации. Установлено что разница в динамике показателей восстановления физической активности пациентов, в зависимости от того, какое они получили лечение на ранних этапах реабилитации (ЧКВ, АКШ, ТЛТ, медикаментозная терапия) весьма незначительна. Однако, суммарные показатели группы пациентов, получавших исключительно консервативную медикаментозную терапию хуже, чем у пациентов, получавших тот или иной вид радикального лечения по поводу острого инфаркта миокарда.

Конфликт интересов – авторы подтверждают, что публикуемый ими материал не нарушает авторских и/или материальных прав третьих лиц, в том числе юридических, не являющихся авторами данной статьи.

Список литературы

- [1] Данко В.А. Комплексная оценка эффективности и безопасности системной тромболитической терапии инфаркта миокарда с подъемом сегмента ST на догоспитальном этапе // Вестник современной клинической медицины. – 2018. – Т. 11, № 4. – С. 28-33.
- [2] Бубнова М.Г., Аронов Д.М. Клинические эффекты годичной программы кардиореабилитации с применением физических тренировок после острого инфаркта миокарда у больных трудоспособного возраста с разным реабилитационным потенциалом // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2019. – Т. 18, № 5. – С. 27-37.
- [3] Клинические рекомендации Союза реабилитологов России «Острый инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST электрокардиограммы: реабилитация и вторичная профилактика». <https://minzdrav.gov.ru/documents/9110> \h
- [4] ATS statement: guidelines for the six-minute walk test / R.C. Crapo, P.L. Enright, R.J. Zeballos [et al.] // American journal of respiratory and critical care medicine. – 2002. – Vol.166. – P. 111-117.
- [5] Александров П. В. Эффективность второго этапа реабилитации больных, перенесших аортокоронарное шунтирование. Автореф. дисс. канд. мед. наук. Санкт-Петербург, 2019.
- [6] Носков С.М., Маргазин В.А., Шкробко А.Н. и др. Реабилитация при заболеваниях сердца и суставов: руководство. М. : ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 640 с.
- [7] Гурьянова Е.А. Место рефлексотерапии в системе медицинской реабилитации // Вопросы медицинской реабилитации: сб. науч. тр. по итогам Межрегион. науч.-практ. конф. 2018. – С. 26-32.
- [8] Московский А.В. Нейроэндокринные клетки в пульпе зуба в норме и при патологии // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2007. – Т. 144, № 9. – С. 317-321.

УДК 612.017.1:616-092.9

**РОЛЬ КИШЕЧНОЙ ПАЛОЧКИ В ФОРМИРОВАНИИ МЕСТНОГО ИММУНИТЕТА
ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА****Н.Б. Ефейкина, Н.В. Налимова, И.М. Дьячкова, Н.В. Смирнова, В.Н. Подшивалина,
Н.Н. Иванова, Л.Ю. Ильина, Л.Ю. Агафошкина***ФГБОУ ВО «Чувацкий государственный университет им. И.Н. Ульянова», Чебоксары*

Рассмотрены вопросы взаимодействия *E. coli* и иммунной системы человека. *E. coli*, образуя биопленку на поверхности кишечника участвует в формировании защитного барьера против поступающей в кишечник с пищей патогенной микрофлоры. Организует нормальный сапрофитный биоценоз кишечника, заселяющий биопленку. Стимулирует выработку IgA, препятствующих адгезии патогенных бактерий к энтероцитам. Изменение их нормального количества сопровождается дисбиозом.

Ключевые слова: *E. coli*, иммунная система человека, IgA

The questions of interaction between *E. coli* and the human immune system are considered. *E. coli*, forming a biofilm on the intestinal surface, participates in the formation of a protective barrier against pathogenic microflora entering the intestine with food. It organizes a normal saprophytic intestinal biocenosis that inhabits the biofilm. It stimulates the production of IgA, which prevents the adhesion of pathogenic bacteria to enterocytes. Changes in their normal amount are accompanied by dysbiosis.

Keywords: *E. coli*, human immune system, IgA

Кишечная палочка (*E. coli*) – условно-патогенная бактерия, одна из основных представителей аэробной флоры желудочно-кишечного тракта. Больше всего эшерихий обнаруживается в толстой кишке, где она – незаменимый участник симбиоза и приносит пользу макроорганизму (если находится в нормальном количестве): расщепляет клетчатку; синтезирует витамин К, достаточное содержание которого в организме обеспечивает правильность протекания процесса свертывания крови; вырабатывает колицины с антибактериальной активностью, тормозящие рост и размножение гнилостных и патогенных микроорганизмов из семейства энтеробактерий. *E. coli* «тренирует» иммунную систему организма, поскольку сама является условно-патогенной. Она способна активировать синтез иммуноглобулинов, взаимодействующие с патогенными микроорганизмами и препятствующие их проникновению в слизистую оболочку. Кишечная палочка участвует в процессах обмена холестерина, гистамина, билирубина, ряда жирных кислот, железа, кальция; в переваривании белков и углеводов; собирает кислород, губительный для анаэробной флоры.

E. coli с нормальной ферментативной активностью расщепляет лактозу – ее называют лактозопозитивной. Количество таких эшерихий в толстом кишечнике здорового человека должно быть более 10^6 КОЕ/г. Часть эшерихий, не способных разлагать лактозу называют лактозонегативными. Они могут присутствовать в ЖКТ здорового человека, но в количестве менее 10^5 КОЕ/г. Также иногда обнаруживаются гемолитические *E. coli*, которые помимо других ферментов, продуцируют гемолизины. Эти штаммы высеваются у лиц с аллергическими заболеваниями и при других патологических состояниях [2].

Увеличение или снижение количества *E. coli* с нормальной ферментативной активностью, появление гемолитической кишечной палочки считается дисбиотическим нарушением. *E. coli* в желудочно-кишечном тракте образует ассоциации с другими представителями нормальной микрофлоры, такими как бактероиды, бифидобактерии и лактобактерии – это строгие анаэробы, на долю которых приходится 92-95% всей нормофлоры. В кишечнике бактерии образуют биопленку: гликокаликс – слизь – IgA – нормофлора. Биопленка покрывает слизистую кишечника изнутри, занимает все выпуклости, образуемые энтероцитами, и защищает слизистую оболочку от дегидратации, физической и химической агрессии, а также от атак микроорганизмов, бактериальных токсинов, паразитов [1, 3]. Микроорганизмы, относящиеся к

нормальной микрофлоре кишечника, колонизируют как поверхность слизистой оболочки кишки, формируя при этом пристеночную (мукозную) и полостную микрофлору, так и просвет ЖКТ. Именно в слизистой оболочке кишечника локализовано около 80% всех иммунокомпетентных клеток организма; около 25% слизистой оболочки кишечника состоит из иммунологически активной ткани и клеток.

Имунокомпетентная (лимфоидная) ткань ЖКТ представлена как организованными структурами, к которым относятся пейеровы бляшки, аппендикс, миндалины, лимфатические узлы, так и отдельными клеточными элементами, такими как: интраэпителиальные лимфоциты, плазматические клетки, макрофаги, тучные клетки, гранулоциты. Популяция клеток лимфоидной ткани разнородна и состоит из множества групп, подгрупп и клонов клеток с различными функциональными свойствами и специфичностью рецепторов к антигенам [4, 6].

Эпителий ЖКТ ограничивает ткани макроорганизма от огромного количества живых и неживых антигенов. Попадание микробов, их токсинов или других антигенов в кишечник вызывает местную «слизистую» *IgA*-защиту (секреторный иммунитет) и клеточно-опосредованную реакцию, а также системную толерантность или гипореактивность – подавление последующей выработки антигеноспецифических антител классов *G* и *M* и развития клеточно-опосредованного иммунитета.

Специфические иммунные механизмы вырабатываются кишечником для защиты от потенциально опасных микроорганизмов в течение всей жизни. В собственном слизистом слое или пейеровых бляшках присутствуют недифференцированные лимфоциты, продуцирующие секреторные антитела класса *IgA* или *IgM*. При попадании чужеродного антигена происходит выход *B*- и *T*-лимфоцитов из брыжеечных узлов в грудной проток, кровеносное русло и их активация, затем они возвращаются в кишечник, где скапливаются также в собственном слое слизистой оболочки. Активированные клетки продуцируют специфические антитела классов *IgA* и *IgM*, которые секретируются на поверхности слизистой оболочки через 4–8 дней после стимуляции. Иммуноглобулины образуют комплексы с антигенами, нейтрализуют токсины, препятствуют контакту микроорганизмов с клетками-«мишенями» макроорганизма, способствуют быстрому выведению микроорганизмов из ЖКТ благодаря агглютинации [1]. Секреторный *IgA* выполняет роль главного «чистильщика» и иммуномодулятора слизистой оболочки ЖКТ, он удерживается около эпителиальных клеток в результате взаимодействия с гликокаликсом благодаря присутствию нормофлоры. *IgA* препятствует поглощению антигенов. Двумерная молекула *IgA* может функционировать как агглютинин, уменьшая прилипание бактерий к энтероцитам [5].

Лимфоциты пейеровых бляшек, сенсibilизированные антигенами, мигрируют в брыжеечные лимфатические узлы, а оттуда по лимфатическим сосудам через грудной проток и систему кровообращения направляются к собственному слою слизистой оболочки кишечника, главным образом в качестве клеток, секретирующих *IgA* (рециркуляция). Этот механизм обеспечивает формирование клонов лимфоцитов и образование специфических антител в участках слизистой оболочки, отдаленных от очага первичной сенсibilизации [6].

Система местного иммунитета кишечника работает следующим образом. Попавшие в просвет кишечника или на слизистые оболочки микроорганизмы распознаются иммуноглобулинами памяти (*IgG*), после чего информация передается в иммунокомпетентные клетки слизистой оболочки, где из сенсibilизированных лимфоцитов клонируются плазматические клетки, ответственные за синтез *IgA* и *IgM*. В результате защитной деятельности этих иммуноглобулинов включаются механизмы иммунореактивности или иммунотолерантности. Иммунная система «запоминает» антигены нормофлоры, чему способствуют генетические факторы, а также антитела класса *G*, передающиеся от матери плоду во время беременности, и иммуноглобулины, поступающие в ЖКТ ребенка с грудным молоком. В результате рециркуляции лимфоцитов и клонирования иммунный ответ охватывает все слизистые ЖКТ [7].

Таким образом, микрофлора кишечника, в том числе и кишечная палочка с нормальной ферментативной активностью, защищает человека от колонизации экзогенными патогенными микроорганизмами и подавляет рост уже имеющихся в кишечнике патогенных микроорганизмов за счет конкуренции за питательные вещества и участки связывания, а также выработки бактериоцинов, задерживающих рост патогенных микробов. Кроме того, бактерии участвуют в реализации иммунологических защитных механизмов [7].

Иммунотропная функция нормальной микрофлоры заключается в стимуляции синтеза иммуноглобулинов, потенцировании механизмов неспецифической резистентности, системного и местного иммунитета, пропердина, комплемента, лизоцима, а также в стимуляции созревания системы фагоцитирующих мононуклеаров и лимфоидного аппарата кишечника [8].

Однако, на фоне снижения количества бифидо- и лактобактерий может повышаться содержание условно-патогенных бактерий, в том числе и атипичных эшерихий, а также повышается проницаемость эпителиального барьера кишечника для макромолекул пищи и дефицит секреторного IgA, что может приводить к развитию заболеваний кишечника и частым инфекциям.

В свою очередь, иммунная система регулирует баланс биоценоза кишечника, т.е. механизмы саморегуляции нормофлоры контролируются местным иммунитетом кишечника. Процесс специфической адгезии условно-патогенных и болезнетворных микроорганизмов к слизистой оболочке ЖКТ может блокироваться среди прочих факторов присутствием IgA и лизоцимом, которые, в свою очередь, способствуют адгезии к рецепторам представителей бифидо- и лактофлоры. Подтверждением роли IgA в предотвращении колонизации слизистых оболочек посторонними микроорганизмами является тот факт, что 99% бактерий представителей нормофлоры не покрыты секреторными иммуноглобулинами. Напротив, энтеробактерии, стафилококки, другие условно-патогенные и сапрофитные микроорганизмы полностью покрыты IgA [5, 6] В основе этого явления лежит феномен иммунологической толерантности к нормофлоре. Снижение количества нормофлоры влечет за собой дефицит IgA, в результате чего повышается колонизация слизистых оболочек условно-патогенной флорой.

Конфликт интересов – авторы подтверждают, что публикуемый ими материал не нарушает авторских и/или материальных прав третьих лиц, в том числе юридических, не являющихся авторами данной статьи.

Список литературы

1. Блат С.Ф., Хавкин А.И. Микробиоценоз кишечника и иммунитет // Рос. вестн. перинатол. и педиат. 2011. Т. 1 (56). С. 66–72.
2. Ефейкина Н.Б. Состав нормальной микрофлоры желудочно-кишечного тракта здоровых детей и детей с пищевой аллергией. Экологический вестник Чувашской республики № 26, Чебоксары, 2001, С. 10–5.
3. Кожевников А.А., Раскина К.В., Мартынова Е.Ю. и др. Кишечная микробиота: современные представления о видовом составе, функциях и методах исследования // РМЖ. 2017. № 17. С. 1244–1247.
4. Лазарева Т.С., Жвания Ф.Ф. Желудочно-кишечный тракт, микрофлора и иммунитет. Педиатрическая фармакология, 2009, Т. 6, №1. С. 46–50.
5. Пахомовская Н.Л., Венедиктова М.М. Здоровая колонизация кишечника у ребенка – крепкий иммунитет // Медицинский совет. 2018. №17. С. 199–205.
6. Хайтов Р.М., Пинегин Б.В. Новые данные о строении и функционировании иммунной системы желудочно-кишечного тракта // Анналы хирургической гепатологии. 2003. Т. 8, № 1. Т. 112–117.
7. Чаплин А.В., Ребриков Д.В., Болдырева М.Н. Микробиом человека // Вестник РГМУ. 2017. № 2. С. 5–13.
8. Ivanov I.I., Honda K. Intestinal commensal microbes as immune modulators // Cell Host Microbe. 2012. Vol. 12, No 4. P. 496–508. doi: 10.1016/j.chom.2012.09.009.

УДК 74:636.4:612.1

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИММУНОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА СВИНЕЙ
ЕСТЕСТВЕННЫМИ БИОАКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ
ВО ВЗАИМОСВЯЗИ С ФАКТОРАМИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ:
ЭКОЛОГО-ОНТОГЕНЕТИЧЕСКИЙ АСПЕКТ**¹ М.Н. Лежнина, ² В.Г. Софронов, ³ Р.А. Шуканов, ³ А.А. Шуканов¹ ГАПОУ «Чебоксарский техникум технологии питания и коммерции»

Минобразования Чувашии, г. Чебоксары

nachvosprab@yandex.ru

² ФГБОУ ВО «Казанская государственная академия ветеринарной
медицины имени Н.Э. Баумана», г. Казань³ ФГБОУ «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии
– МВА имени К.И. Скрябина»

Впервые с эколого-онтогенетической позиции физиологически обоснована концепция комплексной оценки биоэффективного корригирования совершенствования морфофизиологического статуса у свиней в разные фазы постнатального развития посредством применения оптимальных схем назначения животным естественных биологически активных веществ во взаимосвязи с гелиогеохимическими и микроклиматическими факторами среды обитания.

Ключевые слова: хрячки, боровки, трепел, «Сувар», «Полистим», «Комбиолакс», воднит, шатрашанит, иммунофизиологическое состояние, постнатальный онтогенез

For the first time, the concept of complex assessment of bioeffective correction of improvement of morphophysiological status in pigs in different phases of postnatal development through the use of optimal schemes for assigning natural biologically active substances to animals in relation to heliogeochimical and microclimatic factors of the environment is physiologically justified from an ecological and ontogenetic point of view.

Key words: boar, pigs, trepel, Suvar, Polistim, Kombiolax, vodnit, shatrashanit, immunophysiological state, postnatal ontogenesis

1. Введение. В связи с введением рядом западных государств экономических санкций в отношении Российской Федерации и с возникшими новыми вызовами времени по импортозамещению в отраслях агропромышленного комплекса настала необходимость перехода от индустриальных технологий к инновационно биологизированным (адаптивно-ландшафтная технология в растениеводстве, эколого-адаптивная – в животноводстве и ресурсосберегающая – в перерабатывающей промышленности).

Эколого-адаптивная система предусматривает удовлетворение, как правило, биологических потребностей продуктивных животных и только затем технологических, что, по существу, выражает переход от их технологического нормирования к физиолого-гигиеническому обеспечению. Основой такого обеспечения является проявление в адаптирующемся организме таких гомеостатических границ, в рамках которых возникающая под влиянием абиотических и биотических факторов среды обитания изменчивость характеризуется функционально обратимым характером. Это позволяет биоэффективно реализовать наследственно-обусловленный ресурс адаптивных, продуктивных и воспроизводительных функций организма [1, 5, 6, 7, 9].

2. Цель исследования – исследовать закономерности становления иммунофизиологического состояния свиней постнатального развития при использовании трепела, «Суvara», «Полистима», «Комбиолакса», воднита, шатрашанита с учетом гелиогеохимических факторов в регионах Поволжья.

3. Материал и методы исследования. Проведено 10 серий научно-хозяйственных и лабораторных исследований на 1342 здоровых свиных. Из них 150 хрячков- и 225-боровков-аналогов использованы для проведения моделируемых опытов с дальнейшим анализом биоматериалов в сертифицированных лабораториях, оснащенных современным оборудованием. Для

этого использованы современные зоогигиенические, клинико-физиологические, гематологические, биохимические, иммунологические, экономические, математические методы и тесты ветеринарно-санитарной экспертизы.

4. Результаты исследования и их обсуждение. По данным ученых-аграриев как России, так и зарубежных государств, энергетическая неполноценность и несбалансированность кормовых рационов продуктивных животных по основным показателями питательности являются главными причинами нарушения нормального течения физиологических процессов в организме. В связи с этим решение проблемы полноценного кормления сельскохозяйственных животных невозможно без учета региональной изменчивости гелиогеофизических и микроклиматических факторов среды обитания [2, 3, 4, 8].

Содержание свиней в типовых помещениях при соответствующих зоогигиеническим требованиям микроклиматических факторах и применении исследуемых биоактивных веществ во взаимосвязи с гелиогеохимическими особенностями локальных агроэкосистем (трепел и «Полистим» – Центр, трепел и «Сувар» – Приволжье, трепел – Алатырское Засурье, Юго-Восток Чувашской Республики, шатрашанит – Юго-Восточное Закамье Республики Татарстан) к завершению моделируемых опытов сопровождалось положительными гемопэтическим, иммуностропным и ростостимулирующим эффектами.

Показано, что 240-, 300-дневные животные опытных групп (фазы соответственно полового и физиологического созревания) превышали контрольных сверстников по массе тела (МТ), ее среднесуточному приросту (ССП) на 6,7–14,8%, содержанию эритроцитов, лейкоцитов, гемоглобина, аутобляшкообразующих клеток (АБОК) в крови на 7,6–18,7%, активности перекисной окисления липидов (ПОЛ), антиоксидантной системы (АОС), концентрации общего кальция, неорганического фосфора, глюкозы, щелочной фосфатазы, пероксидазы, кислотной емкости, общего белка и его альбуминовой фракции на 5,6–34,3%, уровню гамма-глобулинов, иммуноглобулинов в кровяной сыворотке на 5,9–18,9% ($P < 0,05–0,005$).

Установлено, что в ходе опытов климат обследуемых регионов Поволжья зимой характеризовался такими усредненными параметрами: температура воздуха $-10,5 \pm 2,42$ °С, его относительная влажность $81,2 \pm 2,31\%$, скорость ветра $7,3 \pm 0,92$ м/с, атмосферное давление $754,0 \pm 1,22$ мм рт. ст., количество осадков $0,8 \pm 0,44$ мм и солнечное сияние $2,1 \pm 0,86$ ч. Летом в среднем температура воздуха, количество осадков и солнечное сияние по отношению к показателям в зимний период увеличились в 2,8 раза ($19,2 \pm 1,53$ °С), на 52,9% ($1,7 \pm 0,77$ мм) и 78,8 ($9,9 \pm 1,40$ ч), в то же время относительная влажность воздуха и скорость ветра, напротив, уменьшились соответственно на 16,3 ($68,0 \pm 3,24\%$) и 17,8% ($6,0 \pm 0,86$ м/с, $P < 0,05–0,001$). При этом разница в атмосферном давлении была незначительной ($747,4 \pm 1,04$ мм рт. ст.). Следует обозначить, что изученные климатические факторы весной ($5,6 \pm 1,54$ °С, $67,3 \pm 4,19\%$, $748,8 \pm 1,00$ мм рт. ст., $1,1 \pm 0,48$ мм, $7,3 \pm 1,13$ ч) занимали промежуточное положение между таковыми в зимний и летний периоды. Причем скорость ветра ($7,7 \pm 0,93$ м/с) достоверно превосходила летнее значение. В сезонном аспекте изученные параметры в целом соответствовали среднестатистическим данным климата Чувашской и Татарской республик.

Отмечено, что в проведенных исследованиях при соблюдении зоогигиенических нормативов по уходу, кормлению и поению животных качество их мяса в контрольных и опытных группах по органолептическим, биохимическим, микробиологическим показателям и спектрометрическим данным имело практически идентичные характеристики, которые соответствовали регламентированным СанПиН 2.3.2. 1078-01 критериям, что свидетельствует об экологической безопасности исследуемых биоактивных веществ и индифферентности проб мяса к ним, а также о доброкачественности мясных туш. В моделируемых опытах выявлена закономерность о том, что у свиней и контрольных, и опытных групп возрастная изменчивость интенсивности преобладающего большинства (83,3%) исследованных ростовых, гематологических, биохимических и иммунологических показателей в изученные фазы постнатального

онтогенеза с высокой значимостью проявлялась линейно. Показано, что у подопытных животных пик нарастания количества лейкоцитов, уровня гемоглобина и глюкозы наблюдался к концу фазы новорожденности, концентрации общего кальция, неорганического фосфора, АБОК, щелочной фосфатазы, кислотной емкости, альбуминов, иммуноглобулинов – молочного типа кормления, МТ, ее ССП, числа эритроцитов, уровень общего белка, гамма-глобулинов, активности пероксидазы, ПОЛ, АОС – полового созревания. Наименьшее нарастание интенсивности изученных факторов имело место к завершению фазы физиологической зрелости.

Выявленные закономерности становления иммунофизиологического статуса свиней постнатального развития объективно подтверждают биологическую нецелесообразность содержания откармливаемых свиней применительно к интенсивной технологии более 240 дней. Установлено, что дополнительный денежный доход при назначении боровкам на фоне основного рациона трепела и «Полистима» (Центр), трепела и «Суvara» (Приволжье), трепела (Алатырское Засурье, Юго-Восток Чувашской Республики), шатрашанита (Юго-Восточное Закамье Республики Татарстан) в расчете на 1 животное составил соответственно 900,64, 1147,45, 1567,46, 1004,56, 943,50 руб. (в ценах 2017 г.).

Итак, выявленные закономерности формирования и развития иммунофизиологического состояния у откармливаемых свиней в разные фазы постнатального онтогенеза свидетельствуют о физиологической нецелесообразности продолжительности их содержания до 300-дневного возраста и, как следствие, об экономической обоснованности сокращения технологических циклов доращивания и откорма применительно к интенсивной технологии ведения свиноводства.

Список литературы

- [1] Иванов А.И., Гришин Г.Е., Вихрева В.А. Эколого-экономические аспекты охраны степных ландшафтов // Нива Поволжья. Пенза: РИО ПГСХА, 2012. № 3(24). С. 86–92.
- [2] Кальницкий, Б.Д., Галочкин В.А. Некоторые итоги и проблемы биологии продуктивных животных // Зоотехния. 2008. № 1. С. 13–15.
- [3] Комлацкий, В.И., Комлацкий Г.В. Биоиндустриализация как парадигма эффективного свиноводства // Мат. XXIII Междунар. научно-практич. конф. «Современные проблемы и научное обеспечение инновационного развития свиноводства». Моск. обл., Лесные Поляны: ФГБНУ ВНИИплем, 2016. С. 175–178.
- [4] Кочиш, И.И., Шуканов Р.А., Шуканов А.А., Сидоров С.В. Коррекция возрастной изменчивости неферментативных факторов противоксидантной системы у телят селенопираном // Зоотехния. 2018. № 1. С. 21–24.
- [5] Кочиш, И.И., Шуканов Р.А., Шуканов А.А., Лежнина М.Н., Алтынова Н.В. Возрастная изменчивость физиолого-андрологического статуса бычков при совершенствовании адаптивной технологии их содержания // Ветеринария. 2020. № 8. С. 12 – 15.
- [6] Мысик, А.Т. Состояние животноводства и инновационные пути его решения // Зоотехния. 2017. № 1. С. 2–9.
- [7] Рыбалко, В.П., Волощук М.В. Внедрение инновационных технологических решений при реконструкции свинокомплексов // Современные проблемы и научное обеспечение инновационного развития свиноводства: материалы XXIII Междунар. науч.-практ. конф. Московская обл., пос. Лесные Поляны, 21 – 23 июня 2016 г. С. 298–301.
- [8] Jankowski, J., Zduńczyk Z., Sartowska K. et. al. Metabolic and immune response of young turkeys originating from parent flocks fed diets with inorganic or organic selenium // Polish journal of veterinary sciences. 2011. № 14. P. 353–358.
- [9] Mroczko, L. Wykorzystanie komputera do optymalizacji produkcji w stadach trzody chlewnej // InfoPOLSUS. 2013. № 12. P. 15.

УДК 617.3+616-003.96

**ВЛИЯНИЕ ПОЗДНИХ ПЕРЕИМПЛАНТИТОВ НА СОДЕРЖАНИЕ
БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ДЕСНЫ****С.В. Мулендеев, Л.А. Любовцева, Д.С. Мулендеев, М.В. Столяров***ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», г. Чебоксары*

При периимплантитах у 60% пациентов как на здоровой стороне десны, так и в участках поражения, ткани десны отличались повышенным содержанием биогенных аминов и либо повышенным, либо пониженным содержанием незрелого гепарина (альфа- и гамма- метакромазия).

Ключевые слова: катехоламины и серотонин – КА и СТ, гранулярные люминесцирующие клетки – ГЛК, гликозаминогликаны – ГАГ.

In perimplantitis in 60% of patients, both on the healthy side of the gum and in the affected areas, the gum tissue was characterized by an increased content of biogenic amines and either an increased or reduced content of immature heparin (alpha - and gamma - metachromasia).

Key words: catecholamines and serotonin-KA and CT, granular luminescent cells-GLC, glycosaminoglycans-GAG.

1. Введение. Известно, что нейроамины оказывают существенное влияние на эмбриогенез зубных тканей [1-3, 7], на течение иммунологических процессов: миграцию, дифференцировку лимфоцитов и антителообразование, участвуют в дифференцировке клеток органов и тканей [7, 8]. При постановке имплантов, даже при очень хороших предпосылках и анализах, в некоторых случаях импланты или не приживаются, или происходит их «отторжение». Предполагается, что в этих случаях именно биологически активные вещества имеют большое значение, так как они также имеют большое значение в поддержании воспалительного процесса и нарушении толерантности десны.

К одной из структур, содержащих и синтезирующих нейроамины, и вследствие этого, регулирующие местный гомеостаз, относятся тучные клетки (ТК). ТК быстро реагируют даже на незначительное изменение биогенных аминов (БА) в ткани [4-6] и их прекурсоров [11, 12]. Большое значение в регуляции содержания нейроаминов придается гепарину. Предположительно, что нейроамины и гепарин влияют на дифференцировку клеток и, каким-то образом, на приживаемость имплантатов и их нахождение в ткани десны [7]. В связи с чем, нами проведены эксперименты с изучением некоторых биологически активных веществ при поздних периимплантитах и не переживаемости имплантов.

Исходя из сказанного, **целью** нашего исследования является изучение содержания нейроаминов и биоамининактивирующих веществ в биоаминсодержащих структурах десны при поздних периимплантитах. В связи с чем, мы поставили следующие задачи: 1. Какое содержание КА, СТ, гистамина, ГАГ находится в структурах десны здоровых пациентов при хорошей приживляемости имплантатов. 2. Определение количественного содержания изучаемых веществ в структурах здоровой части десны пациентов, и в месте развития периимплантита на поздних сроках его проявления (после протезирования). 3. Выяснение влияния биологически активных веществ, на приживляемость имплантов при повышенной и пониженной сульфатации гепарина в организме.

2. Материал и методы. Нами исследованы 10 здоровых пациентов (контрольная группа – I – пациенты без признаков периимплантита в течение 2-3 лет после инсталляции имплантатов) и 25 пациентов с периимплантитом (17 женщин и 8 мужчин в возрасте от 20 до 60 лет). Биопсию маргинальной части десны проводили в утреннее время через час после приёма пищи. Мы сравнивали биопсийный материал с не воспаленной частью и с места её воспаления. Применялись имплантаты: I – цилиндрические полые, винтовые (Н. Новгород); II – цилиндрические винтовые системы «СТАС» (Самара); III – цилиндрические винтовые (Н. Новгород); IV – пористые (Новокузнецк); V – системы «ЭНДОПОР» (Канада).

1. Люминесцентно-гистохимический метод Фалька [9] для избирательного выявления моноаминосодержащих веществ: КА и СТ.

2. Люминесцентно-гистохимический метод Кросса [10] для избирательного выявления диаминосодержащего вещества – гистамина

3. Количественно концентрации КА, СТ и гистамина в аминсодержащих структурах десны оценивались с помощью цитоспектрофлуориметрии. Для этого на люминесцентный микроскоп была установлена насадка ФМЭЛ-1А при выходном напряжении 900 В. Для выяснения интенсивности свечения

КА использовался светофильтр №6 (длина волны 480 нм); СТ – №8 (длина волны 525 нм); гистамина – №7 (длина волны 515 нм). Замер интенсивности свечения производился в единицах флуоресценции (условные единицы по шкале регистрирующего прибора-усилителя).

4. Окраска полихромным толуидиновым синим по Унна применялась для контроля состояния тканевых мукополисахаридов и гепарина в ТК исследуемых органов. Ортохромную (голубую) окраску дает слабо сульфатированный незрелый гепарин, β-метахроматическую (чернильно-фиолетовую) – более сульфатированный созревающий (3 сульфатные группы), гамма-метахроматическую (пурпурную 4 и 5 сульфатные группы) – зрелый гепарин.

5. Статистическая обработка материала проводилась в среде табличного процессора Excel.

6. Метод оперативного вмешательства.

3. Результаты и их обсуждение. Десна состоит из слизистой оболочки: многослойного плоского эпителия, который частично ороговекает, и собственной пластинки (сосочкового и сетчатого слоев), плотно сращенной с надкостницей. Сосочки в десне очень глубоко вдаются в собственную пластинку слизистой оболочки. Они разного размера и формы. В состав слизистой входит, изучаемых нами, большое число ТК, сосудов, нервных окончаний. Тучные клетки в некоторых участках очень близко подходят к границе эпителия.

Исследование содержания гистамина в десне здоровых людей. Гистамин в десне определяется в эпителии, где располагается равномерно, однако, поверхностный слой люминесцирует ярче, и сетчатом слое дермы. Сразу под эпителием параллельно базальной мембране, обнаруживаются мелкие, ветвистые ТК, содержащие гистамин. Гранулы этих клеток могут скапливаться за пределами клетки и образовывать как бы жёлтое облако (Рис. 1).

В сетчатом слое находятся, также содержащие гистамин эластические волокна, которые проходят и параллельно, и перпендикулярно к поверхностному слою десны. В этом слое определяются фибробласты, у которых гистамин определяется в ядрах (Рис. 5).

В глубоком соединительнотканном слое слизистой оболочки встречаются группы, состоящие из трёх и более ТК, в которых также определяется гистамин. Имеется интересная закономерность: чем ближе соединительная ткань десны располагается к зубу, тем реже в ней встречаются ТК. У 30% людей ТК в сетчатом слое десны человека встречаются в числе одна клетка на 5 полей зрения. У некоторых пациентов в десне определяются особые клетки, содержащие гистамин в большой концентрации, это гранулярные люминесцирующие клетки (ГЛК). Но они, очевидно, относятся к специфическим макрофагам. Чаще всего ГЛК расположены ближе к надкостнице, в нижней трети сетчатого слоя.

Содержание КА и СТ в структурах здоровой части десны и в области воспаления у пациентов с повышенной сульфатацией гепарина. Содержание КА в эпителии здоровой части десны при периимплантатах имеет небольшую тенденцию к повышению по сравнению со здоровыми пациентами (с 49,6 до 50,4 у.е.) и значительно повышено при периимплантите по сравнению со здоровой частью десны у этого же пациента с 50,4 у.е. до 323 у.е. При этом ТК полностью дегранулируют, и люминесцентными методами определяются только их ядра, в которых содержание биогенных аминов резко повышено. В сосочковом слое содержание КА увеличивается в здоровой части десны в 3,7 раза по сравнению с контрольной группой.

Содержание СТ в эпителии здоровой части десны по сравнению со здоровыми пациентами снижено с 75 до 45 у.е. Однако, в сетчатом слое содержание СТ повышено в 3 раза. В месте воспаления содержание СТ резко повышается во всех структурах десны. В месте воспаления в глубоком слое собственной пластинке слизистой оболочки располагаются кровеносные сосуды, стенка которых окрашивается неравномерно. Около сосудов располагаются пространства, заполненные зернистой массой с лимфоцитами, нейтрофилами, макрофагами.

Исследование гликозаминогликанов (ГАГ) в десне здоровых людей. Нами было определено, что при окраске на гепарин определились три разновидности пациентов. Из 10 человек у 2 эпителий и ТК оказались ортохромными, т.е. в этих структурах выявлен незрелый малосульфатированный гепарин и у 3-х пациентов ТК содержали в основном зрелый сульфатированный гепарин. В эпителии и соединительной ткани десны имелась метахромазия. Гликозаминогликаны (ГАГ), гепарин у здоровых пациентов в небольшом количестве определяются в эпителии в шиповатом слое. Наибольшее его содержание находится в базальном и зернистом слоях эпителия (Рис. 4), где они окрашиваются ортохромно с лёгкой бета-метахромазией. В соединительной ткани сетчатого и сосочкового слоев определяется

зрелый гепарин, находящийся в ТК. Веретенообразной формы ТК и их гранулы, определяются под базальной мембраной, из которых создаётся слой, также находятся около сосудов и в толще сетчатого слоя, которые имеют в основном зрелый сульфатированный гепарин, окрашивающиеся γ -метахроматично (Рис. 4). В сосочковом слое соединительнотканые волокна располагаются параллельно базальной мембране, а в сетчатом имеют разнонаправленный ход. В этом слое располагаются кровеносные сосуды, стенки которых окрашивается ортохромно. Около сосудов, чаще всего по их ходу, располагаются ТК, имеющие гамма-метахроматичную мелкую зернистость. ТК располагаются группами по 1-3 на поле зрения при увеличении 10 на 40 (Рис. 2). Определённый процент людей в десне имеют незрелый гепарин, или даже таковой полностью отсутствует (Рис. 5). Встречаются люди, у которых нет гамма-метахроматичных ТК – чаще всего они дегранулированы. В этом случае их число уменьшено, особенно в сосочковом слое, а в наружном слое эти клетки или β -метахроматичны, или даже ортохромны (Рис. 5, 6).

Исследование гепарина в десне при поздних периимплантатах. Над поверхностью эпителия наблюдается легкая γ -метахроматичная дымка без каких-либо видимых структур. Эпителий окрашивается в интенсивно синий цвет без признаков метахромазии. Гепарин в нём отсутствует, или его содержание значительно снижено. Наблюдается прорастание эпителия за границы мембраны в сосочковый слой. Толщина эпителия снижена (Рис. 7). Сосочковый слой окрашен ортохромно. Сосочки в некоторых местах сглажены. Определяются уплотнённые и разреженные участки, в которых располагаются фиброциты, фибробласты, волокна, моноциты, нейтрофилы и лимфоциты в большом количестве. При развитии поздних периимплантитов выявлены пациенты как с нормальным, так и со сниженным, и повышенным содержанием гепарина в тучных клетках. В глубоких слоях слизистой оболочки десны небольшими скоплениями встречаются орто- и β -метахроматичные ТК, которые имеют округлую или овальную форму. У части пациентов сетчатый слой собственной пластинки слизистой окрашивается ортохромно, уплотнён, где определяются клетки воспаления: лимфоциты и нейтрофилы. Выявляемые тучные клетки мелкие, многоотростчатые. Содержание сульфатированного гепарина резко снижено (Рис. 8). Происходит разряжение соединительной ткани. В толще соединительнотканной пластинки наблюдаются скопления гноя (Рис. 8).

Таким образом, при изучении клеточных изменений при развитии позднего периимплантита, используя окраску препаратов по Унна, мы выявили различное содержание гепарина в ТК пациентов с поздними периимплантатами.

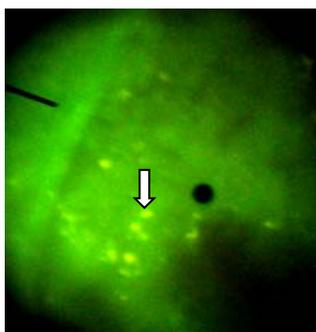


Рис. 1. Участок здоровой десны. Тучные клетки показаны стрелкой. Метод Фалька. Микроскоп Люмам 6. Ув. 400.

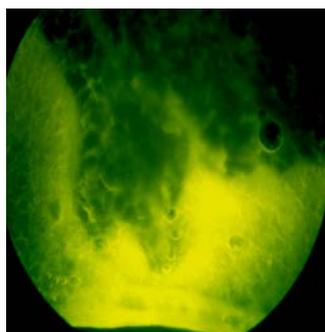


Рис. 2. Участок десны на здоровой стороне при периимплантите. Метод Кросса. Микроскоп Люмам 6. Ув. 400.

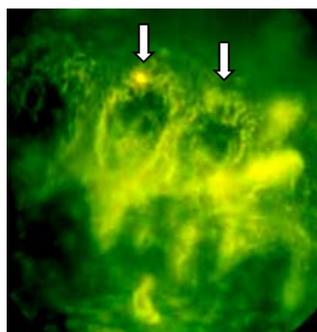


Рис. 3. Участок десны на стороне периимплантита. Образование эпителиальных жемчужин показано стрелкой. Метод Кросса. Микроскоп Люмам 6. Ув. 400.

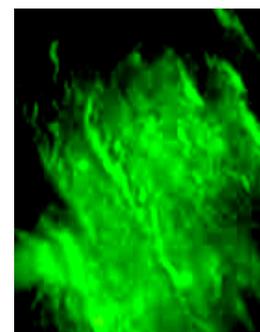


Рис. 4. Наличие КА и СТ у пациента с повышенной сульфатацией гепарина в области воспаления. Эластические волокна сетчатого слоя здоровой части десны. Метод Фалька. Микроскоп Люмам 6. Ув. 400.

Полученные данные позволяют дать следующие методические рекомендации при планировании имплантации:

1. Прежде чем подсаживать имплант, необходимо выяснить сульфатированность гепарина в тучных клетках десны. Содержание недостаточно сульфатированного гепарина является противопоказанием для постановки импланта.

2. При малом содержании сульфатированного гепарина в тучных клетках десны в рацион питания необходимо ввести сульфатированные углеводы, содержащиеся в выварках костей, хрящей, связок, желатине, агар – агаре. Через неделю вновь провести анализ на созревшие сульфатированные углеводы.

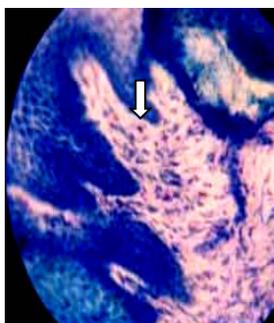


Рис. 5. Срез здоровой десны, содержащей ГАГ. Тучные клетки показаны стрелкой. Метод Унна. Микроскоп Биолам. Ув. 100.

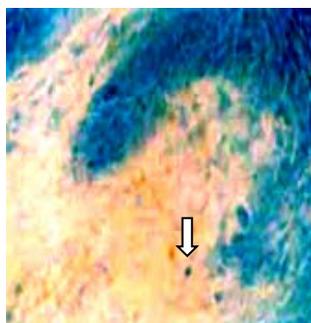


Рис. 6. Участок здоровой части десны, имеющий пониженное содержание гепарина. Тучные клетки показаны стрелкой. Метод Унна. Микроскоп Биолам. Ув. 400.

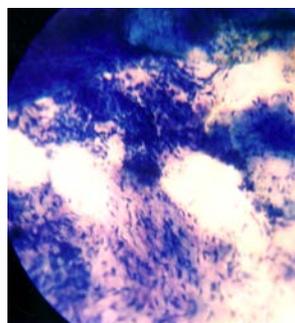


Рис. 7. Участок здоровой десны с повышенным содержанием гепарина. Метод Унна. Микроскоп Биолам. Ув. 100.

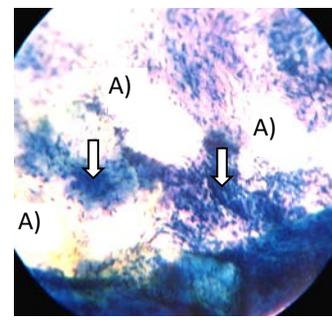


Рис. 8. Участок десны, при позднем перимплантите: А) скопление гноя. Скопления β-метахроматичных ТК показаны стрелкой. Метод Унна. Микроскоп Биолам. Об. 40. Гомаль 1.7.

Выводы.

1. В десне у здоровых людей в наибольшем количестве гистамин, серотонин и катехоламины определяются в эпителии десны, в тучных клетках, которые располагаются в виде цепочки под базальной мембраной и группами в сетчатом слое слизистой оболочки десны, в эластических волокнах.
2. У группы пациентов с нормальным содержанием гепарина при перимплантите отмечается увеличение содержания биогенных аминов в эпителии и гистамина – в сетчатом слое. В этом случае после хирургического очищения раны отмечено быстрое образование новой популяции тучных клеток, и диффузия биогенных аминов в окружающие ткани прекращалась. Прекращение воспалительного процесса способствовало сохранению имплантата.
3. При поздних перимплантите содержание всех биогенных аминов в эпителии резко снижается, а в соединительной ткани и тучных клетках резко повышается.
4. У группы пациентов на фоне слабо сульфатированного гепарина при перимплантите содержание всех биогенных аминов резко повышается как в эпителии, так и в сетчатом слое. Это приводит к перегрузке тучных клеток не инактивированными биогенными аминами и тотальному распаду тучных клеток, еще меньшей сульфатированности гепарина, вследствие чего происходит отторжение имплантатов.

Конфликт интересов – авторы подтверждают, что публикуемый ими материал не нарушает авторских и/или материальных прав третьих лиц, в том числе юридических, не являющихся авторами данной статьи.

Список литературы

1. Быков В.Л. Секреторные механизмы и секреторные продукты тучных клеток // Морфология, 1999. Т. 115. № 2. С. 64-72.
2. Гемонов В.В., Лаврова Э.Н., Фалин Л.И. Развитие органов полости рта и зубов. – М: Медицина, 2002. 185 с.
3. Иванов В.С. Строение и функция пародонта. Заболевания пародонта. – М: Медицина, 1990. – С. 215-218.
4. Козлов В.А., Глазырина О.С., Толмачева А.Ю. Водная депривация влияет на экстранейрональный медиаторный пул почек белых крыс и почечную популяцию тучных клеток // Нефрология. 2003. Т. 7. № 2. С. 76-81.
5. Козлов В.А., Бусова О.С. Тучноклеточная популяция почки и почечной капсулы. – Москва: ОАО Щербинская типография, 2009. 104 с.

6. Козлов В.А., Бусова О.С. Миграция тучных клеток в почке // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. – 2010. – № 1 (65). – С. 40-45.
7. Московский А.В., Любовцева Л.А., Московский В.Ф. Распределение биологически активных веществ в развивающемся зубе на поздних этапах эмбриогенеза // Ж. «Стоматология». Москва. – 2003. – №1. – С. 4-6.
8. Cross S.A., Ewen S.W., Rost E.W. A. Study of the methods available for the cytochemical localization of histamine by fluorescence induced with o-phthalaldehyde or acetaldehyde // J. Histochem. 1971. №6. P.471 -476.
9. Falck B., Hillarp N.A., Thieme G. and Torp A. Fluorescence of catecholamines and related compounds condensed with formaldehyde // J. Histochem. Cytochem. – 1962. – Vol. 10. – P. 348-354.
10. Helio Chiarini-Garcia, Ana Alice D. cantos, Conceicao R.S.Machado. Mast cell types and cell-to-cell interactions in lymph nodes of the opossum Didelphis al-biventris // J. Anatomy and Embryology. – 2000. – Vol. 201, №3. – P.197-206.
11. Kozlov V.A., Glazirina O.S., Kuzmina O.V., Suslikov V.L. Water diures and choline influence on biogenic regulators kidneys level and kidney mastocytes behavior in acute exparentment / В сб.: Macro and Trace Elements. 21. Workshop 2002. 2002. С. 831-838.
12. Kozlov V.A., Glazirina O.S., Kuzmina O.V., Suslikov V.L. Choline and L-DOPA influence on biogenic regulators kidney level and kidney mastocytes behavior / В сб.: Macro and Trace Elements. 21. Workshop 2002. 2002. С. 846-855.

УДК 611.438.41.1.66.46-018+612.

**ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТОВ MATRIX VISUM и MATRIX LENS
НА НЕЙРОАМИННЫЙ СОСТАВ СЛЕЗЫ ЧЕЛОВЕКА****Л. А. Любовцева, Л. П. Волкова, Е. В. Любовцева, А. В. Волков***ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», г. Чебоксары*

Проведен сравнительный анализ содержания гистамина, катехоламинов и серотонина в слезной жидкости здорового человека и при конъюнктивите в условиях применения лечебных препаратов Matrix Visum и Matrix Lens. В слезе здоровых лиц содержание нейроаминов – гистамин – 5,5 у.е., катехоламинов (КА) – 5,2 у.е., серотонина (СТ) – 4,5 у.е. Matrix Lens однократно увеличивал в слезе здоровых лиц содержание гистамина до 8 и КА до 9 у.е. Matrix Visum увеличивал содержание гистамина до 6,5 у.е. и уменьшал содержание СТ до 3,5 у.е. При конъюнктивите Matrix Lens, при закапывании в течение 7 дней, увеличивал содержание нейромедиаторов в слезе в 4-10 раз и более. Препарат оказывает противовоспалительное действие, и уменьшает содержание патогенной микрофлоры. Сделан вывод, что применение данного препарата нежелательно более 7 дней.

Ключевые слова: слеза, Matrix Visum, Matrix Lens, гистамин, катехоламины, серотонин

A comparative analysis of the content of histamine, catecholamines and serotonin in the lacrimal fluid of a healthy person and in conjunctivitis under the conditions of using matrix Visum and Matrix Lens medicinal products was performed. In the tear of healthy individuals, the content of neuroamines-histamine-5.5 u. e., catecholamines (KA) - 5.2 u. e., serotonin (CT) - 4.5 u. e. Matrix Lens once increased the content of histamine in the tear of healthy individuals to 8 and KA to 9 u. e. Matrix Visum increased the content of histamine to 6.5 u. e. and reduced the content of CT to 3.5 u.e. With conjunctivitis, Matrix Lens, when instilled for 7 days, increased the content of neurotransmitters in the tear by 4-10 times or more. The drug has an anti-inflammatory effect, and reduces the content of pathogenic microflora. It is concluded that the use of this drug is undesirable for more than 7 days.

Keywords: teardrop, Matrix Vizum, Matrix Lens, histamine, catecholamines, serotonin

1. Введение. Актуальной проблемой офтальмологии является поиск методов повышения эффективности лечения и профилактики глазных заболеваний. Перспективным направлением в этой области является поиск способов активации неспецифических реакций саморегуляции. Одним из таких методов служит биоэнергетическое воздействие на орган зрения. К ним относятся отечественные разработки, обеспечивающие поддержание электрической неравновесности мембран и органелл клеток с активацией энергетической системы организма. Одними из препаратов этой серии являются отечественные разработки – Matrix Visum и Matrix Lens. Эти препараты созданы на основе биокаталитически активной воды и обеспечивают поддержание электрической неравновесности мембран и органелл клеток. Они способствуют стабильности системы антиоксидантной защиты клеток, активации и регуляции работы внутриклеточных структур, и селективной экспрессии оперонов ДНК, управляющих клеточным циклом и дифференцировкой клеток.

Как известно, в каждом внутреннем органе существуют группы клеток, осуществляющие местную – нейроаминную регуляцию данного органа [3, 10]. К нейроаминам относятся такие вещества, как катехоламины (адреналин и норадреналин), серотонин, гистамин, дофамин и т.д. Ранее было показано, что не нервные клетки органов являются продуцентами нейроаминов межклеточного пространства [4-8]. Соответственно, они могут выделяться в секрет секреторными или другими клетками, или высвободиться в секрет из гумора или крови. Вследствие чего необходимо было выявить, присутствуют ли нейроамины в продуктах слезных желез – слезе и как они изменяются при введении созданных препаратов. Опосредованно, можно выявить, могут ли данные препараты влиять на автономную регуляцию глаза, так как перечисленные вещества участвуют в местной (автономной) регуляции органов.

Цель. Изучить влияние препаратов Matrix Visum и Matrix Lens на содержание нейроаминов в слезе человека. Для выполнения цели необходимо 1) определить содержание нейроаминов в слезе здоровых лиц; 2) выявить влияние однократного воздействия Matrix Visum и Matrix Lens на содержание нейроаминов в слезе здоровых лиц; 3) определить динамику содержания

нейроаминов и микрофлоры в слезе пациентов с конъюнктивитом под влиянием Matrix Lens за 8 дней закапывания препарата в конъюнктивальную полость.

2. Материал и методы исследования. На первом этапе нами исследовались добровольцы – пять мужчин студентов 20-25 лет. У них бралась слеза, из которой делали последовательно 3 мазка. В середине мазок являлся интактным, по нему сверялся цифровой материал с воздействием изучаемых веществ. На один крайний мазок капали одним препаратом, на другой с другого конца – другим (помечали). Далее применяли соответствующие методы исследования.

На втором этапе исследования были взяты 5 здоровых мужчин студентов, и 5 с воспалительными процессами глаза. Им по 2 раза, утром в 9.00 и вечером в 17.00 закапывали по одной капле в течение 8 дней Matrix Lens. Такую же процедуру проделали с 5 девушками студентами, но у них результаты оказались очень разными, очевидно, в связи с разным содержанием гормонов в результате месячного цикла.

1. Люминесцентно-гистохимический метод Кросса и др. [11] для выявления тканевого гистамина. Мазки слезы на покровном стекле, на которую капали или Matrix Visum или Matrix Lens.

2. Для избирательного выявления содержания катехоламинов в слезе применялся люминесцентно-гистохимический метод Фалька-Хилларпа [12] в модификации Е.М. Крохиной [9]. На предметное стекло также делали 3 мазка слезы. На мазки, находящиеся с одного и другого края предметного стекла, капали препаратами или Matrix Visum или Matrix Lens.

3. Количественно концентрации гистамина, КА и СТ в тканях оценивались с применением микрофлуориметрической насадки к люминесцентному микроскопу ФМЭЛ-1А [1, 2, 6]. Параметры снимались с измерительной части усилителя вольтметра при напряжении 900 вольт с зондом 0,5. Замер интенсивности свечения производился в единицах флуоресценции – условные единицы (у.е.). Свет от люминесцирующего препарата шёл на интерференционный светофильтр с определённой длиной волны пропускающего света. При определении концентрации гистамина применяли интерференционный фильтр N 7 (на длине волны 515 нм), катехоламинов – N 6 (480 нм), СТ – N 8 (525 нм), гепарина – N 9 (540 нм). Были использованы фильтры: СС-2, СЗС, БС-8-2, и запирающий фильтр ЖС-18. Люминесцентные методы исследования позволяют обнаружить в структурах присутствие вещества до 10 пкг и обладают пространственной избирательностью, обеспечивающей возможность оценить локализацию вещества в микроструктурах. Для удобства обработки цифровые значения умножали на 100.

3. Результаты исследования и их обсуждение. Состав слезы у плачущего от горя и радости человека разный. В слезе радостного человека больше содержится серотонина, а плачущего от горя – гистамина. Проверено на студентах на экзаменах. Содержание нейроаминов в слезе в норме и под влиянием препаратов Matrix Lens и Matrix Visum представлены на Рис. 1. Нами найдено, что после введения Matrix Lens через 15 мин. увеличивается содержание гистамина и КА. После введения Matrix Visum имеется тенденция к увеличению содержания гистамина и серотонина, но в меньшей степени, чем при введении Matrix Lens. В слезе без воздействия имеется очень небольшое содержание всех 3-х аминов, но меньше всего СТ. Matrix Lens уменьшает его содержание. (Рис. 1). При однократном закапывании лекарств повышение нейроаминов было незначительно, поэтому они на структуру глаза влияют слабо.

При многократном утреннем и вечернем закапывании Matrix Lens в течение недели его действие проявляется по-разному. Как у здоровых студентов, так и с воспалительными процессами наблюдается небольшая резь после закапывания. У здоровых людей через 0,5 часа резь проходит. У людей с воспалительными процессами наступает улучшение состояния. Проясняется видение, уходит резкая боль, но небольшая боль остается до 1,5 – 2 часов. При постоянном применении такой процесс остается до 3 суток. Далее наступает привыкание (адаптация) и с последующим закапыванием, боли не ощущается. Отрицательное действие Matrix Lens проявляется в том, что, если этот препарат применять более 7 дней, начинаются чувствоваться болевые ощущения постоянно. При измерении артериального давления, оно

увеличивается на 10 единиц. При исследовании слезы глаза на микрофлору установлено, что в первые три дня после применения этого препарата, содержание флоры уменьшается, но увеличивается содержание плазмочитов, что закономерно. Однако через 7 дней патогенная микрофлора, в некоторых случаях, количественно снова приближается к начальному этапу. При исследовании слезы на нейромедиаторы, нами обнаружены различия в содержании этих веществ у здоровых и больных пациентов. Происходит повышение некоторых нейроаминов до 3-х дней (Рис. 3).

После введения Matrix Lens через 15 минут увеличивается содержание гистамина и КА. После введения Matrix Visum увеличивается содержание гистамина и незначительно – СТ, но в меньшей степени, чем при введении Matrix Lens. В слезе без воздействия имеется очень небольшое содержание всех 3-х аминов, но меньше всего СТ (Рис. 3). Matrix Lens уменьшает его содержание. Повышение нейроаминов незначительно, поэтому они на структуру глаза практически влияют слабо. Но это всего лишь при однократном введении.

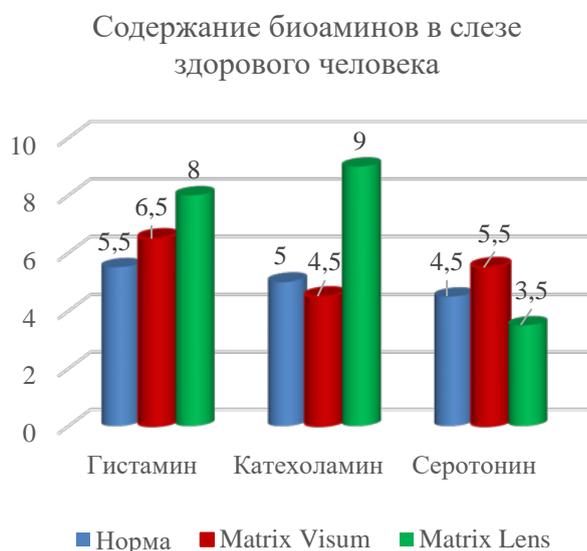


Рис. 1. Динамика содержания нейроаминов в слезе под влиянием Matrix Visum и Matrix Lens через 15 мин. после введения



Рис. 2. Динамика нейромедиаторов в слезе у лиц с конъюнктивитом

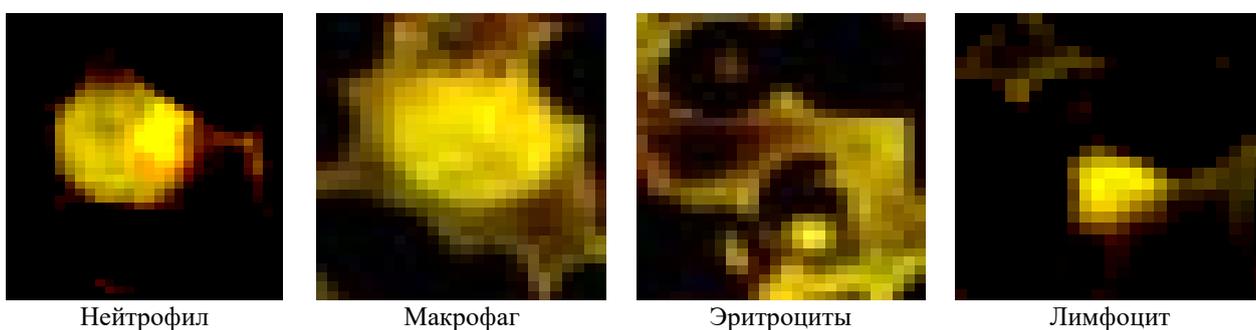


Рис. 3. Клетки в слезе у лиц с конъюнктивитом. Реакция на гистамин (Кросс). ЛЮМАМ 6. Ув. 1000.

Из сказанного следует, что препараты Matrix Lens и Matrix Visum активируют неспецифические реакции саморегуляции в организме через нейроамины, которые являются трансммиттерами. Они эффективны, безопасны и могут быть рекомендованы для профилактики и повышения эффективности лечения глазных заболеваний. При использовании препарата «Matrix Lens» он на здорового и больного человека воздействует неоднозначно. До 3-х суток

препарат оказывает болезненное ощущение вначале, но оказывает регулирующее воздействие до 7 дней. С 8-го дня его применение не рекомендуется. Препарат оказывает воздействие на сердечно-сосудистую систему, увеличивая давление на 10 единиц. Снимает воспалительный процесс в глазу при воспалении.

Таким образом, препараты Matrix Lens и Matrix Visum активируют неспецифические реакции саморегуляции в организме, эффективны, безопасны и могут быть рекомендованы для профилактики и повышения эффективности лечения глазных заболеваний.

Выводы

1. В слезе здоровых лиц содержатся нейроамини: гистамин – 5,5 у.е., КА – 5,2 у.е., СТ – 4,5 у.е.
2. Однократное воздействие Matrix Lens увеличивает в слезе здоровых лиц содержание гистамина до 8 и КА до 9 у.е.
2. Matrix Visum увеличивает содержание гистамина до 6,5 у.е. и уменьшает содержание СТ до 3,5 у.е.
3. При конъюнктивите Matrix Lens, при его закапывании в течение 7 дней, увеличивается содержание нейромедиаторов в слезе. Препарат оказывает противовоспалительное действие, и уменьшает содержание патогенной микрофлоры.
4. После 7 дней применение данного препарата нежелательно.

Конфликт интересов – авторы подтверждают, что публикуемый ими материал не нарушает авторских и/или материальных прав третьих лиц, в том числе юридических, не являющихся авторами данной статьи.

Список литературы

1. Калмыков В.Л. Современные методы определения катехоламинов и серотонина / В.Л. Калмыков. – М.: Лабораторное Дело. – 1982. – №7. – С. 31-36.
2. Карнаухов В.Н. Люминесцентный спектральный анализ клетки. / В.Н. Карнаухов М. Наука. – 1978. – 208 с.
3. Кветной И.М. Нейроиммуноэндокринология тимуса / И.М. Кветной // СПб.: Изд-во ДЕАН. – 2005. – 175 с.
4. Kozlov V.A., Glazirina O.S., Kuzmina O.V., Suslikov V.L. Water diures and choline influence on biogenic regulators kidneys level and kidney mastocytes behavior in acute experiment / In book: Macro and Trace Elements. 21. Workshop 2002. 2002. С. 831-838.
5. Козлов В.А., Глазырина О.С., Толмачева А.Ю. Водная депривация влияет на экстранейрональный медиаторный пул почек белых крыс и почечную популяцию тучных клеток Нефрология. 2003. Т. 7. № 2. С. 76-81.
6. Козлов В.А. Локализация и состояние тканевых трансмиттерных систем в норме и эксперименте. Москва: ОАО Щербинская типография, 2006. 124 с.
7. Козлов В.А., Бусова О.С. Тучноклеточная популяция почки и почечной капсулы. Москва : ОАО Щербинская типография, 2009. 104 с.
8. Козлов В.А., Бусова О.С. Миграция тучных клеток в почке // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. 2010. № 1 (65). С. 40-45.
9. Крохина Е.М. Функциональная морфология и гистохимия вегетативной иннервации сердца / Акад. мед. наук СССР. – М.: Медицина, 1973. – 231 с.
10. Любовцева Л.А. Люминесцентно-гистохимическое исследование аминокислотосодержащих структур костного мозга, тимуса и крови при действии нейромедиаторов и антигенов. Чебоксары, изд-во Чуваш. ун-та, 1993. – 99 с.
11. Cross S.A., Ewen S.W., Rost E.W. A. Study of the methods available for the cytochemical localization of histamine by fluorescence induced with o-phthalaldehyde or acetaldehyde // J. Histochem. – 1971. – №6. – P.471-476.
12. Falck B., Hillarp N.A., Thieme G. and Torp A. Fluorescence of catecholamines and related compounds condensed with formaldehyde. J. Histochem. Cytochem. – 1962. – Vol. 10. – P. 348-354.

УДК 616.419 — 006 — 078.73: 616 — 006.444

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ CD4-ПОЗИТИВНЫХ КЛЕТОК ЛИМФАТИЧЕСКИХ УЗЛОВ
НА РАННИХ СТАДИЯХ ПОСЛЕ АУТОПЕРЕСАДКИ КОСТНОГО МОЗГАЛ.А. Любовцева¹, В.О. Романов^{1,2}, Л.П. Романова¹, Е.В. Любовцева³,
О.В. Воробьева¹, Н.Е. Гималдинова³¹ФГБОУ ВО «Чувацкий государственный университет имени И.Н. Ульянова» кафедра общей и клинической морфологии и судебной медицины», г. Чебоксары, Россия²ФГБОУ ВО «Чувацкий государственный университет имени И.Н. Ульянова» кафедра гигиены с курсом дерматовенерологии», г. Чебоксары, Россия³БУ «Республиканское бюро судебно-медицинской экспертизы», г. Чебоксары, Россия

По литературным данным известно, что лимфатические узлы являются местом взаимодействия иммунокомпетентных клеток в ходе возникновения специфического иммунного ответа, синтеза антител и реализации клеточно-опосредованного иммунитета. В научной литературе практически отсутствуют исследования, в которых изучали бы структурную организацию и иммунокомпетентные клетки органов иммунной системы, в частности лимфатического узла после аутопересадки. В связи с чем, целью исследования является изучение локализации и изменения числа Т-лимфоцитов лимфатических узлов через 30 минут после аутопересадки костного мозга. **Материал и методы исследования.** Эксперименты проводили на самцах крыс линии Вистар-1, массой 150-200 г. Крысы были разделены на 3 группы: 1-я – интактные крысы (n=10); 2-я – контрольные животные, которым вводили 0,85% – 1,0 мл раствора NaCl (n=10); 3-я – подопытные крысы (n = 10), которым в хвостовую вену под эфирным наркозом вводили 1 мл клеточной суспензии собственного костного мозга. Экспериментальных крыс выводили из опыта эфирным наркозом и извлекали шейные лимфатические узлы. Проводили иммуногистохимическое исследование на CD 4 – позитивные клетки. **Результаты исследования.** У животных контрольной группы число CD 4 – позитивных клеток (Т-лимфоцитов – хелперов) в лимфатических узлах небольшое. В лимфоидных узелках такие клетки единичны. В паракортикальной зоне их число не высокое и достигает $8 \pm 0,5$. В основном CD 4 – позитивные клетки располагаются в мякотных шнурах. CD 4 – клетки образуют группы клеток, иногда они сливаются друг с другом. У животных подопытной группы (через 30 минут после аутопересадки костного мозга) число CD 4 – клеток небольшое, наибольшее число позитивных клеток располагается в мозговом веществе, мякотных шнурах, паракортикальной зоне, их число выше, чем у контрольных животных. Возможно, это обстоятельство связано с иммуномодулирующим воздействием аутопересадки КМ на субпопуляцию CD4-позитивных клеток. **Вывод:** введение собственного костного мозга оказывает стимулирующее влияние на CD4-позитивную популяцию лимфатических узлов с Т-хелперной дифференцировкой.

Ключевые слова: лимфатический узел, костный мозг (КМ), аутотрансплантация, CD4-позитивные клетки

CD4-POSITIVE CELLS OF LYMPH NODES AT EARLY STAGES
AFTER BONE MARROW AUTOTRANSPLANTATION¹Lubovceva L.A., ^{1,2}Romanov V.O., ³Romanova L.P., Lubovceva E.V., ¹Vorob'eva O.V., ³Gimaldinova N.E.²Chuvash State University, General and Clinical Morphology and Forensic Medicine Department, Cheboksary, Russia³Chuvash State University, Hygiene Department with a course of dermatovenerology, Cheboksary, Russia

According to literature data, it is known that lymph nodes are the site of interaction of immunocompetent cells during the appearance of a specific immune response, antibody synthesis, and the realization of cell-mediated immunity. There are practically no studies in the scientific literature that would study the structural organization and immunocompetent cells of the organs of the immune system, in particular the lymph node after autologous transplantation. In this connection, the aim of the study is to study the localization and change in the number of T lymphocytes of lymph nodes 30 minutes after autologous bone marrow transplantation. Material and research methods. The experiments were performed on male Wistar-1 rats weighing 150-200 g. Rats were divided into 3 groups: 1st – intact rats (n = 10); 2nd – control animals that were injected with 0.85% – 1.0 ml of NaCl solution (n = 10); 3rd – experimental rats (n = 10), which were injected with 1 ml of a bone marrow cell suspension into the tail vein under ether anesthesia. Experimental rats were removed from the experiment under ether anesthesia and cervical lymph nodes were removed. An immunohistochemical study was performed on diabetes 4 – positive cells. The results of the study. In animals of the control group, the number of DM 4 – positive cells (T-lymphocytes – helpers) in the lymph nodes is small. In lymphoid nodules, such cells are single. In the paracortical zone, their number is not high and reaches 8 ± 0.5 . Basically, diabetes 4 – positive cells are located in the meat cords. SD 4 – cells form groups of cells, sometimes they merge with each other. In animals of the experimental group (30 minutes after autologous bone marrow transplantation), the number of DM 4 cells is small, the largest number of positive cells is located in the medulla, meat fibers, paracortical zone, and their number is higher than in control animals. Perhaps this circumstance is associated with the immunomodulatory effect of autologous KM transplantation on a subpopulation of CD4-positive cells. Conclusion: the introduction of own bone marrow has a stimulating effect on the CD4-positive population of lymph nodes with T-helper differentiation.

Keywords: lymph node, bone marrow (CM), autotransplantation, CD4-positive cells

1. Введение. Лимфатические узлы – это основные органы концентрации эффекторных клеток, в которых создается оптимальное микроокружение для дифференцировки и пролиферации антигензависимых лимфоцитов. Очищая и фильтруя периферическую лимфу, они способствуют поддержанию гомеостаза организма [1]. Как известно, лимфатические узлы являются местом взаимодействия иммунокомпетентных клеток в ходе специфического иммунного ответа, синтеза антител и реализации клеточно-опосредованного иммунитета. Изучено влияние аутопересадки костного мозга на центральный орган кроветворения – костный мозг, червеобразный отросток [2, 3]. В научной литературе практически отсутствуют работы, в которых изучали бы структурную организацию и иммунокомпетентные клетки органов иммунной системы, в частности лимфатического узла после аутопересадки костного мозга. В связи с чем, целью исследования является изучение локализации и изменения числа Т-лимфоцитов лимфатических узлов через 30 минут у после аутопересадки костного мозга.

2. Материал и методы исследования. Эксперименты проводили на самцах крыс линии Вистар-1, массой 150-200 г. Крысы были разделены на 3 группы: 1-я – интактные крысы без введения КМ (n=10); 2-я – контрольные животные, которым вводили 0,85% – 1,0 мл раствора NaCl (n=10); 3-я – подопытные крысы (n=10), которым в хвостовую вену под эфирным наркозом вводили 1 мл клеточной суспензии костного мозга, извлеченной из эпифиза бедренной кости этой же крысы, разведенного в 1 мл 0,85% раствора NaCl. Число клеток в 1 мл суспензии было равно $2,1 \times 10^8$. Экспериментальных крыс выводили из опыта под эфирным наркозом и извлекали шейные лимфатические узлы. Выведение животных из эксперимента проводилось в одно и то же время суток. Применяли иммуногистохимический метод стрептавидин-биотинпероксидазный метод. После фиксации в 10%-ном растворе нейтрального формалина лимфатические узлы заливали парафином. Парафиновые срезы толщиной 5 мкм после депарафинирования и регитратации в этаноле нисходящей концентрации, срезы лимфатических узлов погружали в восстанавливающий цитратный буфер (pH 6,0). Затем проводили высокотемпературную обработку прогреванием на водяной бане при 90–95° С, в течении 30 мин с целью демаскировки искомым антигенам в тканях. После ингибирования эндогенной пероксидазы 3%-ным раствором перекиси водорода на метаноле проводили иммуногистохимическую реакцию методом трехэтапного непрямого иммуноферментного анализа с использованием первичных моноклональных антител (МКАТ) к антигенным маркерам CD4 в разведении 1:100 согласно рекомендации фирмы-изготовителя (Dako, Дания). Визуализацию первичных МКАТ, связавшихся с антигенами, проводили стандартным биотин-стрептавидин-пероксидазным методом с использованием набора LSAB-2 (Labeled Streptavidin Biotin System Peroxidase). На заключительном этапе срезы докрашивались гематоксилин-эозином. Морфометрическое исследование участков лимфатических узлов проведено с применением компьютерного анализа микроскопических изображений. Определение размеров клеточных структур проводилось после фотографирования препаратов при увеличении объектива 40 и окуляра 10 с использованием микроскопа Leica DM4000B и лицензионной программой Leica Application Suite 3.8.0. Линейные морфометрические измерения, измерения площадей клеток и структур, а также количественные морфометрические измерения интенсивности мембранных и цитоплазматических иммуногистохимических реакций выполнены с применением программы «Sigma Scan Pro 5.0». Границы каждого поля зрения препаратов лимфатического узла записывали в формате JPEG, для каждого случая вычисляли количество CD4-позитивных клеток.

Для статистического анализа результатов исследования использовали компьютерную программу STATISTICA 6,0 (StatSoft, США). Оценка статистической значимости проводилась по t-критерию Стьюдента и критериям Вилксона – Манна – Уитни.

3. Результаты и их обсуждение. В контрольной группе – в лимфатических узлах реакция происходит только в мозговом веществе в мягкотных шнурах (Рис. 1, 2). Количество CD4 (Т-лимфоцитов – хелперов) в лимфатических узлах небольшое. В лимфоидных узелках такие клетки

единичны. В паракортикальной зоне их число не высокое. В основном CD4 – позитивные клетки располагаются в мягкотных шнурах. CD4 – клетки образуют группы клеток, иногда они сливаются друг с другом (Рис. 1, 2).

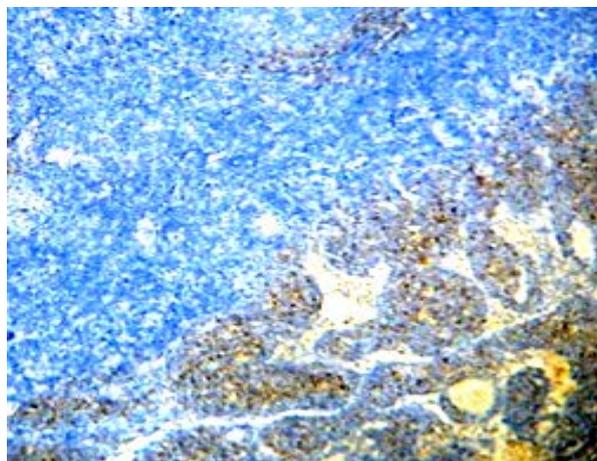


Рис. 1. Распределение CD4+ Т-лимфоцитов в структурах лимфатического узла через 30 мин после введения физиологического раствора. Лимфоидные узелки. Мякотные шнуры. Иммуногистохимическая реакция с антителами CD4. Ув. 100.

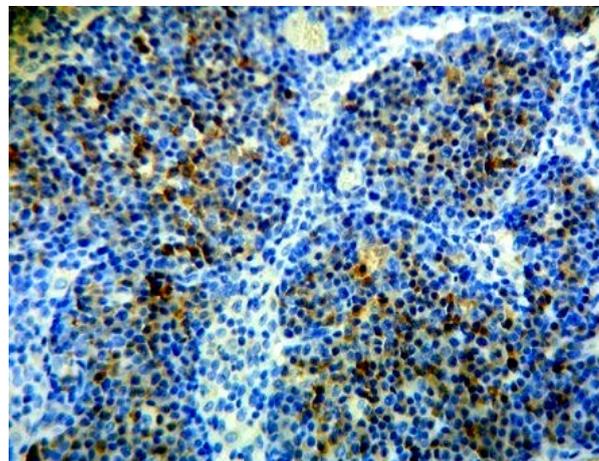


Рис. 2. Распределение CD4+ Т-лимфоцитов в структурах мозгового вещества лимфатических узлов через 30 мин после введения физиологического раствора. Мякотные шнуры. Иммуногистохимическая реакция с антителами CD4. Ув. 400.

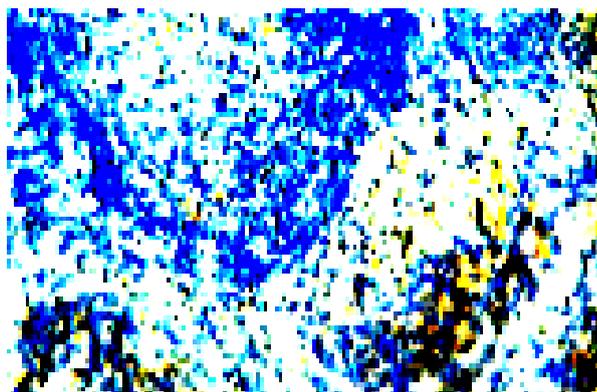


Рис. 3. Распределение CD4+ Т- лимфоцитов в структурах лимфатических узлов через 30 мин после введения собственного костного мозга. Лимфоидные узелки. Иммуногистохимическая реакция с антителами CD4. Ув. 100.

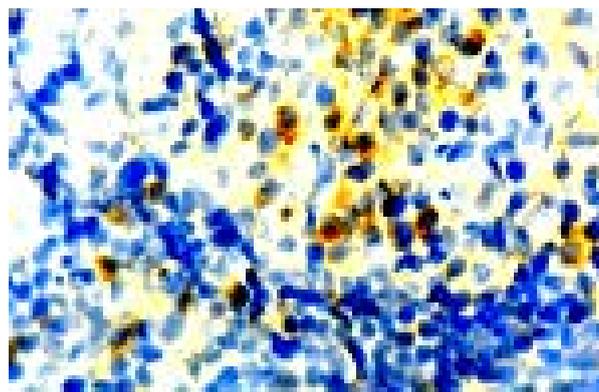


Рис. 4. Распределение CD4+ Т-лимфоцитов в структурах лимфатических узлов через 30 мин после введения собственного костного мозга. CD4+ – позитивные клетки. Зона размножения лимфоидных узелков. Иммуногистохимическая реакция с антителами CD4. Ув. 400.

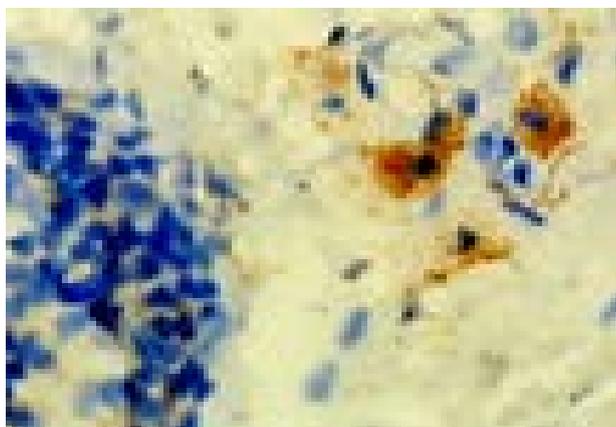


Рис. 5. Распределение CD4+ Т – лимфоцитов в паракортикальной зоне лимфатических узлов через 30 мин после введения собственного КМ. CD4 положительные клетки. Иммуногистохимическая реакция с антителами CD4. Ув. 400.

CD4+ клеток в одной группе мозгового вещества бывает от $17 \pm 1,1$ до $21 \pm 1,2$ таких клеток. CD4+ T- лимфоциты имеют разную экспрессию от +2 до +5. Таким образом, в лимфатических узлах содержание изучаемых клеток бывает разное число, что можно объяснить продолжительностью нахождения этих клеток в лимфатических узлах в зависимости от потребности CD4+ T- лимфоцитов организмом. Через 30 мин после аутопересадки КМ содержание CD4+ T-лимфоцитов хелперов в лимфатических узлах незначительно изменяется по сравнению с группой контрольных животных. В лимфоидных узелках такие клетки единичны (Рис. 3). В короне так же определяются CD4 положительные клетки до $7 \pm 0,9$ клеток на поле зрения (Рис. 4). В мозговом веществе CD4+ клеток до $27 \pm 1,9$. CD4+ T- лимфоциты имеют разную экспрессию от +2 до +5. В паракортикальной зоне их число повышается до $14 \pm 1,1$ (в контрольной группе – $8 \pm 0,5$ и у интактных – $6 \pm 0,3$).

В мозговых шнурах число позитивных клеток небольшое. Окрашиваются слабо. По размеру и морфологии клетки гетерогенны. Определяются клетки, имеющие темно – окрашенное ядро и светло или темно – окрашенную зернистую цитоплазму, т.е. содержат в себе вещества, характерные для CD4+ T-лимфоцитов (Рис. 3,4,5). Начинают окрашиваться клетки иной морфологии (Рис. 5).

Таким образом, наибольшее число CD4+ – позитивных клеток располагается в мозговом веществе, мякотных шнурах, паракортикальной зоне, при аутопересадке их увеличивается по сравнению с контрольными животными. Возможно, это обстоятельство связано с иммуномодулирующим воздействием аутопересадки КМ на субпопуляцию CD4-позитивных клеток.

Выводы. С помощью иммуногистохимической реакции в лимфатических узлах обнаружены CD4-позитивные клетки в корковом и мозговом веществах, паракортикальной зоне, мякотных шнурах. Введение собственного КМ оказывает иммуномодулирующее влияние на CD4-позитивную популяцию лимфоцитов лимфатических узлов с T-хелперной дифференцировкой.

Конфликт интересов – авторы подтверждают, что публикуемый ими материал не нарушает авторских и/или материальных прав третьих лиц, в том числе юридических, не являющихся авторами данной статьи.

Список литературы

1. Воробьева О.В., Любовцева Л.А., Любовцева Е.В. Морфологическое и иммуногистохимическое исследование костного мозга при аутопересадке // Морфологические ведомости. 2016; 24 (3): 90-94.
2. Воробьева О.В., Любовцева Л.А., Гурьянова Е.А. Влияние аутопересадки костного мозга на нейротрансмиттерные структуры костного мозга // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2019. Т. 167. №5. С. 635-639.
3. Лебедев К.А. Иммунограмма в клинической практике / К.А. Лебедев, И.Д. Понякина. М.: Наука, 1990. 224 с.
4. Varabutis N. P53 in RhoA Regulation. Cytoskeleton (Hoboken). 2020. doi:10.1002/cm.21604
5. Chen YY, Chen Y, Wang WC. Cyclin D1 regulates osteoarthritis chondrocyte apoptosis via WNT3/ β -catenin signalling// Artif Cells Nanomed Biotechnol. 2019. Vol. 47. №1. P. 1971-1977. doi: 10.1080/21691401.2019.1593853
6. Gratwohl, A. Hematopoietic stem cell transplantation: a global perspective / A. Gratwohl, H. Baldomero, M. Aljurf, M.C. Pasquini // JAMA. 2010. Vol. 303, № 16. P. 1617–24. doi: 10.1001/jama.2010.491
7. Tang Y, Yang YG, Bai O et al. Long-term survival and differentiation of human thymocytes in human thymus-grafted immunodeficient mice// Immunotherapy. 2019. Vol. 11. №10. P: 881-888. doi: 10.2217/imt-2019-0030

УДК 613.84

КУРЕНИЕ ТАБАКА И БОЛЕЗНИ ЛЕГКИХ
(обзор)

С.П. Сапожников, В.А. Козлов, Н.Б. Ефейкина, А.В. Голенков

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова»,
Чувашия, г. Чебоксары, Московский пр-т, 45

В обзоре представлены литературные данные, свидетельствующие о том, что в вопросах влияния табачного дыма на развитие неинфекционных заболеваний легких, на восприимчивость к инфекционным и вирусным болезням, а также влиянию табака на клиническое течение заболевания и его исход имеется много противоречий. Противоречивость результатов может быть связана как с «человеческим» фактором, так и с вполне естественными причинами, связанными с характеристиками самого табака. Известно, что табачный дым имеет поликомпонентный состав, количественный состав отдельных компонентов которого зависит от сорта табака, марки сигарет и производителя. Всё это может вносить существенную вариативность в результаты проводимых исследований при оценке вышеперечисленных вопросов. Биологические свойства как отдельных компонентов табачного дыма, так и их сочетанного действия изучены недостаточно полно. В настоящее время проводятся исследования, которые свидетельствуют о том, что некоторые компоненты табачного дыма обладают выраженным цитотоксическим действием, что возможно и влияет на более низкую восприимчивость курящих к некоторым вирусным инфекциям, включая и COVID-19.

Ключевые слова: курение, табачный дым, хронические заболевания легких, инфекционные заболевания легких, COVID-19.

The review presents literature data showing that there are many contradictions in the influence of tobacco smoke on the development of non-communicable lung diseases, on susceptibility to infectious and viral diseases, as well as the influence of tobacco on the clinical course of the disease and its outcome. The inconsistency of the results may be due to both the "human" factor and quite natural reasons related to the characteristics of tobacco itself. It is known that tobacco smoke has a multi-component composition, the quantitative composition of individual components of which depends on the type of tobacco, the brand of cigarettes and the manufacturer. All this can make a significant variation in the results of research when evaluating the above issues. The biological properties of both individual components of tobacco smoke and their combined effects have not been fully studied. Currently, studies are being conducted that indicate that some components of tobacco smoke have a pronounced cytotoxic effect, which may affect the lower susceptibility of smokers to certain viral infections, including COVID-19.

Keywords: smoking, tobacco smoke, chronic lung diseases, infectious lung diseases, COVID-19.

В настоящее время сложно найти человека, у которого информация о том, что курение табака является ключевым фактором риска заболеваний легких может вызывать сомнение. Данные литературы свидетельствуют, что курение табака приводит к развитию обструктивной болезни легких, эмфиземы легких, рака легких, интерстициальных заболеваний легких [1, 2], которые часто сопровождаются развитием фиброза [3], особенно у курильщиков с большим стажем [4]. Аргументированы данные, свидетельствующие о вкладе пассивного курения в развитии легочных заболеваний [5]. В информационном бюллетене ВОЗ № 339 приведены сведения, что ежегодно курение табака приводит почти к 6 миллионам случаев смерти, из которых более 5 миллионов случаев происходит среди потребителей и бывших потребителей табака, и более 600 000 – среди некурящих людей, подвергающихся воздействию вторичного табачного дыма [6].

В ряде обзоров приводятся сведения о химическом составе табачного дыма, образующегося в процессе курения изделий из табака и состоящего более чем из 4000 веществ [7], наиболее токсичными из которых являются формальдегид, ацетальдегид, акролеин, синильная кислота, оксид углерода, оксид азота [8]. Табачная зависимость обусловлена присутствием в табачном дыме никотина. Никотин – это биологически активное вещество, действующее на никотиновые ацетилхолиновые рецепторы, экспрессируемые на нейрональных и не нейрональных клетках, включая эндотелиальные. Он оказывает плеiotропное действие на пролиферацию клеток и ангиогенез [9]. Не содержащий никотин табак не удовлетворяет потребности тех, кто страдает табачной зависимостью [10]. Когортное исследование 277 777 шведских

мужчин позволило рассчитать относительные риски с поправкой на возраст, связанные с курением табака. Постоянное курение в 2,1 раза повышало риск развития ревматоидного артрита, в 1,5 раза болезни Крона, в 1,9 раза рассеянного склероза, в 1,3 раза язвенного колита, а также в 0,5 раза снижало риск развития саркоидоза по сравнению с некурящими. В этом же исследовании при употреблении влажного нюхательного табака неблагоприятных рисков обнаружено не было. Это позволило авторам заключить, что в этиологии названных заболеваний повинен не сам никотин, а другие, вдыхаемые с сигаретным дымом компоненты, в том числе, образующиеся при горении табака [11]. В другом исследовании показано, что курение не оказывало влияния на частоту развития той или иной стадии саркоидоза, но среди курильщиков острое течение саркоидоза встречалось в три раза реже [12].

В патогенезе развития легочных заболеваний, связанных с воздействием табачного дыма, присутствуют процессы, приводящие к дисфункции дыхательных путей, которая характеризуется: снижением максимального полувыдыхаемого потока, повышением сопротивления дыхательных путей, снижением эластичности легочной ткани. У курильщиков увеличивается количество нейтрофилов в мокроте, активируется каскад реакций окислительного стресса [13]. У 25% курильщиков в Испании [14] и у 29% в Швейцарии выявлены нарушения параметров функции внешнего дыхания [15]. Под действием компонентов табачного дыма снижается активность ресничек мерцательного эпителия, со временем происходит метаплазия клеток слизистой бронхов, увеличивается количество бокаловидных клеток. Формируется мукоцилиарная дисфункция в бронхиальном дереве [16]. Курение табака дозозависимо изменяет кожную микроциркуляцию в точке легочного меридиана фэй-шу на спине, которую оценивали методом лазерной доплеровской флуометрии с помощью лазерного анализатора кровотока ЛАКК-02 в одноканальной модификации. Обнаружено, что при стаже курения 1-4 года снижался самый лабильный показатель кровотока – коэффициент вариации, а при стаже 5-9 лет зафиксировано снижение всех показателей базального кровотока [17].

В некоторых обзорах [18] рассматриваются иммунологические аспекты последствий курения табака и цитируются данные, свидетельствующие о том, что у курящих в периферической крови повышается количество CD4+ Т-клеток. Установлена корреляционная связь между уровнем активированных CD4+ Т-клеток (CD69+CD4+) и степенью снижения ОФВ1, которая свидетельствует о протективном влиянии CD4+ Т-клеток на функцию легких у курящих [19]. При оценке уровня экспрессии рецепторов распознавания (TLR2, TLR4 и CD14) на иммунных клетках мокроты, бронхоальвеолярного лаважа и крови у курильщиков, не имеющих диагноза ХОБЛ, курильщиков с диагнозом ХОБЛ и здоровых некурящих, была выявлена низкая экспрессия TLR2 на нейтрофилах мокроты и высокий уровень растворимых TLR2 (sTLR2) в надосадочной жидкости у больных ХОБЛ, что свидетельствует о нарушении регулирования TLR2 на транзит из крови в мокроту и может приводить к дефекту противобактериального иммунного ответа, что сопровождается более частыми обострениями бронхопневмопневмонической инфекции [20]. В другом обзоре [21] приводятся сведения, что табачный дым подавляет секрецию иммуноглобулина А, стимулирует выработку IgE. Курение приводит к увеличению размеров макрофагов на 30-40%, глубокому подавлению киллерной активности Т-лимфоцитов.

Учет возраста, пола, этнической принадлежности, количества детей, посещающих детский сад, условий проживания, наличия хронических заболеваний позволил установить скорректированный относительный риск пневмококковой инфекции, который для курильщиков табака составил 51%, а для лиц с пассивным курением – 17% [22]. В проспективном исследовании по изучению факторов, влияющих на смертность от пневмонии коэффициент риска у курильщиков, не достиг статистической значимости у мужчин [23].

В другом исследовании авторы пришли к выводу, что курение не влияет на заболеваемость гриппом и эффективность вакцинации от него [24]. Ретроспективное исследование, основанное на национальной системе эпиднадзора за птичьим гриппом в Таиланде, показало

повышенный риск смертельного исхода гриппа у нынешних курильщиков. Однако риск нивелировался после поправки на возраст [25]. Авторы литературного обзора 136 источников делают вывод, о том, курение оказывает неблагоприятное влияние на клиническую картину инфекционного заболевания. Однако, влияние курения на исход инфекции не установлено для подавляющего большинства вирусных и бактериальных инфекций. Имеющиеся данные свидетельствуют, что курение (пассивное) является основным фактором, влияющим на течение инфекционных заболеваний у детей [26].

Мета-анализ ретроспективных наблюдений выявил неожиданно низкую распространенность курения среди госпитализированных пациентов с COVID-19. У госпитализированных курильщиков, которые курили в настоящее время, была более высокая вероятность неблагоприятного исхода по сравнению с некурящими, но более низкая вероятность неблагоприятного исхода по сравнению с бывшими курильщиками. Курение нельзя рассматривать как средство защиты от COVID-19 [27].

На препринтном сайте MedRxiv размещена статья, в которой авторы обнаружили обратную корреляцию между распространенностью ежедневного курения и уровнем смертности от COVID-19 [28]. В другом исследовании (работа расположена на этом же сайте) установлено, что среди лиц с положительным результатом на острый респираторный синдром коронавируса 2 (SARS-CoV-2) нынешние курильщики составили 9,8%, а среди участников данного исследования с отрицательным результатом курильщиков было 19,4% ($P < 0,001$). Авторы делают вывод, что риск заражения COVID-19, снижается вдвое среди тех, кто курит [29].

Представленные литературные данные показывают, что в вопросах влияния табачного дыма на развитие неинфекционных заболеваний легких, на восприимчивость к инфекционным и вирусным болезням, а также влиянию табака на клиническое течение заболевания и его исход имеется много противоречий. Противоречивость результатов может быть связана как с «человеческим» фактором, так и с вполне естественными причинами, связанными с характеристиками самого табака. Известно, что табачный дым имеет поликомпонентный состав, количественный состав отдельных компонентов которого зависит от сорта табака, марки сигарет и производителя. Всё это может вносить существенную вариативность в результаты проводимых исследований при оценке вышеперечисленных вопросов.

Так, было установлено, что в зависимости от марки сигарет некоторые компоненты табачного дыма могут колебаться в следующих пределах: никотин от 0,7% до 4,8%, монооксид углерода в пределах 3–6%, диоксид углерода от 10% до 15%, цианистый водород в пределах 0,1–0,2%, смолы, бензпирен от 4,8 до 65,6 мг на сигарету [30].

Известно, что никотин является сильным органическим основанием, водные растворы которого характеризуются щелочной реакцией. Тем не менее, исследования показывают, что, поскольку сигаретный дым имеет рН 5,3, в таком дыме очень мало свободного основания никотина. В зависимости от марки сигарет эффективный рН дыма находится в диапазоне 6,0–7,8 [31].

Аммиак, вступая в реакцию с водой в дыхательных путях образует гидроксид аммония, при распаде которого образующийся гидроксид-ион оказывает сильное раздражающее действие на слизистую. Показано, что аммиак увеличивает отложение никотина в ротовой полости и верхних дыхательных путях во время курения, общая скорость и количество никотина в артериальном кровотоке и в центральной нервной системе будут уменьшаться. Заряженные аналоги никотина активно транспортируются в ряде тканей. Эта активная транспортная система, по-видимому, нечувствительна к рН и форме никотина в биологической среде, что позволяет предположить, что протонированный никотин может быть субстратом для активного транспорта [32].

Оксид углерода приводит к образованию карбоксигемоглобина.

Цианистый водород подобно аммиаку, оксидам азота, акролеину приводит к разрушению ресничек бронхиального дерева. В свою очередь синильная кислота действует на нервную и пищеварительную системы, легкие, кровь и ротовую полость.

Ацетальдегид может легко вступать в реакции ацилирования в мягких условиях с образованием ряда веществ, либо являющихся биологически активными сами по себе, либо являющиеся субстратами метаболизма, приводящего в конечном итоге к образованию биологически активных веществ [8]. Высказывалось предположение, что ацетальдегид может выполнять роль катализатора в реакциях переноса аминной группы, что может приводить к образованию вторичных аминов и нитрозаминов [33].

Представленные данные свидетельствуют о явном цитотоксическом действии того небольшого числа компонентов табачного дыма, которые затронуты в обсуждении. Свойства каждого из них по отдельности, сочетанное действие двух и более компонентов создает целую палитру эффектов клеток, органов, систем. Описанные биологические свойства, возможно, и объясняют выводы некоторых авторов о более низкой заболеваемости вирусными воздушно-капельными инфекциями у курящих.

Конфликт интересов – авторы подтверждают, что публикуемый ими материал не нарушает авторских и/или материальных прав третьих лиц, в том числе юридических, не являющихся авторами данной статьи.

Список литературы

- [1] Hagemeyer L., Randerath W. Smoking-related interstitial lung disease // *Deutsches Ärzteblatt International*. – 2015. – Vol. 112, № 4. – P. 43–50.
- [2] Kumar A., Cherian S.V., Vassallo R., Yi E.S., Ryu J.H. Current concepts in pathogenesis, diagnosis, and management of smoking-related interstitial lung diseases // *Chest*. – 2018. Vol. 154, № 2. – P. 394–408.
- [3] Kalchier-Dekel O., Galvin J.R., Burke A.P., Atamas S.P., Todd N.W. Interstitial lung disease and pulmonary fibrosis: a practical approach for general medicine physicians with focus on the medical history // *Journal of Clinical Medicine*. – 2018. – Vol. 7, № 12. – P. 476.
- [4] Selman M., Martinez F.J., Pardo A. Why does an aging smoker's lung develop idiopathic pulmonary fibrosis and not chronic obstructive pulmonary disease? // *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. – 2019. – Vol. 199, № 3. – P. 279–285.
- [5] Титова О.Н., Куликов В.Д., Суховская О.А. Пассивное курение и болезни органов дыхания // *Медицинский альянс*. – 2016. – № 3. – С. 73–77.
- [6] Табак. Информационный бюллетень ВОЗ №339. – Май 2015 г. [Электронный ресурс]. – URL: http://vopb1.ucoz.net/publ/tabak_informacionnyj_bjulleten_n_339_vsemirnoj_organizacii_zdravookhraneniya/1-1-0-12
- [7] Шмуклер Е.Г. Химический состав табачного дыма как фактор жизнедеятельности человеческого организма // *Химия*. – 2009. – №2. – С. 29–37.
- [8] Козлов В.А., Голенков А.В., Сапожников С.П. Образование вредных для здоровья минорных примесей при одновременном приеме алкоголя и курении табака // *Наркология*. – 2014. – Т. 13, № 3 (147). – С. 74–80.
- [9] Титова О.Н., Куликов В.Д., Суховская О.А. Курение табака и интерстициальные заболевания легких (обзор литературы) // *Практическая медицина*. – 2019. – №1. – С. 32–37.
- [10] Галкин Р.А., Мальцев В.Н., Лопухов Н.П., Никитин О.Л. Табак и жизнь. – Самара. Перспектива, 2000. – 162 с.
- [11] Carlens C., Hergens M.P., Grunewald J., Ekblom A., Eklund A., Hoglund C.O., Askling J. Smoking, use of moist snuff, and risk of chronic inflammatory diseases // *Am. J. Respir. Crit. Care Med*. – 2010. – Vol. 181, № 11. – P. 1217–1222.
- [12] Визель И.Ю., Визель А.А. Саркоидоз и курение: от литературных данных к собственным исследованиям // *Вестник современной клинической медицины*. – 2010. – Т. 3, № 4. – С. 6–8.
- [13] Borrill Z.L., Roy K., Vessey R.S., Woodcock A.A., Singh D. Non-invasive biomarkers and

- pulmonary function in smokers // *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis.* – 2008. – Vol. 3, №1. – P. 171–183.
- [14] Clotet J., Real J., Lorente I., Fuentes A., Paredes E., Ciria C. Spirometry as method of screening and intervention in high– risk smokers in primary care // *Aten Primaria.* – 2012. – Vol. 44, № 6 – P. 328–334.
- [15] Miedinger D., Linz A., Praehauser C., Chhajed P.N., Buess C., Schafroth Török S., et al. Patient–reported respiratory symptoms and pre–bronchodilator airflow limitation among smokers in Switzerland // *Prim Care Respir J.* – 2010. – Vol.19, № 2. – P. 163–169.
- [16] Краснова Ю.Н. Влияние табачного дыма на органы дыхания // *Сибирский медицинский журнал.* – 2015. – №6. – С. 11–16.
- [17] Воронина Л.П., Полунина О.С., Севостьянова И.В., Горбунов Н.В., Сердюков А.Г. Взаимосвязь табакокурения и микроциркуляторных нарушений у студентов–медиков // *Астраханский медицинский журнал.* – 2014. – Т. 9, № 2. – С. 35–40.
- [18] Кобякова О.С., Деев И.А., Куликов Е.С., Старовойтова Е.А., Кириллова Н.А., Бойков В.А., Федосенко С.В., Селиванова Н.В. Курение: механизмы патологического воздействия и эффекты отказа (обзор) // *Социальные аспекты здоровья населения.* – 2015. – № 1 (41). – С. 15.
- [19] Glader P., von Wachenfeldt K., Löfdahl C.G. Systemic CD4+ T–cell activation is correlated with FEV1 in smokers // *Respir Med.* – 2006. – Vol.100, № 6. P. 1088–1093.
- [20] Von Scheele I., Larsson K., Dahlén B., Billing B., Skedinger M., Lantz A.S., et al. Toll–like receptor expression in smokers with and without COPD // *Respir Med.* – 2011. – Vol. 105, № 8. – P. 1222–1230.
- [21] Борисенко Л.В., Штаркова Н.А. Иммунологические аспекты влияния табакокурения на организм женщин // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина.* – 2002. – № 2. – С. 100–104.
- [22] Nuorti J.P., Butler J.C., Farley M.M. et al. Cigarette smoking and invasive pneumococcal disease // *N. Engl. J. Med.* – 2000. – № 342. – P. 681–689.
- [23] Katanoda K., Marugame T., Saika K. et al. Population attributable fraction of mortality associated with tobacco smoking in Japan: a pooled analysis of three large-scale cohort studies // *J. Epidemiol.* – 2008. – № 18. – P. 251– 264.
- [24] Cruijff M., Thijs C., Govaert T., Aretz K., Dinant G.J., Knottnerus A. The effect of smoking on influenza, influenza vaccination efficacy and on the antibody response to influenza vaccination. // *Vaccine.* – 1999. – Vol. 17, № 5. – P. 426+32.
- [25] Hanshaoworakul W., Simmerman J.M., Narueponjirakul U. et al. Severe human influenza infections in Thailand: oseltamivir treatment and risk factors for fatal outcome // *PLoS ONE.* – 2009. – Vol. 4, № 6. – P. e6051. doi: 10.1371/journal.pone.0006051.
- [26] Huttunen R., Heikkinen T., Syrjänen J. Smoking and the outcome of infection (Review) // *J. Intern Med.* – 2010. – № 269. – P. 258–269.
- [27] Farsalinos K., Barbouni A., Poulas K., Polosa R., Caponnetto P., Niaura R. Current smoking, former smoking, and adverse outcome among hospitalized COVID–19 patients: a systematic review and meta–analysis // *Ther. Adv. Chronic. Dis.* – 2020, Vol. 11: 1–14 DOI: 10.1177/20406223209
- [28] Norden M.J., Avery D.H., Norden J.G., Haynor D.R. National Smoking Rates Correlate Inversely with COVID–19 Mortality. doi: <https://doi.org/10.1101/2020.06.12.20129825>
- [29] Israel A., Feldhamer I., Lahad A., Levin–Zamir, Gil Lavie D. Smoking and the risk of COVID–19 in a large observational population study. doi: <https://doi.org/10.1101/2020.06.01.20118877>
- [30] Lauterbach J.H., Bao M., Joza P.J. et al. Free–base nicotine in tobacco product. Part I. Determination of free–base nicotine in the particulate phase of mainstream cigarette smoke and the relevance of these findings to product design parameters // *Reg. Tox. Pharm.* – 2010. – № 58. – P. 45–63.
- [31] Pankow J.F., Tavakoli A.D., Luo W., Isabelle L.M. Percent free base nicotine in the tobacco smoke particulate matter of selected commercial and reference cigarettes// *Chem Res Toxicol.* – 2003. – Vol. 16, № 8. – P. 1014–1018. doi: 10.1021/tx0340596.
- [32] Seeman J.I., Carchman R.A. The possible role of ammonia toxicity on the exposure, deposition, retention, and the bioavailability of nicotine during smoking // *Food Chem. Toxicol.* – 2008. – Vol. 46, № 6. – P. 1863–1881. doi: 10.1016/j.fct.2008.02.021.
- [33] Козлов В.А., Голенков А.В., Сапожников С.П. Абсент и туйон (невывиаемый чернобыль) // *Наркология.* – 2013. Т. 12, № 12 (144). – С. 55–60.

ФОТОХРОНИКА ШКОЛЫ



После открытия Школы «Наука и инновации 2020» и Школы-семинара оптиков: участники, которые предпочли очное общение на зависть тем, кто выбрал удаленный режим.



Все когда-то приходится делать впервые, в том числе и обустраиваться на Яльчике, даже выдавшему виды профессору С.М. Аракеляну



Профессорские коммуникации: Т.Ю. Могильная, С.М. Аракелян, В.А. Голенищев-Кутузов, И.И. Попов



Т.Ю. Могильная сообщает о своем методе бесконтактной регистрации в крови человека вирусов «Ковид-19»



Братья Чубичи в перерыве между заседаниями обсуждают выступление с научным докладом их отца Д.А. Чубича.



Никто не думал, что в августе песок на пляже озера Яльчик будет горячим, а вода теплушей.



Участники оптической конференции могут увидеть то, что другим не под силу.



Есть еще порох в пороховницах:
ученый секретарь Школы-семинара
К.Р. Каримуллин дает мастер-класс
плавания на лодке.



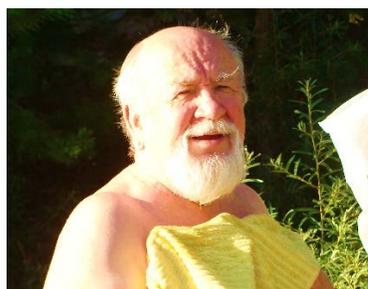
Жаркий август 2020 на озере
Яльчик: чем не море.



Яльчик – это экологическая чистота и
многообразие фауны.



Удар по Яльчику даешь – вперед
командою плывешь:
очень нележки в жизни первые
гребки.



Чем не бархатный сезон?!



Красота и благодать!



Были и пиратские схватки:
что-то не поделили ИСАН-овцы.



Яльчик – это благодать!



То, что не боится «Ковида-19» –
это Природа.



Водичка в Яльчике – Во! Какая!



Делай как Я!



Нет лучше места для гимнастики
«Цыгун», чем сосновый лес на берегу
озера Яльчик.



Нептун к бою готов: в главных ролях старые друзья И.И. Попов и С.А. Зимин.



Финальная радость команды грибников: Банный Ю.В., Зимин С.А., Банная Е.М. А.Ю. Банная.



Где же моя ненаглядная? Где?



Встреча со стихией озера Яльчик.



Набрали, теперь надо перебирать.



Быстрее плывем на день физкультурника: сегодня заплыв на короткую дистанцию.



Смотрел, смотрел, но так и не решился ...



В такой среде рождаются великие мысли: соавторы научных работ И.И. Попов и Ю.В. Банный.



Кажется, вся команда в сборе.



Так заканчивался очередной день для участников школы.



Как гриб через асфальт пробивается Школа «Наука и инновации» через «Ковид-19».



Старт дан. Пусть победит сильнейший.

ПЕРВОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ СООБЩЕНИЕ

Наука и инновации
ISS«SI-2021»

Шестнадцатая международная научная школа
«Наука и инновации — 2021»:

**Золото России — не в рудниках,
Золото России — в умах!**



Йошкар–Ола 2021

С 4 июня по 11 июля 2021 года в г. Йошкар–Оле на базе Поволжского государственного технологического университета и АНО ПНР «Междисциплинарной Академии Науки и Инноватики» с участием Казанского физико-технического института КазНЦ РАН и Института спектроскопии РАН проводится Шестнадцатая международная научная школа «Наука и инновации – 2021».

Организаторы Школы

Российский фонд фундаментальных исследований
Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»
Казанский физико-технический институт им.Е.К.Завойского – ФГБУН ФИЦ
КазНЦ РАН
ФГБУН Институт спектроскопии РАН
ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»
ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет»
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И. Н. Ульянова»
АНО ПНР «Междисциплинарная Академия Науки и Инноватики»
Российская академия естествознания
Малое предприятие (бизнес-инкубатор высоких технологий) ООО «ОРОЛ»
ООО «Научно-производственная компания - Экоблеск»
ЧУ «Пансионат Яльчик»

Почтовый адрес и контакты Оргкомитета:

424001, Республика Марий Эл, г. Йошкар – Ола, пл. Ленина, 3; тел.: (8362)677806; E-mail: popov@volgatech.net
Информация о подготовке и проведении Школы:

http://www.volgatech.net/about_the_university/departments/846/?sphrase_id=6131

Программа научной школы включает:

1. Пленарное заседание
2. Секция «Инноватика»
3. XIII международный научный школа-семинар «Фундаментальные исследования и инновации: нанооптика, фотоника и когерентная спектроскопия»
 - Секция 3.1. *Нанооптические явления и эффекты*
 - Секция 3.2. *Оптоинформатика*
 - Секция 3.3. *Когерентная оптика и оптическая спектроскопия*
 - Секция 3.4. *Нанооптические явления и эффекты*
 - Секция 3.5. *Нанооптические материалы и методы их исследования*
 - Секция 3.6. *Нанооптика и фотоника*
 - Секция 3.7. *Нанооптические и экситонные приборы*
 - Секция 3.8. *Радиолокация и инфотелекоммуникации*
 - Стендовая секция 3.9. *Нанооптика, фотоника и когерентная спектроскопия*
4. Сателлитный симпозиум «Физика резонансных явлений и ее инновационные аспекты»
 - Секция 4.1. *«Физика – материаловедение – технологии – оборудование»*
 - Секция 4.2. *«Информационные технологии и их инновационный потенциал»*
 - Секция 4.3. *«Химия, новые материалы и химические технологии»*
5. Сателлитный симпозиум «Живые системы и их инновационная привлекательность»
 - Секция 5.1. *Медицинские проблемы здоровьесбережения и скрининговая оценка качества здоровья*
 - Секция 5.2. *Актуальные проблемы современной медицины*
 - Секция 5.3. *Актуальные проблемы современной медицинской диагностики*
 - Секция 5.4. *«Биотехнологии и экологические проблемы общества»*
6. Сателлитный симпозиум: Гуманитарные подходы к формированию инновационной среды
 - Секция 6.1. *Фундаментальные основы современного миропонимания*
 - Секция 6.2. *Гуманитарно-педагогические аспекты кадровой политики в инноватике*
7. Стендовая секция «Инновационно-ориентированные прикладные научные исследования»
8. Клуб профессорской мысли
9. Всероссийская молодежная научная школа-семинар «Наука и инновации – 2021»
10. Конкурс ученых-инноваторов «Оригинальный научный доклад»
11. Выставка-конкурс инновационных разработок

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ – ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ

← 1 пробельная строка →

И. О. Фамилия автора и соавторов (через запятую)

← 1 пробельная строка →

место работы (почтовый адрес)

e-mail:

← 1 пробельная строка →

Аннотация (структурированный реферат) статьи: обоснование, цель, материал и методы, результаты исследования, заключение), – объемом не более 250 слов.

Ключевые слова: не более десяти слов

← 1 пробельная строка →

Аннотация на английском языке, являющаяся аутентичным переводом аннотации на русском языке.

Key words: not more than ten words

1. Введение. Это сообщение содержит инструкции по подготовке статей для Пятнадцатой международной научной школы «Наука и инновации – 2020» ISS «SI-2020»

Текст статьи должен быть подготовлен в текстовом редакторе Word, формат листа А4. Статья сопровождается двумя отсканированными рецензиями (внешняя и внутренняя с заверенными подписями рецензентов) в pdf формате. Статьи отправлять сразу на два адреса (указывать в адресной строке почтовой программы одновременно: председателю школы **Ивану Ивановичу Попову** biht.orol@gmail.com и сопредседателю, ученому секретарю школы **Вадиму Авенировичу Козлову** rooh12@yandex.ru. Перед отправкой статья должна быть проверена авторами на уникальность текста в одной из специализированных программ, например, **Etxt Антиплагиат**, уникальность текста должна составлять не менее 90%.

Требования к оформлению – следующие:

- объем статьи: для докладов – 6 полных страниц, для стендовых докладов – 4 страницы, для лекций и обзоров до 10 страниц;
- лазерная печать на белой бумаге формата А4 (210мм×297мм) с одной стороны листа;
- поля: слева, справа, сверху, снизу по 20 мм.

2. Инструкции. Текст должен быть разделен на следующие разделы напечатан следующим образом:

- шрифт Times New Roman, через **один** интервал;
- заголовок статьи 12 pt, прописными буквами, шрифт жирный, по центру, без кавычек и подчеркиваний, без условных сокращений, переноса слов и точки в конце;
- инициалы и фамилия автора (-ов): 12 pt, шрифт жирный, по центру;
- **место работы – 12 pt, курсив, по центру**, если авторы работают в разных организациях, то указывается место работы каждого автора с указанием надстрочного цифрового индекса после фамилии автора и аналогичного цифрового индекса перед названием места работы этого автора, каждое новое сообщение о месте работы очередного автора начинать с новой строки;
- электронная почта автора, с которым будет вестись переписка: 12 pt, по центру;
- основной текст: 12 pt, выравнивание по ширине, абзацный отступ 10 мм (**табуляцию не применять!**);
- страницы не нумеровать;
- секционные заголовки (**1. Введение**, содержащее обоснование необходимости проведенного исследования или литературного обзора, **2. Цель исследования**, **3. Материал и методы**, **4. Результаты исследования и их обсуждение**, **5. Выводы**) – 12 pt, шрифт жирный, по левому краю без абзаца, кавычек и подчеркиваний, условных сокращений, нумеруются арабскими цифрами, текст раздела продолжается на той же строке после секционного заголовка;
- мягкие переносы устанавливать;
- рисунки контрастные, оси координат, кривые и надписи на рисунках должны быть жирными и четкими;
- подписи к рисункам – 10 pt, через один интервал, ниже рисунка, по центру (если одна строка) или выравнивание по левому и правому краям (если более одной строки), одна строка пропускается после подписи к рисунку, нумерация рисунков последовательная – **Рис. 1. Рис. 2. ... Рис. N**;

- подписи к таблицам 10 pt, через один интервал, выше таблицы, по центру (если одна строка) или выравнивание по левому и правому краям (если более одной строки), одна строка пропускается после подписи таблицы, нумерация таблиц последовательная – **Таблица 1**, выравнивание вправо, предшествует подписи к таблице;

- текст в таблицах – 10 pt;

- формулы – на протяжении всей статьи формулы должны быть одного формата, примерные размеры: обычный – 12, крупный индекс – 10, формулы должны быть последовательно пронумерованы, формат номер – в правом крайнем положении от формулы в круглых скобках.

Пронумерованные рисунки и таблицы вставляются в текст. Каждая страница статьи должна быть пронумерована с обратной стороны листа.

Конфликт интересов – авторы подтверждают, что публикуемый ими материал не нарушает авторских и/или материальных прав третьих лиц, в том числе юридических, не являющихся авторами данной статьи.

Благодарности – авторы могут выразить благодарность физическим лицам и/или каким-либо организациям-грантодателям и т.п., помощь которых была существенна при проведении данного этапа исследовательской работы авторов.

Список литературы – 12 pt – оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.05-2008 «Библиографическая ссылка». Нумерация ссылок на литературу в квадратных скобках, например, [1] в порядке первого упоминания в тексте (не по алфавиту). Список литературы помещается в конце статьи в порядке ссылок в тексте (через один интервал, нумерация в виде «висячей строки», выравнивание по левому краю (если одна строка) или выравнивание по левому и правому краям (если более одной строки). Приводится полный список авторов каждой статьи, монографии или патента.

← 1 строка →

Список литературы

← 1 строка →

[1] Корнилов В.И. Турбулентный пограничный слой на теле вращения при периодическом вдуве/отсосе // Теплофизика и аэромеханика. – 2006. – Т. 13, № 3. – С. 369-385.

[2] Кузнецов А.Ю. Консорциум – механизм организации подписки на электронные ресурсы // Российский фонд фундаментальных исследований: десять лет служения российской науке. – М.: Науч. мир, 2003. – 2003. – С. 340-342.

[3] Тарасова В. И. Политическая история Латинской Америки: учеб. для вузов. – 2-е изд. – М.: Проспект, 2006. – С. 305-412.

[4] Глухов В. А. Исследование, разработка и построение системы электронной доставки документов в библиотеке: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Новосибирск, 2000. – 18 с.

[5] Еськов Д.Н., Бонштедт Б.Э., Корешев С.Н., Лебедева Г.И., Серегин А.Г. Оптико-электронный аппарат // Патент России № 2122745. 1998. Бюл. № 33.

[6] Марьинских Д.М. Разработка ландшафтного плана как необходимое условие устойчивого развития города (на примере Тюмени) // Экология ландшафта и планирование землепользования: тезисы докл. Всерос. Конф. (Иркутск, 11-12 сент. 2000 г.). – Новосибирск, 2000. – С. 125-128.

[7] Литчфорд Е. У. С Белой Армией по Сибири [Электронный ресурс] // Восточный фронт Армии Генерала А. В. Колчака: сайт. – URL: <http://east-front.narod.ru/memo/latchford.htm> (дата обращения 23.08.2007).

Научное издание

**МАТЕРИАЛЫ
ПЯТНАДЦАТОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ
«НАУКА И ИННОВАЦИИ – 2020»
ISS «SI–2020»**

**МАТЕРИАЛЫ
ПЯТНАДЦАТОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ-СЕМИНАРА
«ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИННОВАЦИИ:
НАНООПТИКА, ФОТОНИКА И КОГЕРЕНТНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ»**

Ответственный за выпуск И. И. Попов

Все статьи публикуются в авторской редакции

Подписано к печати. Формат 60x84/8. Бумага офсетная. Гарнитура Тип Таймс.
Усл. печ. л. 73,01. Тираж 500 экз. Заказ № 313

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»
424000 Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3

Отпечатано в ООО издательско-полиграфическая фирма «СТРИНГ»
424000 Йошкар-Ола, ул. Строителей, 95

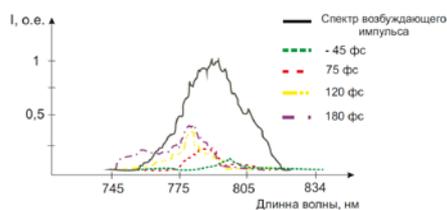


**Попов Иван
Иванович**
доктор физико-
математических
наук, профессор

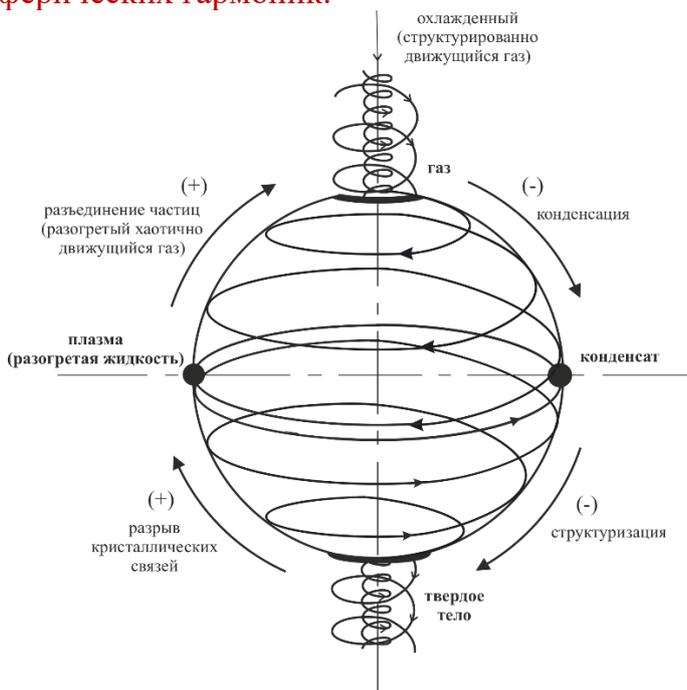
Победитель конкурса

«Оригинальный научный результат – 2020»

За цикл исследований по обнаружению и систематизации технологических возможностей метода магнетронного распыления в тонкопленочном наноэлектронном приборостроении. Показано, что на множестве поверхностных дефектов волоконно-кристаллической текстуры тонких пленок возможно формирование нового типа квантовых точек в виде наноразмерных ловушек экситонов и трионов, в которых в результате энергетического залегания в запрещенной зоне под воздействием внешнего возбуждения формируются дискретные спектры энергии с двумя противоположными по знаку рядами сферических гармоник.



Сферичность дискретизации энергии продемонстрирована на примере сдвига частоты, возбуждаемого в них сигнала фотонного эха. Спектр эхо-сигнала изменялся в зависимости от соотношения между собой волновых векторов возбуждающих лазерных импульсов. Величина спектрального сдвига сигнала фотонного эха была связана с соответствием момента формирования эхо-сигнала со степенью охлаждения (низкочастотный сдвиг) или нагрева (высокочастотный сдвиг) частиц резонансной среды. На примере трионных ловушек показано, что их наполняемость зависит от направления силовых линий однородного магнитного поля, ортогонально приложенного к поверхности пленки.



Показана возможность коррекции процесса формирования содержания текстуры тонких пленок с помощью акустического кодового сигнала, изменяющего кривизну поверхности кристаллических волокон и, соответственно, параметров квантовых точек нового типа. На основе обобщения закономерностей периодически повторяющихся процессов в ловушках и при формировании формы кристаллических волокон предложен новый способ полносферной обработки информации, отражающий содержание протекающих процессов.

На примере экситонных ловушек показано, что благодаря наличию определенной их наполняемости возможно изменение электрического тока, протекающего через пленку оксида цинка и изменение степени проявления в ней мемристорного эффекта (по сравнению с технологией химического осаждения).

